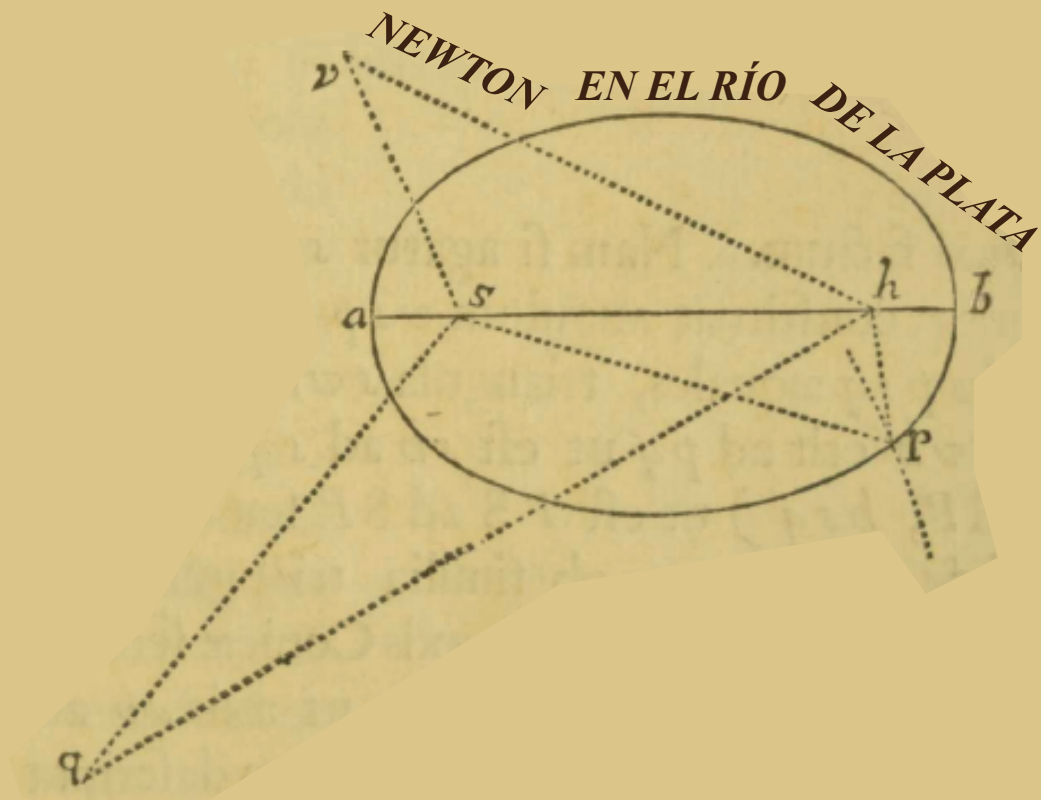


CELINA A. LÉRTORA MENDOZA



SUS TEORÍAS EN LA ENSEÑANZA COLONIAL

**Buenos Aires
Ediciones F.E.P.A.I.**

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

*NEWTON EN EL RÍO DE LA PLATA
SUS TEORÍAS EN LA ENSEÑANZA COLONIAL*

Lértora Mendoza, Celina Ana

Newton en el Río de la Plata : sus teorías en la enseñanza colonial / Celina Ana Lértora Mendoza. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : FEPAI, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4483-49-2

1. Historia de la Ciencia. 2. Historia de la Ciencia Argentina. I. Título.
CDD 306.45

Diseño de tapa: Ivo Kravic

© 2023 Queda hecho el depósito que marca la ley 11.923 F.E.P.A.I.

Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano

Marcelo T. de Alvear 1640, 1° E – Buenos Aires

E. mail: fundacionfepai@yahoo.com.ar

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

***NEWTON EN EL RÍO DE LA PLATA
SUS TEORÍAS EN LA ENSEÑANZA COLONIAL***

**Buenos Aires
Ediciones F.E.P.A.I.**



Presentación

En los estudios latinoamericanos de historia de la ciencia, uno de los temas agitados en torno al Quinto Centenario fue el proyecto de establecer el perfil del proceso de mundialización de la ciencia. En ese contexto, la cuestión de la difusión de las teorías físicas del siglo XVII y especialmente la newtoniana de la gravedad constituyen un referente que se ha usado para medir los avances en dicho proceso.

En América el marco geográfico se ha limitado a la zona colonial de España (pues ni en EEUU ni en Brasil hubo universidades en esta época) y se focaliza cronológicamente en el siglo XVIII, sobre todo en su segunda mitad, que es el momento de mayor expansión de las cátedras de física en universidades, colegios y conventos con facultad de otorgar grado, y luego, a partir de la Expulsión Jesuita de 1767, en los Colegios Carolingios. Por otra parte, es también el período del que se conserva mayor cantidad de documentos docentes. Es así que la enseñanza de la “nueva física” ha sido considerada un parámetro consensuado para trazar la historia de la mundialización de la ciencia en América, en sus primeras etapas, antes del período independentista. A esto hay que sumar, naturalmente, los estudios sobre otras manifestaciones no académicas, pero igualmente importantes, sobre todo de difusión tecnológica, que aúna los elementos científicos necesarios.

En el grupo de estudiosos del tema se formó un proyecto titulado “Newton en América”, que presentó un Simposio en el III Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias y la Tecnología, por invitación, Cali, enero 1995, titulado “Difusión de la nueva física” que ha sido publicado en sus Actas: *Newton en América. Simposio del III Congreso Latinoamericano de historia de las ciencias y la tecnología* (compiladora CALM), Bs. As. Ed. F.E.P.A.I., 1995. Además, en el XX Congreso Internacional de Historia de la Ciencia, Unión Internacional de Historia y Filosofía de la Ciencia, realizado en Lieja, en junio de 1997, se organizó el Simposio “Newton en América” cuyo

resultado consta en sus Actas: *Proceedings of the XXth International Congress of History of Science (Liège, 20-26 July 1997)*, volume V: *The Spread of the Scientific Revolution in the European Periphery, Latin America and East Asia*, edited by Celina A. Lértora Mendoza, Efthymios Nicolaïdis and Jan Vandersmissen, Brepols Turnhout, 2000.

Estos esfuerzos de la década de los 90 no trascendieron –o lo hicieron escasamente– al terreno de la historia de la filosofía, lo cual es lamentable porque en América la difusión de la nueva física y de Newton fue casi exclusivamente académica, y concretamente centrada en el Curso de Física del Trienio Filosófico de la Facultad de Artes. Además de ser pocos los estudiosos de ese período, el tema de los contenidos de dicho Curso ha sido muy escasamente analizado, y no sólo en América, sino también en Europa.

Por eso, y habiendo trabajado durante años los manuscritos coloniales rioplatenses, por aquellos tiempos inicié un estudio más pormenorizado de la introducción de Newton en la enseñanza de esta región, a través del análisis de los ocho cursos de Física del siglo XVIII conservados, que tratan a Newton, sea en cuanto a la teoría de la gravedad, la del color o ambas. Por una serie de circunstancias, el esquema inicial, adelantado en el artículo de 1993 ha sufrido modificaciones y sobre todo incorporaciones de nuevos aspectos del tema.

En estos largos años de estudio, han surgido varias puntas que fueron expuestas en diversos artículos que menciono a continuación, por orden cronológico (ver datos completos en Bibliografía):

1. “Introducción de las teorías newtonianas en el Río de la Plata”, 1993;
2. “Scoto frente a Newton: una visión del escotismo en el s. XVIII”, 1993;
3. “La óptica newtoniana en el Río de la Plata: tres ejemplos de fines del s. XVIII”, 1994;
4. “Bibliografía newtoniana en el Río de la Plata colonial”, 1995;
5. “La discusión sobre la gravitación universal en la enseñanza rioplatense (s. XVIII)”, 1995;
6. “Nollet y la difusión de Newton en el Río de la Plata”, 2000;
7. “Autores postnewtonianos conocidos en el Río de la Plata”, 2003;

8. “Benito Riba y la introducción de Newton en el Río de la Plata” con María Cristina Vera, 2009.

Además, y dentro de exposiciones mayores, queda incluido el tema del newtonismo rioplatense en

1. *La enseñanza de la filosofía en tiempos de la colonia. Examen de cursos manuscritos*, 1, 1979;
2. *Fray Cayetano Rodríguez OFM, Sobre la luz. Libro VI del Curso de Física (1782)*, Transcripción, traducción, introducción y notas, 2004;
3. *Cayetano Rodríguez OFM. Curso de Física (1782)*, Transcripción, traducción, introducción y notas, 2005;
4. *La enseñanza de la filosofía en tiempos de la colonia. Análisis de cursos manuscritos*, 2, 2007.

Menciones a publicaciones antiguas con referencias directas o indirectas a temas newtonianos, quedan incluidas en varios trabajos de análisis bibliográfico:

1. “Bibliotecas coloniales franciscanas rioplatenses”, 2004;
2. “El fondo bibliográfico antiguo del Convento Franciscano de Jujuy”, 2004.
3. “Obras escotistas en Bibliotecas antiguas rioplatenses”, con Eduardo Bierzychudek, 2009;
4. “Fuentes para la historia del escotismo en el Río de la Plata” (2009);
5. “Bibliotecas académicas coloniales, Reconstrucción y puesta en valor” (2013).

Por último, en trabajos sobre la filosofía y la ciencia moderna en América colonial, pueden rastrearse referencias indirectas a la introducción del newtonismo:

1. “Los jesuitas y la enseñanza de la ciencia moderna (ss. XVII-XVIII)”, 2005;
2. “Fuentes para la historia del escotismo en el Río de la Plata”, 2009;
3. “Los cursos manuscritos coloniales como libros de texto” (2011);
4. “La filosofía en la época de la colonia” (2014);
5. “La *translatio studiorum* y la *scholastica americana*; un tema actual” (2018),

De todo esto finalmente ha resultado la síntesis que ahora se expone, sin que por ello se pueda decir que el tema está agotado. Es simplemente un paso mayor que los anteriores, susceptible, como todo, de otros avances.

1. Introducción histórico-metodológica

1. El marco histórico

La recepción de las ideas y teorías de Newton en las colonias españolas de América se produce ya bien entrado el siglo XVIII; es decir, tras dos largos siglos de enseñanza universitaria de la física escolástica, con algunos agregados (desde finales del siglo XVII) referidos a ciertos temas experimentales que concitaban interés. Por lo tanto, la presencia de Newton en nuestras aulas sólo podía efectivizarse dentro del espacio académico posible, que era en realidad bastante estrecho. Este punto requiere un mayor ahondamiento, para hacer comprensibles las posiciones de los profesores frente a esta nueva concepción del mundo físico.

1. 1. Contexto americano colonial con especial referencia al Río de la Plata

En el Río de la Plata la introducción de las teorías modernas, científicas o filosóficas, tuvo por vía casi exclusiva la académica. Es importante tener en cuenta que nuestros profesores preparaban sus cursos tomando como base uno o dos textos, combinándolos en forma más o menos personal. Los temas de Física tenían un curso propio, generalmente el segundo del trienio filosófico: la Física General. A veces se incluía, en el tercero, otro de Física Especial, ocupando parte del antiguo curso de Metafísica. La división temática entre Física General y Especial no es estable en el siglo XVIII; su origen fue la división de la física aristotélica, cuyos temas ya estaban mezclados a mediados del siglo XVII, sobre todo porque se habían producido las controversias sobre los primeros libros de la *Physica* (esencia del ser natural, sus causas, el infinito), en beneficio del aporte experimental, cada vez con más peso cualitativo y cuantitativo.

1. 2. Sistemática incorporativa del newtonismo

Las teorías newtonianas se han desarrollado y difundido en dos direcciones (como se explicará luego), correspondientes a sendas obras: *Principia* y *Optica*. De la primera surgió una línea más teórica, con uso altamente especializado de la matemática y que tendió a constituirse en alternativa total del antiguo sistema físico, más o menos vinculado al aristotelismo. *Principia* propone reglas metodológicas nuevas, que constituyen un marco conceptual dentro del cual puede desarrollarse la física newtoniana como “ciencia normal”¹. En cambio la *Optica* representa una línea más experimental y fue desarrollada sobre todo por los químicos y los experimentalistas.

Si atendemos a los lugares sistemáticos de incorporación de estos dos aspectos veremos que:

1º. La física newtoniana, entendida como sistema alternativo no tuvo, en el siglo XVIII, un lugar sistemático en los programas académicos, porque el único que hubo, hasta el siglo pasado, fue el aristotélico, ya que las opciones gassendista y cartesiana no lograron imponerse universalmente. Sin

¹ Debemos mencionar aquí la diversa interpretación histórica que se ha dado al papel del desarrollo matemático en la evolución científica vs. la tradición experimental. Kuhn observa que hasta el siglo XVIII pocos prácticos y experimentadores hicieron cálculos, y los pensadores hacían pocos experimentos, con excepción de Galileo (para perfeccionar el telescopio) y Newton, lo cual tampoco les convierte en “experimentadores” (cf. Thomas Kuhn, “Mathematical versus Experimental Traditions in the Development of Physical Science”, *The essential tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago- London, The Univ. of Chicago Press, 1977, v. 3: 31-65). Incluso, en cierto sentido la metodología newtoniana se aproxima más al antiguo deductivismo que al experimentalismo puntual. Por otra parte, Beuchot e Iñiguez han señalado que el dilema: ciencia empírica vs. ciencia teórica es falso, y que las opuestas interpretaciones de algunos científicos, como Galileo, son incorrectamente dilemáticas (cf. “Ciencia empírica contra ciencia teórica: un falso dilema”, *Quiipu*, 3, n. 2, 1986: 213-232).

embargo, como ya dije, la estructura de ese edificio se resquebrajaba desde principios del siglo XVII, cuando comienzan los aportes experimentales de importancia. A pesar de esta quebradura, el marco se mantuvo un siglo y medio más, en virtud de una cierta inercia académica debida a la falta de alternativas durante tantos siglos. Los sistemas teóricos que podrían haberlo sido fueron el copernicano y el galileano. Pero el copernicano sólo era alternativo del ptolemaico (y por tanto del homocéntrico aristotélico) pero no era una alternativa a **toda** la física, porque no proponía leyes sobre un fundamento físico nuevo. El sistema galileano, que quizá sí hubiera podido incorporarse como alternativa a la física general aristotélica, de hecho sólo fue una alternativa a la mecánica antigua, que sí fue reemplazada, ya que en cuanto a los movimientos medios se mostró superior tanto a la mecánica tradicional como a la cartesiana. Pero tampoco fue posible aceptar **todo** Galileo, debido a la condenación eclesiástica; de allí que sólo entró académicamente como reemplazo de la mecánica antigua. En suma, el avance científico sectorial no logró modificar el marco teórico general, pero estos parches hicieron inviable la idea de “una ciencia” física. Con todo, por ese tiempo ya también la Física había quedado descolocada en los planes del trienio filosófico, y no parece que estas incongruencias hayan importado hasta el punto de producir un movimiento revulsivo más profundo.

2°. Otro punto que constituía una dificultad para entender el aporte newtoniano es que la enseñanza académica de la Física seguía modelos epistemológicos incompatibles con la sistemática newtoniana. Las cuestiones se trataban en forma esencialista y causal-eficiente, raramente en forma descriptivo-legal. Es decir, la única explicación concebible en las aulas era la causal. La pregunta “¿qué es...?” seguía intentando una definición esencialista, en el sentido de buscar **una** nota ontológicamente constitutiva y fundamento de las demás. Es claro que con estos supuestos epistemológicos el sistema de *Principia* sería malinterpretado, como veremos.

En definitiva, sólo en contadas ocasiones se considera este sistema como una alternativa global, pero aun así no se ordena la temática sobre esta base, por lo demás algo muy difícil para alumnos del trienio filosófico. Es decir, que se llega cuanto más a dar una vaga idea del mismo. Cuando la física newtoniana entra en los cursos, es en el tema de la gravedad. Y aquí se hace evidente la limitación teórica de los filósofos para comprender la nueva propuesta: los más “modernos”, críticos del peripatetismo, deslumbrados por el aporte puntual experimentalista, fueron incapaces de entender las nociones centrales. La gravedad, como propiedad general de la materia, les pareció una “cualidad oculta” de la cual no puede darse una causa ni una prueba experimental (debido a la postulación de su universalidad). En otros términos, el antiperipatetismo, que a pesar suyo siguió entendiendo los conceptos físicos en sentido esencialista, conspira contra la comprensión del newtonismo. No son capaces de entender la física en términos físico-matemáticos, pues la larga tradición cualitativista (incluyendo las experimentalistas, aun cuando éstas lleguen a cuantificar los resultados) los aparta de una visión verdaderamente matemática de la realidad, que no es sólo “medir”. No logran superar el uso de la matemática como “medida”, lo cual los remite en definitiva a la antigua tradición peripatética. Un sistema que prescinde del causalismo y del esencialismo, que describe en términos matemáticos una realidad cuya legalidad se presenta en forma relacional, no resulta entendible para un profesor medio de filosofía natural (física) a mediados del siglo XVIII².

Más suerte tuvo la propuesta newtoniana de la *Optica*. Una larga tradición de la física en esa dirección la hacía más aceptable, y cuando sus

² Esto es particularmente notable en la enseñanza franciscana, pues el escotismo del siglo anterior y de principios del XVIII había logrado incorporar contenidos de la física experimental moderna dentro de un marco teórico de base escotista y sin modificarlo sustancialmente. En cambio, el newtonismo se presentó como algo muy ajeno a este mix de considerable tradición. Cf. mi estudio “Scoto frente a Newton: una visión del escotismo en el s. XVIII”, *Verdad y vida* 51,1 N. 202-203, 1993: 281-298.

ideas son rechazadas, se debe a que el profesor toma como válidas las experiencias contrarias. Esto muestra que el método de verificación tenido en cuenta era el empírico (que no sirve para determinar la validez de una teoría general, que no es empíricamente falsable en forma directa). Pero esta incorporación parcial, e incluso de un aspecto no revolucionario de las investigaciones newtonianas (considerado histórica y aisladamente) no constituye una verdadera comprensión de Newton. Éste es el punto.

2. La cuestión metodológica

2. 1. En general

El estudio de la difusión de las teorías newtonianas y su inclusión en los programas académicos presenta algunas dificultades, derivadas en parte de cuestiones metodológicas bastante complejas.

El tema está relacionado, en primer lugar, con el problema de analizar la transmisión científica a la periferia, proveyendo un esquema general. Existe el esquema analítico de la comunicación propuesto por Pyenson³ basado en la antropología cultural norteamericana, punto de vista que ha sido criticado por Glick⁴. Entre otras cosas, para Glick la creación de grupos disciplinarios (sobre todo si no existían antes) es señal inequívoca del éxito del trasplante, independientemente de la filiación institucional de los extranjeros. Personalmente admito que esta creación es una señal, pero no la considero suficiente para acreditar una auténtica apropiación periférica de la ciencia exógena. He mostrado con ejemplos históricos que no basta la creación de tales centros, sino que se requiere tener en cuenta sobre todo su continuidad

³ Cf. Lewis Pyenson, “Functionaires and Seekers in Latin America: Missionary Diffusion of the Exact Sciences, 1850-1930”, *Quipu*, 2, n. 3, 1985: 420-437.

⁴ Thomas F. Glick, “Crítica a N. Stepan y L. Pyenson”, *Quipu* 2, n. 3, 1985: 437-442.

y la producción de resultados⁵. En otros términos, que debe darse una *translatio* en el sentido propuesto por Alain de Libera⁶, con acento en las redes de preguntas y respuestas que constituyen la “cuestión” receptada, cuyos resultados debiera poder exhibirse en una reconstrucción racional del programa de los receptores, usando para ello la metodología propuesta por Imre Lakatos⁷, que se ha estandarizado en el área general de historia de la ciencia. Por lo que se verá, estos extremos no aplican al caso de Newton en el Río de la Plata.

En segundo lugar, y en cuanto hace en concreto a nuestro tema, debe tenerse en cuenta que la obra newtoniana presenta dos líneas diferenciadas. La investigación macrofísica de *Principia Mathematica* desarrolla un sistema físico alternativo a los existentes, que requiere un uso altamente especializado del instrumental matemático e implica una nueva visión de la ciencia física, separada definitivamente de “hipótesis metafísicas” (algunas de las cuales todavía persistieron –como adherencias innecesarias, pero tributarias de su tiempo y de su mente– en el propio Newton). Por otra parte, la *Optica* da lugar a una dirección más experimental y más afín con la tradición del siglo anterior.

⁵ Cf. mi trabajo “Un problema metodológico de historia de la ciencia latinoamericana: recepción vs. creación”, *Historia Social de las Ciencias. Sabios, médicos y boticarios*, Bogotá, Instituto Colombiano de Epistemología, 1986: 147-164.

⁶ Para De Libera, en la historia de la filosofía (y –agrego– de la ciencia) la historia de la *translatio studiorum* debe hacerse cargo de un *corpus* como historia de una serie de migraciones que producen diferentes versiones. De allí que no haya uniformidad receptiva, por una parte; y por otra, que tal hecho receptivo deba verse como un proceso, considerando su inexcusable historicidad. La última versión de sus ideas en A. De Libera, *L'archéologie philosophique. Séminaire du Collège de France 2013-2014*, Paris, Vrin, 2016.

⁷ Cf. especialmente a sus escritos: *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, trad. Diego Ribes, Madrid, Tecnos, 2011 y *La metodología de los Programas de investigación científica*, Madrid, Alianza Editorial 1983 y 2007.

En el siglo XVIII estas dos vertientes aparecen bastante separadas en las obras de difusión⁸. En Francia, las dos derivaciones de estas direcciones (dos modelos) fueron caracterizados como “Física General” y “Física Especial”. En la primera línea trabajaron D'Alembert, Euler, Bernouilli, Clairaut, Lagrange y Laplace; en la segunda Gravesande, Boerhaave, Musschenbroek y Nollet. Los autores más mencionados por nuestros profesores corresponden al segundo grupo, cuya dirección científica todavía no había sido cuestionada en Europa (esto sucederá en Francia a fines del siglo XVIII, cuando se ataque el carácter cualitativo de la Física Especial). Por consiguiente, el “modernismo” de nuestros docentes era bastante aproximado al europeo, excluyendo la falta de conocimientos de la primera dirección.

Por otra parte, no parece que entre nosotros la introducción de estos conocimientos haya producido un fomento significativo de las empresas culturales y científicas en nuestro medio, como detecta Arboleda para Nueva Granada⁹. En cambio, considero que, desde el punto de vista ideológico, las características señaladas por este autor para esa zona se reproducen en la rioplatense y tienden a integrarse en sistemáticas más amplias, derivadas todavía de la física escolástica. En muchos casos no se percibió la profunda diferencia entre el **sistema** de Newton y otros aportes experimentales, parciales y más o menos integrables en planes eclécticos¹⁰. Incluso quienes adhirieron fervorosamente al newtonismo, no siempre entendieron con claridad el sentido profundamente revolucionario de su propuesta, aún hasta

⁸ Cf. Paulo César Abrantes, “Newton e a Física Francesa no século XIX”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, serie a, v. 1, n. 1, 1989: 5-31.

⁹ Luis Carlos Arboleda, “Acerca del problema de la difusión científica en la periferia: el caso de la física newtoniana en la Nueva Granada (1740-1820)”, *Ideas y Valores*, n. 79, 1989: 5-25.

¹⁰ Presento un panorama general en “Introducción de las teorías newtonianas en el Río de la Plata”, *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Ed. A. Lafuente, A. Elena y M. L. Ortega, Madrid, Doce Calles, 1993: 307-323.

bien entrado el siglo XVIII¹¹. Es que Newton era leído desde una perspectiva antigua y más inadecuada para entender a él que a otros contemporáneos suyos. Se habla del siglo XVII como siglo “de confusión”¹² y alrededor de 1640 se está en la revolución científica en astronomía y mecánica. Sin embargo, tenemos que advertir la dificultad de precisar el concepto para aplicarlo homogéneamente a todos los científicos del siglo. Así Robinson¹³ reseña las diversas interpretaciones acerca de las llamadas “revoluciones” científicas y señala acertadamente que el problema es saber cuál de las figuras de transición produjo el nuevo paradigma (problema del “corte”). Coincido con Hesse¹⁴ en que los historiadores y los filósofos se han ocupado poco de este tema. Creo que las direcciones dependen en buena medida de una previa intuición acerca de la posibilidad (o no) de explicar racionalmente el proceso científico en la historia.

Por lo tanto, entiendo que un análisis de la difusión de las teorías newtonianas debe distinguir entre: 1. obras específicamente referidas a las nuevas teorías (especializadas) y 2. obras de carácter general, que a su vez pueden ser didácticas o de divulgación.

¹¹ Puede aceptarse con Cohen que la elaboración teórica newtoniana constituye una revolución, por cuanto manifiesta un estilo propio a través de una serie de notas que conjuntamente, y con el alcance que él les da, son inéditas en la ciencia; caracteres que se hallan también en la obra de sus seguidores, como Bailly, Maupertius y Clairau, que aúnan matemática y experiencia (cf. *The Newtonian Revolution, with Illustrations of the Transformation of Scientific Ideas*, Cambridge Univ. Press, 1980).

¹² Cf. Rupert Hall, *The Revolution in Science, 1500-1750*, London and N. York, Longman, 1983.

¹³ Cf. Peter Robinson, “Revoluciones científicas y relatividad conceptual”, *Metamorfosis*, n. 9, 1978: 14-20 (traducción de Federico Ferro Gay).

¹⁴ Mary Hesse, “Reasons and Evaluation in the History of Science”, *Changing Perspectives in the History of Science*, ed. by Mikulas Teich and Robert Young, London, Heinemann, 1973: 127-147.

Desde el punto de vista metodológico, estas categorías son muy distintas en cuanto a los destinatarios, el objetivo y el método. En las obras didácticas, la física newtoniana era integrada en planes académicos especiales y debía sufrir las presiones de los claustros, aspecto que debe ser analizado en cada caso¹⁵. En las obras de divulgación, por su parte, la exposición científica cede lugar muchas veces a los afanes apoloéticos. Estas particularidades hacen que de la mayoría de las obras académicas o divulgativas –tomadas aisladamente– no pueda extraerse una comprensión adecuada del sistema completo, aunque sin duda los informes parciales son correctos y a veces extensos al par que detallados (por ejemplo Regnault).

2. 2. Niveles de comprensión

a) En cuanto al contexto sistemático de inserción. En las fuentes no hay un contexto unitario y salvo excepciones, los manuales no consideran la física newtoniana como una alternativa global. Los contextos que hubo en el Río de la Plata fueron: 1. La Física General, en el tema de la gravedad (*Principia*); 2. La Física General, en el acápite sobre los diversos sistemas; en este caso se enuncia como una teoría gravitatoria general; 3. La Física General, tema de la luz (*Optica*); 4. Física Especial: tema de la luz (Optica); 5. Física Especial, tratados *De Anima* o Cursos de Metafísica: los sensibles propios (temas ópticos vinculados a la visión).

¹⁵ La restricción “en cada caso” es importante para acotar adecuadamente el enfoque externalista; esta explicación es para mí un enfoque complementario y **necesario**, pero no un punto de vista autónomo y dilemático. Coincido con Lebedev en que el dilema “internalismo/externalismo” es una contradicción objetiva de la concepción metodológica usada (paradigma de la explicación). Cf. Sergey Lebedev, “‘Internalist-externalist’ dilemma as an Objectiv Contradiction of the methodological conciousness”, *6th International congress of Logic, Methodology and Phylosophy of Science- Abstracts*, Section 6. Hannover, 1979: 132-136.

Constatamos que:

1. En cualquiera de los casos, no se establece una correlación sistemática entre los dos temas (gravitación y óptica) aun cuando se traten los dos.

2. Las razones por las cuales se rechaza la gravitación universal no tienen nada que ver con argumentos de física teórica (científica) y son *ad hoc*.

3. El hecho de que una u otra teoría newtoniana se exponga en la Física General, en la Especial o en Metafísica, no influye en el tratamiento, que se limita a resumir las ideas centrales. La diferente inserción influye más bien en la extensión que se les otorga. Tampoco determina un cambio en la metodología crítica; y aun cuando la Óptica se incluya en la Metafísica, es obvio que no se la critica **desde** un enfoque metafísico. La variedad de alternativas muestra por una parte la dispersión sistemática de la Física (lo cual conspira contra la comprensión de Newton) y por otra la vacuidad temática de la filosofía, que debe rellenarse con teorías científicas, en un marco que coherentemente no lo consiente.

b) Nivel de amplitud. La amplitud de la recepción es mínima en el caso de *Principia*, debido a su complejidad matemática. En el caso de la *Optica* hay más extensión, pero observamos que los ejemplos y experiencias (a favor o en contra) son casi siempre los mismos, porque parecen haber sido tomados de Brixia, y a lo más de Nollet, aunque se mencionen otros autores.

c) Nivel de profundidad. Ya vimos que ninguna de las dos teorías fue comprendida en profundidad como formando parte de un sistema unitario y alternativo global; dentro de la incomprensión general, se entiende mejor la *Óptica*, lo cual también quizá se deba a su carácter menos conflictivo con respecto a posturas personales de los profesores.

2. 3. Metodología de abordaje

Por todo lo expuesto, considero que una metodología de abordaje textual debe tener en cuenta los siguientes elementos de confronte:

1. Relación entre el tratamiento de las teorías newtonianas y la totalidad de los temas de la obra;
2. Uso de instrumental matemático;
3. Uso de diseños, dibujos, etc.;
4. Expresión en forma de leyes cuantificables y su relación con las expresiones en forma de principios o leyes no cuantificables;
5. Tipos de fundamentación: empírica o trans-empírica;
6. Tipos de explicación: esencial, o causal-eficiente, o legal;
7. Uso de conceptos filosóficos.

En la descripción de los cursos manuscritos conservados, pertenecientes al territorio del Río de la Plata, hago uso de esta metodología y luego retomo los resultados.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

2. Fuentes foráneas de recepción

1. Recepción académica

Para comprender el proceso de recepción local es necesario reconstruir las vías bibliográficas por las cuales ingresó al Río de la Plata el conocimiento de la teoría newtoniana. Una primera constatación es que la bibliografía newtoniana del siglo XVIII que nuestros profesores tenían a su alcance era muy limitada. Por otra parte, en nuestra región, los docentes del siglo XVIII son nativos o peninsulares que la mayoría de las veces estudiaron en la Colonia. En todos los casos, hasta donde podemos saber, su material informativo era exclusivamente local.

1. 1. Reconstrucción de las “bibliotecas newtonianas”

Dado el material que poseemos, sólo podemos reconstruir la bibliografía rioplatense del siglo XVIII, y nuestro estudio abarcará el período 1730-1820, período cuya importancia histórica en la constitución de la Argentina posterior está fuera de toda duda.

Las bibliotecas coloniales deben ser consideradas “fuentes primarias” para el estudio de la transmisión de ideas europeas. Entiendo por “fuente” todo documento que posibilite la reconstrucción racional (en el sentido de Lakatos) de un proceso de asimilación o desarrollo de ideas científicas, filosóficas, religiosas, etc., considerándolo en sus aspectos interno y externo (social-institucional). Los libros son materiales culturales que documentan la transmisión de las ideas contenidas en ellos, cuando puede constatare su presencia en una época y área determinadas. La existencia de ciertas obras, en nuestro caso las que tratan las teorías de Newton, durante la segunda mitad del siglo XVIII, indica el nivel de **transmisión real** y de **asimilación posible** de la problemática newtoniana. Esto vale para el caso de obras de edición foránea. Cuando se trata de obras de edición local, ellas muestran el

nivel mínimo de asimilación y reelaboración. Como en nuestra región no hay obras editadas de este tipo, en este punto debemos acudir a manuscritos u otra documentación académica.

La reconstrucción bibliográfica es un paso previo a la determinación de la “biblioteca newtoniana rioplatense” y debe abordar este punto para explicar por qué no es posible, por el momento, ofrecer un elenco completo y seguro de obras relativas a Newton arribadas al Río de la Plata en ese período¹.

En la zona rioplatense la gran mayoría de las bibliotecas coloniales fueron conventuales. Hubo una única biblioteca universitaria, la de Córdoba, regentada por los jesuitas y luego por los franciscanos, que obviamente seguían los criterios de sus respectivas Órdenes. Hasta la instalación del Colegio de San Carlos de Buenos Aires, a fines del siglo, no hubo ninguna institución educativa oficial secular con fondos bibliográficos y archivo de

¹ Este problema se plantea en forma similar para cualquier estudio histórico de transmisión científica o filosófica de ideas europeas. En nuestro país se han hecho varios intentos de reconstruir fondos coloniales, la mayoría de los cuales son ya antiguos, pero de consulta imprescindible: Jorge Comadrán Ruiz, *Bibliotecas cuyanas del s. XVIII*, Mendoza, Univ. Nac. de Cuyo, 1961; Guillermo Furlong, *Bibliotecas argentinas durante la dominación hispánica*, Bs. As., 1944; Ismael Quiles, “Obras de filosofía existentes en la Biblioteca Jesuítica de la Univ. de Córdoba en la fecha de la expulsión”, *Ciencia y fe*, 3, 1952: 73-85; José Torre Revello, “Lista de libros embarcados para Buenos Aires”, *Boletín del Instituto de Investigaciones Históricas*, Bs. As., v. 10, 1930: 29-50. Además, hay menciones y/o listas de libros en bibliotecas conventuales en Fr. Eudoxio de J. Palacio, *Los Mercedarios en la Argentina (1535- 1754)*, Bs. As., Ministerio de Cultura y Educación, 1971; Fr. José Brunet, *Los Mercedarios en la Argentina*, Bs. As., 1973, y G. Furlong, *Nacimiento y desarrollo de la filosofía en el Río de la Plata, 1536-1810*, Bs. As. 1952. El trabajo más reciente e importante es Silvano G.A. Benito Moya, *Agradable a Dios y útil a los hombres. El universo cultural en las bibliotecas de los Franciscanos de Córdoba del Tucumán (1575-1850)*, San Antonio de Padua, Ed. Castañera. 2018.

documentación. Pero este Colegio era de nivel intermedio y no universitario, por lo cual hay que precisar la índole de sus fondos. Las bibliotecas particulares no fueron científicamente importantes porque no hubo una sociedad numerosa donde pudiera expandirse la cultura científica y filosófica. Por eso, aunque algún particular lograra formar un repositorio considerable, difícilmente era mantenido por los herederos. Quizá muchos libros cuya existencia colonial hoy ignoramos, se perdieron dispersándose y arruinándose, sin que ningún inventario los recogiera. Otros propietarios, con mayor sentido conservativo, donaron sus bienes a colegios o conventos, a veces con la manda de que funcionaran como bibliotecas públicas. Pero en su mayoría fueron bibliotecas de juristas o funcionarios y no dan mayor resultado para nuestra investigación².

Nos restan, en definitiva, las bibliotecas de los conventos, de la Universidad y de los Colegios no universitarios ni conventuales. La Universidad de Córdoba tuvo una biblioteca bastante considerable, a juzgar por referencias de la época, organizada por los jesuitas. Cuando se produjo la expulsión, esos fondos teóricamente debieron quedar en la Institución. Sabemos que no sucedió así, y que se fueron con los libros de su uso personal, con lo cual el fondo quedó reducido, aunque no sustancialmente. Pero además sufrió pérdidas y deterioros no muy bien evaluados durante los años de interregno administrativo, hasta que los franciscanos se hicieron cargo³. Lo que se salvó de estos incidentes, volvió a sufrir perjuicios cuando

² Tal es el caso de la biblioteca de Cañete, usada para componer su famoso *Syntagma de resoluciones* editado hace ya bastantes años por José M. Mariluz Urquijo, biblioteca que ha desaparecido. Mejor suerte tuvo la de Facundo Pietro y Pulido, que fue donada en 1794 a los Mercedarios para funcionar como biblioteca pública, cuyo catálogo fue editado por Ricardo Levene en “Fundación de una Biblioteca Pública en el Convento de la Merced de Buenos Aires durante la época hispánica, en 1794”, *Humanidades*, La Plata, v.32, 1950: 27-51, inventario pp. 31-51.

³ Sobre este punto v. la obra clásica de Juan M. Garro, *Bosquejo histórico de la Universidad de Córdoba*, Bs. As. 1882 y Guillermo Gallardo, “Estudios superiores en Argentina hasta la independencia. La Universidad en su historia”, *Cuadernos del Sur*, n. 66, 1970: 101-115. Sobre el Colegio de San Ignacio de Buenos Aires, que

se cerró la Universidad, durante el período de anarquía y caudillismo, en la primera mitad del siglo XIX. Finalmente los restos de aquella biblioteca universitaria colonial constituyen hoy el “Fondo Jesuítico” de la Biblioteca Mayor de la Universidad de Córdoba, cuyo catálogo, que apenas sobrepasa las 300 obras (y es muy inferior al volumen de las bibliotecas conventuales) prueba el gran deterioro sufrido⁴. Dado que similares percances han tenido la documentación administrativa y los archivos antiguos, resulta muy dificultoso reconstruir la biblioteca jesuita original, y en esta tarea han trabajado investigadores argentinos. Por el momento los resultados son escasos, dada la dificultad de identificar los mencionados documentos.

Los conventos, sobre todo aquellos que tenían la facultad de conferir grados, poseyeron bibliotecas de Filosofía, Teología y afines. Aunque mejor conservadas que la universitaria cordobesa, sus fondos sufrieron diversos

tuvo estudios de latinidad desde 1621, sabemos que inauguró en 1733 una cátedra de filosofía que concedía título de bachiller, luego de lo cual sus graduados pasaban a la Universidad para obtener el grado de Maestro en Artes. Según Furlong, los estudios de Filosofía comprendían Lógica, Psicología y Metafísica, y se incluían principios de Matemática, Mecánica, Física y Química (cf. “Notas y aclaraciones sobre la enseñanza pública superior en Buenos Aires durante la época colonial”, en *Contribuciones para el estudio de América- Homenaje al Doctor Emilio Ravignani*, Bs. As. 1945: 249-270). De tomarse literalmente esta descripción, el Colegio de San Ignacio resultaría más avanzado que la Universidad en la misma época y siendo de la misma Orden, lo que por lo menos es extraño. Presumo que en realidad se trata de mínimas y rudimentarias nociones de aritmética, geometría y afines, en un nivel que hoy denominaríamos de ciclo básico del nivel secundario. Por lo que aquí interesa, es de lamentar que la documentación referida a su biblioteca se haya perdido, como la biblioteca misma. Finalmente, el Convento de Santo Domingo de Buenos Aires conserva en archivo su *Libro de Estudios*, cuyo Tomo I abarca 1725- 1896 y proporciona interesantes datos sobre profesores, alumnos y demás circunstancias claustrales, pero muy escasa información bibliográfica.

⁴ Cf. la obra colectiva *La Biblioteca Jesuítica de la Universidad Nacional de Córdoba*, Córdoba, Ed. Eudecor, 2000, compilada y editada por Marcela Aspell y Carlos Page.

avatares. Los jesuíticos, abandonados o retirados por los expulsos, son hoy difícilmente identificables. Las Ordenes Mendicantes (Dominicos, Franciscanos y Mercedarios) conservaron sus conventos y vituallas hasta la reforma rivadaviana, en que se secularizaron y en algunos casos se oficializaron. Pero luego de la restauración de las Órdenes volvieron en parte a recuperar esos fondos. Sin embargo, podemos evaluar, aunque groseramente, una pérdida del orden de al menos un 40%, tomando como término los inicios del siglo XX⁵.

Tenemos pues, dos vías para reconstruir nuestras antiguas bibliotecas, y por la importancia metodológica del tema, me referiré brevemente a esto⁶.

Inventarios y listas. A través de los inventarios de existencias, listas de libros embarcados o recibidos, documentos notariales de venta o cualquier otra operación en general, y documentación oficial que testimonia existencia de obras, podemos –teóricamente– reconstruir las bibliotecas. Pero esta tarea tiene múltiples dificultades.

Los inventarios de biblioteca que, como dije, en su mayoría pertenecían a órdenes religiosas, se hacían siguiendo la práctica de los religiosos. Para los conventos, la ocasión era la visita anual de control. Cada visita era

⁵ Durante los últimos decenios, la crisis vocacional religiosa obligó a la reestructuración habitacional y al cierre parcial o definitivo de varios conventos y/o de sus servicios (bibliotecas, fondos artísticos, archivo, etc.). La mayoría de los fondos quedaron centralizados en uno o dos conventos importantes, pero en el traslado también se fueron perdiendo obras y sobre todo se ha hecho difícil, económicamente hablando, su recatalogación. Los fondos antiguos (anticuariatos) conventuales, en buena parte carecen de catálogos actualizados, de modo que ni siquiera podemos saber exactamente qué obras conservan.

⁶ He presentado un panorama de esta problemática en “Bibliografía y fuentes para el estudio del *currículum* de los colegios y universidades en Argentina colonial”, en Margarita Menegus y Enrique González (coordinadores): *Historia de las universidades modernas en Hispanoamérica. Métodos y fuentes*, México, UNAM, 1995: 203-224.

documentada con un acta que incluía un listado de todas las pertenencias, biblioteca incluida. Estos catálogos, cuya finalidad no era bibliológica, tienen muchas deficiencias, y por eso no se puede reconstruir una biblioteca sólo con ellos. En primer lugar, porque en la mayoría de los casos los asientos son incompletos; a veces se menciona el autor y no el título, o viceversa, o se da el título de una obra en varias partes sin indicarla, etc. Además, porque los inventarios no siempre son cuidadosos en lo que respecta a la variación de fondos. Así por ejemplo, cuando dos inventarios con escasa diferencia de años dan bastante diferencia de fondos (más del 10%) no se sabe si es que la biblioteca acreció en ese intermedio, o si el catálogo anterior era incompleto, o bien se trata del mismo fondo, pero inventariado con distinto criterio. Por último, aunque era práctica común la visita anual, dadas las dificultades geográficas, parece que esas visitas se hacían con intervalos considerables, o bien no se labraban actas, y aun cuando se labraban, no siempre constaban los fondos de biblioteca, o se mencionaba sólo el total de ejemplares⁷.

⁷ Pongo el ejemplo de los inventarios mercedarios, material investigado por mí en 1990-1991. Para la Provincia de Santa Bárbara del Tucumán (que comprende aproximadamente lo que hoy es la República Argentina) se hallaron inventarios de 10 conventos o casas que detallo por años: Buenos Aires: 1769, 1772 y 1791 (máximo 153 obras), Córdoba: 1775, 1785, 1846 y 1848(?) (máximo 332 obras); Mendoza: 1814, 1826, 1852 (máximo 163 obras), Santa Fe: 1754, 1756, 1757 (máximo 45 obras); Santiago del Estero: 1722, 1731, 1732, 1733, 1740, 1751, 1768 (máximo 29 obras); Casa de las Conchas: 1740 (50 obras). Estos datos nos muestran la dificultad de la reconstrucción porque: 1°. En varios casos han sido hechos con grandes diferencias de años para los mismos conventos, y por tanto no podemos saber si los aumentos de Córdoba, por ejemplo, en 1848 son propios, o traslados de Buenos Aires o Santa Fe, que no tienen inventarios de esa fecha. 2° Se indican las obras, pero no los volúmenes y por tanto, para los tratados de Filosofía que incluían la Física en uno de sus tomos, no sabemos si efectivamente lo tenían. 3°. Se inventariaban los libros que se encontraban en los estantes al momento de hacer el recuento; por lo tanto no constan los que tuvieran los religiosos en sus celdas, dato importante si se trataba de profesores. Y finalmente, no siempre la abundancia de inventarios ayuda: el Convento de Santiago del Estero, muy cuidadoso en sus

Con todas estas limitaciones, los inventarios de visitas son, sin embargo, la fuente documentaria mejor y más segura que tenemos. Por eso la tarea se hace desesperante cuando los archivos se han destruido, como es el caso, en Argentina, de la Curia de Buenos Aires y del Convento Franciscano de la misma ciudad, que fueron quemados durante actos vandálicos en 1955. Por eso mismo, son muy valiosos los estudios puntuales de un repositorio, como un trabajo reciente sobre las bibliotecas históricas del Convento Franciscano de Córdoba⁸, porque además de sus resultados propios⁹, permiten una cierta inferencia analógica que, aun con todos los recaudos sobre este tipo de ampliaciones, son un índice a partir del cual desarrollar proyectos con alguna base comparativa.

Además de este tipo de inventarios, están los inventarios notariales y los oficiales de negocios de ultramar (listas de embarques, llegadas, ventas, etc.). Y finalmente los inventarios de requisiciones, embargos y otros tipos de medidas de seguridad. A diferencia de los anteriores, estos documentos suelen mencionar con mayor detalle bibliográfico las obras en cuestión. Pero la utilidad de estos documentos se ve limitada por dos circunstancias. En primer lugar la dispersión documental, ya que debe buscarse en diferentes repositorios y entre miles de volúmenes. En segundo lugar, estos datos así consignados sólo aseveran la entrada o la existencia puntual de la obra, no su permanencia como fondo en un repositorio. Es más, en muchos casos estos documentos señalan la desaparición del fondo bibliográfico mismo (venta, embargo, testamentaria, requisición, etc.) sobre cuya formación y

inventarios, apenas nos proporciona un catálogo de una veintena de libros piadosos, mientras que el de Córdoba, con fondos muy importantes, tiene inventarios aislados y poco comparables.

⁸ Silvano G. A. Benito Moya, *Agradable a Dios y útil a los hombres* cit.

⁹ Así, un estudio exhaustivo de todos los fondos de un repositorio, como es este caso, al analizar las diferentes bibliotecas del mismo convento (la General, la del Noviciado y la de Sacristía) permite también justipreciar en qué medida la Orden adquiría o recibía los distintos tipos de libros que no constituían su acervo obligatorio (las obras centrales de la Orden y los libros litúrgicos).

estado anterior nada se dice. Por estos motivos considero que en una primera etapa investigativa puede omitirse la búsqueda documentaria de esta índole, ya que el esfuerzo y tiempo que demanda no se ven compensados con información de interés proporcional.

1. 2. Catálogo de existencias actuales

La catalogación de los fondos existentes y cuya presencia en la época colonial queda documentada en los inventarios o en la obra misma (sellos, anotaciones manuscritas, etc.) es un complemento indispensable para la reconstrucción bibliotecológica. Lamentablemente, en lo que hace a la documentación rioplatense, sólo está catalogado el fondo jesuítico remanente de la biblioteca antigua de la Universidad que, como ya he señalado, ha quedado sumamente reducido con respecto al original¹⁰; las demás catalogaciones son resultado de trabajos individuales de investigación y aunque algunos se han publicado, no se usan en el manejo oficial de dichos fondos.

También está catalogado, aunque en forma un tanto incompleta, el anticuario de los Dominicos que, en la actualidad, luego de la quema de 1955, ha quedado reducido a un centenar de obras. Evidentemente este exiguo fondo remanente es de poca utilidad para identificar menciones documentales. Los fondos franciscanos son mucho más abundantes y se encuentran fundamentalmente en dos repositorios de Buenos Aires. Uno de ellos no está catalogado. En el otro, ubicado en la localidad de San Antonio de Padua, hay aproximadamente 3000 obras del período 1500-1800, provenientes de diversos conventos del país. De ellas, 400 están catalogadas por mí y responden a los estudios de filosofía. La mayoría de las obras halladas hasta ahora conteniendo temas newtonianos provienen de este

¹⁰ Hice un estudio relativo a las obras de filosofía: “Filosofía en Córdoba colonial: bibliografía y biblioteca”, en Marcela Aspell, Carlos A. Page (Comp.), *La Biblioteca Jesuítica de la Universidad Nacional de Córdoba*, cit., pp. 103-122.

fondo, que actualmente no está disponible¹¹. El anticuario de la Orden de la Merced, centralizado también en el convento San Ramón de Buenos Aires, cuenta con unas 1200 obras de filosofía, teología y derecho, catalogadas parcialmente por el P. Brunet hace años; luego se procedió a su recatalogación. Incluye obras presentes en las bibliotecas franciscanas, pero en menor proporción. Hasta ahora no he hallado obras de Filosofía Natural (Física) en otros repositorios antiguos.

Combinando las existencias de todos estos fondos, puedo ofrecer una lista de obras de edición europea, académicas o de divulgación, que abordan en alguna medida temas relativos a la problemática newtoniana y que figuren al menos en uno de los cuatro repositorios. Teniendo en cuenta las pérdidas mencionadas, podría estimarse que las obras siguientes estaban en todos o casi todos los centros coloniales.

¹¹ Sobre los fondos franciscanos v. mis publicaciones: “Bibliotecas coloniales franciscanas rioplatenses”, *Primer Congreso Sudamericano de Historia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, agosto 2003. Actas*, Santa Cruz, Museo de Historia, Univ. Autónoma Gabriel René Moreno, IPGH, 2004, CD, s/ índice; “El fondo bibliográfico antiguo del Convento Franciscano de Jujuy”, *II Simposio sobre Bibliotecas y Archivos del Área Franciscana en América, España y Portugal. Un aporte a la historia de la cultura de los siglos XVII -XX. Buenos Aires. 26-28 de agosto de 2004*, Coordinadores Julio Bunader ofm, Celina A. Lértora Mendoza, S. Antonio de Padua, Ed. Castañeda, 2004, CD s/ índice; y en *Nuevo Mundo* n. 5/6, 2004-2005: 323-346; “Obras escotistas en Bibliotecas antiguas rioplatenses” (con Eduardo Bierzychudek), *Duns Scoti en América. Conmemoración del VIII Centenario de su muerte. IV Simposio sobre bibliotecas, archivos y museos del área franciscana en América*, San Antonio de Padua (Bs.As.), Ed. Castañeda, 2009, CD-ROM (ISBN 978-950-9014-15-2); “Fuentes para la historia del escotismo en el Río de la Plata”, *Duns Scoti en América. Conmemoración del VIII Centenario de su muerte. IV Simposio sobre bibliotecas, archivos y museos del área franciscana en América*, San Antonio de Padua (Bs.As.), Ed. Castañeda, 2009, CD-ROM (ISBN 978-950-9014-15-2).

1. Academia Regia Burgundia. *Philosophia vetus et nova ad usum Scholas accomodata in Regia Burgundia, novissimo hoc bienio pertractata*, Venetiis, Pezzana, 1682, T. 6: *Physica Generalis*.
2. Almeida, Teodoro. *Cartas Físico-matemáticas de Teodosio a Eugenio*, Madrid, varias ediciones (5 tomos).
3. Almeida, Teodoro. *Recreación filosófica o diálogo sobre la filosofía natural para la instrucción de personas curiosas que no frecuentaron las aulas*, edición portuguesa original de Lisboa, se conservan varias ediciones de Madrid. En la tercera edición española, corregida y aumentada, se incluyen “los nuevos descubrimientos y doctrinas relativos a la Física, Química, etc. extractado todo de las obras de Lavoisier, Fourcroy, Brisson, Liebes, etc.” (Madrid, 1803).
4. Altieri, Laurencio, *Elementa Philosophiae*, Venecia, varios años, T. 2: *Physica Generalis*; T. 3: *Physica Particularis*. A fin del siglo XVIII se había llegado a la sexta edición véneta (1787) y en 1829 a la 13ª.
5. Brisson, M., *Diccionario universal de Física*, traducido al castellano, con añadidos, Madrid, 1796, 8 tomos, y ediciones posteriores.
6. Brixia, Fortunato, *Philosophia Sensuum Mechanica methodice tractata atque ad usus academicos accomodata*, T. 1: *Physica Generalis pars prima (De corpore physico generatim sumpto, ejusque affectibus, deque compositorum naturalium principiis et proprietatibus)*; T. 2. *Physica Generalis pars secunda (De motu corporum gravium tam solidorum quam fluidorum.)*, varias ediciones en Venecia: 1756, 1757, 1767; T. 3. *Physices Particularis pars prima: De caelo et astris* (varias ediciones en Venecia, sobre todo 1754); T. 4. *Physices Particularis pars secunda: De corporis elementaribus* (Venetiis 1756, et passim).

7. Duhamel, Juan Bautista, *Philosophia vetus et nova ad usum Scolae Accomodata*, Tomus IV et V, *Physica Generalis*, Venetiis 1736.
8. Dupasquier, Sebastián, *Summa Philosophiae Scholasticae in quatuor partes*, Tomus III, *Physica*, Patavii, 1718 et alii.
9. Ferrari de Modoetia, José Antonio, *Veteris et Recentiores Philosophiae Dogmata Joannis Dunsii Scoti., Subt. Princ. Doctrinis accommodata*, T. 2: *Priorem Physicae partem, quam Physica Generalis dicitur* (varias ediciones: Madrid 1787, Venecia 1767), T. 3: *Philosophia, Pars Secunda, quae dicitur Physica Particularis* (ed. 1790).
10. Feijoo, Benito Jerónimo, *Theatro Critico o Discursos varios en todo genero de materias, para desengaño de errores comunes*, Tomo Quinto. Nueva impresión en la qual van puestas las Adiciones del Suplemento en sus lugares, Madrid, Imprenta de D. Gabriel Ramírez, 1765.
11. Frassen, Claudio, *Philosophia Academica*; T. 2: *Primam et Secundam Partem Physicae continens*, Roma, 1776, T. 3: *Tertiam Partem Physicam Complectens*, Roma, 1776.
12. Jacquier, Francisco, *Institutiones Philosophiae*, T. 4: *Institutiones Physicae* (varias ediciones, Valencia, Montfort, 1783), T. 5: *Physicae Pars II* (Valencia, Montfort, 1785).
13. Juan Bautista Oratoriano, *Philosophia Aristotelica restituta et illustrata, qua experimentis que ratiociniis numer inventis. Pars II, Physica*, Ulissypone, 1748.
14. Liebes, Antonio, *Tratado de Física completo y elemental presentado bajo un nuevo orden con los descubrimientos modernos*, traducido al español por Pedro Vista, Barcelona, 1821.

15. Lugdunense, Arzob. *Institutiones philosophicae*, T. IV: *Physicae T. I*, Madrid, Cano, 1793 y T. V: *Physicae T. II*, idem.

16. *Mémoires pour l'histoire des sciences et des beaux arts* (Trévoux-Paris). Se han encontrado 47 volúmenes de enero de 1748 a noviembre de 1757¹².

17. Nollet, abate, *Lecciones de Física Experimental*, traducidas por Antonio Zacagnini SI, Madrid, Ibarra, 1757, 6 tomos.

18. Pluche, M. abate, *Espectáculo de la naturaleza, o conversaciones acerca de la historia natural, que han parecido más a propósito para excitar la curiosidad útil y formarles la razón a los jóvenes lectores*, traducida al castellano por Esteban de Terros y Pando, Madrid, Ramírez, 1754, 14 tomos.

19. Tosca, Vicente, *Compendium philosophicum*, Valencia, 1757, T. IV: *Qui est de Phhyfica Generali: De affectionibus ac statibus corporum sensibilibus*, T. V, continúa el tema.

¹² Esta colección se encuentra en el repositorio franciscano de San Antonio de Padua Provincia de (Buenos Aires). Lo menciono como un caso especial, por la importancia del material y por la polémica que hace décadas hubo al respecto, cuando Furlong afirmó “haber visto” ejemplares y que por tanto las menciones manuscritas pudieron ser citas reales. Como esos ejemplares no aparecían, se llegó a afirmar que nunca habían existido y que Furlong había exagerado, movido por su admiración a la enseñanza escolástica. Los más de 40 volúmenes hallados por mí en ese anticuario inclasificado muestran que Furlong decía la verdad y que si por esa época los franciscanos recibieron esos fondos, muy probablemente también los tuvieron los jesuitas. Es posible que se los hubieran llevado, o que se hayan perdido, o incluso que los conservados por los Menores hayan pertenecido antes al fondo universitario jesuita, apropiándose de ellos los franciscanos al tomar la regencia, trasladándolos a su Convento.

2. Biblioteca newtoniana *stricto sensu*

Las obras elencadas y algunas más que pudieron escapárseme, no abordan todas las temáticas newtonianas en sentido estricto, es decir, una exposición crítica y razonada de sus teorías, sino que se aproximan en sus contenidos científicos. Si queremos ser precisos, la lista se reduce. Además, no todas estas obras eran consultadas habitualmente por nuestros profesores, como se ve por la diferencia numérica de los ejemplares-testigo para cada título e incluso por las menciones en sus cursos. Aunque exigimos como mínimo la presencia en dos repositorios, evidentemente no es lo mismo constatar la existencia de un ejemplar que la de cinco o seis, sobre todo cuando varios provienen de un mismo centro conventual o académico. Esto último indica que muy posiblemente la obra era consultada por profesores y alumnos y que, si es citada en los cursos, ha sido efectivamente vista y no mencionada indirectamente.

La “biblioteca newtoniana” que permita estudiar los caracteres de la transmisión, debe reunir dos requisitos: 1. contener las obras que traten las teorías newtonianas de las cuales podamos afirmar con alguna constancia documental, que efectivamente fueron consultadas; 2. contener, con igual recaudo, aquellas obras que, no siendo específicamente newtonianas, proporcionen un marco teórico de comprensión de la Física.

Con estas restricciones nuestra lista se reduce a las obras de Almeida, Altieri, Brixia, Duhamel, Dupasquier, Ferrari, Frassen, Jacquier, el Lugdunense, Nollet, Pluche y Tosca. De ellas vamos a considerar en detalle cuatro, reiteradamente citadas o mencionadas, que representan distintos modelos de estructuración: Dupasquier, Ferrari, Brixia y Jacquier¹³.

¹³ Debe hacerse notar que no hay ninguna obra jesuita. Ello se debe, entre otras causas más puntuales y no conocidas, a que tenemos pocos cursos conservados del período jesuita, a la inversa de lo que sucede en otros centros coloniales; por otra parte, el hecho de que la biblioteca académica cordobesa fuera dispersada, y en buena medida perdida, impide el cumplimiento de los requisitos mínimos para la

2. 1. Análisis de la discusión newtoniana en las fuentes

La *Summa Philosophiae Scholasticae* de Dupasquier¹⁴ es la más antigua y de enfoque más tradicional. Se divide en Disputaciones que pueden nuclearse así: 1. Principios generales o supremos de la realidad física, o sea los cuerpos naturales (Disp. I-VIII) donde se estudia el concepto de ente natural según sus principios intrínsecos (materia, forma y privación de la teoría aristotélica); 2. Teoría de la causalidad (Disp. IX-XV) donde sumatoriamente se incluyen las cuatro causas aristotélicas de la *Physica*, más las causas accidentales y también la causa increada o divina; 3. Conceptos fundamentales de la física aristotélica (Disp. XVI-XXI): movimiento, continuo, infinito, lugar, vacío y tiempo.

No articula un sistema físico en sentido moderno, sino que ofrece un panorama de los conceptos escolásticos con los cuales puede pensarse la realidad física desde una perspectiva ortodoxa católica. Cuando desciende a temas específicamente científicos su anacronismo es patente, por dos motivos. Primero, porque plantea las cuestiones en el marco conceptual aristotélico, que es inadecuado en la mayoría de los casos; y además porque repite soluciones ya superadas a principios del siglo XVIII. Por ejemplo, en lo que hace a la teoría gravitacional, su marco inmediato (el tema del movimiento) se reduce al aristotélico, pero con pretensión de descriptividad de las definiciones. Al asumir que todo movimiento se especifica por su término final¹⁵, se bloquea cualquier otra teoría general del movimiento, incluyendo sobre todo las que enuncian leyes matemáticas descriptivas de movimientos locales sin atender a esta especificación; en definitiva, toda la mecánica galileana. La razón es que los profesores escolásticos tenían un

formación de una biblioteca newtoniana. Los dos textos jesuitas con referencia explícita a Newton, los de Riva y Rufo, son analizados teniendo en cuenta esta circunstancia.

¹⁴ *Summa Philosophiae Scholasticae in quatuor partes*, Tomus III, *Physica*, Patavii, 1718, se cita por esta edición.

¹⁵ Q. 4 de la Disp. XVI, Concl. 1ª, p. 390.

concepto de “movimiento” más amplio que los físicos, que lo entendían como movimiento local, e incluyen en esta categoría a procesos como el crecimiento vegetativo, los cambios de cualidad y hasta los cambios sustanciales, que Dupasquier llama “movimientos instantáneos”. La especificación por el término final, supuesto este concepto amplio, funciona bastante bien porque efectivamente llegar a ser grande es específicamente distinto que llegar a ser rojo. Pero el término final del movimiento local es siempre un lugar, que si es impreciso no especifica. Esta exigencia hace imposible un análisis de los fenómenos motrices, como ya sabían los físicos parisinos del siglo XIV. A la inversa, toda teoría que no comparta el principio será inaceptable como alternativa teórica.

Por eso, cuando expone la mecánica, se mezclan sin discriminación conceptos escolásticos, científicos experimentales y nociones vulgares. Por ejemplo, la Disputación XVI, sobre el movimiento incluye cuestiones tan disímiles como: en qué consiste la formalidad del movimiento, si algo puede moverse a sí mismo (tema aristotélico relacionado con la prueba del primer motor inmóvil), las causas del movimiento acelerado de los graves en caída, el movimiento violento (en sentido aristotélico), movimientos reflejos y refractos. Las conclusiones sobre estos temas son igualmente variopintas. Al carecer de medios epistemológicos adecuados a la comprensión de la física galileana y prenewtoniana, es fácil ver que tampoco Newton será comprendido. Es más, este tipo de tratamiento constituye un verdadero obstáculo epistemológico para ello.

José Antonio Ferrari de Modoetia escribió un *Veteris et Recentiores Philosophiae dogmata Joannis Dunsii Scoti* que fue muy consultado y citado entre nosotros, sobre todo por los franciscanos¹⁶. Es escotista como Dupasquier, pero se diferencia en que da más cabida en su curso a temas científicos, aunque con las inveteradas mezclas conceptuales. Quizá la más grave sea la indistinción de universos de discurso, o sea, la consideración

¹⁶ T. 2 *Priorem Physicam partem, quam Physicae Generalis dicitur*, Madrid, Blas Román, 1790. Se cita por esta edición.

homogénea de teorías filosóficas (no descriptivas sino explicativas del universo) y de teorías científicas; por ejemplo, con relación al concepto de “principio” (de los cuerpos naturales) donde se tratan indistintamente el hilemorfismo aristotélico (sin contenido empírico) y el atomismo gassendista (que al menos pretende tenerlo). Cuando Ferrari concluye: “Debe admitirse el sistema peripatético y preferirse a todos los demás”¹⁷ cierra el camino a teorías científicas en virtud de su adhesión filosófica.

Igual situación se produce cuando trata los elementos, donde superpone la teoría peripatética de los mixtos con el experimentalismo posterior. Otro tanto ha de decirse del tema de las propiedades corpóreas naturales. En la Disputación IV, Cuestión 5^a, se dedica al tema de la gravedad, colocándola como una propiedad semejante al calor, la densidad y la humedad, conceptuadas todos como “accidentes” peripatéticos. Las conclusiones enunciadas son las siguientes: 1. la gravedad no resulta de átomos ganchudos surgidos de la tierra¹⁸; 2. Tampoco se debe al movimiento y la presión de la materia sutil, como afirma Descartes, ni a la presión del aire más denso, como sostienen algunos modernos¹⁹; 3. No surge del movimiento terrestre²⁰; 4. Dios no es la única causa del movimiento de gravedad²¹; 5. De ningún modo es admisible el principio newtoniano de atracción o gravedad²²; 6. El principio gravitacional es intrínseco a los cuerpos, pero explícitamente no se pronuncia sobre si es una propiedad de la materia o una cualidad específica²³. Como corolario de estas conclusiones se plantea cuál es la causa del movimiento acelerado de caída, respondiendo de acuerdo a la teoría peripatética del ímpetu adquirido²⁴ (p. 312-313). En segundo lugar,

¹⁷ Concl. 1^a de la Q. 1, p. 16.

¹⁸ Ed. cit., p. 294.

¹⁹ *Ibid.*, p. 297.

²⁰ *Ibid.*, p. 300.

²¹ *Ibid.*, p. 301.

²² *Ibid.*, p. 301.

²³ *Ibid.*, p. 307.

²⁴ *Ibid.*, pp. 312-313.

pregunta por la proporción de aceleración y responde de acuerdo a Galileo (progresión según los números impares).

Las razones y argumentos contra la teoría newtoniana pueden reducirse a uno: no está suficientemente probada y tampoco es evidente, luego no es aceptable. Naturalmente la teoría no es “evidente” en el sentido exigido por los escolásticos, ya que tal evidencia sólo es atributo de los primeros principios lógicos (identidad, contradicción y tercero excluido) y de proposiciones analíticas reductibles a ellos. No es tan claro que no la considere suficientemente “probada”. Pero atendiendo a su enfoque se comprende que ninguna teoría del tipo de la newtoniana estaría en condiciones de cumplir con los requisitos escolásticos de demostrabilidad, ya que ellos funcionan analíticamente. Por tanto, cualquier teoría que implique una construcción conceptual no analítica no será “demostrable” en sentido absoluto, en un contexto escolástico.

La *Philosophia Sensuum Mechanica* de Fortunato Brixia²⁵ es quizá la obra más popular entre nuestros profesores, sobre todo para los temas de Física General. Sin duda es la más completa en cuanto a información y muy didáctica en sus exposiciones. La estructura abandona tanto la tradición como el criterio de inclusión indiferenciada y caótica intentado una sistemática más cercana a las concepciones científicas que a las filosóficas.

Sus cuatro temas centrales (objeto de sendas Disputaciones) son la corporeidad, las propiedades corpóreas en general, los principios intrínsecos de los compuestos naturales y las cualidades de los cuerpos sensibles. Al preguntar –con terminología escolástica– por la razón formal de corporeidad, discute la teoría cartesiana de la *res extensa*, rechazándola en

²⁵ *Philosophia Sensuum Mechanica methodice tractata atque ad usus academicos accomodata*, T.1, *Physica Generalis pars prima* (De corpore physico generatim sumpto, ejusque affectibus, deque compositorum naturalium principiis et proprietatibus); T. 2. *Physica Generalis pars secunda* (De motu corporum gravium tan solidorum quam fluidorum), Venecia 1756. Se cita por esta edición.

favor de una conclusión probable (no la afirma definitivamente): la exigencia de ocupar un lugar impenetrablemente. Es curioso que esta crítica al cartesianismo, que podía ir en dirección a la comprensión de Newton, queda a mitad de camino. La Disputación Segunda (propiedades de los cuerpos) trata la magnitud, el lugar, el vacío y el movimiento local, dedicando a este último tema una larga sección con una presentación bastante pormenorizada de la mecánica galileana. Sin embargo Brixia no estudia a Newton en este marco, como hubiera sido lógico, sino al tratar la Óptica, en la IV Disertación, Sección 6ª sobre la luz y los colores, en cuyo Art. 1º se limita a una breve exposición de las “hipótesis” de Descartes, Gassendi, Magnam y Newton. En el Art. 2º sobre los colores hay otra exposición newtoniana, que sigue a las de Descartes, Gassendi y Rizzetti, a las que rechaza²⁶. De la hipótesis de Newton dice que, si bien explica mejor que las otras la formación de los colores, tampoco ella puede ser considerada por un filósofo cuidadoso como absolutamente verdadera ni admitirse sin alguna duda²⁷. Y en la conclusión declara “incierto” el principio formal de diversificación de colores²⁸.

La aceptación con reservas de una hipótesis a la cual no se logró oponer una alternativa igual o mejor, muestra que también Brixia, como veíamos antes en Ferrari, está condicionado por una epistemología poco adecuada para comprender el carácter de las teorías científicas modernas. De allí la renuencia a considerarlas “verdaderas”, ya que en su concepto esta “verdad” debería ser tan absoluta como la filosófica, o dicho en otros términos, debería ser analítica.

²⁶ En pp. 198, 299 y 300 respectivamente. En estos tres casos la exposición es muy breve y el tratamiento se concluye en una página. En cambio a Newton se le dedican tres páginas.

²⁷ Ed. cit., p. 303.

²⁸ *Ibíd.*, p. 304.

Las *Institutiones Philosophicae* de Francisco Jacquier²⁹ son el único texto pronewtoniano consultado y citado por nuestros profesores, y hasta donde he podido comprobar, los argumentos positivos se han tomado de este libro, o de Nollet. Esta obra pudo ser una ayuda importante para la comprensión del sistema newtoniano, ya que se articula de modo distinto y adecuado a su tema. En el Proemio enuncia las asunciones metodológicas (“reglas”) de la *Philosophia experimentalis* (ciencia empírica). La Primera Parte o General se divide en dos secciones: las fuerzas universales de los cuerpos y las que se derivan de ellos. La Segunda Parte, o Especial, se divide en tres secciones: fluidos, luz y astronomía.

Las fuerzas o potencias universales de los cuerpos son la inercia y la atracción; aquí se demuestra la atracción universal³⁰ y luego se enuncia la ley de sus proporciones directa a la masa e inversa al cuadrado de distancias³¹. En el Art. 2º del Cap. 3 (sobre la gravedad constante) se pregunta por su causa, rechazando la hipótesis cartesiana de los vórtices. Concede que Newton no se pronuncia sobre la causa de la gravedad, limitándose a señalar que es un fenómeno universal. Y haciéndose cargo del reproche empiricista de que funciona como una “cualidad oculta” dice:

“Estamos dispuestos a conceder que la gravedad sea una cualidad oculta, en cuanto con esta denominación no se indica nada sino la causa desconocida de algún efecto. Y es muy posible que Aristóteles mismo no haya atribuido a este vocablo ninguna otra significación, y que sus seguidores lo hayan tergiversado, indicando con él una explicación oscura o arbitraria”³².

Se ve que Jacquier comprende el sentido errado de la equiparación, aunque no parece haber servido de mayor esclarecimiento a nuestros

²⁹ T. IV, *Institutiones Physicae*, Valencia, 1784. Se cita por esta edición.

³⁰ Ed. cit., p. 46.

³¹ *Ibíd.*, p. 56.

³² Ed. cit., p. 303.

profesores, que continuaron la tendencia a considerar la gravedad como una hipótesis no empíricamente confirmada y como tal, una “cualidad oculta” en el sentido peyorativo que el término tomó a partir del siglo XVI.

Naturalmente el otro punto de esta obra consultado reiteradamente es la Óptica, lo cual es esperable porque éste fue el aspecto más desarrollado en nuestros cursos³³. Al respecto la situación es más clara: la teoría de Newton sobre la luz y/o los colores se acepta o rechaza según se den por válidos o no los experimentos en los cuales se funda. El principio empírico es aquí más inmediato y evidente.

En síntesis, las obras mencionadas presentan las cuatro posturas teóricas posibles con respecto a Newton:

1. Negación (Dupasquier).
2. Aceptación condicionada (Ferrari, Brixia):
 - a. Como hipótesis no confirmable;
 - b. Como teoría de insuficiente comprobación empírica.
3. Aceptación (Jacquier).

2. 2. Intento explicativo del alcance de las fuentes

Si ahora nos preguntamos por la relación entre estas fuentes y los resultados didácticos consignados en nuestros cursos, podemos ver que estas obras son susceptibles de consideraciones similares a las que pueden hacerse para nuestros documentos locales, con excepción de Jacquier. Confrontando los contenidos de estas obras, su enfoque y su sistemática, vemos que nuestros profesores se han mantenido bastante cerca de sus fuentes. La incompreensión de las teorías newtonianas se debe, por tanto, a la limitación de las obras básicas de información. La “filtración” que presentan estas obras es muy grande y ateniéndonos sólo a ellas no es posible esperar otros

³³ En este caso los argumentos y las experiencias consignadas por nuestros profesores reproducen correctamente los pasajes más importantes de las obras consultadas.

resultados. Esta limitación tampoco es exclusiva de textos españoles, porque ninguno de los citados lo es. En cambio, tienen en común ser textos escritos por clérigos, para estudios preferentemente clericales y de acuerdo a modelos generales de sus órdenes o congregaciones que son, diríamos, transnacionales. Constituyen, por lo tanto, una “concepción heredada” difícilmente soslayable.

En suma, hay una línea de transmisión de las teorías newtonianas, la única que –hasta donde sabemos– llegó al Río de la Plata, que presenta estas deficiencias. Trataré de precisarlas en los próximos dos párrafos.

2. 2. 1. El concepto de ciencia física

Se acepta que en España el movimiento renovador toma cuerpo perceptible hacia la mitad del siglo XVIII y que Feijoo es una figura central en la lucha ideológica de los novatores contra los peripatéticos. La obra de Feijoo tiende sobre todo a valorar las nuevas teorías y la experimentación, frente a los criterios de la tradición, la autoridad y el apriorismo. Por eso los autores españoles que siguen estos criterios, como Piquer, o Francisco Solano Luque, Juan Díaz de Gamarra, José Antonio de Alzate, etc., citan a Musschenbroek, Gravesande, Boerhaave, Boscovich, Buffon y otros científicos en esta línea³⁴. Pero en nuestra zona este proceso se cumplió sólo por referencias indirectas, ya que esas fuentes no estuvieron al alcance de nuestros profesores³⁵. Por lo tanto, no tuvieron un contacto directo con

³⁴ Cf. Alfredo de Micheli, “Ilustración y ciencia en España y en la Nueva España”, *Logos* 13, n. 38, 1985: 47-55.

³⁵ Esta afirmación se basa en mis propias investigaciones, cuyos principales resultados expongo en varios trabajos: “Bibliografía newtoniana en el Río de la Plata colonial”, *Newton en América. Simposio del III Congreso Latinoamericano de historia de las ciencias y la tecnología* (compiladora CALM), Bs. As. Ed. F.E.P.A.I., 1995: 81-101; “Autores postnewtonianos conocidos en el Río de la Plata”, *Congreso Internacional sobre Historia de las Universidades en América y Europa, 10 al 12 de julio de 2003, Córdoba*, Córdoba, Junta Provincial de Historia

textos que les permitieran distinguir entre los experimentalistas del siglo XVI, los prenewtonianos del XVII y los postnewtonianos del XVIII. Todos ellos fueron considerados “modernos”, o “empíricos” en el sentido de anti-escolásticos. Resultó así que los profesores adeptos al escolasticismo (digamos, en la línea de Dupasquier) rechazaban en bloque toda novedad; y los modernistas la aceptaban también en bloque, aplicando a todos el mismo criterio. En ningún caso hubo posibilidad de identificar la originalidad metodológica y teórica de Newton.

En cuanto a la física en concreto, hay dos aspectos, a mi juicio, en que el tratamiento escolar –y escolástico– de la física, aun en las obras más enciclopédicas y actualizadas de su tiempo, estaba todavía ligado a los antiguos marcos físicos, en definitiva aristotélicos, y que tampoco fueron superados por los modernos experimentalistas, en lo que a nuestro tema respecta. En primer lugar, el concepto de movimiento manejado por estos autores, incluso exponiendo la mecánica galileana, que era el aspecto más desarrollado de la física teórica, está todavía ligado a la vieja teoría del ímpetu que suponía la antigua física del contacto entre motor y móvil. El movimiento de caída libre generaba una perplejidad de la que ya tuvo noticias Aristóteles. La hipótesis del movimiento de rotación terrestre añadía todavía más problemas³⁶. Los mismos científicos del siglo XVII, Newton incluido, tuvieron que hacer grandes esfuerzos para superar este obstáculo epistemológico. Es natural que los profesores formados en una tradición adversa no pudieran lograrlo. Así, mientras que, por ejemplo, en Francia, durante el siglo XVIII se superó el inductivismo del siglo anterior y se llegó a desarrollar las teorías de *Principia* en su misma línea euclidiana

de Córdoba, 2003: 173-183.

³⁶ Este tema ha sido estudiado por A. Koyré, *Chute des corps et mouvement de la terre de Kepler à Newton (Histoire et documents d'un problème)*, Paris, Vrin, 1973. De los autores aquí estudiados y que entraron en la polémica en tiempos inmediatamente anteriores a Newton, nuestros profesores sólo tuvieron conocimiento indirecto de Borelli y Kepler. No hay (no he hallado) menciones relevantes a Mersenne, Fermat, Boulliad, Manfredi, Riccioli y Stefano Degli Angeli.

constituyendo una Física General altamente estructurada y matematizada³⁷, en España se mantuvo el interés por la línea más experimentalista de Física Especial. Es natural que las obras preferidas por los profesores españoles y americanos fuesen las más acordes con esta dirección. Y tratándose de una enseñanza dirigida por clérigos, también es lógico que se utilizaran los autores más famosos dentro de sus respectivas obediencias que, cuando eran simpatizantes de la modernidad, se orientaban hacia esta línea experimentalista.

En segundo lugar, el concepto implícito que se tenía del universo era el de un todo finito y lleno. Por influencia de Aristóteles, casi todo el pensamiento medieval y de la temprana modernidad rechazó la hipótesis del vacío en cualquiera de sus formas y el espacio infinito³⁸. La *res extensa* de Descartes, aun introduciendo una novedad considerable en el tratamiento de los cuerpos, no escapa a este marco pues está inserta en un sistema que acepta la divisibilidad infinita, la necesidad de un medio para el movimiento y la preeminencia de lo extensional. Descartes y Galileo admiten la ley de inercia, pero en un sentido distinto a Newton y, por supuesto, la teoría de los vórtices no logró explicar la gravitación. El sistema de Newton presenta una alternativa en la cual el universo se piensa de otro modo³⁹: se reintroduce el vacío, se reemplaza el concepto de extensión por el de masa y se postula un

³⁷ Cf. Paulo César C. Abrantes, “Newton e a Física Francesa no século XIX”, cit., p. 5 ss. La Física General comprendía las propiedades universales de los cuerpos, como impenetrabilidad, inercia, peso, etc. y la Especial se dedicaba al estudio de propiedades particulares, como elasticidad, afinidad química, capacidad calorífica, etc.

³⁸ Edward Grant, “Medieval and Seventeenth Century Conceptions of an infinite void space beyond the Cosmos”, *Isis* 60, part. 1, N. 201, 1989: 39-60. La antigüedad tenía tres tesis sobre el vacío: el separado, el interparticular y el extracósmico. Este último se relacionaba con los argumentos teológicos, sobre la omnipotencia divina y con el vacío infinito imaginario.

³⁹ Cf. Jenner Bastos y Roberto Moreira Wavier, “Conflictos entre os *Principia* de Newton e os *Principia* de Descartes”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Serie 2, v. 2, 1989: 65-76. Partiendo de dos conceptos diferentes –“masa” y *res extensa*– se llega a construir universos conceptuales diferentes.

universo infinito al menos espacialmente. Es cierto, como lo ha señalado Grant⁴⁰, que hay una relación entre el nominalismo antiaristotélico de los siglos XIV-XV y la postura de Newton, aunque con marcos distintos, teológico uno, físico el otro. Ambos tienen en común la superación del universo finito y lleno de la física aristotélica, aquella condición que ponía Koyré para la constitución de la ciencia moderna. Pero aun cuando la nueva teoría mostrara la coherencia interna y la efectividad empírica de esa visión alternativa, los viejos modelos de pensamiento perdurarían por mucho tiempo, y se mantendrían en obras dedicadas a exponer, incluso positivamente, el sistema de Newton.

2. 2. 2. El escotismo como obstáculo epistemológico

La física moderna, comenzada con el experimentalismo del siglo XVI, no tenía cabida en los programas académicos, generalmente de orientación eclesiástica. Pero con el correr del tiempo la presión de los novatores logró romper la inercia tradicional. Los franciscanos y los jesuitas, a fines del siglo XVII, comenzaron a mencionar ideas modernas. En el siglo XVIII ya habían incorporado una parte del material científico prenewtoniano, si bien con graves limitaciones determinadas por la falta de comprensión científica de los problemas que ya he señalado⁴¹. Aunque esa mezcla de filosofía natural y ciencia experimental nos parezca hoy ingenua e insuficiente, fue un paso necesario hacia la consolidación universitaria de la física científica como disciplina autónoma. Los docentes eclesiásticos más progresistas

⁴⁰ Art. cit., p. 51.

⁴¹ Hay que indicar con todo, algunas diferencias entre las Órdenes, especialmente las tres que tuvieron parte más notable en la enseñanza universitaria. Los jesuitas, incluso manteniendo adhesión a Suárez en los temas debatidos entre los escolásticos, en general no lo usaron (ni a favor ni en contra) en temas propiamente científicos, y la incorporación temática de contenidos de la ciencia moderna fue más bien expositiva. En cuanto a los dominicos, hasta donde he podido saber, no discutieron temas científicos modernos en sus cursos de física durante estos siglos, limitándose a la exposición de la filosofía natural tomista.

comprendían su importancia; los franciscanos no fueron ajenos a esta inquietud y sus textos, desde comienzos del siglo XVIII contienen exposiciones, a veces amplias, de muchos problemas de física prenewtoniana, con diverso grado de adhesión a las soluciones. En esto se superó el rígido aristotelismo anterior, e inclusive en estos puntos se prescinde de la autoridad de Escoto, comprendiendo la diferencia de enfoque. Pero si ni siquiera los más lúcidos docentes y tratadistas escotistas del XVIII lograron comprender a Newton, salvo Jacquier, hay que encontrar una explicación. La diferencia entre Jacquier y los demás es que él no intenta abordar a Newton desde un marco escolástico o experimentalista, sino que elabora una estructura expositiva nueva a partir de los mismos principios del sistema newtoniano. Es claro entonces que el concepto de ciencia natural manejado por los franciscanos de tradición escotista tiene relevancia en este problema.

Este concepto, en el XVIII, es heredado de los tratados del siglo anterior. De todos sus grandes expositores⁴², los textos de física filosófica del XVII que siguieron usándose en el XVIII fueron sobre todo los de Frassen y Dupasquier, y sus obras tuvieron numerosas reediciones. Ferrari y Brixia se suman en este siglo y ya explícitamente polemizan con Newton.

La concepción escotista de “ciencia” coincide –como en todos los escolásticos– con la de Aristóteles: conocimiento cierto, apodíctico, causal y demostrado. La filosofía aparece así como el paradigma del conocimiento científico⁴³. “Filosofía natural” es la expresión escotista que designa la

⁴² Mencionemos a Antonio Hickey, Juan Poncio (colaboradores de Wadding en los estudios de historia de la Orden), Mastrio de Médula, Felipe Faber, el Card. Brancato de Lauria, Juan Rada, Francisco Macedo, Claudio Frassen, Bartolomé Durante, Sebastián Dupasquier y otros.

⁴³ Me ocupé de este tema a propósito de un estudio puntual pero decisivo para la física: la teoría hilemórfica: “Scoto y el hilemorfismo aristotélico: cuestiones metodológicas”, *Verdad y vida* 51, n., 202-203, 1993: 217- 231; y en *Via Scoti Methodologia ad mentem Joannis Duns Scoti* (Congreso Escotista Internacional

ciencia (en sentido escolástico) natural. Pero, difiriendo de Aristóteles y de otras escuelas, como el tomismo, la filosofía natural escotista no coincide con la física (aristotélica) sino que es más amplia, siendo ésta parte de aquella: filosofía natural es el conocimiento de las cosas naturales en toda su amplitud⁴⁴. Más concretamente, el objeto material de la filosofía natural es la sustancia natural finita, que comprende también las sustancias separadas (los ángeles) porque tienen propiedades específicas y están sujetos a mutación⁴⁵. La sustancia finita natural comprende la sustancia corpórea y la incorpórea como géneros suyos y en consecuencia la filosofía natural se divide en física, matemática y metafísica, siendo por tanto el estudio de todas las especies finitas y sus propiedades. Por supuesto, esto no significa que epistemológicamente la física coincida con la metafísica, pero la distinción queda a nivel del *lumen sub qua* o método, como en seguida se verá.

Las discusiones que se presentan se refieren en su mayoría a la inclusión de las sustancias separadas en la filosofía natural. Los contrarios cuestionan el criterio de englobar los análisis físico y metafísico a partir del concepto general de *natura*. En cambio, los escotistas consideran que la universalidad del concepto justifica su inclusión, defendiéndola con el argumento –evidente– de la “naturalidad” de todas las sustancias finitas. La *naturalitas*,

1993), Roma, 1995: 765-781.

⁴⁴ Se basan en dos textos de Escoto que todos citan: *Met. VI*, q. 1 y *Met. XII*, n. 3, cap. 1. En el siglo XVII se expresan en este sentido Pedro de S. Catalina (*Cursus philosophicus II*, ed. Madrid 1693, p. 7); Mastro de Médula (*Philosophiae ad mentem Scotus cursus integer*, ed. Venecia 1727, p. 2 ss. en tres artículos: 1. El objeto material adecuado es el cuerpo sustancial natural; 2. La sustancia finita natural comprende a las inmateriales; 3. El objeto formal es el ente natural en cuanto natural); García Biezma (*Philosophiae naturalis III*, ed. Madrid 1750, pp. 4-8); Jacinto Hernández (*Cursus integer philosophicus III*, ed. Zaragoza 1694, p. 2 ss) y Frassen (*Philosophia academica II*, ed. Roma 1776, pp. 3-4).

⁴⁵ En estos términos se expresan los autores citados en la nota anterior y también Oruerk, *Cursus integer Philosophiae Schotisticae*, ed. Valladolid 1768 (póstuma) p. 4 ss.

en cuanto la *natura* es principio radical del movimiento, del reposo y de las demás propiedades, es el objeto formal *quo* o *ratio formalis sub qua* (el aspecto a considerar) de la filosofía natural en general, no de cada parte suya (que tiene sus especificaciones propias) y en este aspecto los escotistas creen coincidir con Aristóteles.

Dupasquier afirma que “el objeto total y adecuado de la física es el cuerpo natural en cuanto natural”⁴⁶ lo que es una traducción para la física del principio general, donde “física” reemplaza a “filosofía natural” y “cuerpo” a “sustancia”, manteniendo el criterio de la *naturalitas*. Los demás autores que comienzan sus cursos con la definición amplia de “filosofía natural” la restringen de hecho a la física, única parte que tratan estos cursos.

En el siglo XVIII Ferrari, haciéndose eco de la tradición escolar, continúa con el criterio del siglo XVII: filosofía natural es la ciencia que considera las cosas naturales en cuanto tales, intentando investigar y exponer sus principios, propiedades y efectos. Su objeto material “incluye toda sustancia finita”⁴⁷. Esto tiene interés para nosotros, en cuanto la física, como parte de la filosofía natural que se ocupa de las cosas corpóreas, coincide con aquella en colocar como predicado fundamental la *natura* y no el movimiento. De esto se siguen varias consecuencias, entre ellas la menor importancia concedida a este tema en los tratados escotistas, y la diversidad de enfoques sistemáticos cuando se abandona –lo que no ocurre muy a menudo– el orden de la física aristotélica. Pero la consecuencia más importante es la postulación de un orden general científico común para todo lo natural, es decir, un único sistema de principios y teoremas para todos los seres finitos. Este prolegómeno general no subsistió en los tratados físicos de mediados del siglo XVIII, como el de Brixia, concebidos en vistas de

⁴⁶ *Summa Philosophiae Scolastica III*, ed. Padua 1718, p. 7; Disp. 1, q. 2 sobre el objeto de la física.

⁴⁷ Cf. al texto escotista de *Com. Met. VI*, q. 1, v. *Philosophiae dogmata Joannis Dunsii Scoti II*, ed. Madrid 1790, p. 3.

otros problemas. Pero su ausencia no implica que las consecuencias no sigan presentes en algún sentido. Por otra parte, la exótica distribución temática que propone Brixia demuestra qué pasa cuando se abandona algún hilo conductor sin reemplazarlo por otro.

Aun cuando en el siglo XVIII se hace clara la inconveniencia y la innecesariedad de usar un concepto tan amplio de “filosofía natural” y de *natura* como prolegómeno a la física⁴⁸, hay algo que permanece como consecuencia teórica implícita del sistema: la visión de un orden científico homogéneo y común en sus principios generales, que debe ser aplicado unívocamente a seres físicos y no físicos. En otros términos, se trata de un sistema de principios en el que la especificidad de las propiedades físicas es irrelevante, frente a la generalización de la *natura finita*. Por lo tanto, un sistema físico que se presente como alternativa a la física aristotélica, no sólo confrontará con sus principios, sino con todo el edificio sistemático de la “filosofía natural” escotista, que incluye postulados no propiamente físicos (es decir, no sujetos a verificación empírica) como la generalización de la teoría de las causas, de la acción del compuesto natural, etc. Las divergencias teóricas entre ambas opciones serán más profundas y más difícilmente superables. En mi hipótesis, éste es uno de los motivos del rechazo escotista al sistema newtoniano.

La segunda cuestión relativa al concepto de “ciencia natural” se refiere precisamente a la caracterización de la “filosofía natural” como ciencia. Todos los escotistas, tanto del siglo XVII como del XVIII, en seguimiento de las tesis de Escoto, sostienen que: 1º. la filosofía natural (y la física, que es parte suya) es verdadera y propiamente ciencia; 2º. que es ciencia

⁴⁸ Quizá el sentido original haya sido que estas definiciones fueran prolegómeno a toda la filosofía, ya que la física es propiamente la primera de sus partes, y que la lógica es propedéutica. Sin embargo, de hecho los prolegómenos generales anteceden a la lógica y estos serían menos generales que aquéllos.

especulativa; 3º. que es una sola ciencia⁴⁹. El texto aducido es *VI Met.* cap. 1, n. 6, donde indica que la física no es factiva ni activa sino teórica, y la razón es que demuestra las propiedades de su objeto por medio de su razón formal: generable, corruptible, compuesto por los cuatro elementos, etc.⁵⁰. En cuanto a su unidad, es unidad genérica en virtud de la unidad del objeto adecuado, como unidad de atribución.

Pedro de S. Catalina y Dupasquier difieren de otros tratadistas en que comienzan por la cuestión epistemológica (si la física es ciencia) y luego inquieren su objeto. Las tres conclusiones de Dupasquier pueden considerarse las asunciones básicas de la escuela en ese momento: 1. la física es verdadera y propiamente ciencia especulativa; 2. la física es una ciencia al modo como lo son las otras, es decir con unidad genérica; 3. la física no es propiamente subalternada a la metafísica. Aquí se refiere a la física (una de las partes de la filosofía natural) pero en la cuestión siguiente, sobre el objeto, contesta con la fórmula general de la sustancia natural, que es el objeto adecuado de la filosofía natural. Este casi imperceptible desplazamiento conceptual consolida el proceso de ampliación del campo principal: los principios de la filosofía natural pasan a ser los de la ciencia física, ya deslindada de la metafísica. Una porción de las asunciones metafísicas se ha quedado en la física.

El concepto de “ciencia” que se visualiza en estas elaboraciones es por cierto el aristotélico. Una de las objeciones más mencionadas es la de que incluye conclusiones tópicas y probables, mientras que la ciencia propiamente dicha ha de ser apodíctica. Se responde⁵¹ que esto no es carácter propio de la ciencia, sino defecto de la investigación, como la falsedad. A pesar de que el siglo XVII conoció un vasto movimiento de investigación experimental, no hay eco de ello en los tratados escotistas de

⁴⁹ Así Frassen (ob. cit., p. 5), Pedro de S. Catalina (ob. cit., p. 4) y García Biezma (ob. cit., p. 13-17).

⁵⁰ Cf. García Biezma, ob. cit., p.15.

⁵¹ Pedro de S. Catalina, ob. cit., p. 4.

ese mismo siglo. En cambio, Ferrari trae una observación significativa. Luego de exponer el concepto ya visto de ciencia natural, añade que es llamada “ciencia experimental” cuando encuentra y descubre nuevas verdades a través de experiencias (o experimentaciones: *experimentum*). Pero la experiencia no excluye la razón sino que la exige, y por tanto lo experimentado debe ser también demostrado, para ser propiamente científico⁵². Aceptando el hecho de la ciencia experimental, considera que la filosofía natural (o la parte física suya, si se quiere) le aporta la dimensión racionativa que aquella ciencia experimental por sí misma no tiene. Hay una idea de partición del edificio del saber natural (o físico) en dos niveles: lo empírico con sus propias reglas de constatación y lo racionativo. La ciencia completa debe aunarlos. Desde un punto de vista tal resulta inadmisibles la pretensión de elaborar completamente el contenido de una disciplina desde la experimentación y sus reglas; no se ve que en ellas están contenidos implícitamente sus propios postulados gnoseológicos, distintos de la concepción deductivista, y a la vez materialmente distintos (como conceptos con contenido descriptivo físico) de los aristotélicos. Por eso, aunque se acepten los resultados de la experimentación, se exige que la explicación sea congruente con los principios del sistema escotista, que constituye la dimensión racionativa tenida por definitivamente establecida (verdadera). Un sistema físico que parta de –o proceda con– otros postulados racionativos será considerado falso.

La postura de Ferrari, que explicita lo que en otros tratadistas del XVIII está implícito, es en todo congruente con la sistemática del siglo anterior. Cuando Dupasquier señala que la física es **una** ciencia por la unidad de su objeto formal (aplicándole la versión ampliada de los principios) y la separa epistemológicamente de la metafísica, está implícitamente postulado la **unidad epistemológica** de toda la ciencia física. Es comprensible que en

⁵² Cf. Ferrari, ob. cit., p. 4: “Ex hoc ipsi fas est intelligere, quanta sit hujusce Facultatis necessitas, ut res naturales experientia simul, et ratione declarentur? Una enim sine altera, dum de sensibilibus agimus, non satis idonea est ad veritatem acquirendam”.

esta unidad se trate de absorber la ciencia experimental, en cuanto se piense que ella no provee de demostraciones sino de mostraciones o descripciones. El edificio de la física escotista resulta tan amplio que llega a pretensiones científicas excesivas. No parece que hubiera inconvenientes insuperables en la absorción de los prenewtonianos, porque ellos no presentan una alternativa total, un modo totalmente distinto de encarar las **deducciones** o pruebas físicas. En cambio, el sistema de Newton es el primero, en la ciencia moderna, que choca frontalmente con esta pretensión omnicomprendiva de la física escotista de los siglos XVII y XVIII, ya que Newton **sí** deduce y prueba, pero de otro modo, que resulta incompatible con el escolástico, si colocamos ambos en el mismo nivel epistemológico, como lo veían ellos.

En el siglo XVII, cuando comienza el lento proceso de incorporación de la ciencia prenewtoniana en los cursos académicos, los tratados escotistas suelen ser más disputativos que expositivos y en general siguen el orden de la *Physica* aristotélica. Así escriben, entre otros, Oruerk, Mastro de Médula, Hernández, Merinero y García Biezma. Frassen ofrece una variante que inicia la división sistemática sólo esbozada en los anteriores, según la cual los temas físicos se nuclean en dos grupos: sobre los principios y sobre las propiedades. Es lo que luego se llamará “parte general” y “parte especial”, que será el resultado dieciochesco del proceso, aunque por ahora las “propiedades” son: movimiento, continuidad y duración.

Dupasquier, más elaboradamente, hablará de “principios generales” (en común y en particular) y continuará con los temas sin nuclearlos, aunque respetando el orden de los conjuntos temáticos (las causas, el movimiento, etc.). Esta sistematización se aleja de la *Physica* del Estagirita, dando mayor relevancia a otras cuestiones. En este modelo expositivo comenzarán a insertarse las noticias de los resultados experimentales, como sucede con Ferrari. Tales resultados se consideran adquisiciones cognitivas puntuales que no modifican la estructura epistemológica de la física. Tomaré

algunos ejemplos, de temas más resonantes en la ciencia prenewtoniana: los elementos, la mecánica galileana y las experiencias torricellianas.

La cuestión del atomismo moderno se trata en la sección sobre los elementos, inserto que suele colocarse a continuación de los principios hilemórficos. Hoy diríamos que esta solución es –como mínimo– desafortunada. No distingue entre la conceptualización hilemórfica (que no es propiamente descriptiva de lo real, porque los principios no son ellos mismos “cosas”) y los compuestos físicos de la realidad de que hablaban los prenewtonianos. Esta tendencia a “cosificar” las explicaciones filosóficas continuará durante todo el siglo XVIII y el curso de Brixia es un buen ejemplo: todos los enfoques están mezclados, pero no por casualidad, sino a propósito. Después de reseñar brevemente la historia de las teorías físicas (jónicas, itálicas, académicos, pirrónicos, atomistas, peripatéticos escolásticos, modernos y eclécticos (y esta enumeración es por sí sola un espejo de su criterio) opta en definitiva por el último grupo, aceptando el principio ecléctico de tomar lo que se considere válido de cada teoría, como si todas tuviesen el mismo marco aporético y nivel epistemológico⁵³.

La mecánica galileana se trata, como es de esperar, en la parte concedida al movimiento, pero sólo en cuanto a las leyes de composición (así en Brixia, por ejemplo). Lo relativo a la aceleración y la caída libre aparece vinculado al tema de la gravedad que, como veremos a propósito de Newton, tiene otra ubicación sistemática. Por cierto que no se niega la exactitud de las leyes galileanas, pero como su conexión con la mecánica aristotélica es problemática (por no decir imposible) suele omitirse toda consideración causal o explicativa (deductiva) de estas leyes, que quedan yuxtapuestas a las ideas aristotélicas de cinética, omitiendo su cinemática. Dígase lo mismo de la gravedad, que no pudiendo explicarse a la vez en forma aristotélica y experimental, termina adscribiéndose a un concepto teórico (por ejemplo la “constitución interna” o “esencial” de los cuerpos o el “diseño divino”) que funciona como *ratio* última, pero no propiamente científica, ya que

⁵³ *Philosophia sensuum mechanica*, ed. Venecia, 1756, p. 3-12.

tampoco el fenómeno en cuestión puede derivarse unívocamente, como exige el sistema⁵⁴.

Los temas torricellianos, el peso del aire, la compresión de los gases y toda esta parte de la física experimental tiene una colocación más errática: a veces está en los cursos de Física Particular (cuando los hay, desde mediados del siglo XVIII) y dentro de los de Física General aparece como apéndice al tema de la materia (!) o en relación al vacío, o en apartados sobre propiedades específicas (elasticidad). Ferrari, luego de una primera disputación hilemórfica, dedica la segunda a los elementos en sentido físico, comenzando con la tesis escotista de su corrupcio-generación⁵⁵. De este inicio centrado en el tema aristotélico escolástico de los mixtos, pasa al análisis de la ciencia experimental moderna (forma, propiedades de elasticidad, compresión, fluidez, etc.).

Haciendo un balance, vemos que la breve tradición incorporativa no proveyó de modelos adecuados para el tratamiento del newtonismo. Como discusión generalizada de teorías globales, lo más aproximado era la cuestión de la composición de los entes (cartesianismo, gassendismo) que Ferrari y Brixia ubican en las primeras disputaciones. Pero la teoría de la gravitación universal no se estructura como una hipótesis sobre la naturaleza de los entes, y no puede ser considerada allí. En el siglo XVIII todavía echamos de menos algo que hubiera sido necesario para posibilitar la discusión científica de teorías generales: la superación de la pregunta por los principios “esenciales”. Tal pregunta, que en filosofía es irreprochable, tuvo históricamente dos resultados negativos. Se confundieron los “principios” filosóficos con los científicos, que pertenecen a otro orden epistémico, y se confundieron los “principios” de inteligibilidad con los “principios” (componentes) físicos reales. En estas condiciones no podía encararse exitosamente la propuesta de Newton.

⁵⁴ Es el caso de Ferrari, por ejemplo, con la “propiedad ingénita” (ob. cit., p. 307).

⁵⁵ *In II*, d. 19, y *IV*, d. 11, q. 7; d. 44, q. 1.

Los escotistas del siglo XVIII, llegados a encararse con las teorías newtonianas, las leían en el contexto de su propia estructura mental. Es decir, traducían cada concepto newtoniano a uno de los propios, tratando de establecer correlaciones para su comprensión. Creo que esta lectura “traducida” los condujo a las críticas y a los rechazos que reseñaré a continuación.

De los textos con influjo escotista del siglo XVIII que se ocupan de Newton, tomaré dos que pueden ejemplificar dos formas de acercamiento, comprometida y no comprometida, con la escuela escotista del siglo XVII: Ferrari y Brixia respectivamente.

Ferrari dedica apenas un párrafo el “sistema” de Newton cuando discute teorías prenewtonianas sobre la estructura de la materia (de los entes materiales). Su conclusión principal es que el sistema peripatético debe ser preferido a todos los demás⁵⁶, añadiendo que la composición hilemórfica da cuenta suficiente de todas las demás particularidades que los modernos intentan explicar pero que en realidad confunden⁵⁷. Luego de revisar otros sistemas sobre las partículas materiales, informa que según Newton (*Optica*, L. 3, q. 31) la materia primera de los cuerpos son ciertas partículas primigenias, sólidas, duras, impenetrables, móviles, de diversa figura; mientras que la forma no sería sino la diversa composición de dichas partículas, en cierto modo como decían los atomistas que antes había rechazado. Por las mismas razones, estima inaceptable esta teoría. Notemos

⁵⁶ Dist. 1, q. 1, Conclusión, p. 16.

⁵⁷ *Ibid.*, p. 23: “Facilius autem potest quis intelligere, corpora naturalia coalescere ex materia, velut ex parte perfectibili, ac determinabili, et ex forma, tamquam ex parte perficiente, ac determinante: sicut in Metaphysicis genus, et differentia rebus inesse dicuntur: Quam possit assequi particularum dispositionem, coordinationem, combinationem, transpositionem, separationem, extractionem, attemperationem, resolutionem, irretitionem, fixationem, percolationem, et sexcenta pene alia, quibus Recentiores dum suas opiniones explicare conantur, magis magisque confundunt, et absolvuntur”.

el error de equiparar las “partículas primigenias” de los científicos a la materia prima aristotélica, aunque éste es un error común en la interpretación escolástica. Concretamente en cuanto a Newton, hay una incorrecta interpretación al considerar que su “sistema de composición” de los cuerpos materiales es una forma de atomismo, basándose en un texto que se refiere a la composición corpuscular de la luz. Precisamente el sistema newtoniano es todo lo contrario del atomismo que él visualizaba. Por esta incorrecta lectura Ferrari no pudo relacionar la “teoría de la materia” (?) newtoniana con su ley de la gravitación universal. Obviamente no tuvo en cuenta el concepto clave de “masa”, ni el carácter operacional de las nociones, ni que –a diferencia del aristotelismo– las leyes dinámicas newtonianas **expresan** estructuras (de comportamiento físico, pues ese es el modo de nuestra experiencia).

La segunda referencia al sistema newtoniano está en la Cuarta Disputación (sobre las propiedades del cuerpo natural), cuya Cuestión Quinta se dedica íntegramente al tema de la gravedad. Allí expone las tesis escolásticas escotistas en 6 conclusiones. Luego de rechazar diversas hipótesis (que la gravedad se deba a los átomos ganchudos que expele la tierra, al movimiento y la presión de la materia sutil, al movimiento de la tierra, o a la sola voluntad de Dios), en la quinta conclusión rechaza el principio newtoniano, para sostener positivamente, en la sexta conclusión, que el fenómeno se debe “a una propiedad ingénita de la materia”⁵⁸. Las razones aportadas aquí para rechazar la teoría newtoniana son similares a las de Brixia, por lo que las expondré conjuntamente. Quiero señalar que el planteamiento mismo de la cuestión es descaminado, porque la “gravedad” es tratada en todos los casos como si fuera una propiedad absoluta de cada cuerpo (como el color, por ejemplo) y no una propiedad relativa al dinamismo del conjunto, que es precisamente el punto de vista de Newton. Es claro que, tratando la gravedad como propiedad absoluta o predicado de

⁵⁸ Ob. cit., p. 307, manteniendo cierta prudencia expositiva: “Quamobrem diximus extare principium gravitationis in corporibus. Sive jam istud principium ingenita dicatur materia affectio, sive distincta qualitas. Id enim in medio relinquimus”.

primer grado, la tesis newtoniana que opera con conceptos relacionales o de segundo grado resulta incomprensible. Ocurre que el sistema escotista (y en general todos los escolásticos) no hace lugar a conceptos relativos y dinámicos (operacionales) y sólo puede interpretarlos como conceptos que expresan propiedades absolutas (accidentes) de una sustancia (el cuerpo).

El desarrollo de Brixia es más amplio y cuidadoso, e intenta una comprensión más científica del problema⁵⁹. No parte de presupuestos escotistas explícitos, pero veremos que implícitamente continúa la delimitación conceptual de la escuela. Luego de dar las definiciones tradicionales de “cuerpo pesado” y “gravedad” como impulso hacia abajo (hacia el centro de la tierra, dice) expone el principio newtoniano de este pintoresco modo:

“La gravedad de los cuerpos decrece en razón inversa al cuadrado de las distancias **al centro de la tierra** [el subrayado es mío]. De tal modo que si la gravedad del cuerpo en la distancia =1 al centro de la tierra fuera =1, en la distancia =2 sería =1/4, en la distancia =3 sería =1/9, etc. Así sostienen los modernos en general, con el famoso Newton”⁶⁰.

Este principio se expone como segunda hipótesis, junto con otras que nada tienen que ver con Newton. Pero lo peor es que en todos los casos, incluyendo éste, la gravedad es entendida como una fuerza que atrae hacia el centro de la tierra. Es decir, se piensa la mecánica newtoniana en escala terrestre (implícitamente comprometida con el geocentrismo). Obviamente el resultado no pudo ser sino un fracaso.

En segundo lugar, estos autores se preguntan por “el origen” (la causa) de la gravedad. Newton no plantea el problema en esos términos y además,

⁵⁹ *Physices generalis pars secunda*, ed. Venecia 1756, Dissert. 1, sobre el origen de la gravedad, p. 8 ss.

⁶⁰ Ob. cit., p. 8.

su respuesta **no** es causal en sentido escolástico. Los escotistas del siglo XVIII todavía no pueden separar el concepto de legalidad causal del de legalidad funcional, y una explicación no causal para ellos no es científica. De allí que Brixia tenga que conceder (Corolario I) que el origen de la gravedad es “extrínseco”⁶¹. Todas las teorías son examinadas como postulaciones hipotéticas de causas extrínsecas de la gravedad⁶². Newton no fija causa de la gravedad (no entra en su consideración) pero si hubiera que poner alguna, es decir, si queremos preguntar por una razón absolutamente última, diría que esa causa es Dios. Su defensor Samuel Clarke lo dijo así, usando una frase que Brixia toma para llevar agua a su molino. Está claro que poner como causa última (y fuera de la física) a Dios, es tanto como decir que la razón última de la lluvia es que Dios la permite. Y eso, obviamente, no es una explicación **física**, ni Newton o Clarke⁶³ podían tener

⁶¹ Ob. cit., p. 10: “Origo gravitatis extrinseca est. Nimirum extra corpora, quae gravia dicuntur, ea existit causa, quae efficit, ut quam primum relicta fuerint, deorsum moveantur, intrinseca non est enim ista causa, si gravitatis vis ab ipsa gravium corporum natura minime producatur”.

⁶² Brixia es explícito en esto. La Sección II (p. 10 ss) examina “las principales hipótesis sobre la causa extrínseca de la gravedad” comenzando por la newtoniana en la versión –según él– de Clarke.

⁶³ Esto lo afirmo con ciertas dudas, porque Clarke, después de todo, como anglicano, tuvo una formación escolástica similar a la de Brixia. Pero debe concederse que hizo lo posible por clarificar el enigmático *sensorium Dei* newtoniano al defenderlo contra las dificultades objetadas por Leibniz (cf. los textos de la polémica en *Recueil de diverses pièces sur la Philosophie, la Religion Naturelle, l'histoire, les Mathématiques, etc.* 3ª ed. Lausanne, 1759, T. 1 y en traducción castellana: W. Leibniz & S. Clarke, *La polémica Leibniz-Clarke*, España, Taurus, 1980, Edición y traducción de Eloy Rada). Esta cuestión derivó en la pregunta sobre si Newton fue intelectualista o voluntarista en materia teológica, pregunta pertinente para comprenderlo filosóficamente, si bien pareciera que el tema preocupaba más a Clarke. El tema ha sido presentado por P. Harrison en “Was Newton a Voluntarist?”, en James. E. Force y Sarah Hutton (eds.) *Newton and Newtonianism*, Kluwer Academic, 2004: 39-63. Tuvo ecos de que da cuenta Pedro Ignacio Urtubey en “Samuel Clarke portavoz de Isaac Newton: La voluntad divina entre el voluntarismo

esto en mente. Pero si **suponemos** –como suponen los escotistas– que **ésta** es la explicación newtoniana, es claro que debe rechazarse, y la argumentación de Brixia al respecto es impecable⁶⁴.

El tratamiento específico de la hipótesis newtoniana corresponde a la Sección III, donde se ocupa de la gravitación mutua de los cuerpos, exponiéndola en la versión de Gravesande y sin el aparato matemático. Brixia no discute la ecuación newtoniana, sino el concepto de “atracción universal” por medio del cual se explica toda la estructura dinámica del universo, recalcando que esta fuerza atractiva es para Newton la explicación **última** de todos los fenómenos físicos⁶⁵. Esta pretensión omnicomprensiva es lo que discute en su conclusión, donde sostiene que esta fuerza de atracción o gravedad, por la cual los newtonianos explican todo y que se hallaría realmente en las cosas, no puede ser admitida sin más en sede filosófica. Es una formulación más matizada y precisa que la de Ferrari pero, como vemos, está en la misma línea, en cuanto visualiza la teoría en el contexto de la física escotista. De acuerdo con esos principios (integrados con los principios generales de la filosofía natural de Escoto) se enuncian y argumentan las siguientes críticas.

y el intelectualismo teológicos en la polémica Leibniz-Clarke”, en N. Fernández, E. Ferreyro y D. Pared (ed.), *XIX Congreso Nacional de Filosofía AFRA*, Mar del Plata, UNMP, 2021: 1854-1860.

⁶⁴ Prueba de la proposición: “naturalis gravium descensus non prevenit ex vi, quam Deis illi impresserit”, p. 11 ss.

⁶⁵ *Physices generalis pars secunda* cit., p. 20 aplica a este concepto las palabras de Plinio sobre la universal referencia a la fortuna para explicar los hechos entre los primitivos: “Etenim, sicuti fortuna, populorum omnium, ita vis attrahens, omnium Newtonianorum voces, ‘toto Mundo, et locis omnibus, omnibusque horis sola invocatur, una nominatur, una accusatur, una agitur rea, una cogitatur, sola laudatur, sola arguitur... huic omnia feruntur accepta, ut in tota ratione mortalium sola utramque paginam implet’. Verum quid de ea sentiam ipse, paucis accipe”. La referencia quizá no sea sólo retórica, porque la “cualidad oculta” sería un paralelo, más elaborado y para doctos, de la función explicativa de la fortuna entre los antiguos.

1º. Que el concepto no satisface el principio de razón suficiente: no hay razón suficiente de que dos cuerpos en un espacio vacío se atraigan mutuamente. Nótese: no se dice que no se atraigan, o que no lo hagan según la fórmula de Newton. No se niega la legalidad expresada en la ecuación, se niega que la causa (razón suficiente en sentido escolástico, no en sentido leibniciano) sea la atracción. ¿Por qué esta crítica? Recordemos que, en la concepción escotista, todos los conceptos físicos (descriptivos) salvo los hilemórficos, son expresión de propiedades de primer grado, predicados accidentales en sentido aristotélico. Es lógico entonces que la gravedad, uno de esos predicados, no pueda funcionar como “razón suficiente”, como pueden hacerlo –en el sistema– los principios hilemórficos.

2º. Otro argumento filosófico es el del párrafo tercero: la fuerza de atracción funciona en el sistema como las “cualidades ocultas” que, según Wolff (y los escotistas del siglo XVIII están de acuerdo), son aquellas apelaciones explicativas carentes de razón suficiente que se enuncian cuando se desconoce la causa. En otros términos, “cualidad oculta” es una explicación meramente verbal, no tiene contenido cognoscitivo. ¿Por qué la atracción universal sería una cualidad oculta? La característica de ellas es –en la visión de los escolásticos– que no tienen definición esencial y tampoco puede darse una caracterización descriptiva distinta del mero hecho a explicar⁶⁶. Es **cierto** que la atracción newtoniana **no** tiene definición esencial en sentido escolástico, ni definición descriptiva distinta de la ecuación funcional (que expresa cómo se atraen los cuerpos). Por tanto es cierto que **en ese sentido**, insertándola en el contexto escolástico escotista, la atracción funciona mal (como las cualidades ocultas). Para superar esta crítica hubiera sido necesario, por una parte, cambiar el modo de pensar, para pensar la física **desde** el punto de vista de Newton. Pero también era

⁶⁶ Por ejemplo, la “ferrocidad” del hierro es una cualidad oculta cuando a la pregunta “¿por qué el imán atrae al hierro?” se responde: “por la ferrocidad” y si se pregunta “¿qué es la ferrosidad?”, se responde “la cualidad del hierro como tal”. En estos casos la respuesta no proporciona verdaderamente nuevos conocimientos. El paralelo con la lectura escotista de Newton es evidente.

necesario dar una reformulación a la idea aristotélica de las “cualidades ocultas”. Y en honor a la tradición científica de los franciscanos, hay que decir que eso lo hizo muy bien Jacquier⁶⁷.

3°. El tercer argumento físico-metodológico contra Newton es que incurriría en el sofisma de tomar como causa algo que no lo es, ya que sin exponer la “esencia” de la atracción la postula como causa. El lenguaje esencialista y causalista vuelve a jugar contra la comprensión de la teoría.

4°. Digamos, finalmente, que una objeción casi general es que esa atracción universal no tiene correlato empírico verificable en todos los casos; se piensa sobre todo a escala terrestre. Y en esa dimensión es cierto. A escala terrestre las aceleraciones son tan pequeñas que el fenómeno no puede comprobarse empíricamente en forma directa. Las experiencias del siglo XVIII fueron insuficientes y recién a mediados del siglo XIX se intentó con mayor éxito. Pero como a escala menor los efectos de la gravedad no son observables sensiblemente, incluso esas experiencias tuvieron una fuerte dosis de inferencia, es decir, fueron confirmaciones experimentales indirectas⁶⁸. A comienzos del siglo XVIII se estaba en un

⁶⁷ *Institutiones Philosophicae*, IV, ed. Valencia, 1784, cap. 3, art. 2, sobre la causa de la gravedad, concede que Newton no se pronuncia sobre la causa de la gravedad, ni aun después de sus muchas investigaciones: “Quare cum ita sint, facile concedimus, gravitatem esse *qualitatem occultam*, dummodo hoc nomine nihil aliud intelligitur, nisi ignota effectis alicuius causa. Valde autem probabile est, Aristotelem nullam aliam huic vocabulo tribuisse significationem, eamque ac illius sectatoribus fuisse corruptam, et pro arbitrio varie explicatam, vel potius obscuratam” (p. 193) texto citado antes en castellano.

⁶⁸ La ley fundamental de la gravitación universal, de la forma $F=Gmm'/D^2$ expresa que entre dos cuerpos cualesquiera de masa m y m' hay una fuerza de atracción mutua, y cada uno atrae al otro con una fuerza de idéntica magnitud, directamente proporcional al producto de sus dos masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. G es una constante de proporcionalidad y tiene el mismo valor en todas las circunstancias (como c –velocidad de la luz– en la fórmula de Einstein). Es la misma fuerza la que hace caer a la Luna y a la manzana de sus

momento crítico en la historia de la física, en el que no sólo debió superarse el experimentalismo de nivel cotidiano, en cuanto a su aspecto epistemológico, sino que también se debió empezar a pensar con criterios de proporción matemática, para apreciar los límites de una posible experiencia directa de los fenómenos complejos y elaborar experiencias indirectas. Los escolásticos, incluidos los escotistas, por razones gnoseológicas, privilegiaron siempre la experiencia directa **como experiencia**, a la que exigieron luego una **deducción** racional con los caracteres que Popper llamó “prueba en sentido fuerte” (*testing*). Pero por carecer de otros instrumentos epistemológicos, desconocieron las demostraciones experimentales indirectas o inferidas, que fueron precisamente el gran logro de la física postnewtoniana, incluida nuestra física actual⁶⁹. Resulta comprensible pues, sobre todo en el contexto progresista de reconocer los derechos científicos de la experiencia, que la teoría de Newton haya parecido un retroceso inaceptable en relación a los valores experimentales ya establecidos.

Para justipreciar el rol de “obstáculo epistemológico” del escotismo del siglo XVIII, debemos tener en cuenta en primer lugar dos salvedades.

1ª. En lo que hace a este tema, no todo el escotismo del XVIII es homogéneo, como ha podido verse, aunque es cierto que existe un marco de

respectivas trayectorias inerciales y teórica (y matemáticamente) ambas son calculables. Pero aun para la caída de la luna, que Newton calculó, esos valores son muy pequeños. Es claro que no tuvo interés el cálculo a escalas más reducidas porque no es físicamente medible (v. las demostraciones pertinentes en B. Cohen, *El nacimiento de la nueva física*, Bs. As. Eudeba, 1973, p. 197ss).

⁶⁹ Suele decirse que la física del siglo XX ha superado la concepción newtoniana, pero no es exactamente así. La teoría de Einstein, salvo el tratamiento del tiempo, es newtoniana en su forma, y Bergmann ha señalado que la mecánica cuántica es de base newtoniana aunque la normatividad estadística parezca introducir una discrepancia fundamental; y en cuanto a la ecuación de Schödinger, puede caracterizarse como una ecuación diferencial en el tiempo (cf. Gustav Bergmann, *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Tecnos, 1961, p. 104).

comprensión anterior que se mantiene incluso cuando voluntariamente se decide prescindir de contenidos ya carentes de interés.

2ª. Tampoco la “ciencia moderna” es epistemológicamente homogénea, ni siquiera considerando cada una de sus ramas o disciplinas. El newtonismo y el postnewtonismo no pueden equipararse al experimentalismo anterior, aunque éste haya contribuido históricamente al desarrollo de la física como ciencia empírico-matemática.

El escotismo del siglo XVII formuló un modelo epistemológico altamente exigente para la física filosófica, en el cual había cabida para el experimentalismo, con ciertas restricciones metodológicas globales (para la interpretación) que no perturbaron a los científicos porque quedaban fuera de su tema. Esta base sirvió para incorporar a la enseñanza filosófica universitaria los contenidos establecidos de la ciencia prenewtoniana. Pero este modelo resultó incompatible con la epistemología física newtoniana, y en la confrontación con lo que fue visto como dos alternativas científicas del mismo nivel epistémico, por razones congruentes en ese contexto, Newton fue rechazado. Paradojalmente, fue la alta exigencia teórica adosada a la física filosófica, que llegó a incluir la experimental, lo que resultó un obstáculo epistemológico (en el sentido de Bachelard) de la nueva física.

La razón fundamental del rechazo escotista al newtonismo fue considerarlo una filosofía (Newton mismo le da ese nombre) retrógrada en relación al “avance” del peripatetismo progresista, es decir, el que aceptaba la confrontación e incorporación de la física experimental. Los conceptos operacionales newtonianos, que hoy vemos como términos teóricos cuyo correlato empírico es indirecto (mediado por la teoría) fueron considerados “desprovistos de significación empírica”. El repudio era la lógica consecuencia. Una física filosófica suficientemente rica como para postular y exigir la verificación empírica, no pudo dialogar con la nueva física, que opera con una exigencia débil (indirecta) de verificación empírica, y que se va acercando al actual falsacionismo.

Por lo tanto, no podemos decir, si queremos ser históricamente correctos, que la escuela escotista fue ajena a la ciencia moderna y mucho menos que fue contraria a ella. Debe decirse que, después de haber asegurado una síntesis (así lo vieron) de experimentalismo y deductivismo, durante el siglo XVIII (un proceso algo tardío, pues debió completarse en el XVII) no se dispuso de tiempo histórico suficiente como para elaborar categorías adecuadas a la comprensión de la nueva física, que se consolidó definitivamente a mediados del XVIII. Por esta razón, en los hechos, resultó uno de los obstáculos epistemológicos a la comprensión del nuevo punto de vista newtoniano.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

3. Análisis de los documentos académicos

1. Descripción del contenido newtoniano de los documentos

Del territorio rioplatense conservamos ocho cursos manuscritos, copiados para los alumnos, que contienen temas relativos a las teorías de Newton, correspondientes al período de 1766 a 1795. Son los de Benito Riva, José Rufo, Pantaleón Rivarola, Cayetano Rodríguez, Elías del Carmen Pereyra, Mariano Medrano, Diego Estanislao de Zavaleta y Fernando Braco. Cinco son cursos de *Física General* y tres de *Metafísica*; cuatro fueron dictados en la Universidad de Córdoba (y Colegio de Montserrat), tres en el Colegio de San Carlos de Buenos Aires y uno en el Convento Recoleta de esta misma ciudad. Aunque el período es breve, esta limitación resulta compensada por dos hechos: tenemos dos Cursos cordobeses del período jesuita, lo cual nos permite alguna extrapolación anterior; por otra parte, los Cursos del San Carlos, cercanos al fin de siglo, responden a las Ordenanzas que guiaron los estudios hasta la época revolucionaria y por tanto son susceptibles de extrapolación posterior. De modo que el período de referencia segura comprendería aproximadamente 1730-1810 y abarca por tanto una época clave en la historia de la difusión de las teorías newtonianas, en general y no sólo considerando esta área geográfica.

En este apartado los exponemos en orden cronológico; descripciones más completas, con transcripción de índices, han sido publicadas por mí en varias ocasiones¹.

¹ Especialmente en C. A. Lértora Mendoza, *La enseñanza de la filosofía en tiempos de la colonia. Análisis de cursos manuscritos*, I, Bs. As. FECIC, 1979 y II, Bs. As., Ediciones FEPAI, 2007.

1.1. Benito Riva, *Curso de Física*, Universidad de Córdoba, 1764

[Curso de Física]

Carece de portada

Archivo: Biblioteca Central del Colegio del Salvador de Buenos Aires².

Datos generales

- Total de páginas: 639.
- Páginas específicas: 25 (sólo Newton).
- Porcentual: 4%.
- Uso de instrumental matemático: no.
- Uso de gráficos: no.
- Leyes cuantificables: colisión - caída libre.
- Principios o leyes no cuantificables: cualidades - fenómenos tratados en Física Especial.
- Tipo de tratamiento: descriptivo - analítico - legal - causal.
- Tipo de fundamentación: científico empírica - filosófica (pocas).
- Tipos de explicación: esencialista - eficiente - funcional - legal.

² El manuscrito fue registrado en la Biblioteca Central del Colegio del Salvador de Buenos Aires, sin portada; consta de 639 páginas escritas por el alumno Javier Dicado y Zamudio. Riva era catalán, nació en 1767 e ingresó en la Compañía de Jesús en 1746; cursó teología en Córdoba, donde enseñó en el trienio de Filosofía 1762-1764. En 1767, cuando produjo la expulsión de la Compañía, estaba en una misión aborígen paraguaya (hoy territorio boliviano); se trasladó a España, donde murió en 1800. Sobre este profesor, v. Guillermo Furlong, *Nacimiento y desarrollo de la filosofía en el Río de la Plata*, Bs. As. Kraft, 1952, p. 187-193 y C. A. Lértora Mendoza, *La enseñanza de la filosofía en tiempos de la colonia*, I, cit., pp. 215-240; Alberto Caturelli, *Historia de la Filosofía en la Argentina (1600-2000)*, Bs. As., Ciudad Argentina y USAL, 2001, pp. 121-124 y C.A.L.M y María Cristina Vera de Flachs, "Benito Riba y la introducción de Newton en el Río de la Plata", en *VVAA. Ilustración y Educación. Comentarios de Textos*, Madrid, Doce Calles, 2009: 229-252

- Uso de conceptos filosóficos: escolásticos, con otros descriptivos y técnicos propios de la ciencia moderna en las cuestiones experimentales

Teorías newtonianas

Se tratan dos aspectos, la teoría general de la gravedad y el sistema de los colores y la luz. Con respecto al primero, en el *Liber I: De principiis corporis naturalis intrinsecis, Disputatio I: De aliquibus systematibus circa principia entis naturalis*, la Sección 1ª está dedicada al sistema de Newton (p. 21- 32).

En la Sección 2ª de la *Disputatio IV: De gravitate et levitate* (pp. 197-202), se impugnan algunas teorías, comenzando por la peripatética, luego la newtoniana y la gassendista. Las dos objeciones que resuelve no se refieren a la teoría newtoniana.

El tema de la luz y el color corresponde al *Liber V: De mirabilis luminis phaenomenis, iride, parhælies, corona* (p. 542-614). En la Sección 3ª, al tratar las leyes de la luz, hay una referencia a Newton. En la Sección 4ª impugna varias teorías. Primero la peripatética y luego la de Newton (p. 552- 560)

1.2. José Rufo, *Curso de Metafísica*, Universidad de Córdoba, 1766

Tripartitae Philosophiae tertia / pars / Commentaria in Artis Meta/physicam, in libros de Anima necnon / de Ortu et Interitu juxta vulgarem /soc. Jesu methodum complectens / A. R. P. Josepho Rufo / meritissimo Philosophiae Cathædrae in hac Cordubensi Academia Moderatore / Audiente me Joanne / Rodriguez Collegii Regalis Montserratensis alumno / Anno Domini 1766.

Archivo: Instituto de Estudios Americanistas, Facultad de Filosofía, Universidad Nacional de Córdoba³.

Datos generales

- Total de páginas: 451 el curso total, *De Anima*. 337.
- Páginas específicas: 50.
- Porcentual: 11% del total
- Uso de instrumental matemático: no.
- Uso de gráficos: no.
- Principios o leyes no cuantificables: tema de la luz.
- Tipo de tratamiento: descriptivo.
- Tipo de fundamentación: empírica.
- Tipos de explicación: esencialista - eficiente - funcional.
- Uso de conceptos filosóficos: todos son escolásticos, aun cuando se refiera a teorías científicas. Hay expresiones descriptivas con terminología propia de la ciencia moderna (las descripciones biológicas y anatómico-funcionales en el tema de los sentidos).

Teorías newtonianas

Se refiere solamente a la luz y los colores contienen en la *Disputatio II: De Anima*, Artículos 2, 3 y 4. En el Artículo 2 (*Exponuntur lucis natura*) se

³ Fue uno de los últimos profesores de la época jesuita. Nació en Andalucía y a los 21 (en 1755) años llegó a Córdoba, donde estudió. Fue profesor en la Universidad a partir de 1760 y hasta 1767 en que le alcanzó la expulsión. El único dato posterior que he encontrado es que se radicó en Faenza (Estados pontificios) donde murió en 1774. Furlong afirma haber visto códigos conteniendo todos sus cursos, incluyendo el de Física, que no he podido hallar. Tampoco se conservan tesis sustentadas por sus alumnos. Sobre Rufo v. G. Furlong, *Nacimiento y desarrollo...* p. 149 y 192, Caturelli, ob. cit., pp. 125-129 y mi texto *Le enseñanza de la filosofía...* cit., II, pp. 265-284.

explica el tema de la naturaleza de la luz (1. 155-174), en el 4 (*De coloribus*). La teoría de los colores (pp. 201-228).

1.3. Pantaleón Rivarola, *Curso de Metafísica*, Colegio de San Carlos, 1781

Tertia Philosophiae Pars / metaphysica scholastica methodo in gratiam studentium congesta Deiparaeque semper / Virgini Mariae in alto Montis Serraten/sis vertice collocatae, ex corde sacrata dicata/que a Doctore Pantaleone Ribarola. Hoc in regio Sancti Caroli Bona-Aeropolitano / Collegio Artium Cathedrae Moderatore / die vigesima octava Mensis Februarii, ano/no Domini millesimo septingente/ssimo octogessimo primo: / Me audiente Josephi Juliano a Guerra.

Archivo General de la Nación, Legajo 120 de la Biblioteca Nacional⁴.

Datos generales

- Total de páginas: 387.
- Páginas específicas: 24.
- Porcentual: 6,1%.
- Uso de instrumental matemático: no.

⁴ Rivarola nació en Buenos Aires en 1757, estudió en el Colegio de Montserrat (Córdoba) y luego en la Universidad de San Felipe (Santiago de Chile) donde se graduó en ambos derechos. En 1776 dictó la Cátedra de Prima de Leyes en dicha Universidad. Después de ordenarse, en 1778 regresó a Buenos Aires donde fue nombrado profesor de Filosofía en el Colegio de San Carlos. Fue también capellán del Regimiento Fijo, participando en la defensa de Buenos Aires durante las Invasiones Inglesas. Después de la Revolución, en 1812 formó parte de la Junta Conservadora de la Libertad de Imprenta. Murió en 1821. Sobre Rivarola V. G. Furlong, *Nacimiento y desarrollo...*p. 397 ss.; Caturelli, ob. cit., pp. 177 y mi texto *La enseñanza de la filosofía...* II, pp. 217-264.

- Uso de gráficos: no.
- Leyes cuantificables: no.
- Principios o leyes no cuantificables: teoría sobre los sensibles - temas astronómicos.
- Tipo de tratamiento: descriptivo - filosófico (metafísico).
- Tipo de fundamentación: filosófica.
- Tipos de explicación: esencialista - eficiente - funcional (sentidos y cualidades anímicas) - legal (temas astronómicos).
- Uso de conceptos filosóficos: todos los escolásticos, junto con nociones descriptivas científicas (anatómicas, psicológicas, astronómicas y físicas).

Teorías newtonianas

Se contienen en el *Tractatus de anima*, Cuestión 6 (*De natura lucis*, p. 142-150). Otro tema relacionado es la *Quaestio 7: De coloribus* (p. 155-171).

1.4. Cayetano Rodríguez, *Curso de Física*, Universidad de Córdoba, 1782

Tertia Philosophiae Pars / Nimirum Physica / Quae in rerum naturalium contemplatione / versatur / Juxta recentiorum placita elaborata / a Patre Frate Caietano Josepho Rodriguez / Incepta Die quinto Augusti/ anno Domini / 1782/ Me audiente Cayetano Josepho a Zavala ejusdem Universitatis Collegii Mon/serratensis minimo alumno / Physica General.

Archivo: Biblioteca Central del Colegio del Salvador de Buenos Aires⁵.

⁵ Cayetano Rodríguez: *Tertia Philosophia Pars, nimirum Physica. Quae in rerum naturalium contemplatione versatur* [...] copiada por Cayetano José Zavala, 142 pp. Conservado en la Biblioteca Central del Colegio del Salvador. Este profesor nació en la provincia de Buenos Aires en 1761 y en 1777 ingresó en la Orden Franciscana.

Datos generales

- Total de páginas: 242.
- Páginas específicas: 16.
- Porcentual: 7%.
- Uso de instrumental matemático: no.
- Uso de gráficos: 1 (estática de líquidos). En el tema de la luz hay varios enunciados en el texto, pero no reproducidos por el alumno.
- Leyes cuantificables: colisión y composición de movimiento (las cartesianas).
- Principios o leyes no cuantificables: algunas leyes del movimiento - fenómenos lumínicos - gravedad (salvo la ley de Galileo, que es cuantificable).
- Tipo de tratamiento: descriptivo.
- Tipo de fundamentación: empírica.
- Tipo de explicación: esencialista - eficiente - causal – funcional.
- Uso de conceptos filosóficos: terminología escolástica, sobre todo en la parte general, en sentido poco estricto y a veces con aproximación a conceptos científicos modernos.

Se ordenó sacerdote en Córdoba, en 1783. Anteriormente había dictado el trienio filosófico en el Colegio universitario de Montserrat y en 1796 dictó la Cátedra de Lógica que escribió de propia mano. Producida la Revolución de 1810 tuvo una destacada actuación política. V. Furlong, *Nacimiento y desarrollo...* cit., p. 245-256; Caturelli, ob. cit., pp. 161-165 y C. A. Lértora Mendoza, *La enseñanza de la filosofía...*, I, cit., p. 141-258. Sobre la vida y actuación de Rodríguez, sobre todo la posterior a 1810, v. José Pacífico Otero, *Estudio biográfico sobre fray Cayetano José Rodríguez y recopilación de sus producciones literarias*, Córdoba, 1899. He publicado una traducción parcial y otra completa de su Curso: *Fray Cayetano Rodríguez OFM, Sobre la luz. Libro VI del Curso de Física (1782)*, Transcripción, traducción, introducción y notas, C.A.L.M., Bs. As., Ediciones del Rey, 2004; *Cayetano Rodríguez OFM. Curso de Física (1782)*, Transcripción, traducción, introducción y notas, C.A.L.M., Bs. As., Ed. FEPAI, 2005, 310 pp.

Teorías newtonianas

La referencia a Newton se halla solamente en el *Liber VI: De luce, lumine et coloribus, nec non de corpore diaphano et opaco* (en la explicación de la gravedad no lo cita y propone la solución de Almeida).

1.5. Elías del Carmen Pereyra, *Curso de Física*, Universidad de Córdoba, 1784

Physica Generalis nostri Philosophici Cur/sus pars tertia, quae de corporibus naturalibus, affectionibusque ejus / sermonem instituit juxta recentior/rum Philosophorum placita / experientias que discurrens / Elaborata a Patre / Frate Elia del / Carmen, in regia / corduvensi academia / Moderatore / Incepta 3a. kalendas augusti anni Domini 1784 / Me audiente Josepho Vincentio / a Faente hujus Lauretani Collegii omnium / minimo alumno.

Archivo: Biblioteca de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Nacional de la Plata, Sección 396⁶.

⁶ Este profesor era oriundo de América, nació probablemente en 1760 e ingresó a la Orden Franciscana en 1776 donde ocupó diversos cargos; fue Lector de filosofía y Cánones en las aulas cordobesas de 1778 a 1788 y de Artes y Filosofía de 1781 a 1800. Murió en el Convento de Córdoba en 1825. Sobre Fray Elías, v. G. Furlong, *Nacimiento y desarrollo de la filosofía...* pp. 257-258; Juan Carlos Zuretti, “Fray Elías del Carmen Pereyra, profesor de la Universidad de Córdoba”, *Itinerarium* 2, 1947: 353-371. Sobre su enseñanza v. Juan Chiabra, *La enseñanza de la filosofía en la época colonial*, La Plata, Univ. Nac. de La Plata, Biblioteca del Centenario, 1911, donde se edita su curso con traducción (2 v), Enrique Martínez Paz, “Una tesis de filosofía del s. XVIII en la Universidad de Córdoba”, *Revista de la Universidad Nacional de Córdoba*, 6, 1919: 228-286; Caturelli, ob. cit., 166-174 y C. A. Lértora Mendoza, *La enseñanza de la filosofía*, I, pp. 177- 196.

Datos generales

- Total de páginas: 348.
- Páginas específicas: 23.
- Porcentual: 7%.
- Uso de instrumental matemático: no.
- Uso de gráficos: en el tema de la luz.
- Leyes cuantificables: aceleración de los graves - algunos problemas matemáticos que no se cuantifican en el texto.
- Principios o leyes no cuantificables: propiedades de los cuerpos.
- Tipo de tratamiento: descriptivo.
- Tipo de fundamentación: empírica.
- Tipos de explicación: esencialista - causal - eficiente - legal.
- Uso de conceptos filosóficos: terminología peripatética y/o cartesiana usada en forma amplia y poco estricta, a veces fuera de los contextos filosóficos respectivos.

Teorías newtonianas

Sólo se enuncian las relativas a los temas de óptica, pues la gravedad, tratada en el Libro III, no es abordada desde esta perspectiva. Aunque al respecto menciona las teorías cartesianas, omite a Newton y concluye que la causa de la gravedad es una inclinación intrínseca que lleva a constituir el globo terráqueo (Sección 8ª, p. 170). El *Liber IV: Alias corporum affectiones explicans* (p. 271) en su Sección 1ª trata la naturaleza de la luz, mencionando a Newton varias veces, especialmente en un párrafo titulado *Animadvertio*. Rechaza la teoría considerándola no empíricamente comprobada en forma suficiente.

1.6. Mariano Medrano, *Curso de Física General*, Colegio de San Carlos, 1794

Tertia Philosophiae pars / scilicet Physica generalis / quae in rerum naturalium contemplatione versatur / Juxta recentiorum Philosophorum / placita elucubrata / A domino Doctore Mariano / Medrano, hujusce Carolini / Collegii artium Cathedrae moderatore / Tomus 3us. incepta die 12 mensis Maii 1794 / Me audiente Saturnino Segurola.

Archivo: Anticuariato del Convento de Santo Domingo de Buenos Aires. Otro código, copiado por Zapiola, en el Archivo General de la Nación⁷.

Datos generales

- Total de páginas: 446 (se toma el 2^a código).
- Páginas específicas: 32.
- Porcentual: 7,8%.
- Uso de instrumental matemático: no.
- Uso de gráficos: no.
- Leyes cuantificables: movimiento de proyectiles - movimientos reflejos y refractos; de composición, percusión, colisión y elasticidad - leyes de aceleración de los graves.

⁷ Mariano Medrano: *Tertia Philosophiae pars, scilicet Physica generalis. Quae in rerum naturalium contemplatione versatur* [...] Código copiado por Saturnino Segurola, en 505 pp. conservado en la Biblioteca del Convento de Santo Domingo de Buenos Aires. Otro código, copiado por Bonifacio Zapiola, pertenece a la Colección Casavalle del Archivo General de la Nación (se cita por este último, de 446 pp.). Medrano nació en 1767 y al parecer estudió en el Convento de Santo Domingo. En 1793 ganó la oposición para el trienio filosófico. Tuvo actuación significativa después de 1810 y fue el primer prelado que gobernó la diócesis de Buenos Aires independiente, de 1832 a 1851. V. Guillermo Furlong, *Nacimiento y desarrollo...* cit., p. 360-364; Caturelli, ob. cit., pp. 181-184 y C. A. Lértora Mendoza, *La enseñanza de la filosofía...* I, pp. 117-175.

- Principios o leyes no cuantificables: gravedad - elasticidad - colisión en relación a masa - reflexibilidad y refractabilidad como propiedades - porosidad y densidad.
- Tipo de tratamiento: descriptivo.
- Tipo de fundamentación: empírica.
- Tipos de explicación: esencialista - causal eficiente - legal.
- Uso de conceptos filosóficos: terminología peripatética (uso poco estricto) muchas veces aplicada a nuevos contenidos conceptuales de la ciencia empírica.

Teorías newtonianas

Hay referencias escasas en el tema de la gravedad y más amplias en los de óptica. La *Conferencia III: De corpore naturali quatenus mobile, grave, leve, elasticus, rarum et densum* (p. 71) en su Cuestión 3ª (*A quo principio repeti debeat corporum gravitas?* (pp. 109-128) trata el tema de la gravitación.

El tema óptico está tratado en la *Conferencia IV: Agens de corpore ut sonoro; necnon de luce, lumine et coloribus; ac tandem de corporibus diaphanis et opacis* (p. 185), Cuestión 4ª (*In quo constituenda sit physica natura colorum tum generatim tum speciatim sumptorum?* (pp. 267- 298).

1.7. Diego Estanislao de Zavaleta, *Curso de Física General*, Colegio de San Carlos, 1795

Elementa / Philosophiae Universae / In gratiam / Studiosae juventutis regii Sancti Caroli / Bonaeropolitani convictorii Schola/ribus / accomodata / A D. Dre. Dn. Didaco Stanislao de Za/valeta / olim ejusdem convictorii al/umno / nunc in eodem philosophiae professore / Secunda pars / seu / Physica Generalis / Incepta die tertio Augusti / anno Domini millesimo septingentessimo nona/gessimo quinto.

Archivo General de la Nación, Legajo n. 958⁸.

Datos generales

- Total de páginas: 389.
- Páginas específicas: 38.
- Porcentual: 10%.
- Uso de instrumental matemático: no.
- Uso de gráficos: 2 láminas con 10 figuras.
- Leyes cuantificables: composición de movimientos, aceleración, estática.
- Principios y leyes no cuantificables; gravedad - densidad- estática - sonido - luz.
- Tipo de tratamiento: descriptivo.
- Tipo de fundamentación: empírica - apriorística (esencia del cuerpo - vacío).
- Tipos de explicación: esencialista - eficiente - legal.
- Uso de conceptos filosóficos: escolásticos, a veces con sentido distinto.

Teorías newtonianas

Aparecen menciones en tres temas: elasticidad, gravedad y luz /colores. La elasticidad es estudiada en la Sección IV, cuestión 1^a (p. 84). La

⁸ Diego Estanislao de Zavaleta: *Elementa Philosophiae Universae in gratiam studiosae juventutis* [...] código de 386 pp. conservado en el Archivo General de la Nación (leg. 95). Zavaleta nació en 1768 en Tucumán, cursó estudios en el Colegio de Santo Domingo y en el de San Carlos, donde constan sus exámenes. Allí ocupó la cátedra de Filosofía de 1796 a 1797. Falleció en 1842. Sobre él v. G. Furlong, *Nacimiento y desarrollo de la filosofía...* cit., pp. 363-370, Caturelli, ob. cit., pp. 185-187 y C. A. Lértora Mendoza, *La enseñanza de la filosofía*, I. pp. 293-343. Sobre su actuación posterior a 1810 v. Enrique Ruiz Guiñazú, *El Deán de Buenos Aires, Diego Estanislao de Zavaleta, orador sagrado de Mayo, Constituyente, opositor a la tiranía, 1769-1842*, Bs. As. Peuser, 1952.

gravidad es estudiada en la Sección 4ª, Cuestión 2ª, p. 111 ss. En la Sección 13ª y última (p. 322) se ocupa de la luz y los colores.

1.8. Fernando Braco, *Curso de Metafísica*, Convento Franciscano de Buenos Aires, 1796

Pars tertia Philosophiae scilicet / metaphysica / Dictata a Patre Frate Ferdinando Braco / Catedra Artium / Moderatore / In hac magno Bonaerensis Recolectiones / Caenobio.

Firma Raimundo Quintana (copista)

Corresponde al curso de 1796

Archivo. Anticuariato del Convento de Santo Domingo de Buenos Aires⁹.

Datos generales

- Total de páginas: 296 (incluye Ontología, Pneumatología y Física).
- Total de páginas de Física: 90.
- Páginas específicas: 16.
- Porcentual: 5,8% y 17%.
- Uso de instrumental matemático: no.
- Uso de gráficos: no.
- Leyes cuantificables: mecánica de sólidos y fluidos - leyes del movimiento.
- Principios o leyes no cuantificables: leyes generales de la naturaleza (inercia, gravedad, impenetrabilidad).

⁹ Fernando Braco: *Pars tertia Philosophiae scilicet Metaphysica* [...] código de 296 pp. (incompleto) copiado por Raimundo Quintana, conservado en la Biblioteca del Convento de Santo Domingo de Buenos Aires. Braco nació en España c. 1767, ingresó en la Orden Franciscana y se ordenó en 1787; se sabe poco de su vida, salvo que se dedicó al claustro y a la formación de religiosos durante más de 40 años. V. Furlong, *Nacimiento y desarrollo* cit., pp. 236-240; Caturelli, ob. cit., pp.189-190 y C. A. Lértora Mendoza, *La enseñanza de la filosofía...* I, cit., pp. 53-116.

- Tipo de tratamiento: descriptivo - apriorístico (enunciativo de principios).
- Tipos de fundamentación: empírica - apriorística.
- Tipos de explicación: esencialista - causal/eficiente - legalista.
- Uso de conceptos filosóficos: terminología escolástica, usada en forma poco estricta al referirse a cuestiones empíricas.

Teorías newtonianas

Sólo se menciona la de gravedad, porque el Curso no incluye los temas de Óptica. La teoría de la atracción está analizada en la Cuestión 8^a de *Prolegomena in Physicam (In quo consistit corporum soliditas?* pp. 251-254), en la Cuestión 10^o (*Quid sit et a quo proveniat corporum elasticitas*, pp. 258-263) y en la Cuestión 11^a (*Quid sit et in quo consistat corporum gravitas*, pp. 263-277).

2. Estudio de casos especiales

2.1. La gravitación universal

Sobre un total de ocho manuscritos académicos coloniales rioplatenses que exponen temas newtonianos, cinco de ellos se ocupan de la gravitación universal. Se expondrá a continuación un resumen de las tesis sustentadas.

2.1.1. Benito Riva, *Curso de Física* (Universidad de Córdoba, 1764)

Trata la teoría general de la gravedad en el Libro I, sobre los principios intrínsecos del cuerpo natural, Disputación 1^a, Sección 1^a, dedicada íntegra al sistema de Newton (pp. 21-32).

Expone las siguientes reglas:

- 1^a. Nada debe admitirse que no pueda demostrarse con evidencia a partir de los fenómenos naturales (rechaza en consecuencia los sistemas de Descartes, Gassendi y otros como hipótesis no probadas);
- 2^a. La materia es una sustancia sólida, extensa e impenetrable;
- 3^a. Sin embargo la extensión actual no se identifica con la materia;
- 4^a. La materia consiste en un conjunto de átomos y de por sí es indiferente a toda forma y combinación de ellos;
- 5^a. La materia en sí es indiferente al movimiento o al reposo.

Además, la materia tiene estas características comunes: 1^a. la gravedad de la materia depende de la densidad y magnitud conjuntas del cuerpo; 2^a. todos los cuerpos –celestes o terrestres– tienen gravedad centrípeta (p. 22); 3^a. todos los cuerpos son absolutamente pesados y sólo relativamente livianos; 4^a. la fuerza centrípeta atrae los cuerpos hacia la tierra; 5^a. esta potencia es ínsita a la materia y condición propia suya; 6^a. la tierra posee en todas sus partes esta potencia atractiva; 7^a. esta potencia existe también en cada punto (físico) de la materia; 8^a. cuantas más partículas de materia tiene un cuerpo más potencia atractiva tiene; 9^a. esta potencia atractiva es mutua, de modo que todo cuerpo atrae y es atraído; 10^a. además hay cuerpos que repelen (por ejemplo las partículas de aceite a las de agua); 11^a. esta potencia repulsora es también ínsita y propia; 12^a. la potencia atractiva es invariable y constante; 13^a. varía en más o menos según la mayor o menor distancia del cuerpo; 14^a. esta fuerza atractiva es triple: absoluta, aceleradora y motriz. Esta fuerza atractiva de la tierra –enorme en comparación a la pequeña masa de los cuerpos que hay en ella– atrae en línea recta: así se explica la gravedad terrestre.

Luego expone en 8 puntos la gravedad de los cuerpos celestes, incluyendo la asunción heliocéntrica (p. 24): 1^o. los cuerpos celestes tienen fuerza centrípeta con centro en su propio centro; 2^o. el sol está fijo y la tierra gira alrededor; 3^o. el centro planetario no es la tierra sino el sol; 4^o. los satélites tienen por centro a Saturno y el Sol; 5^o. la gravedad surge de la potencia atractiva del Sol y de Saturno; 6^o. la gravedad en los cuerpos

celestes se da en forma proporcional a lo que ocurre en los terrestres; 7°. todo cuerpo que se mueve tiende a alejarse de su centro (fuerza centrífuga); 8°. todo cuerpo tiende a moverse directamente hacia el Sol y por tanto, si la tierra gira alrededor de su centro es porque hay en ella una fuerza centrípeta. Estas fuerzas centrípeta y centrífuga se componen y equilibran, dando por resultado el curso planetario.

Después de explicar algunas experiencias con partículas de diversos elementos (agua, mercurio) termina (p. 26) indicando los dos principios fundamentales del sistema: 1°. No deben admitirse en las cosas naturales más principios que aquellos que resultan suficientes para explicar los fenómenos; 2°. Los efectos del mismo género tienen las mismas causas naturales.

En la Sección 6ª se propone señalar “qué es inaceptable en este sistema”. Comienza: “En este sistema, que mejor debiera denominarse hipótesis, hay varias cosas inaceptables” (p. 26), que desarrolla a continuación.

1°. No está probada la fuerza de atracción terrestre, que es el eje de la teoría. En primer lugar, debería demostrar que tal fuerza es ínsita y luego inferir de qué modo se difunde; pero los argumentos de Newton no prueban esto.

2°. Tampoco se ha probado con argumentos que esta atracción sea mutua, y esto porque no puede deducirse de la misma fuerza atractiva (p. 27) lo cual, a su vez, no es posible porque tal cosa no consta a la experiencia.

3°. Esta fuerza atractiva funciona a modo de una cualidad oculta e inexplicable (p. 28).

4°. No se ha probado con ningún argumento que una partícula de agua atraiga a otra partícula de agua, ni las de mercurio al mercurio (p. 28).

5°. Y aunque así se concediese, de tal fuerza atractiva en estos dos casos no puede inferirse que suceda en todos, y esto por varias razones: 1. si así se hiciera, podría inferirse lo mismo en el sistema magnético de Gassendi; 2. de las propiedades de una natura determinada no pueden inferirse propiedades generales; 3. del hecho de que, por ejemplo, el agua tenga potencia para repeler ciertos cuerpos (como el aceite) no puede inferirse que repela a otros ni que sea una propiedad ínsita y común; 4. de los casos del agua y del mercurio no puede inferirse una proposición general que valga para toda la tierra.

6°. Lo que existe inútilmente en los cuerpos es inútil, y la fuerza atractiva es inútil, ya que nunca se reduce totalmente al acto.

7°. No parece que la atracción siga la línea recta, de acuerdo a ciertas experiencias con globos suspendidos en el aire.

8°. Si la tierra atrajera según todos sus puntos a un globo suspendido en el aire, la atracción sería casi infinita y la aceleración de caída casi instantánea; en cambio, si sólo lo atrajera según la línea perpendicular, caería más lentamente de lo que muestra la experiencia (p.31).

9°. Esta fuerza de gravedad resulta una explicación total de la física encerrada en una sola palabra. Entonces habría que decir: por ella se produce la refracción, la circulación de la sangre en las venas, la ascensión de la savia en los árboles. Cualquier pregunta con respecto a un movimiento se contestaría por la fuerza de atracción, lo cual es como ignorar todo y apelar a una cualidad oculta (p. 32).

En la Disputación IV, sobre lo pesado y liviano (pp. 153-250), Sección 2ª, al impugnar algunas teorías, para el caso de Newton se remite a lo anterior y los problemas sobre la gravedad se resuelven de acuerdo a la tesis que asume el profesor: los cuerpos de por sí no tienen tendencia gravitacional alguna y ésta se explica por el peso.

2.1.2. Cayetano Rodríguez, *Curso de Física* (Colegio Montserrat, Universidad de Córdoba, 1782)

El tema de la gravedad se introduce oblicuamente, a propósito de la teoría de la luz, en el Libro VI. En la Cuestión 1ª pregunta qué es la luz. Al explicar sus propiedades, en la Proposición 1 (p. 141 ss) trata la reflexión y la refracción refiriéndose a Newton y allí menciona la gravedad: “...en primer lugar [Newton] atribuye a las sustancias corpóreas y a cada una de sus partes, una ingénita e inseparable gravedad, cuya cantidad siempre es proporcional a la cantidad de dicha materia” (p. 148). “Incluso la materia sutil –dice– no carece de gravedad”, atribuyendo esta frase al mismo Newton. Continúa refiriendo la explicación que da Gravesande, supuesto lo cual, explica que en la Cuestión 29 de su *Optica*, Newton establece que la refracción de la luz surge de la mayor atracción que sobre ella ejercen las partes de un medio más denso, ya que para él es un efluvio sustancial (cf. la Cuestión 28). Bibliográficamente menciona la obra *Observaciones a la Física del Sr. Isaac Newton* de Tomás Campailla, como crítica, y a Gravesande, Clarke y “otros” a favor.

Rodríguez no acepta el principio de la gravitación universal porque obra al modo de las cualidades ocultas, pues Gravesande mismo afirma que no puede deducirse de las leyes conocidas sobre la materia y Newton, en *Principia Mathematica* reconoce que toma las palabras “atracción” e “impulso” en sentido matemático y no físico. Como segunda objeción aduce que los corpúsculos lumínicos y los efluvios se juntarían en partes alejadas y formarían nuevos astros, debido a su gravedad (gravitación) propia. En tercer lugar, objeta que según el principio newtoniano: “los efectos naturales del mismo género tienen las mismas causas”; entonces la luz y el sonido deberían tener similares causas porque los efectos son similares. Además, según Newton¹⁰ la opacidad de los cuerpos se debe a la multitud de reflexiones que se producen en sus partes interiores. Por tanto, la transparencia no debería comportar ninguna o casi ninguna reflexión, pero la

¹⁰ *Optica* II, Parte 2, Prop. 3.

mayor parte de la luz se transmite al incidir en un cuerpo diáfano. Si la parte de luz que se transmite incide en las partes sólidas del cuerpo transparente, entonces ellas no impiden la luz (como afirma en la Prop. 8 de la Cuestión 31); y si se transmite por los poros, entonces estos reflejan como lo harían las partes sólidas. De estas objeciones concluye que la fuerza de atracción no explica nada, ni se ha probado suficientemente (p. 150).

2.1.3. Mariano Medrano, *Curso de Física General* (Colegio de San Carlos de Buenos Aires, 1794)

Las referencias al tema gravitatorio son escasas y se hallan en la Conferencia III, sobre el cuerpo natural en cuanto móvil, pesado, liviano, elástico, dilatado y denso (p. 71 ss), cuya Cuestión 3ª trata el tema de la gravitación. Comienza con una cita del P. Fabri: “hay que tratar gravemente de la gravedad” (p. 109). Menciona las *Recreaciones filosóficas* de Almeida y a Bartoldo Hauser en la definición: cuerpo grave es el que abandonado tiende a moverse hacia abajo. Distingue el centro de gravedad y el centro de gravitación, reconociendo que se han enunciado diferentes hipótesis para explicar estos fenómenos. La teoría peripatética considera la gravedad como una fuerza que surge inmediatamente de los cuerpos pesados. Pero parece no poder ser referida ni a la materia, ni a la forma ni a la natura. Luego no explica nada. Gassendi rechaza la teoría peripatética y explica la gravedad por efluvios que surgen de la tierra, concibiéndola a modo de un gran imán que emite átomos ganchudos, los cuales atraen a los cuerpos hacia ella. Pero no queda claro si ese movimiento de los átomos ganchudos se debe a su propia gravedad, o a su vez deben ser atraídos por otros, y así indefinidamente. Tampoco se ve si prenden a los cuerpos por sus vacíos (poros) o por sus partes sólidas, porque ninguno de los dos supuestos parece posible, a pesar de los esfuerzos probatorios del P. Maignan. Leibniz supuso que se debe a una masa sutil que rodea a la tierra. Acepta con Brixia que es difícil entender cómo opera esta materia sutilísima. Descartes y otros modernos opinan que se debe al movimiento vorticial de la materia sutil.

Esta teoría presenta todas las dificultades ya mencionadas sobre los movimientos de la materia sutil y en definitiva también esta hipótesis es rechazada.

Newton, dice el profesor, considera que la gravedad es una propiedad general de todos los cuerpos, según la cual el de mayor masa atrae al de menor masa en relación también a su distancia. Pero como la tierra tiene una enorme masa en relación a los cuerpos que hay en ella, y estos distan relativamente poquísimo, por eso caen. Esta hipótesis no puede admitirse porque: 1°. supone una acción a distancia, en contra de los principios generales de la Física; en efecto, estos principios exigen que un cuerpo, para comenzar a moverse, reciba un impulso, y para superar este argumento no bastan las advertencias de Clarke a favor de Newton; 2°. la gravedad resulta una cualidad oculta al estilo de las propuestas peripatéticas; el mismo WWolff considera suficiente que dicha fuerza inhiera en un sujeto, y los newtonianos admiten que existe en la natura de los cuerpos por la voluntad del Creador. Duhamel, en cambio, opina que la gravedad y la caída de los cuerpos se deben a una causa extrínseca e impelente, aduciendo algunas experiencias.

2.1.4. Diego Estanislao de Zavaleta, *Curso de Física General* (Colegio de San Carlos de Buenos Aires, 1795)

La teoría general de Newton aparece mencionada en dos temas: elasticidad y gravedad. Con respecto al primero, del que se ocupa en la Sección 4^a, Cuestión 1^a (p. 81 ss) enuncia la teoría de Newton sobre la fuerza atractiva y repulsiva (p. 98), rechazándola en la 2^a conclusión (p. 99), por la prueba de los globos, mencionada también por otros profesores. Una segunda prueba en contrario (p. 100) aduce que en todo cuerpo existirían las dos fuerzas simultáneamente, lo que no parece posible.

A partir de la p. 119 comienza a exponer la teoría de Newton, después de rechazar las posturas de los peripatéticos y los antiguos atomistas; transcribe el párrafo donde Newton declara “*hypothesis non fingo*” y señala que el principio de atracción se presenta como general para todos los cuerpos y sus partes (p. 120). Explica la relación de la atracción con la distancia (p. 121) aunque no lo expresa matemáticamente. Indica que es válido para los cuerpos celestes y terrestres. En la Conclusión 2^a dice que este sistema no puede admitirse (p. 121). La primera razón es que no puede admitirse lo inexplicable. En segundo lugar, porque no satisface suficientemente (no “salva”) los fenómenos (p. 122). Le resulta inexplicable que la fuerza esté en el centro (de la tierra o de cada cuerpo), que sea tan potente como lo requiere el sistema y que sea intrínseca. Estos son los elementos inexplicables que se asumen sin prueba en dicho sistema. La crítica sigue varias páginas. Después de rechazar las tesis de Gassendi, Leibniz, Duhamel, Castel, Zanchi y Hauser (Conclusión 5^a) acepta (en la Conclusión 6^a de p. 130) que esta fuerza “proviene inmediatamente de Dios a fin de constituir el globo terrestre”.

Al tratar la solidez y la fluidez (Sección 10^a, Cuestión única, p. 270 ss) vuelve a mencionar el tema de la atracción newtoniana. En la Conclusión 2^a declara que la solidez de los cuerpos no se debe a ella (p. 275). El argumento es que en el sistema la fuerza de atracción es proporcional a la cantidad de masa, en ese caso los cuerpos más densos serían más sólidos, lo que contraría la experiencia, porque el mercurio es fluido y densísimo; a la inversa hay cuerpos sólidos y poco densos. El segundo argumento es que como la fuerza atractiva es un principio general, en todos los cuerpos debe haber mutua atracción, lo cual también contraría a la experiencia. En efecto, el agua y el aceite se repelen (nótese que este argumento corresponde más bien a la crítica del sistema que a este punto). En congruencia con otros profesores, acepta que la solidez se debe al plexo (estructura) de las partículas (Conclusión 4^a, pp. 276-7) y ya no se menciona más a Newton.

2.1.5. Fernando Braco, *Curso de Metafísica* (Convento Recoleta de Buenos Aires, 1796)

La atracción newtoniana está tratada en la Cuestión 8ª de los *Prolegomena in Physicam*, en la 10ª y en la 11ª. En la 8ª, pregunta en qué consiste la solidez de los cuerpos, enuncia las teorías de Descartes (para quien se debe al reposo de las partículas), Boyle y otros (para que haya solidez basta que las partes más pequeñas e insensibles se toquen) y la tesis de Newton: las partículas de la materia tienen fuerza ínsita atractiva, de modo que un cuerpo es sólido cuando la atracción hace que se unan por una superficie mayor. Los newtonianos añaden varias leyes de atracción, que no es necesario reproducir, dice, porque esta teoría parece improbable (p. 251). Luego explica a Gassendi y los atomistas. La Primera Conclusión, contra Descartes, sostiene que la solidez o firmeza no consiste en el mero reposo de las partes (p. 251). En la Segunda Conclusión niega que se deba al contacto inmediato (p. 252) y en la Tercera afirma: “La solidez de los cuerpos no se debe a la atracción newtoniana” (p. 252).

El primer argumento de la prueba es que según la teoría de Newton la potencia atractiva es proporcional a la cantidad de materia, y conforme a esto los cuerpos más densos deberían atraer más. Además, un cuerpo sería tanto más sólido cuanto más denso, lo cual contraría la experiencia. Segundo argumento: una ley de atracción es que a igual masa igual fuerza atractiva; luego a igual masa habría igual solidez, lo que contraría la experiencia. Tercer argumento: la fuerza atractiva es una propiedad general de todos los cuerpos y de todas sus partes, según los newtonianos. Por tanto, todos se adherirían de acuerdo a su densidad o cantidad de materia, lo cual no sucede, como es el caso del mercurio.

En la Cuarta Conclusión expone su postura: la solidez y consistencia de los cuerpos es el nexo de las partículas en contacto superficial múltiple. En la Cuestión 9ª hay una referencia a los newtonianos, para quienes la fluidez

se debe a la figura redonda y la atracción. En p. 255 insiste en que para explicar la fluidez no es necesario recurrir a la atracción newtoniana.

En la Cuestión 10^a donde se pregunta “¿Qué es y en qué consiste la elasticidad de los cuerpos?”, al tratarla, la describe como una propiedad que algunos consideran general a todo cuerpo. Explica la teoría de Descartes que la refiere a la materia etérea que penetra en los poros (p. 259) y la de Boyle, para quien se debe a la forma de las partículas. Los newtonianos la explican como efecto de la fuerza de atracción (p. 259) y Gassendi por la figura de las partículas componentes. Suscribe la opinión del P. Hauser y distingue entre: 1^o. movimiento de elasticidad y 2^a aptitud a tal movimiento. Refiere al efecto algunas experiencias del Cardenal Ptolomeo. En la Conclusión 1^a (contra Descartes) dice que la irrupción de la materia sutil no basta para explicar la elasticidad (p. 261). La Conclusión 2^a (contra Boyle) afirma que no se explica por la estructura espiralada. La Conclusión 3^a (contra Newton) dice “La elasticidad no consiste en la potencia atractiva o revulsiva de las partes según la teoría newtoniana” (p. 261). Da dos argumentos: 1^o. Los cuerpos comprimidos tienen más cohesión de partes y por tanto gravitarían más y no tendrían por qué a su vez gravitar entre sí o volver a su estado anterior; 2^o. si la potencia repulsiva es causa de la elasticidad, se disolvería la unidad de las cosas elásticas (al menos así sucedería en el vacío). En la Conclusión 4^a rechaza el sistema de Gassendi y en la Quinta explica la elasticidad como consecuencia de la estructura mecánica (p. 262).

La Cuestión 11^a pregunta “¿Qué es y en qué consiste la gravedad de los cuerpos?” Primariamente describe fenómenos gravitatorios. A continuación explica las opiniones peripatéticas (del principio extrínseco). Luego expone la teoría de Newton, mencionada por Clarke. Según el profesor “la fuerza por la cual los cuerpos pesados se mueven hacia abajo, es referida inmediatamente sólo a Dios por los newtonianos, pues enseñan (entre ellos el famoso Samuel Clarke) que la gravedad o peso de los cuerpos no es un movimiento adventicio o efecto de alguna materia sutil, sino una ley primigenia y general de la materia universal, impuesta por Dios de modo

que haya en ella una fuerza que perpetuamente la conserve” (p. 265). Añade que no queda claro qué entiende Newton por esta fuerza. Explica el sistema cartesiano de los vórtices y el atomista de Gassendi (los átomos ganchudos). También menciona la teoría del P. Lana, Castel y Hauser, de la acción rectilínea de la materia etérea. En la Conclusión 1^a sostiene que no es una potencia intrínseca de los cuerpos, o de la materia, en el sentido de los antiguos atomistas, o de los peripatéticos. En la Conclusión 2^a dice: “La hipótesis newtoniana de la fuerza gravitatoria de las partes de la materia no puede aceptarse por su incoherencia” (p. 268). Da tres argumentos como prueba de su aserto: 1°. La fuerza de gravedad está en el centro del cuerpo, o tiende a él, o ambos supuestos. Pero no puede ser ninguno de los tres casos, pues el centro es un punto imaginario, incapaz de fuerza alguna. Una fuerza tal debería residir en una superficie; pero si es externa, dependerá de la distancia y entonces no se ve cómo es ínsita. 2°. Esta teoría no explica la tendencia de los cuerpos hacia el centro con diversa gravitación según las distancias; 3°. la fuerza atractiva genera otra repulsiva y por tanto en un mismo cuerpo (por ejemplo una piedra) habría una fuerza atractiva hacia abajo y otra expelente hacia arriba. Finalmente objeta que estas fuerzas son a modo de cualidades ocultas, de las cuales no se puede dar razón física (p. 269).

En la Conclusión 3^a rechaza la teoría cartesiana de los vórtices y en la 4^a las teorías de Gassendi, Leibniz y Duahamel. En la quinta, finalmente, acepta la hipótesis del P. Lana, Castel y Hauser, para quienes la gravedad se debe, sea a la estructura de los cuerpos, sea al ímpetu proveniente del éter recibido en ellos (p. 271). Las objeciones que plantea en el siguiente acápite, cinco en total, se refieren casi todas al impulso del éter: no hay ningún argumento newtoniano, ni esta teoría se vuelve a mencionar.

2.2. El tema de la luz

Es sabido que una de las grandes direcciones de la investigación postnewtoniana estuvo centrada en las cuestiones ópticas, constituyendo una línea más experimental y en cierto modo afín la tradición experimentalista prenewtoniana¹¹. En las obras didácticas usadas en el siglo XVIII la sistemática incorporadora es bastante variable, así como los argumentos en favor o en contra de la óptica newtoniana, la cual no siempre fue vista en el contexto de toda la propuesta de la nueva física. Nuestros profesores rioplatenses, carentes de un contacto directo con investigadores científicos, sólo pudieron conocer estos problemas a través de la bibliografía a su alcance, constituida básicamente por manuales de uso corriente en Europa, como ya se dijo, y de la que se servían más o menos a la letra, según sus posibilidades de articular los cursos encomendados.

Si comparamos el proceso de incorporación de los temas ópticos con el de la teoría física general –pobrementemente expuesta y casi siempre mal comprendida– veremos un panorama un poco más alentador. Una larga tradición de la física en esta dirección hacía aceptable la introducción de novedades, sobre todo de base experimental. Hay una actitud bastante positiva frente a la teoría de la luz y los colores de Newton, y cuando se la rechaza, se debe a que el profesor asume como válidas las experiencias contrarias, de acuerdo a la bibliografía que usa. Esto nos muestra que en general el método que nuestros docentes aceptaban siempre era el empírico

¹¹ Cf. Paulo César C. Abrantes, “Newton e a Física francesa no século XIX”, cit. La Física Especial tomó como punto de partida las *Queries* de la *Optica*, sobre todo en la 2ª y 3ª ediciones. En esta línea se sitúan los trabajos de Gravesande, Boerhaave, Musschenbroek y Nollet. Esto explica que de los ocho cursos rioplatenses de la segunda mitad del siglo XVIII que mencionan las teorías newtonianas, todos menos uno (el de Braco, que no incluye el tema de la Óptica) se refieren preferentemente a este aspecto, mientras que sólo cinco, como se ha visto, explican la teoría física general.

(que no sirve para confirmar o falsar una teoría general) y sólo en pocos casos se rechaza deductivamente la hipótesis óptica newtoniana.

También el marco expositivo es variado. Hallamos temas de óptica en los siguientes contextos:

- a. En la física general: el tema de la luz¹²;
- b. En la Física Especial: el tema de la luz y los colores¹³;
- c. En los tratados *De Anima* o de *Metafísica*: los colores (a veces la luz) al tratar los sensibles propios y otros temas vinculados a la visión¹⁴.

Sin embargo, se aprecia que esta diferencia de marcos inmediatos no influye en la exposición ni en los argumentos con los cuales se acepta o rechaza. Analizo a continuación los manuscritos.

¹² Es el caso del *Curso de Física* de Benito Riva (Universidad de Córdoba, 1764), el *Curso de Física* de Cayetano Rodríguez (Colegio de Montserrat, 1782), *Curso de Física* de Elías del Carmen Pereyra (Universidad de Córdoba, 1784), *Curso de Física General* de Mariano Medrano en el Colegio de San Carlos de Buenos Aires (1794) y el *Curso de Física General* de Diego Estanislao de Zavaleta de 1795 en el mismo Colegio.

¹³ Los cursos de Física Especial entre nosotros sólo se impartieron en el Colegio de San Carlos, y en sus contenidos estaban más próximos a los antiguos “meteorológicos” aristotélicos. Sin embargo, lo que constituiría el núcleo de la Física Especial del siglo XVIII se incluía en la segunda parte de la Física General. Por eso podríamos considerar que el tratamiento de los colores en los cursos de Riva, Rodríguez y Pereyra corresponde a lo que en los nuevos programas era la Física Especial.

¹⁴ Es el caso del *Curso de Metafísica* de Rivarola (Colegio Carolingio, 1781). Los demás cursos que incluyen el tema del color como sensible propio no tratan a Newton.

2.2.1. Benito Riva, *Curso de Física* (Universidad de Córdoba, 1764)

Este jesuita se ocupa de Newton y su sistema en cuatro oportunidades. Dos de ellas abordan temas ópticos. El Libro V, que trata los fenómenos luminosos en poco más de 70 páginas, dedica su Sección 3ª a las leyes de la luz. Al enunciar la tercera regla sobre el tiempo de transmisión (velocidad) de la luz, indica que muchos sabios modernos, como Cassini, Roemer, Newton y Huygens se oponen a la teoría de la propagación instantánea (p. 549) e indica como adecuados expositores de la controversia a Regnault y Feijoo.

En la Sección 4ª pasa al tema de la naturaleza de la luz, e impugna varias teorías, primero la peripatética y luego la newtoniana (pp. 553-556). La expone del siguiente modo: la teoría de Newton es que la luz consiste en sutilísimas partículas emitidas por el cuerpo lúcido y dispersas, mientras que antes estaban unidas y cohesionadas al cuerpo luminoso, al modo del vapor en la evaporación.

En contra, expone las siguientes objeciones: 1º. No se explica cómo esas sutilísimas partículas son llevadas a la retina del ojo; 2ª. Es inexplicable la enorme distancia a que llega (por ejemplo la luz de una candela en la oscuridad); 3ª. Resulta inexplicable que la luz desaparezca cuando se cierra la ventana; 4ª. No se explica el tiempo insensible de su propagación; 5ª. Según los cálculos del tiempo que tarda el Sol en iluminar los planetas, debería tener una dimensión incomprensible; 6ª. Resulta increíble la cantidad de corpúsculos que deben salir de una gota de aceite encendida para iluminar tanto espacio (conforme al cálculo de Mayr).

Por todas estas consideraciones rechaza la teoría y en la Sección V sostiene que la luz es un movimiento celerísimo de la materia sutil existente en todo el espacio desde la creación. Luego, al tratar la propagación, la reflexión y la refracción, ya no menciona a Newton y los 34 problemas que presenta sobre estos fenómenos son resueltos en forma independiente.

En la *Disputatio II de coloribus*, contra lo esperado, no se expone a Newton. Primeramente impugna la teoría peripatética sobre la natura del color (p. 585 ss) aceptando que el color se debe a la variada textura del cuerpo, que modifica la luz recibida. Incluso explica así la producción del espectro cuando un rayo pasa por un orificio. Tampoco menciona a Newton al tratar, en la Sección 5ª de la *Disputatio* (pp. 599-601), la producción del espectro por el prisma. Indica que hay diversa refracción según se trate de la parte inferior, media o superior, y el color inferior es el rojo porque allí hay mayor número de rayos y ese es el color más fuerte (p. 600) explicando los demás casos por la fortaleza del color y no del rayo.

2.2.2. José Rufo, *Curso de Metafísica* (Universidad de Córdoba, 1766)

Las teorías newtonianas se encuentran en la Disputación II, Artículos 2 y 4.

La luz se define como propiedad que hace visibles a los cuerpos próximos (p. 269). Luego explica técnicamente qué son la reflexión y la refracción, los conceptos de punto de incidencia, de reflexión y de refracción, etc. Pasando a explicar su natura (p. 273), admite que hay controversia al respecto y menciona “los corpúsculos sutilísimos ígneos de Gassendi y Newton” indicando como fuente a Mayr.

Expone la teoría peripatética sufragada por Fabri y luego la de Descartes sobre el movimiento de los glóbulos del segundo elemento. A continuación pasa al tema de la transparencia. En todo este tema la mención concreta a Newton es sólo una línea. Sin insistir sobre estas teorías, se inclina por la tesis de que la luz consiste en el movimiento de la materia sutil. En la *Resolución de Objeciones*, cuando responde a la tercera objeción, que versa la propagación (hay casos que no se explicarían en la hipótesis del profesor, sobre todo la cuestión de la instantaneidad), sostiene con Feijoo que la luz no se propaga instantáneamente “por sí y en sentido metafísico” sino “sólo sensiblemente y en cuanto a nosotros” (p. 283). A propósito de esta

afirmación menciona las experiencias de Roemer, Halley, Newton, Huygens y otros modernos, que detectan un tiempo de propagación (p. 284).

En el Artículo 4 (*De coloribus*) se ocupa de la antigua disputa sobre colores permanentes y transeúntes y considera a los colores como modificación de la luz, mencionando algunas experiencias de Boyle. Más adelante, particularizando, se refiere a la posición de Fabri, para quien los rayos luminosos son homogéneos. Y entonces (p. 331) explica el sistema de Newton y el concepto de rayos heterogéneos, añadiendo, con respecto a los colores: “...el rayo rojo se compone de partículas rojas, ya sí respectivamente los demás; pero no en el sentido de creer que los rayos son formalmente rojos sino rojíferos, es decir, que pueden producir el color rojo en los cuerpos y así excitar en nosotros la sensación del color rojo” (p. 331). En tercer lugar –dice– Newton estatuye la diferente refractabilidad y reflexibilidad, que va en orden, consistiendo la blancura en la mezcla de todos los rayos. Añade que Newton demuestra experimentalmente estos asertos con las experiencias del prisma, mencionando la del papel donde se dibuja el espectro. Luego indica que muchos científicos impugnan este sistema, sobre todo el P. Castel; menciona la carta de 1730 publicada en las *Mémoires de Trévoux*, Art. 111. Sin tomar partido en esta controversia, se inclina por la explicación de la diversidad de colores que propone Regnault (p. 333) y a continuación desarrolla con más detalles la tesis de que la diversidad de colores se debe a la diversa textura y estructura de la superficie coloreada.

2.2.3. Pantaleón Rivarola, *Curso de Metafísica* (San Carlos de Buenos Aires, 1781)

Este Curso se ocupa de Newton en el *Tractatus de anima*, cuya Cuestión 6ª trata la naturaleza de la luz (p. 142-150). Las dos teorías analizadas –peripatética y newtoniana– son rechazadas en sendas conclusiones: 1ª: “la luz no es una cualidad entitativa, educida en los cuerpos iluminados” (p.

143) y 3ª: “la luz no consiste en corpúsculos sutilísimos de fuego emitidos por el cuerpo luminoso” (p. 144), para sostener, en la Conclusión 2ª: “La luz es una sustancia entitativamente corpórea o cuerpo sutilísimo” (p. 143).

Las razones para rechazar la teoría newtoniana son varias y todas de orden empírico. La hipótesis no explicaría cómo una pequeña lámpara encendida de noche transmite sus corpúsculos a tanta distancia como se ve. Tampoco se explica el movimiento celerísimo que deben tener dichas partículas. Además, si la lámpara se coloca dentro de una campana o algo transparente, no se explica cómo salen los corpúsculos, como si entre el aire y la llama no hubiese nada. Por otra parte, se argumenta que en una habitación con una sola vela habría tanta luz como con varias, lo que es contrario a la experiencia (p. 146). En realidad, en este texto no se menciona explícitamente a Newton, sino que se habla en general de la teoría emisiva. El argumento (usado por otros específicamente contra los newtonianos) de que en la hipótesis dada el Sol perdería parte de su masa, también se incluye aquí.

Las ideas de Rivarola acerca de la luz, enunciadas en la Conclusión 2ª, se completan con la 4ª: “La luz consiste en el movimiento trémulo y vibratorio de la materia etérea”. Cuando responde a las objeciones a esta teoría no menciona ninguna de raigambre newtoniana.

El otro tema óptico newtoniano es la Cuestión Séptima sobre los colores (pp. 155-171). Enuncia varias posturas: los peripatéticos, que distinguen los colores en verdaderos y aparentes y los consideran cualidades entitativas distintas de la sustancia. Otra teoría sostiene que los colores provienen de la modificación de la luz según la variada reflexión, refracción y disgregación de los rayos, y es la hipótesis defendida por Gassendi, Boyle, Maignam, Saguens y otros. La tercera teoría referida es la de Newton en su *Optica* (1719) a quien Rivarola considera “sapiéntísimo y de eximio ingenio” (p. 155), añadiendo que para elaborarla realizó muchos y muy cuidados experimentos. Según esta teoría, explica el profesor, cada rayo tiene su

propia reflexibilidad y refractabilidad; un objeto es rojo porque refleja rayos rojos. Defendieron esta posición y continuaron experimentándola Gravessande, Muller, Pluche, Nollet y otros. La cuarta teoría, más antigua, es la de Malebranche: la diversidad de colores se debe a los movimientos de la materia sutil, que son vibratorios (análogos al sonido).

A continuación se formulan las críticas e impugnaciones. En el Artículo 2º se rechaza la teoría peripatética mediante dos conclusiones: 1ª: “La división de los colores en verdaderos y aparentes no es válida” (p. 157) y 2ª: “El color no es una cualidad entitativamente distinta de la luz” (p. 158), citando aquí a Goudin. En el Artículo 3º se impugna la segunda teoría (p. 160) para la cual los colores consisten en la modificación luminosa producida en la superficie de los cuerpos.

Finalmente, el Artículo 4º propugna el sistema de Newton a través de su conclusión: “Los colores consisten en los rayos luminosos mismos, intrínsecamente disímiles, dotados de propia y peculiar refractabilidad y reflexibilidad” (p. 163). La prueba ofrecida son los experimentos de Newton: 1º. El rayo luminoso que pasa por un agujero incidiendo en un papel blanco forma el espectro; experiencias de la máxima refractabilidad del violeta y la mínima del rojo; 2º. Experiencias con doble prisma y cambio direccional muestran que los rayos no pierden su primitivo color (p.164); 3º. Experiencias en que el vidrio transmite los rayos de color análogo; 4º. Conjugando los colores, estos se opacan y aparece el blanco.

Indica además que estos experimentos no fueron hechos solamente por Newton, sino repetidos muchas veces por otros investigadores en Italia, Holanda y Alemania, de lo que da cuenta Musschenbroek (p. 165). Entre estos experimentadores cita al mismo Musschebroek, Corsini, Pluche, Nollet y Almeida. Señala a continuación que, aunque la luz parezca una sustancia simple o uniforme y homogénea, sin embargo sus partes son heterogéneas. Advierte que la separación de un rayo homogéneo en siete heterogéneos no debe interpretarse en el sentido de que los rayos tuvieran algo así como una

cualidad intrínseca de color, sino una disposición o potencia para afectar los nervios oculares produciendo en nosotros la sensación de color. Del mismo modo, no es que los objetos tengan en sí el color, sino la disposición para que nos afecten del mismo modo como los vemos (p. 166).

En la *Solución a las objeciones* presenta cuatro argumentos en contra. El primero, tomado de Almeida, es que según la experiencia del P. Juan Bautista (el rayo rojo introducido en la caja forrada de blanco) los rayos heterogéneos no conservan su color; se confirma con las experiencias de Boyle y Rizzetti. La respuesta está tomada de Nollet y Muschenbroek: esas experiencias, pocas e inseguras, no pueden contradecir las múltiples realizadas antes (p. 167).

Como corolario, expone un recaudo metodológico entre las condiciones requeridas por las pruebas aducidas a favor o en contra de una hipótesis sobre el tema: 1°. que el prisma sea de vidrio purísimo; 2°. que no haya ninguna otra luz en el cuarto de la experiencia; 3°. que no haya nubosidad, porque en ese caso se producen muchas reflexiones y refracciones de los rayos en la atmósfera. Supuesto esto, está claro que las experiencias favorecen la tesis de Newton.

La segunda objeción también está tomada de Almeida: un vidrio verde deja pasar un rayo verde, lo mismo uno rojo deja pasar un rayo rojo. Pero esto contraría la tesis de Newton, ya que de acuerdo a ella el vidrio es verde precisamente porque refleja rayos verdes, luego no puede transmitirlos. La respuesta niega paridad entre un objeto opaco y otro transparente, poniendo el ejemplo de diversos líquidos.

La tercera objeción es que no se explica por qué un género de rayos refracta o refleja más que otros. Responde negando que no haya causa (p. 169); tanto Newton como Nollet la atribuyen a la diferente estructura interna de la materia luminosa que compone los rayos. Lo mismo sostiene Muschenbroek, a quien también cita.

Cuarta y última objeción: el negro es un verdadero color, pero no consiste en reflexión ni en refracción. Responde negando que todo negro sea verdadero color, pues propiamente hablando es carencia de luz y color. El color negro es mixto, con poca reflexión (por ejemplo, el negro de la tinta o de los objetos negros opacos), es verdadero color porque refleja y refracta, aunque muy poco.

2.2.4. Cayetano Rodríguez, *Curso de Física* (Colegio Montserrat, Universidad de Córdoba, 1782)

Trata el tema en el Libro VI, sobre la luz y los colores. En la Cuestión 3 (*Quid dicendum sit de sententia Newtonis circa lucem*, pp. 138-161) concluye que “El sistema newtoniano, según el cual la luz consiste en corpúsculos de fuego purísimo radial emitidos por el cuerpo solar o cualquier otro cuerpo luminoso, no explica mal la totalidad de los fenómenos luminosos” (p. 159) y aquí parece no tener en cuenta lo dicho páginas antes, cuando se refiere a la teoría lumínica de Newton como argumento contra la gravedad.

A continuación, en cambio, expone objeciones a la conclusión. 1ª objeción: el Sol y los cuerpos ígneos perderían corpúsculos permanentemente y disminuirían su masa, lo que no vemos en la experiencia. Respuesta: las partículas son muy sutiles y además no habría cómo medir tan escasa pérdida. En tercer lugar, como los astros son también centros de gravitación, los corpúsculos dispersos vuelven a ellos.

2ª objeción: si la luz fuese un efluvio sustancial, no se propagaría instantáneamente. Respuesta: en efecto, no se propaga en forma instantánea, aunque así aparezca a la sensibilidad por la brevedad del tiempo. Se explican experiencias newtonianas sobre el tiempo de propagación y también se mencionan las de Picard y Roemer.

3ª objeción: no se explica por qué, eliminado el cuerpo luminoso, se extingue la luz. Respuesta: sucede al modo como cerrada la fuente cesa la afluencia de agua, porque la luz consiste en un vivísimo movimiento de la materia y no sólo en la materia misma.

4ª Objeción: resulta increíble que una luz visible a gran distancia haga llegar los corpúsculos hasta un radio tan grande, y además según esta teoría el aire diurno sería más denso que el nocturno y habría diferencias gravitacionales de caída. Respuesta: el foco luminoso tiene una esfera de actividad hasta donde llegan las partículas, y no es increíble que lleguen muy lejos por su sutileza y movimiento velocísimo. El aire diurno no es más denso porque las partículas luminosas son muy sutiles.

5ª objeción: en los casos de reflexión y refracción, cuando muchos rayos se unen en un lugar, si la luz fuese un efluvio sutil, habría interpenetración de los cuerpos, lo cual es imposible. Respuesta: hay unión en sentido físico, no metafísico.

En la Cuestión 4ª pregunta en qué consiste la natura física de los colores, considerados en general y en particular. Allí explica las teorías de Kepler (la diversidad se debe a la diferente opacidad y transparencia), Descartes (la variedad de colores surge del movimiento recto y circular de los glóbulos del segundo elemento y de sus modificaciones). Rechaza ambas con los argumentos de Pourchot contra Rohault. Los Peripatéticos consideran que los colores son accidentes (calidades) reales distintos de la sustancia. Esta teoría es rechazada porque tales accidentes distintos de la sustancia han sido negados antes en general.

Luego se refiere a Newton: “Entre las últimas teorías de los filósofos acerca de la natura de los colores, la más célebre en nuestra época es la teoría de los colores de Isaac Newton, el inglés” (p. 164). Explica la heterogeneidad de rayos y el color propio de cada uno, así como su propia y distinta refractabilidad y reflexibilidad, resultando el blanco una mezcla de

todos los colores en cierta debida proporción. Si un rayo blanco se separa por un prisma, aparece cada rayo con su color propio, y el rojo refracta menos que el naranja, etc. mientras que el violeta refracta más que todos. Se relata la experiencia del orificio en la ventana por donde pasa un rayo y la formación del espectro en la pared opuesta, con citas de Corsini y Almeida.

Luego afirma: “Esta explicación newtoniana sobre la naturaleza de los colores, si bien muy ingeniosa, parece totalmente arbitraria” (p. 165). Objeta que debería exponer por qué esos rayos son disímiles y cuál es la causa de su diversidad, porque la sola diversidad de figura no bastaría. Los newtonianos no pueden explicar cómo hay –si hay– una diferente estructura interna en cada rayo. Además hay experimentos que la contradicen. Los rayos separados deberían conservar su color, pero no es así, como lo muestra la experiencia de Mariotte. No basta la réplica de WWolff (los colores no habrían sido bien separados) porque entonces no se explica por qué tras la primera refracción se veía tan bien el violeta.

Por otra parte menciona la réplica de Legrand, para quien Mariotte no logró reproducir las experiencias de Newton. Presenta después una segunda objeción¹⁵ contra Newton: los rayos reflejan hacia todos los colores, sean de cualquier color que sean, a la luz roja aparecen rojos. Pero según el principio fundamental newtoniano, un cuerpo tiene un color determinado porque no todos los rayos que inciden en el cuerpo reflejan en el ojo. Que un rayo pierda su color al ser incidido por otro no es coherente con este sistema. Como tercera objeción expone la experiencia de Rizzetti del cuadro con el espectro iluminado con luz proyectada por un prisma, y que el amarillo se desvanece al alejar la pintura. La cuarta objeción es la experiencia del P. Juan Bautista del Oratorio: el rayo rojo introducido en una caja blanca.

Como resumen de estas objeciones, rechaza la teoría newtoniana y concluye: “Los colores considerados en general consisten formalmente en la

¹⁵ *Optica*, I, Parte 2, Prop. 3.

diversa combinación y modificación de los rayos luminosos, surgidas de la diversa figura y textura de las partes de la superficie del cuerpo coloreado” (p. 168) citando a su favor a Juan Bautista, Tosca, Almeida, Corsini y otros. A continuación expone algunas experiencias y sobre los colores en particular; sostiene contra Newton que “el color blanco o blancura consiste en mucha luz reflejada desordenadamente, mientras que el color negro o negrura consiste en poca o casi nada luz” (p. 170), añadiendo experimentos. Y luego completa la idea: “para la formación de los colores intermedios entre blanco y negro, se requiere necesariamente la disminución de los rayos luminosos producida por la mezcla de dichos rayos con la sombra” (p. 172).

En la *Resolución de Objeciones*, sobre un total de siete, dos aluden a las tesis newtonianas. La quinta afirma que los colores son intrínsecos a los rayos, como consta por algunas experiencias, citando a WWolff en apoyo de Newton. En la respuesta concede que haya diversa refractabilidad, pero aduce que los newtonianos no han probado su correspondencia con un color intrínseco ni que ella misma sea intrínseca. La sexta objeción dice que un rayo separado no altera su color aunque pase por un lente de otro color. En la respuesta duda que así sea, porque Mariotte y Rizzetti observaron lo contrario, y además en el caso del doble prisma, el segundo no debería alterar al primero.

Como contrapartida de esta Cuestión, en la Quinta, titulada “Exposición de los principales aspectos del sistema newtoniano sobre la natura de los colores”, propone una exposición de la tesis en sentido afirmativo, diciendo a los alumnos que el motivo es “que os veáis más obligados hacia la verdad común. Por mi parte procuro satisfacer en cuanto puedo vuestra curiosidad sobre todos los temas” (p. 179).

Comienza recordando que Newton editó en 1719 su sistema sobre los colores, seguido por Wolff, Pluche, Nollet y luego Almeida. Este sistema se separa de los demás en dos puntos: 1°. Todo rayo luminoso consta de siete colores, que juntos constituyen el blanco; pero si se separan, por ejemplo

por medio de un prisma, cada rayo resulta de un color propio. 2°. Los rayos tienen diversa refractabilidad, pues unos refractan más que otros. La Conclusión es la siguiente: “En la hipótesis newtoniana, según la cual los colores consisten en rayos luminosos intrínsecamente disímiles, y en su diversa refractabilidad y reflexibilidad, todos los fenómenos del color resultan explicados clara y distintamente; y esta hipótesis, a su vez, es totalmente acorde con los experimentos” (p. 179). A continuación describe varias experiencias: paso de un rayo luminoso por un prisma y formación del espectro; doble incidencia en prisma, manteniéndose el color separado; experiencia de la desigual refracción y experiencia de la formación del blanco uniendo el rojo con el violeta, que del otro lado del prisma aparecen separados. También cita las experiencias de Clarke.

En la *Solución a las Objeciones* se proponen las siguientes: 1ª Objeción: la experiencia del P. Juan Bautista del rayo rojo transformado en blanco al ingresar en una caja forrada de blanco. En la respuesta opone a ésta las experiencias de Nollet, Corsini y Le Pluche. Exige las siguientes condiciones experimentales: 1. que no haya ninguna luz en la habitación de la experiencia; 2. que se realice con cielo despejado; 3. que el prisma sea de vidrio purísimo. Afirma que la experiencia del P. Juan Bautista no fue lo suficientemente cuidadosa y el rayo rojo no estaba separado del todo. Esto se confirma porque el color obtenido no es blanco sino rojo blancuzco (o blanco rojizo) por la intromisión de alguna luz exterior.

2ª Objeción (de Juan Bautista y Almeida): si a la expansión del espectro, con el medio en blanco, proyectada sobre un papel blanco, se le antepone otro papel negro, se observa que el rojo ocupa el lugar del azul. Respuesta: este color prevalece porque es el más fuerte, mientras que los demás se debilitan por la interposición del papel negro.

3ª Objeción: en el sistema newtoniano no puede explicarse que un rayo verde pase por un vidrio verde, porque según la teoría el vidrio es verde precisamente por reflejar rayos verdes, y si es así no puede transparentarlos.

Nollet responde que un cuerpo traslúcido transmite mejor unos rayos que otros por la diversidad de glóbulos de luz existentes en los poros del cuerpo. Otros newtonianos (mencionados, sin citarlos, por Almeida) responden que se debe a la atracción del vidrio, y esto sucede según las leyes de la mecánica.

4ª Objeción: no en toda refracción aparecen los colores. Se responde que según el sistema newtoniano hay dos modos de separación. Uno es por reflexión, como sucede en los cuerpos opacos, y otro por refracción, en los transparentes. Por eso no a toda refracción sigue la separación, porque aunque los rayos incidan oblicuamente en el vidrio, cuando refractan por segunda vez, al salir, la segunda refracción corrige la primera. Se arguye también que los lentes ustorios no forman diversos colores, y contestan que los diversos colores aparecen cuando los rayos se separan, lo cual sucede sólo cuando inciden igualmente, y eso no es así en las lentes cóncavas. Las convexas no forman los colores porque su refracción se une en la misma parte y los rayos permanecen mezclados.

2.2.5. Elías del Carmen Pereira, *Curso de Física* (Universidad de Córdoba, 1784)

Este profesor aborda los temas newtonianos refiriéndose sólo a la óptica. En el Libro IV, sobre algunas de las propiedades de los cuerpos, la Sección 1ª se dedica a la naturaleza de la luz (p. 271 ss). Contra los peripatéticos, la considera el movimiento celerísimo y vibratorio de la materia sutil (p. 275). Aquí no se refiere específicamente a Newton, aunque lo menciona, junto con Gassendi, en la afirmación de que el cuerpo luminoso emite efluvios a modo de proyección (p. 275).

En la segunda objeción (“*ex Newtono*” propone que, si la luz consistiera formalmente en el movimiento celerísimo del éter, no podría propagarse en línea recta. En la respuesta no se menciona a Newton. En cambio hay un

párrafo, con el título de *Animadvertio*, que dice: “Los Newtonianos afirman fuertemente que la luz es un efluvio sustancial de naturaleza ígnea; otros opinan lo contrario. Se examinarán estas teorías al tratar la natura del fuego y el calor. Pues no puede resolverse esto por una vía interna, ya positiva, ya negativa, como lo muestra Francis Bacon de Verulan, quien establece un paralelo entre el sonido y la luz, que se explicará al tratar el sonido” (p. 282). Pero los temas del fuego y el calor no corresponden a este curso de Física General, al contrario de otros casos.

En la Sección 3^a explica la teoría de Rizzetti sobre los colores (según la cual son mezcla de claridad y sombra), la de Descartes y Malebranche sobre la mezcla de glóbulos y sus respectivos movimientos, y luego la de Newton. Señala la nota de refractabilidad propia y que cada rayo tiene su propia estructura y color: “Toda esta diferencia surge, dice Newton, de la diversa figura de las partículas de las cuales se componen los rayos luminosos”, ya que no admite que esa composición sea globulosa (p. 310). Por tanto cada cuerpo ostenta el color que refleja. Esto se prueba por la separación de los rayos en el prisma.

En su Conclusión sostiene: “Los colores primigenios [*sic* por “intermedios”] entre el blanco y el negro no pueden explicarse en el sistema newtoniano, por lo cual decimos –con Gassendi– que ellos consisten en la variada mezcla de luz y sombra” (p. 310-311), citando en su favor a Juan Bautista y Almeida. La crítica a Newton se centra en que no se ha probado ni explicado la diversa refractabilidad y reflexibilidad. Sostiene que esto es inaceptable, así como la diversidad de figuras de las partículas luminosas (p. 311). La objeción empírica es que una cosa, de cualquier color que sea, puesta ante un rayo azul es azul, puesta ante uno rojo se ve roja, etc.

También refiere el experimento de Juan Bautista (un rayo rojo introducido en la caja blanca se ve blanco) y el de Rizzetti (la pintura con el espectro aproximada al prisma) añadiendo: “no se me oculta que algunos newtonianos niegan estas experiencias, pero además de la ofensa que ello

significa para estos sabios, sus objeciones nada valen, pues estas experiencias fueron aprobadas por los académicos” (p. 314).

Los argumentos que siguen a esta mención son experiencias que parecen contradecir la hipótesis newtoniana del color propio heterogéneo. En la Solución de Objeciones a la tesis de la mezcla como explicación del color, se exponen todos los argumentos newtonianos.

La primera objeción es: los colores se explican suficientemente con la hipótesis de Newton; la prueba son las experiencias del prisma. La objeción viene a decir que, si los rayos son intrínsecamente disímiles, sólo la teoría de Newton es verdadera. En la respuesta se dan dos soluciones: a) si la disimilitud es intrínseca, la niega; si es extrínseca la concede, pero niega la consecuencia por los argumentos ya expuestos; b) también puede negarse la menor del silogismo objetante, ya que en el sistema de Newton no se expresa una causa física de la diversa refractabilidad aducida (p. 317).

En la segunda objeción e instancia se insiste sobre el modo y alcance en que debe entenderse la diversa refracción y la causa de la desviación del movimiento invocado por Newton, que siempre parece “oculta”. En cuanto a la variación de colores de los objetos mezclados, se proponen algunos ejemplos en relación a su composición, densidad, etc.

La tercera objeción sostiene que los newtonianos han establecido experimentalmente la diversa refractabilidad de los rayos, probando que el violeta refracta más que los otros (p.324) y que el rojo es el que refracta menos. En la respuesta se niega que tal diversa refractabilidad sea intrínseca.

La cuarta objeción es que, si el blanco surge de la mezcla de todos los colores, los intermedios no son mezcla de blanco y negro. La respuesta niega que la causa formal del color blanco sea la mezcla (p. 327). Quinta y última objeción: los colores separados no varían, luego la hipótesis

newtoniana es cierta. La respuesta intenta explicar el fenómeno sin recurrir a la hipótesis newtoniana.

En la *Animadvertio* de p. 329 recuerda –con Juan Bautista y Pourchot– la relación entre la diversa refractabilidad y reflexibilidad propuestas por Newton y su teoría gravitatoria; es decir, que la refracción se explicaría por la ley de atracción, que a su vez se rechaza considerando que Newton no la ha explicado con suficiente precisión.

2.2.6. Mariano Medrano, *Curso de Física General* (Colegio de San Carlos de Buenos Aires, 1794)

Trata el tema en la Conferencia IV sobre el cuerpo en cuanto sonoro e iluminado y coloreado. La Cuestión 4^a se pregunta en qué consiste la naturaleza física de los colores, tanto en general como en especial. Comienza citando *El espectáculo de la naturaleza* de Pluche, e indica que el tema es oscuro y difícil. Explica la teoría de Descartes con su diferenciación de movimientos rectos y circulares para dar razón de la diversidad cromática. La rechaza porque: 1°. no explica suficientemente los colores intermedios; 2°. no explica la refracción y reflexión que se producen cuando un rayo de luz incide en un lente. Luego refiere la teoría de Gassendi, según la cual los colores serían mezcla de luz y sombra. En esta línea, con algunas variantes, ubica a Boyle y Rizzetti.

Luego pasa a Newton, enunciando las siguientes hipótesis de esa teoría: 1°. cada rayo tiene su color propio; 2°. el color propio no cambia; 3°. los rayos que difieren en color difieren también en refractabilidad (es decir, que cada color tiene su propia refractabilidad). Conclusión: “En el sistema newtoniano, para el cual los colores consisten en los rayos intrínsecamente disímiles, dotados de diversa refractabilidad y reflexibilidad, se explican perfectamente todos los fenómenos cromáticos” (p. 274).

A continuación describe algunas experiencias para demostrar la primera parte de la conclusión: que cada rayo tiene su color propio e invariable. Otro grupo de experiencias demuestra la segunda parte: que cada rayo tiene su propia refractabilidad y reflexibilidad. Estas son las experiencias que, dejando pasar un rayo coloreado, producen diversa incidencia en la pared opuesta, siendo la incidencia constante para cada color. En segundo lugar explica la blancura como mezcla de todos los colores. Sostiene que para los newtonianos la blancura no es propiamente un color, sino un compuesto de todos los colores o rayos coloreados (p. 277). En un tercer punto analiza la diversidad con que aparecen los colores reflejados en superficies opacas, según su reflexión más o menos mezclada. Al final de la exposición remite a las palabras de Newton que transcribe Brixia.

Continúa con la Solución de Objeciones, que es la parte más larga y consta de ocho contra-argumentos, que son los siguientes: Objeción 1^a: existen sólo tres colores primarios, mientras que los secundarios se forman de ellos. No se menciona la fuente, pero en la respuesta se alude al P. Castel, declarando que falla en su argumento. No se niega la composición de colores a partir de los primarios, pero de allí no se infiere que sólo haya tres colores primarios (en sentido newtoniano). En las mismas experiencias cuidadosísimas de Newton es tenida en cuenta esta objeción del P. Castel, sobre todo cuando hace la experiencia del doble prisma. Cita la carta de Newton publicada en las *Mémoires de Trévoux* de 1730, art. 111, p. 2563. Añade que sus experiencias requieren mucho cuidado y que las impugnaciones experimentales pueden haber sido defectuosas.

La Objeción 2^a es que en el sistema newtoniano no se salva el principio de Dióptrica: a igual incidencia hay igual refracción, porque el rayo rojo, a incidencia igual, refracta más lejos. Se responde que dicha ley se refiere únicamente a los rayos homogéneos. La Objeción 3^a es que ninguna experiencia pictórica ha logrado componer blanco de la mezcla de los siete colores. Respuesta: según Musschenbroek, los pigmentos de los diferentes colores mezclados, cubriendo un papel y mirando a 80 pies de distancia,

aparecen blancos como el papel mismo. Concluye que la aparición del blanco depende de las condiciones de la mezcla y de la distancia de la visión para permitir la mezcla de los rayos.

Objeción 4ª: el P. Juan Bautista Oratoriano, al separar un rayo rojo e introducirlo en una caja forrada de blanco, observó que variaba a blanco. Se responde que por principio un solo experimento no puede atacar una serie de ellos en sentido contrario, realizados con todo cuidado (principio enunciado ya por Nollet). Se duda por tanto de que Juan Bautista haya hecho una experiencia cuidadosa, mientras que Nollet la repitió por más de 20 años, lo mismo que otros experimentadores, siempre a favor de Newton. El mismo Juan Bautista reconoce que no varió a blanco puro sino a “blanco rojizo”, lo que significa que la experiencia fue defectuosa y hubo mezcla. Para que la experimentación sea válida se requieren dos condiciones esenciales: 1º. que sólo se introduzca un rayo heterogéneo (rojo) no mezclado; 2º. que el vidrio del prisma sea purísimo.

Objeción 5ª: si se mueve el papel donde se reflejan los colores, estos varían de lugar. La respuesta es que la distancia entre el plano y el prisma es importante para el lugar de la refracción y esto vale especialmente para los colores extremos (rojo y violeta). Insiste en que las experiencias donde estos colores y el medio del espectro resultan con tonos confusos están mal hechas y los rayos heterogéneos no han logrado ser bien separados. En cuanto al ascenso del rojo en el espectro, en el caso de la mencionada experiencia, se explica por ser un color más vívido (fuerte) y no porque los otros y el violeta pierdan su color.

Objeción 6ª: si la teoría newtoniana fuese verdadera, siempre que hubiese refracción habría color, lo que no sucede, por ejemplo cuando un rayo pasa por el vidrio y refracta dos veces sin mostrar color; tampoco en los espejos ustorios la refracción sucede del modo que dice Newton. Respuesta al primer argumento: si la segunda refracción corrige la primera, entonces no hay separación, porque una refracción destruye el efecto de la otra; en

cambio, si la segunda refracción aumenta a la primera, es indudable que en la pared opuesta se proyecta el color separado (en esto se cita como fuente la *Recreación filosófica* de Almeida, Parte IV, Parág. 124). En cuanto a los espejos ustorios convexos, no forman colores porque las refracciones se producen hacia el mismo punto del interior y por tanto no pueden separarse. Los lentes cóncavos separan rayos, pero promiscuamente y por eso no se ven los colores en forma nítida.

Objeción 7ª: según la teoría newtoniana, una superficie aparece verde, por ejemplo, porque refleja rayos verdes; pero si se pasa un rayo verde a través de un vidrio amarillo, rojo o violáceo, se lo ve amarillo, rojo o violáceo. Se responde que en el caso de las transparencias el verde se tiñe de rojo porque estos rayos reflejan con más fuerza.

Objeción 8ª: Mariotte, en su tratado *De natura colorum* refiere haber observado en una experiencia que el violeta variaba en parte al azul y en parte al rojo cuando era mirado a una distancia de 30 pies después de pasar por dos prismas. Rizzetti, en *De luminis affectionibus* (citado por el P. Ferrari) dice que los rayos no son intrínsecamente coloreados porque si el espectro pasa por el prisma, varían al blanco. Respuesta: WWolff (en sus *Elementis Opticae*) sospecha que la experiencia de Mariotte no fue hecha con rayos absolutamente separados. El color observado en la experiencia de Rizzetti (cuando variaba al blanco cerca del prisma) se debe a que en ese lugar los rayos están más confusos (o sea, mezclados) y por eso aparecen blancuzcos, y esto está de acuerdo con el sistema de Newton. Termina el profesor citando la frase de Nollet: “Por más que se diga en contra, hemos de confesar que [la teoría de Newton] es ingeniosa, simple y natural” (p. 299).

2.2.7. Diego Estanislao de Zavaleta, *Curso de Física General* (Colegio de San Carlos de Buenos Aires, 1795)

Trata la luz y los colores en la Sección 13^a. La Cuestión 1^a pregunta qué es la luz. En la primera Conclusión rechaza la teoría peripatética y en la segunda la cartesiana (p. 324 y 325 respectivamente). Tampoco acepta que sea el movimiento vibratorio y celerísimo que afecta la retina (Conclusión 3^a, p. 326). En la Conclusión 4^a acepta la teoría sustancialista newtoniana en parte y sin nombrarla: “La luz parece consistir en partículas o corpúsculos sustanciales que parten del cuerpo luminoso como de un centro (p. 329). En la respuesta a las objeciones se precisa más la tesis y se añaden algunas experiencias, respondiendo a las objeciones de Fabri y otros partidarios de la tesis peripatética. En p. 339 explica qué es un cuerpo diáfano según la teoría newtoniana: cuerpo transparente es aquel que consta de láminas finísimas que no impiden el paso de la luz; el opaco es lo contrario. Al respecto cita las afirmaciones del Libro II de la *Óptica*.

El tema de la reflexión y la refracción se aborda descriptivamente y no en relación a las teorías newtonianas. En la Cuestión 3^a y última sobre los colores (p. 355 y ss) explica las ideas de Malebranche, Descartes y el P. Castel, objetándolos. En p. 368 trata los conceptos newtonianos de homogeneidad y heterogeneidad de rayos y en p. 369 la diversa refractabilidad y reflexibilidad de los rayos heterogéneos o “radiolos” que son por sí coloreados. De este modo, el color llamado permanente se explica por la reflexión de ese color de rayos.

En la Conclusión 1^a acepta que “los rayos [homogéneos] se componen de radiolos de diversa refractabilidad” (p. 371) y remite a un dibujo de la tabla que no corresponde; es posible que se refiera a las tablas del texto de Brixia. Según este (inexistente) dibujo se explica la experiencia de separación de rayos heterogéneos. A continuación se refieren algunas experiencias de Grimaldi (p. 373). En la Conclusión 2^a dice: “Toda luz homogénea [*sic* por “heterogénea”] tiene su propio color o refractabilidad correspondiente, que

no es alterada por ninguna refracción ni reflexión” (p. 374). A continuación se explican las experiencias, usando varias veces la palabra “homogéneo” por “heterogéneo” o separado (es claro que esto puede ser error de copia solamente, pero en todo caso evidencia que el alumno no entendió el sentido del dictado). En la Conclusión 3ª afirma: “El color blanco consiste en la mezcla de todos los rayos heterogéneos” y se explican las experiencias confirmatorias.

En la Resolución de Objeciones se mencionan las que provienen de las experiencias aparentemente contrarias hechas por Mariotte, Rizzetti y otros (p. 377 ss). Se responde en primer lugar con el argumento de la repetición constantemente favorable, que no puede ser impugnada por una o dos experiencias contrarias (p. 378). También se exponen las condiciones que debe cumplir todo experimento. En total se exponen y contestan ocho experiencias u observaciones que parecen contradecir a Newton: 1. Los rayos se ven de diverso color y modo según como afecten la retina; 2. Los rayos separados a poca distancia del prisma se ven blancos; 3. Los rayos separados cambian de color (el caso del rayo rojo introducido en la caja blanca); 4. no se consigue el color blanco mezclando polvos de los siete diferentes colores; 5. un cuerpo se dice azul porque refleja el azul, luego un rayo azul no puede pasar por un cuerpo transparente azul; 6. si se ve un objeto verde a través de un cristal puro, esto es posible porque el cristal blanco trasmite los rayos verdes y entonces el vidrio debería aparecer verde; 7. si un cuerpo blanco refleja un rayo homogéneo, debería aparecer el espectro en sus partes, lo que no sucede; 8. los cuerpos negros no reflejan nada y sin embargo son un color. Todas estas objeciones se resuelven de acuerdo a la teoría newtoniana, expuesta en forma simplificada, de modo más o menos similar al de Brixia (hasta p. 389 final).

4. Fuentes usadas en los cursos: análisis

En las partes dedicadas a los temas newtonianos, sea que se expongan sus teorías o no, la bibliografía citada es considerable. En general, puede decirse que es similar a la empleada en otros temas vinculados a la ciencia moderna y al experimentalismo, mientras que en las partes tradicionales de la filosofía natural los profesores son más parcos, ya que basta con citar las dos o tres autoridades históricas y uno o dos manuales. Sobre el real conocimiento de textos científico europeos ya se ha dicho lo suficiente para nuestro caso en el segundo capítulo.

Por cierto, no puede decirse que las obras citadas hayan sido conocidas, ni siquiera de segunda mano; muchas de las citas están tomadas de los manuales. Pero el hecho de incluirlas en el dictado tiene algún sentido que conviene tratar de desentrañar y exhibir en lo posible.

El orden del trabajo en este caso es: 1. Descripción de las citas y los contextos; 2. Determinación de los textos principales de uso; 3. Análisis del tratamiento en dichos textos; 4. Observaciones y conclusiones.

1. Descripción de las citas y los contextos

En este punto indico las citas relevantes (no simple mención incidental) en cada uno de los cursos, incluyendo los datos de las obras que constan en el texto. Se indica por el número de párrafo y la página, en ambos casos la numeración es de mi autoría. Los índices completos por página pueden verse en los dos tomos de *La enseñanza de la filosofía*.

1.1. Curso de Benito Riva

Tiene poca cantidad de menciones nominales, de científicos o de escuelas, tanto en general como en casos muy puntuales, pero sólo en pocos está la cita completa de la obra referida, que se copia tal como aparece en el manuscrito. La mitad de las referencias, conforme el mismo profesor lo declara, están tomadas de Feijóo. A continuación elenco todas las citas significativas, por orden de aparición en el texto de Riva.

- Corsini, se menciona el tratado sobre la gravedad de los cuerpos. (n. 40, p. 26).
- Gassendi, sostiene que en todos los cuerpos hay fuerza magnética. (n. 32, p. 21).
- Los newtonianos niegan que en todos los cuerpos haya fuerza magnética, contra Gassendi sostienen que la fuerza de gravedad es distinta de la magnética: 3ª de los primeros, proposición sexta. (n. 33, p. 22).
- Newton: la fuerza de gravedad entre dos cuerpos no se percibe por la enorme diferencia con la de la tierra: cf 1º, 2º prop. 4. (n. 46, p. 29).
- Gassendi: los cuerpos caen por la fuerza magnética. (n. 222, p. 197).
- La luz se propaga con tanta velocidad que es vista como instantánea. Los modernos consideran en general que la propagación es instantánea. Enseñan lo contrario muchos atomistas, con Cassini, Roemer, Newton y Huygens, Feijoo: tomo 5º, discurso 12, la considera como la teoría más probable. Regnault la sostiene en su diálogo sobre la luz. (n. 553, p. 549).
- De acuerdo con las observaciones que Huygens expone en su tratado sobre la luz, su velocidad supera en seiscientos mil veces la velocidad del sonido, como comenta Feijoo en el lugar antes citado. Riva reconoce que ésta es una hipótesis bien pensada. Pero tiene críticas que se han indicado en la Academia

de París, como se puede ver en su misma *Historia* para el año 1747, párrafo Júpiter, p. 72; cf. las *Memorias de Trévoux*, año 1749, p. 1171, cf. Mayr. En mérito a todo esto concluye el P. Falk con Maragdi que esta hipótesis tiene muchas dudas y no ha sido bien demostrada. (n. 553, p. 550).

- Sobre el peso de la luz: Duclós calcinó régulo de antimonio¹ con un espejo ustorio y el resultando fue aumentar su peso. Homberg también halló un peso aún mayor en Régulo de Marte calcinado. Se ha asegurado que ambos experimentos fueron confeccionados con tanta diligencia que la novedad sólo puede atribuirse al peso de la luz. Así refiere Feijoo en el tomo 5, discurso 12. (n. 556, p. 553).

- Según el cálculo del Cardenal Ptolomeo, concluye el P. Mayr que la esfera iluminada por el sol es de 270 millones de millones de millones de semidiámetros, espacio casi incomprensible (n. 557, p. 554).

- Mayr, sobre la magnitud del espacio atravesado por la luz, concluye lo anteriormente dicho. (n. 558, p. 555).0

- Lucrecio, referencia a la luz cuando a veces incide en la pupila del ojo, lo toca, o lo alcanza, como salvo un cuerpo no puede hacer ninguna otra cosa, según piensa Lucrecio en el Libro 1º verso 30. (n. 561, p. 557).

¹ El antimonio es conocido desde la Antigüedad en sus diversas combinaciones naturales. Se empleaba en cosmética (bajo el nombre de origen árabe *kohl*) y en medicina, aunque sus virtudes terapéuticas fueron muy controvertidas. Entre los derivados que se empleaban en los antiguos laboratorios químicos figura la “manteca de antimonio” (un cloruro), los “polvos de Algaroth” (una mezcla de óxidos y oxicluros) y las “flores de antimonio” (sulfuros). La obtención del antimonio metálico se remonta también hasta épocas muy antiguas y, como ocurría en otros casos, se denominaba bajo el apelativo de “régulo” (que significa “pequeño rey”), generalmente empleado para designar sustancias con aspecto metálico obtenidas mediante reducción. Informe disponible en <https://www.uv.es/bertomeu/revquim/termino/28.HTM>.

- Homberg, conforme a sus experimentos, que refiere Feijoo en el tomo 5, discurso 12 y nuestro Falk (sic) aquí inserta una lámina de cobre y aplica a la otra parte del espejo ustorio, y advierte las vibraciones singulares luminosas, siendo sensibles como si fueran excitadas por una vara sutil. Segundo, cuando el *pensulo* (resorte) se aplica del mismo modo al espejo se producen vibraciones sensibles como si fuese comprimido. (n. 562, pp. 557-558).
- Añade que los rayos solares se trasladan con tanta fuerza y velocidad, como si algún río corriera lentamente hacia su naciente, no alterando su curso cerca del mediodía y se acelerara después del mediodía. (n. 563, p. 558).
- P. Casies, en sus *Cartas* que constan en las *Memorias de Trévoux* del año 1726, artículo 18 afirma, la disparidad entre la luz y el éter. (n. 564, p. 559).
- Kircher, sobre las experiencias en la tuba parlante, que atribuye a Alejandro: si la tuba se aplica a un agujero en una habitación llegaría hasta un agujero colocado en la pared opuesta, donde se percibiría el sonido, y no en el medio. (n. 566, p. 560).

1.2. Curso de José Rufo

Contiene más menciones que Riva, y también con más referencias a la obra aludida, aun cuando reconoce haber tomado los datos de Feijoo. Además de éste, las fuentes reconocibles en el texto son de autores jesuitas. Se elencan a continuación las menciones significativas, por orden de aparición en el texto.

- Aristóteles: la luz no es sino “aquella propiedad que hace visibles y transparentes los cuerpos próximos”. (n. 238, p. p. 155).
- Sobre la naturaleza de la luz en sentido físico, observa primeramente una constante controversia, pues “que para los ojos del entendimiento no hay cosa más oscura que la luz” como dice el Cardenal Ptolomeo (*Physica particularis*, D. 13, Sec. 5^a); Feijoo (tomo 5^o, discurso 12) opina que acerca de esto no

habría asombro, si no fuera porque sobre la luz apenas poco menos que ciegos son los filósofos. La primera teoría afirma que la luz es un efluvio sustancial de los cuerpos ígneos y sutilísimos, emitidos por el cuerpo luminoso y difundidos hacia todas partes. Así lo afirman Gassendi, Newton con sus seguidores, cuyas ideas pueden verse amplia y bien tratadas en el P. Mayr, *Physica particularis*, parte 10, art. 520. (n. 244, p. 159).

- La segunda opinión en este tema es la de los Peripatéticos, que sufraga el P. Fabri, quien además trata ampliamente las cualidades de los cuerpos. (n. 245, p. 159).

- La tercera teoría, que es la de Descartes y sus seguidores, afirma que la luz consiste en el movimiento de los glóbulos del segundo elemento de los cartesianos, que se produce en línea recta a partir del centro del cuerpo luminoso. (n. 247, p. 161).

- Rufo sostiene que la luz consiste en la materia sutil (cuya existencia prueba en Tratado segundo, disputación sexta) agitada por un movimiento celerísimo y –al menos sensiblemente– en línea recta. Así lo afirma la mayor parte de los experimentalistas, con Duhamel, el P. Regnault (Trat. 6). Lo prueba en general porque todos los cuerpos en las cuales incide admiten la comprobación mediante el experimento de Homberg en su *Memoria* de la Academia de París del año 1708: una delgada lámina de metal inserta por una de sus extremidades, se movía y sacudía cuando, mediante un espejo, se aplicaba luz a la otra extremidad. (n. 249, p. 162).

- Se comprueba que la luz se propaga seiscientos mil veces más velozmente que el sonido, como afirma el P. Regnault. (n. 250, pp. 162-163).

- Aristóteles, ha probado los prenotados sobre la luz, en el Libro Segundo *Sobre el Alma*, donde dice: “Un cuerpo no es transparente como es el agua ni como es el aire; sino como una cierta natura que es la misma”. (n. 252, p. 164).

- A una instancia (cuando por medio del espejo cóncavo o cóncavo se recogen muchos rayos de luz, todos estos inciden en uno y mismo punto; luego al menos entonces se da la penetración de ellos entre sí y con ese punto) responde con el Cardenal Ptolomeo, que este punto es uno y el mismo en sentido físico y en cuanto a nosotros, cuando vemos que los rayos colectados están en un solo punto; lo mismo también parecen estar las cenizas y el agua cuando ésta se echa en un vaso lleno de cenizas. (n. 254, p. 165).
- Acerca de este tema propone consultar otros argumentos en Feijoo en el lugar citado, par. 1 y 2. (n. 263, p. 169).
- Sobre la propagación instantánea de la luz en sentido metafísico y estricto, la razón es: 1º. porque tal propagación no se prueba con un serio fundamento; conforme Feijoo en el lugar citado, Gravessande, *Elementa Physices*, libro quinto, capítulo primero, “en mi texto número 2621”. (n. 264, pp. 169-170).
- P. Fabri dice que el color es agradable, en el proemio al tratado sobre los colores. (n. 326, p. 201).
- El Cardenal Ptolomeo, dice que la definición aristotélica de los colores es “muy profunda y aguda”, en la *Física Particular*, disertación 3, sección última, “y fácil y expedita vía para exponer los colores, si se la explica correctamente”) en el *Libro sobre el Alma*, capítulo 7, donde dice el Filósofo que el color “es la causa de lo visible en acto; o sea, es aquello que mueve y actualiza lo que es visible en potencia”. Añade, para una mejor exposición de esta definición aristotélica, otro pasaje del Filósofo, del libro *El sentido y lo sensible*, capítulo 3; “el color es la extremidad visible en un cuerpo determinado”. (n. 327, p. 202).
- Obsérvese la congruencia de todos los elementos del sistema en la exposición de la definición aristotélica: “causa de la visión, acto de la visión”, son palabras que, en la frase de Aristóteles, claramente significan la luz misma, como se aprecia en el Segundo Libro sobre *El Alma*, texto 69: “la luz es aquello por cuya causa es visible en cuanto es visible”. Además, *la*

“extremidad visible” denota esta o aquella superficie del cuerpo. (n. 328, p. 202).

- Los Antiguos enseñaban en general que los colores permanentes dependen de cualidades peculiares distintas de la luz modificada. Pero no pocos de los modernos, según el P. Mayr, identifican tanto los colores permanentes como los transeúntes con la luz, modificada de un modo u otro. Y en el Doctor Angélico, interpretando a Aristóteles, Libro Segundo sobre *El Alma*, lectura 14: “el color no es sino una cierta luz, de algún modo oscurecida por la unión” (n. 332, pp. pp. 204-205).

- Expone el P. Falk: cont. 13, cap. 5, par. 2º, “Como si dijera que como la luz compone intrínsecamente a todo color, no es necesaria otra luz distinta para que cualquier color pueda verse”. (n. 333, p. 205).

- Mayr dice que es difícil a partir de la misma sentencia probar lo contrario, tomando en esto, de los colores transeúntes, que consisten en la diferente textura... (n. 334, p. 205).

- Mayr (aunque no lo menciona expresamente aquí, continúa la exposición anterior): el antecedente se demuestra produciendo algunos experimentos, sobre varias cosas que a menudo ocurren y que expresamente se consignan en el tomo 2 del tratado 24, a leer con gran utilidad. (n. 337, p. 207).

- Juan Maasen sobre los colores: el experimento de la ciega, de lo cual da testimonio D. Breyte. n. 342, p. 209).

- Grimaldi, conforme Regnault aseguraba que bien ligados y cerrados los ojos discernía los colores en un paño variadamente coloreado. (n. 342, p. 209).

- Aristóteles en el Libro I sobre los colores, capítulo 1, y prueba abundantemente la sentencia de los neotéricos: “el negro se da de tres modos [...] o lo que absolutamente no se ve y es por naturaleza propia negro; o lo

mixto de algunos, que inciden en los ojos apareciéndonos todas las cosas negras como reflejando escasa y poca luz". (n. 348, p. 212-213).

- Bayle asegura que un espejo confeccionado por él de mármol blanco emite rayos; no así el de mármol negro. Todos estos indicios son suficientemente claros de que hay alguna diversidad insensible en la textura del mármol blanco y el negro, aunque por otra parte se los considere sensiblemente de la misma especie y razón, y en cuanto a nosotros. (n. 352, p. 215).

- Kircher observó en otros animales en que se da ser más transparentes, que constan de una piel traslúcida y un cierto humor transparente. (n. 354, p. 216).

- Fabri considera que los rayos de luz son homogéneos, esto es, igualmente reflexibles y refrangibles. (n. 355, pp. 216-217).

- Newton sigue otro camino al explicar los colores, cuyo sistema acerca de ellos él mismo expone dos veces, en el libro 1 y el 2 de *Óptica*, donde se halla explicado el sistema. (n. 356, p. 217).

- Newton estatuye 3º, que los rayos que difieren en color, también difieren en refrangibilidad y reflexibilidad. Los más refrangibles y reflexibles son los rayos violetas, que en cuanto al grado refrangibilidad y reflexibilidad siempre de mayor a menor van en el siguiente orden: púrpura, azul [...] (como dice Musschenbroeck con otros newtonianos) y finalmente el rojo. (n. 358, p. 218).

- Castel y otros refieren toda la teoría newtoniana, especialmente sobre la separación de los colores y experimentos del P. Castel. Leer la epístola de este jesuita que publican los PP. Tribulcianos en el año 1730, art. 161. La misma separación se hizo a instancias de Saguliers en Londres, estando presentes los científicos de la Academia, en Paris y el P. Cebastiani contra el eminentísimo Cardenal Polignac, Barignon y Fontenell. (n. 360, p. 219).

- Regnault propone lo más probable y el modo más fácil de explicar la diversidad de los colores, en el Tratado 23, y supuesto que el color en general consiste en la modificación de la superficie y la luz. (n. 361, p. 219).
- Scoter en el *Curso de Física*, primera parte, afirma haber visto un hombre cuya barba y cabellos fueron cambiados de blanco a negro. (n. 377, p. 227).
- Regnault, a partir de la diversidad de colores, concluye que casi todos los colores son próximos al blanco y al negro, que son como la materia de todos los colores, los cuales difieren entre sí porque participan más o menos del blanco y el negro. (n. 380, p. 228).

1.3. Curso de Pantaleón Rivarola

Este profesor presenta también una considerable cantidad de citas, aunque en su mayoría indirectas, donde se aprecia un cambio significativo en las fuentes docentes principales con la aparición de Nollet y Almeida, siendo éste un difusor que será muy usado por nuestros docentes coloniales. Se elencan las citas, por orden de aparición en el texto.

- Corsini y Saguens dicen que la segunda teoría, de los que consideran a la luz como una sustancia corpórea sutilísima difusa por toda la atmósfera, cuyo celerísimo movimiento agitado y vibratorio inmuta nuestros ojos, es sostenida por todos los modernos y casi todos los antiguos filósofos, exceptuando los peripatéticos. (n. 251, p. 142).
- Nollet, lección 14, Sección primera, después de referir la teoría de Descartes, que nosotros sostenemos, dice así: “Esta fue la opinión de Descartes sobre la naturaleza de la luz y el color”. (n. 263, p. 148).
- Almeida, Vesp. 15, trae ilustraciones que facilitan la comprensión de la incidencia de los rayos luminosos. (n. 267, p. 150).

- Los Peripatéticos, siguiendo a Aristóteles, afirman que todos los colores que llaman verdaderos son cualidades entitativamente distintas de la luz, pero también de los cuerpos coloreados mismos; los colores que llaman aparentes consisten todos en una variada modificación de la luz. (n. 279, p. 155).

- La segunda teoría afirma que todos los colores consisten en una modificación de la luz producida en la superficie de los cuerpos, de tal modo que, por la variada refracción, reflexión, disgregación, conjunción, etc., de la luz, se producen los diferentes colores. Así pensaban muchos antiguos a los cuales menciona y sigue el P. Vicente Tosca. Entre los Modernos la defiende Gassendi (*Physice*, Sección primera, Libro sexto, Capítulo doce), y también Boyle, Maignan, Saguens y muchos otros. La tercera teoría es la del celebre inglés Newton. (n. 279, p. 155).

- Seguidores de Newton: Gravessante, el alemán Müller, el abate Pluche en su obra *Espectáculo de la naturaleza*, el Abate Nollet y muchos otros, (n. 280, p. 156).

- Malebranche afirma que el cuerpo luminoso mueve la materia sutil que lo rodea por el movimiento celerísimo de sus partículas; esta teoría fue seguida por muchos newtonianos, y está ampliamente explicada en las *Actas* de la Real Academia de París, del año 1699. (n. 281, p. 156).

- Tomás de Aquino: el color no es una cualidad entitativamente distinta de la luz. Dice al final de la lección 14 sobre el libro 2^a *Sobre el Alma* que el color no es sino luz sombreada de cierto modo. Gaudin (*Physica*, parte 4^a, disputación única, cuestión 3^a, artículo 5^o) define al color como luz mezclada y modificada con oscuridad. El Colegio Complutense responde (disputación 1^a sobre el alma, cuestión 2^a) que Santo Tomás hablaba de los colores aparentes y no de los verdaderos. (n. 284, p. 158)

- Virgilio en la *Eneida* (sexta parte): Donde el cielo erigió la sombra /Júpiter y la noche llevaron negros colores a las cosas. Lo mismo canta la Iglesia en el himno que dice: Y el color ya vuelve a las cosas. (n. 287, p. 160).

- Newton, primer experimento: si por un pequeño agujero de la ventana se hace pasar un rayo de sol a un cuarto oscuro, y se pone en la pared opuesta un papel plano y blanco, se produce un círculo claro y blanco. (n. 293, p. 163).

- Newton, segundo experimento: supuesto el primero, se pasa la luz ya refractada en un ángulo del otro prisma separado del primero por una distancia de un pie y su eje en dispuesto en dirección vertical, hecho lo cual y de nuevo recibido y refractado el rayo en el segundo prisma, se dibuja en la pared o en el papel. (n. 294, pp. 163-164).

- Los experimentos de Newton fueron repetidos posteriormente, con mucho cuidado, muchísimas veces, en Londres, en las Academias de Londres y París, en Italia, Holanda, Alemania, y siempre con el mismo efecto que describió Newton, como se dice en las adiciones a los *Elementos Físicos* de Musschenbroek, capítulo 31, p. 939. Estos mismos experimentos, intentados en forma privada muchas veces por hombres doctos, siempre tuvieron éxito, como puede verse en el citado Musschenbroek, el Abate De Pluche, Nollet, Corsini, Almeida y otros. (n. 294, pp. 163-164).

- Newton, en el libro primero de *Óptica*, segunda parte, proposición 2 al final, llama a los rayos separados por el prisma, no rojos sino rojíferos, porque ellos no contienen en sí el color rojo, sino que sólo tienen la potencia de producirlos. (n. 299, p. 166).

- Almeida, Tarde 6ª, Parágrafo 3, “página 136 de mi ejemplar” objeta: los rayos productores de colores separados por medio del prisma no retienen constantemente el color propio; pero por eso mismo los colores no consisten en los mismos rayos de luz intrínsecamente diferentes. Se prueba con una experiencia contraria del Padre Juan Bautista de la Congregación del Oratorio de San Felipe de Neri, maestro del Padre Almeida, Se confirma porque Mariotte y Rizzeti, repitiendo los experimentos newtonianos, no lograron de ningún modo el mismo efecto, pues, como ellos lo verificaron, después de la segunda refracción los rayos aparecían con diversos colores; luego los rayos

generadores de colores no retienen constantemente su propio color. (n. 300, p. 166).

- Nollet y el autor de las adiciones a los *Elementos de Física* de Musschenbroek, responden a la objeción de la experiencia contraria a Newton. Nollet afirma en la Lección 1ª, Sección 17, experimento 7º, que él mismo repitió durante más de veinte años los experimentos referidos y resultando siempre conformes con el sentido de los experimentos de Newton. Concluye que las experiencias contrarias fueron defectuosas. (n. 301, n. p. 167).

- Nollet exige además otras condiciones, que pueden verse en su obra. (n. 302, pp. 167-168).

- Almeida, segunda objeción: un vidrio verde trasmite luz verde, y del mismo modo uno rojo trasmite roja; pero esto no puede concordar con el sistema newtoniano sobre los colores. (n. 304, p. 168).

- Nollet explica por qué se ven varios colores según desde donde se miren, como sucede con las palomas: es porque algunos cuerpos transparentes transmiten más un género de rayos, y otros otro, lo que proviene, como dice en su Lección 17, Sección 3ª, de la diversidad de los glóbulos de luz que, afirma, se encuentran en cada uno, los cuales, teniendo diversa refractabilidad, tienen por tanto diversa fuerza para transmitir o reflejar la luz. (n. 305, p. 168).

- Nollet responde a la tercera objeción, que la diversidad en los resultados de las experiencias se debe a la diversa figura y porosidad de las partes singulares. Rivarola omite los experimentos con los que Newton tentaba comprobar la suavidad, pero indica que se pueden ver en Musschenbroek y Nollet, en los lugares mencionados. (n. 306, pp. 169-170).

- Se pueden ver más experiencias similares en Musschenbroek y Nollet, en los lugares citados. Esta producción o modificación de los colores depende de la variada magnitud, mayor o menor, de las partículas suspendidas en la solución. Newton muestra cuidadosamente el origen de estos colores en el

Libro 2, parte 2 de la *Óptica*. Añade Nollet, que estas mezclas de líquidos alteran el primitivo orden del otro líquido, que adquiere una nueva disposición de los poros, resultando en consecuencia, apto para transmitir otro género de rayos. Y Newton dice que el cambio que proviene de que un líquido corroe y por consecuencia atenúa las partes del otro líquido. (n. 308, pp. 170-171).

1.4. Curso de Cayetano Rodríguez

Rodríguez presenta una considerable cantidad de menciones, aun cuando muchas de ellas están tomadas de sus principales fuentes: Ferrari y Brixia. Se destacan las numerosas menciones incluyendo lugares a la *Optica* newtoniana. Se elencan por orden de aparición en el texto.

- Newton, al explicar la reflexión y la refracción de la luz, en primer lugar, atribuye a las sustancias corpóreas y a cada una de sus partes, una ingénita e inseparable gravedad, cuya cantidad siempre es proporcional a la cantidad de dicha materia [...] Esta fuerza mutua de atracción se da tanto en todas las partes de la materia como en todos los cuerpos de cualquier género. Incluso la materia sutil, dice Newton en el Libro 3 de los *Principia*, no carece de gravedad. (n. 450, p. 148).

- Gravesande, en sus *Elementos de Física*, parág. 4047 y ss. explica esta suposición de Newton y dice que todos los cuerpos pesan entre sí y tienden mutuamente con la fuerza que reúne a las partículas en las partes de materia. (n. 451, p. 148).

- En la cuestión 29 de *Óptica*, Newton establece que la refracción de la luz surge de la mayor atracción que ejercen sobre la luz las partes de un medio más denso. También afirma que la reflexión de la luz (que consiste en un efluvio sustancial, como dice él mismo en la Cuestión 29 de la *Óptica*) no se produce por el impacto de los rayos luminosos en las partes sólidas de los cuerpos, sino que surge de cierta fuerza que obra en cierto intervalo y que está

difundida equivalentemente por toda la superficie de los cuerpos. (n. 452, p. 148).

-Todas estas cuestiones relativas al sistema de Newton están tratadas en un libro escrito en italiano por Sr. Tomás Campailla, cuyo título es: *Observaciones a la Física del Sr. Isaac Newton*. También puede verse en las obras de Gravesande, Clarke y otros. (n. 453, p. 148).

- Newton, en sus *Principia Mathematica philosophiae naturalis*, definición 8ª dice con sinceridad: tomo las palabras “atracción”, “impulso” o “propensión” de algo hacia un centro en sentido indiferente y común, considerando estas fuerzas, no física sino matemáticamente. (n. 454, p. 149).

- El mismo Newton (*Óptica* lib. 2º, parte 3ª, proposición 3ª) afirma que la opacidad de los cuerpos se debe a la multitud de reflexiones que se producen en sus partes interiores. Por tanto la diafaneidad no debería comportar ninguna o casi ninguna reflexión de la luz. (n. 456, p. 149).

- Entonces argumento así: o la parte de luz que se transmite es la que incide en las partes sólidas del cuerpo, o es la que incide en sus poros. Si lo primero, estas partes de los cuerpos no impiden la luz, como afirma Newton en la proposición 8ª de la cuestión 31. (n. 457, p. 150).

- Esta conclusión [la transparencia se debe a la ordenación de los poros en línea recta] no es ajena al pensamiento de Aristóteles, que en las secciones 11 y 23 de los *Problemas* afirma que [la luz] puede pasar por los humores del ojo porque tienen meatos pequeños, apretados y continuos, de modo que en nada impiden la visión. (n. 467, p. 153).

- Respuesta [a la 1ª objeción]: esto de ninguna manera es imposible. Pues no es necesario que haya tal orden, sino –como dice el P. Tosca– que las partes del cuerpo diáfano estén dispuestas de modo que se comuniquen para que el orden de las partes sea recíproco, pero no es necesario que se contengan o se encuentren. (n. 470, p. 154).

- Respuesta [a la 3ª objeción]: lo diáfano no se constituye por la multitud de poros, sino por su disposición en línea recta. Por lo cual Aristóteles, en la sección 11 de los *Problemas*, problema 61 –citado por el P. Almeida– dice: por esta misma causa, también puede verse a través del vidrio, que es densísimo, y no se puede a través de la esponja que es más porosa y liviana, pues en uno los meatos se corresponden y en la otra varían, tampoco ayuda que los meatos sean amplios, si no están dispuestos en línea recta. (n. 474, p. 154).
- Respuesta [a la 5ª objeción]: Newton, de quien es la objeción, no alcanza a probar suficientemente la fuerza atractiva de los cuerpos, de la cual surge –en su teoría– la mayor o menor refracción de los rayos luminosos. (n. 481, p. 157).
- Newton, al determinar la naturaleza de la luz, supone que el sol es verdadero fuego, lo que demuestra con sucesivas experiencias. Tampoco omite el testimonio de la Sagrada Escritura, que en el *Eclesiástico*, cap. 43, v. 13 dice: El sol del mediodía reseca la tierra, despidiendo sus rayos ígneos y refulgiendo sus radios deslumbra los ojos. (n. 485, p. 158).
- [Experiencias sobre la luz] Todo esto es referido por el Sr. Taglini en su *Epístola Filosófica*, y se observa en un espejo ustorio conservado en la Real Academia. Luego los rayos del sol son fuego. (n. 486, p. 159).
- Al contrario, los newtonianos suelen proponer muchas experiencias que muestran la propagación sucesiva de la luz [...] Hecho el cálculo, Picard y Roemer estiman que los rayos tardan 10 o 14 minutos en llegar a la tierra, por lo cual la velocidad de la luz resulta 600.000 o 700.000 veces mayor que la del sonido, como demuestran prolijamente Huygens y Newton. (n. 491, p. 160).
- Epicuro, según Plutarco, en el *Libro sobre los Colores*, num. 1º, decía que no hay colores inherentes a los cuerpos, sino en cierta relación al orden visual y a lo captado. (n. 497, p. 162).

- Aceptando esta división de los colores, Kepler y otros enseñaron que el color permanente es luz o fuego colocado y conservado en el cuerpo coloreado, que adquiere las apariencias de diversos colores a causa de la diversa mezcla de opacidad y diafanidad. (n. 499, p. 163).
- Descartes considera que la variedad de colores surge del movimiento recto y circular de los glóbulos del segundo elemento y de sus modificaciones. (n. 500, p. 163).
- Pourchot en la Primera Parte de la *Física*, Sección 4ª, cap. 4º, aunque tal explicación de los colores muestre un notable ingenio, no puede conciliarse fácilmente con los experimentos. (n. 501, p. 163).
- En vano Rohault intenta defender el sistema cartesiano de los colores. (n. 501, p. 163).
- Los Peripatéticos piensan de modo distinto: admiten colores reales en las cosas mismas. (n. 502, p. 164).
- Enseña Newton que los rayos luminosos no son homogéneos sino heterogéneos y tienen diversos colores según la diversa clase de aquella heterogeneidad. (n. 593, p. 164).
- Así explican el sistema newtoniano sobre la natura de los colores el P. Corsini, *Física Particular*, Tratado 2º, Disposición 3ª, cap. 17, y el P. Almeida, Tomo 2, Recreación vespertina 6ª, parág. 3ª. (n. 506, p. 165).
- Mariotte, en el *Tratado sobre la naturaleza de los colores* testimonia haber observado que el color violeta se transformó parte en azul y parte en rojo. (n. 508, p. 165).
- Lo que contesta Wolff (en *Elementos de Optica*, cap. 4º, num. 205, pág. 34 de mi ejemplar): que la primera refracción no fue una separación absoluta de los rayos, no basta para la aclaración de la objeción. (n. 509, p. 166).

- Legrand, en su *Tratado sobre la opinión*, según se refiere en el *Diario de Comunicaciones de eruditos*, t. 16, observa que el Sr. Mariotte no pudo completar las experiencias de Newton. (n. 509, p. 166).

- Segundo, consta por experiencia –como también dice Newton en el Libro 1º de *Optica*, parte 2ª, proposición 2ª– que los cuerpos que exhiben una especie de color son idóneos con respecto a todos los rayos de colores, o sea, para la reflexión hacia todos los colores. (n. 510, p. 166).

- Así observó Rizzetti [que los rayos separados no mantienen el color] (Libro 1º sobre las propiedades de la luz, cap. 2º, experiencia 4ª) citado por el P. Ferrari. (n. 512, p. 167).

- Cuarto, el P. Juan Bautista, de la Congregación del Oratorio, en la 2ª parte de su *Filosofía*, Libro 3º, cap. 10, parág. 1ª, testimonia haber observado que los rayos coloreados no conservan sino que más bien pierden su color. (n. 514, p. 167).

- Consúltese al P. Juan Bautista en el lugar citado, donde presenta muchas objeciones contra los newtonianos. (n. 516, p. 168).

- Así piensan [los colores considerados en general consisten formalmente en la diversa combinación y modificación de los rayos luminosos] los PP. Juan Bautista, Tosca, Almeida, Corsini y otros muchos modernos. (n. 518, p. 168).

- De otro modo, con el Padre Tosca: si desaparecen los colores en acto primero, niego la mayor; los colores en acto segundo, la concedo. (n. 533, p. 173).

- Los colores son intrínsecos a dichos rayos. Así arguye Wolff de acuerdo a la teoría de Newton. Respuesta: Newton afirma indebidamente que cada rayo posea su propio y determinado color, pues muchas experiencias demuestran que los rayos luminosos cambian el color al pasar por un prisma vítreo, induciendo en el cuerpo un color diverso, como se ha mostrado

suficientemente con los experimentos muy cuidadosos realizados por Mariotte y el Padre Juan Bautista. (n. 549, pp. 175-176).

- Al argumento [contra Newton] debe responderse (si se lo acepta, pues Mariotte y Rizzetti ya citados observaron lo contrario) que el rayo luminoso transmitido a través del prisma no cambia de color. (n. 546, p. 177).

- Newton editó en 1719 su *Sistema sobre los colores*, que fue seguido por Wolff, Le Pluche, Nollet, y muy recientemente por Teodoro de Almeida en sus *Recreaciones Filosóficas*. (n. 582, p. 179).

- Finalmente Newton demuestra con evidencia que la blancura surge de los restantes colores mezclados según cierta proporción. (n. 558, p. 580).

- Lo mismo enseña Clarke, en la *Física* de Rohault, Parte 1ª, cap. 27. (559, p. 181).

- 1ª Objeción. De acuerdo al Padre Juan Bautista Oratoriano, con aquel famoso experimento que hemos aducido antes contra Newton; afirma haber experimentado que un rayo rojo separado por medio del prisma y traído por una lente convexa al interior de una caja forrada de blanco, exhibe color blanco y por tanto pierde su color original. (n. 566, p. 181).

- Responden los newtonianos negando lo asumido, pues se requieren muchas condiciones para producir correctamente la experiencia de Newton, como muy bien advierte el abate Nollet. (n. 560, p. 181).

- Este mismo experimento fue repetido por más de veinte años por el abate Le Pluche, Corsini, Almeida y Nollet, como éste mismo lo atestigua en la Lección 17, Sección 3, y todos ellos siempre resultaron acordes con el experimento de Newton. (n. 560, p. 182).

- Observa Teodoro de Almeida, [que el rayo obtenido por el P. Juan Bautista no es blanco] sino, como él mismo dice, rojo blancuzco, y esto debido a la intromisión de alguna luz exterior. (n. 562, p. 182).

- 2ª Objeción. Según el P. Juan Bautista y Almeida. (n. 573, p. 182).

- Los newtonianos responden [a la 5ª objeción] que cuando Newton afirma que el color verde consiste en que el cuerpo refleja rayos verdes (y dígase lo mismo de los demás colores) esto debe entenderse de los cuerpos opacos y no traslúcidos. (n. 566, p. 183).

- Si se pregunta por qué un cuerpo traslúcido transmite mejor un género de rayos que otro, Nollet responde que esto se debe a la diversidad de los glóbulos de luz existentes en los poros del cuerpo. Otros newtonianos opinan (los menciona sin citarlos el P. Almeida) que los rayos refractan por la atracción del vidrio. (n. 566, pp. 183-184).

- Esta hipótesis pues (para usar las palabras del P. Nollet) por más que se diga en contra, hemos de confesar que es ingeniosa, es simple y natural. (n. 571, p. 185).

1.5. Curso de Elías del Carmen Pereyra

Es uno de los cursos que en esta parte presenta mayor cantidad de citas y menciones, muy variadas, teniendo como fuentes principales a Brixia y Almeida. Se observa la tendencia a la ampliación de la base bibliográfica. Se elencan las citas y menciones significativas por orden de aparición en el texto.

- Los Peripatéticos consideran que la luz es una entidad accidental, distinta de toda sustancia; Gassendi y Newton dicen que la luz es un cierto efluvio sustancial emanado por la potencia del cuerpo luminoso, al modo como los cuerpos olorosos emiten efluvios sustanciales, que constituyen el olor. (n. 540, p. 271).

- Descartes afirma que la luz es el segundo elemento de su sistema, que llena todas las cavidades de los cielos y tiene un impulso para moverse y se mueve a partir de lo luminoso. (n. 541, pp. 271-272).
- Brixia confirma la teoría que sustenta en el ímpetu por el cual los rayos de luz concentrados en un foco ustorio inciden en objetos corpóreos produciendo efectos que explica. (n. 546, pp. 274-275).
- Gassendi y Newton sostienen que el cuerpo proyectado no requiere la presencia del propulsor para conservarse en movimiento, pero los efluvios son emitidos por el cuerpo luminoso por movimiento de proyección. (n. 547, p. 275).
- Gassendi afirma que el cuerpo luminoso emite efluvios luminosos no menos que el cuerpo odorífero emite efluvios olorosos. (n. 548, pp. 275-276).
- Feijoo y otros autores exponen la objeción de que si la luz fuese una sustancia su difusión no sería instantánea, como lo han afirmado famosos autores. (n. 550, pp. 276-277).
- Newton argumenta que si la luz formalmente consistiera en el movimiento celerísimo del éter, su propagación no podría ser por líneas rectas; pero esto es falso. (n. 554, pp. 278-279).
- Almeida refiere una experiencia de Castel con los movimientos de una bala de fusil. (n. 557, pp. 279-280).
- Francis Bacon estableció un paralelo entre el sonido y la luz, que se explicará al tratar el sonido. (n. 562, p. 282).
- Newton, Muschenbroeck y los académicos florentinos determinaron que los cuerpos tienen muchos poros sensibles al influjo magnético, incluso el agua. (n. 570, p. 286).

- Juan Bautista admite que la mezcla de partes sólidas en lo diáfano inmuta menos la visión que la luz misma; confirma esta solución con el caso del agua. (n. 575, p. 288).
- Se objeta a Newton, que aun concediendo que el vidrio transparente no provoca ninguna reflexión o refracción de luz, esto sería más bien efecto de la recta disposición de los poros del cuerpo transparente. (n. 583, pp. 291-292).
- Almeida, sobre la “linterna mágica” que resulta de la 6ª ley; colocado el cuerpo lúcido en el foco o punto de unión de los rayos, todos los rayos reflejan paralelos; así, en la figura precedente, si la vela se pone en el punto *c*, uno de los rayos desde punto *h* y se refleja por la línea *b*; de otro modo cae desde el punto *c* en el punto *o* y refleja por la línea *n*. Por esta regla no pueden lograrse espejos ustorios de reflexión, porque los rayos se dispersan; pero sí puede hacerse la “linterna mágica”. (n. 596, p. 298).
- Newton, acerca de la causa de la reflexión de la luz, afirma que la luz no se refleja por el impacto en un obstáculo, sino por una potencia difusa en la superficie resistente. [...] En segundo lugar, responde con algo ignoto, no de modo distinto a los peripatéticos con la potencia oculta. Tercero, por vía repulsiva entiende Newton un verdadero impulso, como dije en otro lugar, no ignorando con Gravessande, que el impulso no puede producirse sin contacto: al negar que se dé una superficie tan pulida como se asume en las leyes mencionadas, eso está contra Newton mismo. (n. 598, p. 299).
- Descartes sostiene la primera teoría sobre la refracción: afirma que la luz, pasando de un medio más tenue a otro más denso no cae de la perpendicular; se omite la teoría peripatética del P. Cabej y otros. (n. 609, p. 304).
- Brixia expone la teoría de que cuando la luz pasa oblicuamente de un medio más denso a otro más tenue, reflecta acercándose a la perpendicular, porque el medio más tenue resiste menos y por eso en él es más fácil la continuidad del movimiento por el cual la luz tendía a la perpendicular. Dice que es una teoría sutilísima, pero cargada de dificultades, que expone, y especialmente en

Juan Bautista, de modo que, pese a su probabilidad, debe ser rechazada. (n. 610, pp. 304-305).

- Gassendi sostiene la segunda teoría, a la cual adhirieron Malebranche, Milliet Dechales, Juan Bautista y muchos otros: la luz, incidiendo oblicuamente de un medio más tenue a otro más denso refracta acercándose a la perpendicular, porque los glóbulos inciden oblicuamente. (n. 611, p. 305).

- Gassendi, dice que sucede lo contrario (es decir, no seguir la línea media) en el paso de la luz del medio más denso al más tenue, pues entonces los glóbulos ubicados cerca de los poros, a los cuales es contiguo el medio más tenue, rotan y se envuelven con movimiento contrario y por una razón. (n. 613, pp. 305-306).

- Rizzetti sostiene la primera teoría más conocida sobre la naturaleza de los colores, para la cual todos los colores no son otra cosa que una variada combinación de la luz o su claridad con la sombra ínsita en los cuerpos o el medio en el cual se ve el color. (n. 617, p. 308).

- Gassendi sostiene la segunda teoría, la cual considera que los colores intermedios surgen de la variada combinación de luz y sombra, en la reflexión o la refracción, determinando el diverso pasaje de rayos. (n. 618, pp. 308-309).

- Descartes sostiene la tercera teoría, que en parte coincide con Malebranche; piensa que los colores intermedios surgen de la variada combinación de los movimientos rectilíneo y circular de los glóbulos de luz. (n. 619, p. 309).

- Finalmente la cuarta y la más considerada entre todos los filósofos es la de los Newtonianos, que celebran a Newton como el primero en detectar la naturaleza de los colores. (n. 619, p. 309).

- Newton sostiene que toda esta diferencia surge de la diversa figura de las partículas de las cuales se componen los rayos, por lo cual su sistema tiene como fundamento que las partes de luz no son aquellos. (n. 621, p. 310).

- Los colores primarios intermedios entre el blanco y el negro no pueden explicarse en el Sistema de Newton; por lo cual debe considerarse que físicamente consisten en la variada mezcla, según Gassendi. Defienden esta conclusión Juan Bautista y su discípulo Teodoro de Almeida. (n. 622, pp. 310-311).
- Críticas a Newton: nada hay en el sistema de Newton, sino que los rayos absorben rayos de otro color reflejando y refractando sólo aquellos cuyo color aparece en el cuerpo. Esto consta en el fundamento de Newton; también conforme a él todos los cuerpos tienen materia que es blanca, gris, roja, amarilla, verde, azul, violácea, de modo que en el rojo de luz homogéneo se verían solo rojos, en la luz azul, sólo azul y en general se verían solo aquellos colores en los cuales estuvieran puestos. (n. 624, p. 311-312).
- Continuación de la crítica: conforme a Newton, un cuerpo cualquiera refleja más de un color que de otros, porque tiene una disposición por la cual sólo refleja los rayos del mismo color con que aparece. Pero este principio fundamental es falso; luego. Se prueba la menor, si atendemos a Newton, los cuerpos blancos, azules o de otros colores, no sólo reflejan los rayos de los mismos colores que tienen, sino también otros; no pocos sino muchos como en los cuerpos blancos; luego en el rayo rojo aparece claramente el rojo, en el azul, claramente el azul, luego. (n. 625, p. 312).
- Rizzetti, experimento: sea una tabla, en la cual se han pintado los colores por medio del prisma; si se aproxima al prisma, el color verde cambia a blanco; si en cambio se la aleja, el color amarillo desaparece. (n. 626, pp. 312-313).
- Juan Bautista, experimento repetido y aprobado por Almeida: divídase un rayo de luz por medio del prisma, y a una distancia de más de veinte pies, donde los rayos están muy separados, póngase un papel negro que tenga un pequeño agujero por el cual sólo pase un rayo rojo; opóngase después el papel a un lente convexo-convexo, en cuyo foco se coloca una cajita, abierta con dos agujeros uno cerrado con los rayos dentro, y aplíquese en el otro agujero

el ojo, para ver el rayo dentro de la cajita, con lo cual se verá una carta blanca puesta dentro de ella. (n. 627, p. 313).

- Juan Bautista, a partir de la experiencia, razona que si los rayos fueran intrínsecamente diferentes, permaneciendo un solo rayo. (n. 628, pp. 313-314).

- Brixia, referencia a la comparación de los rayos luminosos y el sonido. (n. 630, p. 315).

- Juan Bautista, razona que el sonido, por ejemplo, de una campana tañida, no puede cambiar sea por los vientos, sea por la reflexión del aire en otros cuerpos, y si puede aumentar o disminuir. (n. 632, p. 316).

- Gravessande ha experimentado que la luz refracta acercándose a la perpendicular cuando pasa de alumbre al vitriolo [...] y del mismo modo refracta hacia la perpendicular en el paso del agua a la esencia de trementina. (n. 634, p. 317).

1.6. Curso de Mariano Medrano

Este curso tiene numerosas citas y menciones, muy variadas; parecen en buena medida tomadas de Brixia, pero en todo caso se muestra la intención del profesor en cuanto a justificar cada una de las teorías de un asunto que asume como muy complejo: la gravedad. Se acerca más a la tesis de los otros en el tema de la luz y los colores. Se elencan las citas y referencias significativas en el orden de aparición en el texto.

- Fabro: “Escribamos gravemente sobre la gravedad”, y con razón. Pues sobre esta propiedad corporal hay muchas preguntas de los filósofos antiguos y modernos, cuyo trabajo sería, según Bertoldo Hauser, más bien indagar históricamente el fenómeno, que mostrar un avance significativo a la cuestión filosófica. (n. 247, pp. 109-110).

- Gassendi, después de rechazar la teoría de los Peripatéticos sobre el descenso de los graves, lo explica por ciertos efluvios que surgen de la tierra. (n. 253, pp. 111-112).
- Maignam lo explica así: los corpúsculos que salen de la tierra, o bien chocan con las partes sólidas de los cuerpos o se meten en sus poros y los penetran libremente. Si lo primero, más bien deberían repeler que atraer a los cuerpos; si lo segundo, es evidente que el cuerpo no debería ser repelido ni atraído, de tal modo que el movimiento de aquellos de ningún modo resiste; como observa el P. Maignan, ¿de qué modo la nave se movería? De ningún modo se movería. (n. 255, pp. 112-113).
- Leibniz atribuye a otra causa el descenso de los cuerpos graves, a una materia sutilísima que rodea a la tierra, que por todas partes, en forma rectilínea e innata, fuerza al cuerpo a retroceder. Lo confirma con el ejemplo del cuerpo. (n. 256, p. 113).
- Brixia, acepta su teoría sobre los múltiples fenómenos gravitatorios, pero téngase presente, con Fortunato Brixia y otros, que no es fácil. (n. 257, pp. 113-114).
- Véase más sobre fenómenos gravitatorios en Brixia. (n. 259, p. 114).
- Descartes, con otros modernos, opina que la gravedad de los cuerpos sublunares surge del movimiento vertiginoso de la materia sutil; “nótese –dice en la parte cuarta de los *Principios*, número 95– que la fuerza que tienen cada una de las partes de la materia sutil para alejarse de la tierra, su efecto vertiginoso, cuando ellas ascienden, no pueden sino empujar algunas partes terrestres, en cuyo lugar quedan, mandándolas hacia abajo”. (n. 260, p. p. 115).
- Pourchot intenta explicar esta hipótesis con muchos ejemplos; cuya ineficacia se verá en lo siguiente. (n. 260, p. 115).

- Admitidas las teorías de Descartes sobre la causa de la gravedad, no queda lugar para establecer su sistema acerca de la naturaleza de la luz, que la coloca en este impacto rectilíneo de los glóbulos o en su elemento. (n. 262, p. 116).

- Clarke (newtoniano) advierte que la gravitación no proviene ni del mutuo impulso ni del contacto corpóreo; por tanto finge o supone que en la acción interviene una causa material. (n. 263, p. 116).

- Los newtonianos y sus seguidores rechazan las cualidades ocultas de los Peripatéticos. Pero la potencia gravitatoria o atractiva tiene todas las propiedades de una cualidad oculta [...] pero los newtonianos afirman que la fuerza de gravedad existe en los cuerpos por razón de la materia, ínsita por la sola voluntad del creador, y su causa nos es desconocida, y no se puede deducir de las leyes conocidas, como opina Gravessande. (n. 264, p. 117).

- Duhamel y otros, piensan que la gravedad de los cuerpos y el descenso proviene del aire retro-impelente, “pues –dice este sabio– parece probable que el descenso de los graves provenga de una causa extrínseca. (n. 265, p. 117).

- Gassendi, quien quiere probar que los cuerpos son llevados hacia abajo a causa de los efluvios emitidos por la tierra, por la analogía que se da entre el imán y la tierra. Pues así el imán atrae al hierro. (n. 268, p. 119).

- Sobre el color: aunque la materia cuyo tratamiento ahora iniciamos es muy divertida, como piensa el autor del *Espectáculo de la Naturaleza*, tomo 4, p. 158, sin embargo es difícil y está oculta en la naturaleza. (n. 587, p. 267).

- Descartes afirma que la naturaleza de los colores deriva de la variada mezcla de movimientos. “Mi sentencia, dice Descartes, explica claramente la naturaleza de los colores. (n. 588, p. 268).

- Gassendi presenta su hipótesis y de otros filósofos, una vez rechazada la de Descartes, que explican la naturaleza de los colores intermedios por la mayor

o menor mezcla de luz y sombra. cuando, dice, a partir de las diversas incidencias de los rayos entre sí, se producen reflexiones y refracciones, de tal modo que inciden finalmente reflejándose en el ojo mismo. (n. 591, p. 270).

- Boyle dice que muchas cosas son defectuosas en la posición de Gassendi, pues es cierto que del blanco y el negro diversamente mezclados no surge ningún color intermedio y nunca, por ninguna mezcla de blanco y negro, se puede producir azul, amarillo o rojo, ni otros colores; luego tampoco pueden surgir colores de otras mezclas de luz y sombra. (n. 592, p. 271).

- Rizzeti y quienes piensan como él, discrepan poco con esta teoría de la mezcla, diciendo que todos los colores no son sino luz cubierta por un velo oscuro, o sombra cubierta por un velo lúcido. Aunque esta hipótesis sea ingeniosa, tiene también defectos. (n. 593.p. 272).

- Newton presenta una teoría que actualmente es tan aceptada que en ella concuerdan los físicos modernos; para entenderla es necesario indicar algunas nociones previas. 1º según Newton todo rayo de luz consta de muchos poros, y así como no tienen la misma magnitud ni figura, tampoco el color es igual en todos. (n. 594, p. 272).

- Newton explica por qué algunos cuerpos pesados reflejan los rayos de luz antes que otros, y por qué algunos cuerpos son más aptos para reflejar a partir de la composición de sus partes insensibles, disposición y figura; ambas cuestiones explicadas con las palabras de Newton pueden verse en el tratado de los colores. (n. 604, p. 278).

- Castel se equivoca en que sólo hay tres colores primarios, de la mezcla de los cuales se originan los demás. (n. 606, p. 279).

- Castel prueba que Newton, colocando a ciertos pies de distancia del prisma, se recogen los colores refractos y además por el agujero bien estrecho se introducen sólo rayos. [...] Véase su carta en las *Memorias de Trévoux* del año 1740, art. 111, pág. 2563. Añado que de otra carta resulta que, si se recoge

la imagen coloreada más lejos del prisma, aparecen también otros colores sin que los que enumera en propio Newton con la blancura apenas desaparezcan. Desaparece en cambio si dieran más lejos del prisma. Pues son necesarias muchas cosas para evitar defectos en los experimentos de Newton, por lo cual, dado el más mínimo defecto no ocurre el efecto. (n. 609, pp. 280-281 y 282).

- Musskenbroek, en sus *Elementos de Física*, parágrafo 1178, indica que los pigmentos de muy diversos colores pueden mezclarse en tal determinada cantidad. (n. 613, p. 283).

- Juan Bautista de la Congregación del Oratorio, trae un solo experimento con el cual se pretende derrumbar la teoría newtoniana sobre la naturaleza de los colores, lo que se expone como objeción a Newton. (n. 614, pp. 284-285).

- Nollet atestigua que las experiencias de Newton cumplen bien los múltiples requisitos necesarios, por lo que es razonable sospechar que en realidad el experimento hecho por Juan Bautista falló en algo. (n. 615, p. 285).

- Almeida y todos cuantos siguen los pasos de los newtonianos, aseveren que el experimento de Juan Bautista no fue hecho cuidadosamente y que el rayo de luz no fue totalmente separado de los otros, lo que se colige, dice Almeida, de que el color observado en la caja no es perfectamente blanco sino “rojo blancuzco”, es decir, proveniente de la mezcla con otro rayo heterogéneo. (n. 616, p. 286).

- Almeida dice que, si los rayos de la mencionada experiencia anterior hubieran sido exactamente separados, pero confusos con otros, aparece suficientemente claro que si el agujero mínimo se abriera en la extremidad superior o inferior o en el medio, se formarían los siete colores a determinada distancia, lo que no sucedería, si fuesen separados exactísimamente de los otros. (n. 622, p. 290).

- Argumento: o la segunda refracción corrige la primera, o la confirma. Si la corrige, de tal modo que sea hacia la parte opuesta, entonces los rayos de luz

no pueden separarse entre sí, porque una refracción destruye lo que la otra consiguió. Pero si la segunda refracción aumenta y confirma la primera, y hacia la misma parte, como sucede en el prisma, entonces en la parte opuesta se forman los colores. Vean Teodoro Almeida, *Recreaciones filosóficas*, 6ª parte, p. 124 al final. (n. 629, p. 294).

- Mariotte, en el *Tratado sobre la naturaleza de los colores*, observó cierto color violáceo en la parte del color azul y que el rojo se había trasmutado, a la distancia de aproximadamente a 30 pies por la muesca del trayecto de las dos líneas, estando el otro prisma muy inclinado. Lo mismo, Rizetti en el Libro 1º sobre las propiedades de la luz, cap. 2º, experiencia 4ª –citado en el P. Ferrari– atestigua que si la tabla en la que se pinta el espectro de los colores, se acerca más al prisma el color cambia a blanco, y que si se separa aunque muy poco del prisma o se pierde; por lo tanto los rayos no son intrínsecamente coloreados. (n. 636, pp. 297-298).

- Wolff, en los *Elementos de óptica*, cap. 4º, número 25º, folio 35, replica con razón que en el experimento de Mariotte no hubo absoluta separación de los rayos, lo que era necesario para que se probara algo contra Newton y los newtonianos. (n. 637, p. 298).

- Nollet sobre la teoría newtoniana de los colores: “por más que se diga en contra, hemos de confesar que es ingeniosa, simple y natural”. (n. 639, p. 299).

1.7. Curso de Dievo Estanislao de Zavaleta

También Zavaleta tiene considerable cantidad de citas y muy variadas, parecen en buena parte tomados de Brixia. Se elencan las significativas por orden de aparición en el texto.

- Aristóteles define lo pesado como lo que va naturalmente al centro. (n. 214, p. 112).

- Boerhaave dice que nadie alcanzó la naturaleza de la gravedad, aunque muchos lo intentaron. (n. 222, p. 117).
- Los Peripatéticos ponen la gravedad en una cualidad real existente en los cuerpos. (n. 223, p. 118).
- Bouguer, Maupertuis y La Condamine muestran que el péndulo es más veloz hacia los polos y se retarda en el ecuador. (n. 224, p. 118).
- Gravessande y Musschenbroeck afirman que es posible determinar la cantidad del peso que se modifica. (n. 223, p. 118).
- Isaac Newton halló un cálculo de la atracción, pero no explica claramente qué quiere significar con este nombre. (n. 225, p. 119).
- Clarke explica el sistema de Newton dando la proporción de la atracción. (n. 228, p. 121).
- Descartes tiene su propia teoría sobre el mundo, en la cual pone como causa de la gravedad el impulso de la materia celeste. (n. 232, p. 123).
- Menos famosas son las teorías de Gassendi, Leibniz y Duhamel. (n. 234, p. 125).
- Gassendi sostiene que la tierra es como un gran imán que posee fuerza de atracción magnética. (n. 234, p. 125).
- Leibniz asigna la causa de la gravedad a una materia sutilísima que rodea la tierra. (n. 237, p. 126).
- Duhamel sostiene que la gravedad de los cuerpos sublunares se debe a la presión del aire desde donde esté o sobrevenga el impulso del aire. (n. 237, pp. 126.127).

- Castel, Zanchi y Hauser asignan como principio extrínseco de la gravedad, la acción etérea en línea recta, que suponen ser partículas tanto sólidas como fluidas de forma esférica. (n. 239, p. 127).
- Almeida sostiene que la gravedad de los cuerpos celestes surge inmediatamente de las leyes naturales establecidas por Dios, para formar la unidad terrestre. (n.241, p. 130).
- Galeno y algunos escolásticos, piensan que la luz es cierto accidente absoluto, que, producido por el cuerpo luminoso, atraviesa un medio diáfano. Otros (en el siglo XVII), enseñaron que la luz no es cuerpo ni espíritu, sino una cierta cosa de naturaleza desconocida intermedia entre cuerpo y espíritu. (n. 582, p. 322).
- Gassendi y Newton y muchos modernos, pretenden que la luz es una sustancia o llama sutilísima salida del cuerpo lúcido y difundida a todas partes, al modo como el olor se produce por el efluvio de partículas emitidas por el cuerpo oloroso. (n. 582, p. 322).
- Descartes pone la luz en la presión en línea recta de los glóbulos del segundo elemento, es decir en su tendencia a retroceder el medio hacia el centro del cuerpo lúcido según la línea recta. (n. 583, p. 323).
- Descartes enseña que la luz se propaga más rápidamente por un medio más denso que por el más enrarecido; por tanto la luz en el instante se difunde en amplios intervalos [...] según Pedro de Martino, en Brixia. (n. 589, p. 325).
- Sigaud de Lafond presenta un argumento contra la teoría de la luz como movimiento vibratorio celerísimo de una materia sumamente fluida. (n. 591, p. 326).
- Grimaldi argumenta contra la teoría emisiva: entonces este sol tendría una pérdida notable, y también el globo terráqueo tendría una pérdida de tal parte millonésima igual del sol que sería insensible respecto a la masa solar [...] Y

una vez puesta se repara continuamente la luz que sale del sol a partir del circuito de esta luz refluente; también podría ser reparada por la atmósfera del sol mismo, o también por los cometas que a veces cae en el sol, como muestra Newton. (n. 598, p. 330).

- Boshobi [¿Boskovich?] dice que aunque se demostrara la propagación rectilínea en una habitación, ¿cómo podía concluirse para lo abierto nuboso, o en tanto espacio cuanto hay entre la tierra y el sol? (n. 604, p. 334).

- Euler y otros modernos, afirman que los cuerpos transparentes deben ser considerados como cuerpos lúcidos sin polvo. (n. 605).

- Newton y otros físicos dicen que todas las superficies son aptas para transmitir la luz, pues incluso si cuerpos opacos ante una luz intensísima son transparentes; luego aquellas láminas así conjuntas no son opacas por una cualidad (n. 606, p. 336).

- Fabri, con muchos peripatéticos, que consideran a la luz un accidente absoluto, dice que la transparencia consiste en las partículas homogéneas en densidad y porosidad, dispuestas continua o al menos contiguamente de modo recto. Esto coincide con la teoría de algunos modernos, para quienes, con Euler, los cuerpos transparentes deben ser considerados como cuerpos lúcidos sin polvo (n.608, p. 337).

- Euler sostiene que los cuerpos opacos, aunque no sean iluminados de otra parte, si llegan a nosotros, sin embargo no se propagan por rayos reflejos, sino por rayos que producen [338] las partículas (n. 609, p. 337).

- Newton y los newtonianos afirman que el cuerpo transparente consta de láminas tenuísimas, en cuyos intermedios no se da ninguna reflexión de la luz incidente, y ninguna refracción, y el opaco al contrario. En el Libro Segundo de la *Óptica*, proposición tercera, dice que la opacidad resulta de la multitud de reflexiones que se producen en las pares interiores de los cuerpos y Clarke continúa desarrollando esfgas ideas. (n. 611, p. 339).

- Gassendi explica por qué el vidrio es menos transparente cuanto más grueso, y si se junta un vidrio con otro resulta un cuerpo opaco, por los poros totalmente insensibles de los corpúsculos, colocados (n. 611, p. 339).
- Gassendi explica por qué el vulgo piensa que el vidrio es todo transparente por ser fino y puede transmitir todos los rayos, tal como se ponen al sol y al papel blanco (n. 619, p. 346).
- Newton dice que es difícil o casi imposible, incluso en un cuerpo densísimo, observar las condiciones que él mismo observó, pues muy fácilmente cualquier objeto, impedimento, efluvio o fuerza magnética transforma por sí y recibe el mercurio en sus intersticios... (n. 620, pp. 347-348),
- Newton y otros sostienen que la reflexión de la luz [351] se produce mínimamente, o no se produce, en las superficies distantes (n. 624, pp. 350-351).
- Maignam elucubró otra teoría, y la explica ampliamente y la apoya el P. Dechales, y casi todos los filósofos de algún modo la siguen, exceptuando a los newtonianos. Ella estatuye que la refracción de la luz surge de la desigual facilidad con que se produce su propagación según los diferentes medios (n. 629, p. 354).
- Newton dice que la refracción de la luz acercándose a la perpendicular en tránsito oblicuo de un medio más enrarecido a otro más denso por el mayor [...] y de esto deriva las fuerzas atractiva y repulsoras en cantidades insensibles (n. 630, p. 235),

1.8. Curso de Fernando Braco

Tiene también considerable cantidad de citas y menciones, en un tema que los demás tratan brevemente cuando lo hacen, es decir la gravedad y en el

marco de la explicación de las propiedades de los cuerpos. Se elencan en el orden de aparición en el texto.

- Descartes sospecha que la solidez de los cuerpos se funda en el reposo de las partículas; por tanto piensa que los cuerpos cuyas partículas están en reposo mutuo, son todas duras, esto es, sólidas. Roberto Boyle y otros consideran que para la consistencia sólida basta que las partes, especialmente las que son muy sutiles, se toquen inmediatamente y gocen de reposo; casi en la misma teoría coinciden quienes atribuyen la solidez y adhesión de las partes a la materia fluida etérea sutil misma que da a todos permanencia y cohesión. (n. 663, p. 251).

- Los newtonianos por su parte opinan que la solidez se debe a la mutua atracción de las primigenias y sutiles partículas de la materia etérea, de tal modo que pierde la solidez el cuerpo cuyas partículas tengan mayor superficie entre sí. Los newtonianos añaden a esto otras leyes de atracción. pero para nuestro propósito, en cuanto a lo necesario en relación a esta opinión, afirmo que de ella se sigue la improbabilidad de la teoría. Gassendi y los atomistas afirman que la firmeza de los cuerpos parece surgir de que los átomos o partículas. (n. 664, p. 251).

- Musschenbroek pone un caso ejemplo: tómense dos cilindros de plata, uno en la parte baja unidos con sebo y añádase calor equivalente a 1250 libras; la fuerza atractiva no parece responder suficientemente a las leyes. (n. 669, p. 253).

- Hauser sobre la elasticidad, dice que corresponde a un vestigio ínsito en la naturaleza escrutada con cuidado. Y dejando de lado el modo de pensar de los Peripatéticos como indigno de un filósofo, los autores pueden reducirse a tres clases. La primera es la de aquellos que derivan la elasticidad de un principio extrínseco. La segunda, los que asignan un principio intrínseco al cuerpo. Reduzco a la tercera los que sostienen que la elasticidad deriva tanto de un principio intrínseco como extrínseco. (n. 695, p. 259).

- Descartes con sus actuales seguidores, explica la elasticidad por el éter comprimido en los poros, cuyas partes son comprimidas violentamente. (n. 696, p. 259).
- Boyle adscribe la expansión elástica a las partículas de los cuerpos en forma de espiral formal. (n. 697, p. 259).
- Algunos newtonianos asignan como causa de la restitución elástica las partículas primarias que por compresión de sus contactos naturales, separadas de dichos contactos vuelven velozmente a ellos. Contrariamente, otros newtonianos [...] No pocos sostienen que la elasticidad se debe a una notable cantidad de fuego (n. 698, p. 260).
- Gassendi, además de la figura intrínseca idónea de las partículas asuma la fuerza extrínseca; pues piensa que la elasticidad es producto de un movimiento reflejo y la fuerza compresora del cuerpo. (n. 699, p. 260).
- Hauser, cuya teoría suscribe invocando la confidencia de la naturaleza y la verdad, (n. 700, p. 260).
- El Cardenal Ptolomeo considera que la causa suficientemente apta para explicar los fenómenos elásticos es la disposición del cuerpo, que surge habitualmente de muchas y mínimas armillas, fibrillas espiraladas, anulares y mecánicas como en los relojes y similares. Otros, con Cristian Crusio, opinan que se debe a las partículas ínsitas en los filamentos y llevadas tan lejos de modo que intercepten los poros frecuentes y notables, y superen la conjunción de piedras de la pared. (n. 701, pp. 260-261).
- Fabro dice: “Tratemos gravemente de la gravedad”. (n. 711, p. 263).
- Bicolás de Mario parece designar por “peso” la gravitación misma del cuerpo. (n. 711, p. 263).

- Clarke y los newtonianos consideran que la gravedad es dada inmediatamente por Dios. Pues enseñan que la gravedad o peso de los cuerpos no es un movimiento adventicio, o efecto de alguna materia sutil, sino una ley originaria y general (n. 716, p. 266).
- Descartes concibe a la tierra colocada en un gran vértice del sol o centro común de los cuerpos graves, con movimiento anual. (n. 717, p. 266).
- Gassendi y muchos atomistas, sostienen que de la tierra salen y giran efluvios magnéticos ganchudos, que se encuentran en los cuerpos, tomándolos en sus ganchos y arrastrándolos hacia la tierra. Otros, con Leibniz, proponen una materia sutil que circunda a la tierra, saliendo desde su centro en líneas rectas y dejando en el centro los cuerpos más gruesos. Pero Cl. Duhamel apunta contra la opinión de ellos. (n. 720, p. 267).
- El P. de Lana, Castel y otros Menores [franciscanos] en la nota de la *Física* a los cuales suscribe C.. (n. 721, p. 267).
- Los newtonianos rechazan las cualidades ocultas, pero su fuerza de gravitación tiene todas las propiedades de las cualidades ocultas. Pues según Wolff, la cualidad oculta carece de suficiente razón por la cual inhiere en el sujeto o al menos puede inherir; pero los newtonianos afirman que la fuerza de gravitación está en el cuerpo en razón de la masa, causa ínsita desconocida para nosotros y puesta solo por voluntad del creador, de modo que, según Gravessande, no puede deducirse de las leyes que conocemos. (n. 726, pp. 268-269).
- Descartes sostiene que la materia celeste se desplaza en la parte del vértice de los planetas en círculos imperfectos (n. 727, pp. 269).
- Nollet dice que no habría descenso de los graves a la tierra por línea recta, y añade un experimento sobre las fuerzas. (n. 729, p. 269).

- Las hipótesis de Gassendi, Leibniz y Duhamel no bastan para explicar la gravedad. (n. 730, p. 270).

- Lana, Castell y Hauser, sostienen que la gravedad se debe tanto a a estructura de los cuerpos como al ímpetu recibido en ellos, impreso por el éter. Parece ser la mejor hipótesis. (n. 733).

1.2. Resumen

Almeida

- 3. Rivarola: luz
- 4. Rodríguez: luz
- 5. Pereyra: luz - color
- 6. Medrano: color
- 7. Zavaleta: gravedad

Aristóteles

- 2. Rufo: color
- 4, Rodríguez: color
- 7. Zavaleta: gravedad

Bacon, Francis

- 5. Pereyra: luz

Bayle

- 2. Rufo: color

Boerhaave

- 7. Zavaleta: gravedad

Boshobi – ¿Boskovich?

- 7. Zavaleta: luz

Bouguer

- 7. Zavaleta: gravedad

Boyle

- 3. Rivarola: luz
- 6. Medrano: luz - color
- 8. Braco: solidez por gravedad - elasticidad y atracción

Breyte

2. Rufo: color

Brixia

5. Pereyra: luz - color

6. Medrano: gravedad - luz - color

7. Zavaleta: luz

Cabeo

5. Pereyra: luz

Campaila

4. Rodríguez: gravedad

Cardenal Ptolomeo

1. Riva: luz

2. Rufo: luz - color

8. Braco: elasticidad

Cassini, Jacobo

1. Riva: luz

Castel

2. Rufo: luz

5. Pereyra: luz

6. Medrano: luz - color

7. Zavaleta: gravedad

8. Braco: gravedad

Clarke

4. Rodríguez: color

6. Medrano: gravedad

7. Zavaleta: luz

8. Braco: gravedad

Corsini

1. Riva: gravedad

3. Rivarola: luz

4. Rodríguez: luz

Crusio

8. Braco: elasticidad

Curso Complutense

3. Rivarola: color

Descartes

2. Rufo: luz

4. Rodríguez: color

5. Pereyra: luz

6. Medrano: gravedad - luz - color

7. Zavaleta: gravedad - luz

8. Braco: luz - gravedad - elasticidad

Dechales

5. Pereyra: luz

7. Zavaleta: luz

Duhamel

2. Rufo: luz

3. Rivarola: luz

4. Rodríguez: color

5. Pereyra: luz - color

6. Medrano: gravedad - luz - color

7. Zavaleta: gravedad

8. Braco: gravedad

Duclos

1. Riva: luz

Epicuro

4. Rodríguez: color

Euler

7. Zavaleta: luz

Fabri, Honorato

2. Rufo: luz

6. Medrano: gravedad

7. Zavaleta: luz

Falk

2. Rufo: luz - color

Feijoo

1. Riva: luz

2. Rufo: luz

Ferrari

- 4. Rodriguez: color
- 6. Medrano: color (cita a Rizzeti)

Galeno

- 7. Zavaleta

Gassendi

- 1. Riva: fuerza magnética
- 2. Rufo: luz
- 3. Rivarola: luz
- 5. Pereyra: luz
- 6. Medrano: gravedad - luz - color
- 7, Zavaleta: gravedad - luz
- 8. Braco: solidez por atracción gravedad

Goudin

- 3. Rivarola: color

Gravessande

- 2. Rufo - luz
- 3. Rivarola – luz con newtonianos
- 4, Rodríguez - gravedad
- 5. Pereyra - luz
- 6. Medrano – gravedad
- 7. Zavaleta: gravedad

Grimaldi

- 2. Rufo: color
- 7, Zavaleta: luz

Halley

- 2. Rufo: luz

Hauser

- 6. Medrano: gravedad
- 7. Zavaleta: gravedad
- 8. Braco: gravedad

Homberg

- 1. Riva: gravedad

Huygens

1. Riva: luz
4. Rodríguez: velocidad de la luz

Kepler

4. Rodríguez: color

Kircher

1. Riva: espejo parlante
2. Rufo: color

La Condamine

7. Zavaleta: gravedad

Lafond

7. Zavaleta: luz

Lana

8. Braco: gravedad

Legrand, Antonio

4. Rodríguez: color

Leibniz

6. Medrano: gravedad
7. Zavaleta: gravedad
8. Braco: gravedad

Lucrecio

1. Riva: luz

Maasen

2. Rufo: color

Maignan

3. Rivarola: luz
6. Medrano: gravedad
7. Zavaleta: luz

Malebranche

3. Rivarola: luz
5. Pereyra: luz

Maragdi

1. Riva: luz

Mario

8. Braco: gravedad

Mariotte

3. Rivarola: color
4. Rodríguez: color
6. Medrano: color

Martino

7. Zavaleta: luz

Maupertuis

7. Zavaleta: gravedad

Mayr

1. Riva: luz
2. Rufo: luz - color

Memorias de Trévoux

1. Riva: luz

Müller

3. Rivarola: luz

Musschenbroek

2. Rufo: color
5. Pereyra: luz
6. Medrano: luz - color
7. Zavaleta: gravedad
8. Braco: solidez - elasticidad

Newton

1. Riva: gravedad
2. Rufo: luz - color
3. Rivarola: luz
4. Rodríguez: gravedad - luz
5. Pereyra: luz - color
6. Medrano: luz - color
7. Zavaleta: gravedad - luz
8. Braco: gravedad

Nollet

3. Rivarola: luz
4. Rodríguez: color
6. Medrano: luz - color

8. Braco: gravedad

Picard

4. Rodríguez: luz

Pluche (Le Pluche)

3. Rivarola: luz

4. Rodríguez: color

6. Medrano: color

Plutarco

4. Rodríguez: color

Pourchot

4. Rodríguez: color

6. Medrano: gravedad

Regnault,

1. Riva: luz

2. Rufo: luz - color

Rizzeti (Rizzeto)

3. Rivarola: color

4. Rodríguez: color

5. Pereyra: luz - color

6. Medrano: luz - color

Rohault

4. Rodríguez: color

Römer

1. Riva: luz

4. Rodríguez: luz

Saguens

3. Rivarola: luz

Scoter

2. Rufo: color

Taglini

4. Rodríguez: luz

Tomás de Aquino

2. Rufo: color

3. Rivarola: color

Tosca

- 3. Rivarola: luz
- 4. Rodríguez: luz

Virgilio

- 3. Rivarola: color

Wolff

- 4. Rodríguez: color
- 6. Medrano: gravedad - color
- 8. Braco: gravedad.

Zanchi

- 7. Zavaleta: gravedad

2. Determinación de los textos principales de uso

El resumen expuesto indica el resultado de este primer relevamiento, siendo ahora el momento de analizar los resultados de acuerdo a tres ejes de información: 1. Autores más citados; 2. Temas más buscados; 3. Cruce de ambos datos

1. Autores más citados. Hay sólo un autor citado en los ocho cursos: Newton. La común referencia es lógica. Ningún otro autor es mencionado en todos los textos y esto significa que ningún científico ni manual fue usado por todos. En parte también es comprensible, porque a lo largo de mis indagaciones he comprobado reiteradamente que las Órdenes docentes tenían sus preferencias y que, en general, no eran compartidas, sobre todo las de los autores propios. Jesuitas, franciscanos, dominicos y mercedarios, los principales docentes rioplatenses, evidencian notable lealtad a este criterio. Los profesores seculares, si bien tenían un mayor margen de opción, también solían decantarse por la tradición de los Regulares o bien –esto ya muy cerca de la época revolucionaria– por manuales u obras eclécticas y pre-ilustradas, o en línea con las ilustradas, que no llegaron a aplicar en la docencia.

En segundo lugar, los autores más citados (en siete cursos) son Gassendi y Duhamel; en cuanto a Gassendi, su mención en casi todos muestra el interés que para los profesores tenía el atomismo gassendista aun cuando no se compartiera, puesto que ninguno es adepto.

Descartes y Gravessande son citados en seis cursos y Almeida y Castel en cinco. Como puede apreciarse, esta mayor incidencia no es correlativa a la celebridad de los mencionados (ni siquiera entonces), porque es indudable que Descartes tenía más fama y resonancia que Duhamel en cuanto autor de teorías originales. Considero que la frecuencia de aparición se relaciona con los autores secundarios más citados en los manuales que servían de fuente principal.

En otra dirección, podría esperarse que los filósofos clásicos, especialmente los antiguos, tuvieran más eco. De hecho lo tuvieron, así por ejemplo Aristóteles (en menor medida Platón y Cicerón) aparecen frecuentemente citados o al menos mencionados en los cursos, incluyendo los de física, donde están los textos sobre Newton que ahora se analizan. Pero justamente hay pocas menciones, la mayoría incidentales, adosadas a estos nombres ilustres. Las referencias (casi siempre negativas) se limitan a la denominación genérica “los peripatéticos” que, si bien obviamente son una prolongación escolástica del aristotelismo anterior, no puede decirse que sea un aristotelismo estricto, ya que está muy matizado y sobre todo desarrollado, durante los siglos tardomedievales y primera modernidad. Pareciera que el Aristóteles histórico queda lejos de las preocupaciones que suscitan las teorías newtonianas.

2. Los temas buscados. Como es natural, se refieren a los problemas abordados por Newton, dentro del marco más general del curso que propone el profesor. Por lo tanto, son subtemas relativos a la gravedad o a la luz-color. De los dos ejes temáticos, el segundo lleva con mucho la delantera. No solo porque son más los cursos que se ocupan de la luz y los colores sino porque también la exposición es más larga y variada. Esto se debe a que, a diferencia de la gravedad, hay mucho material empírico y numerosos experimentos a

favor o en contra de las diversas tesis y en especial de la teoría newtoniana del color. Considero que, por una parte, ese tema resultaba de mayor interés para profesores y alumnos; y además, que las narraciones de experiencias, algunas sencillas y asequibles a intentos de reproducción, debieron ser un motivo casi determinante. Esto se vincula, entonces, con un sesgo común a nuestros profesores: la adhesión al experimentalismo moderno.

En cuanto al desglose temático dentro de los grandes ejes, la gravedad es tratada de modo más comprensivo, y se da preferencia a la exposición de las teorías sobre su naturaleza. Solo en algunos casos se abordan otros aspectos más específicos como los efectos de la gravedad.

El tema de la luz presenta un tratamiento más variado, aunque siempre dando preferencia a las teorías sobre su naturaleza. Pero algunos cursos dedican considerable extensión a la explicación de los fenómenos lumínicos y a discusiones sobre su velocidad, siendo reiterada la referencia al caso de los satélites de Júpiter. En cuanto a los colores, que a veces se ligan temáticamente con la luz y otras se presentan separadamente, es allí donde la exposición de las teorías y las discusiones sobre experiencias resultan más variadas, con mayor cantidad de referencias a fuentes de información, incluyendo algunos casos que debían ser de interés propio del profesor (o los alumnos) como el color oscuro de los africanos.

3. El cruce de los datos anteriores. Esto permite pensar algunas explicaciones tentativas. En primer lugar, se aprecia que no existe una correlación significativa (al menos numérica, de menciones, aunque también vale, en general, para la extensión de ellas) entre los autores más mencionados y los temas más buscados. El caso de Newton debe descontarse, porque ahí sí se da la correlación, en todos los sentidos. Cuanto más interesa al profesor la visión de Newton (aunque sea contrario a ella) su exposición es más larga, detallada y con más menciones propias. Podría decirse que Gassendi representa el caso inverso: la cantidad de menciones (aunque en muchos casos con brevísima exposición o sólo referencia) no se corresponde con el interés que el profesor otorga a sus teorías propias.

En cuanto a los demás científicos y filósofos relevantes, debe observarse que la diferencia con los menos célebres se da sobre todo en el tratamiento de sus teorías. Así por ejemplo, Gassendi y Descartes reciben una amplia cobertura expositiva, mientras que Duhamel o Almeida son mencionados como expositores pero no como objeto de tratamiento teórico, de conclusiones o de resolución de objeciones. Estos autores importantes, además, aparecen en los dos grandes temas cuando el curso trata ambos y se les dedica pareja atención.

3. Análisis del tratamiento en dichos textos

Las características generales de cada profesor rioplantense en cuanto al tratamiento del newtonismo ya han sido expuestas. Aquí se trata de ahondar más en el uso que el profesor hace de los textos que cita.

Aunque cada autor tiene su propio modo de citar y de usar las menciones de autoridades, se pueden distinguir, en los ocho cursos (y no sólo en estos profesores ni en este tema) que en orden decreciente, los usos de una cita de autoridad son los siguientes.

1. Cita de autoridad máxima, para indicar lo que dicha autoridad sostiene acerca del tema en cuestión; esta cita es imprescindible para dar legitimidad a la presentación didáctica (obviamente resumida y simplificada) del profesor.

2. Citas complementarias: son referencias a otros autores que han tratado la teoría principal que se está exponiendo, sea a favor o en contra.

3. Citas incidentales: para dar agilidad o adorno al texto, generalmente tomados de la fuente, por ejemplo citas de poetas.

Desde otro punto de vista, el profesor toma partido por una u otra opción teórica (son pocos los casos, y muy puntuales, en que una cuestión queda en suspenso). Entonces las citas, sobre todo las complementarias adquieren importancia decisiva, pues se usan para apoyar la opción que defiende el

profesor, o para contestar a alguna crítica. Como todos los temas relativos a Newton se incardinan en capítulos físicos discutidos (la gravedad, el movimiento acelerado en caída, los caracteres de la luz, la formación de los colores) la presentación toma la forma general de la *quaestio* escolástica, en algunos casos más completa; en otros, simplificada de tal modo que no aparece a primera lectura, pero la estructura disputativa está presente. Es decir, aun en temas alejados de las controversias filosóficas tradicionales, los profesores continúan recurriendo a la tradición docente que en muchos casos ellos mismos denostan.

4. Observaciones y conclusiones

El análisis del uso de fuentes locales de acceso directo o indirecto nos da un panorama variopinto, signo de que no puede hablarse de una “corriente principal” en el tema de Newton, salvo que sus ideas se consideran relevantes y deben ser explicadas, aun cuando no se compartan, lo que de hecho sucede en la mayoría de los casos. El análisis cuantitativo de la cantidad de citas y menciones significativas sobre los temas de la gravedad, la luz y el color muestra que casi todas las fuentes secundarias que se manejaban en la época han sido tenidas en cuenta por el conjunto de los ocho profesores, aun cuando no coincidan sino parcialmente. Más aún, podía decirse que ni siquiera puede hablarse de una “corriente principal” como tradición (o “concepción heredada”) en cada uno de los tres grupos docentes que trataron el tema: los jesuitas, los franciscanos y el clero secular. Esto se aprecia constatando que Riva y Rufo, que dieron sus cursos por las mismas épocas finales de la Compañía en América, aunque coinciden en algunas citas, no se repiten e incluso no coinciden al cien por cien en el valor de autoridad que dan a cada una. Sí puede decirse que ambos muestran su opción académica erudita y en cierto sentido “modernizante”, en cuanto a estos temas de la física especial o experimentalista consolidada en la segunda mitad del siglo XVII, y exponen los temas de acuerdo a las principales fuentes que la propia Compañía había privilegiado unos decenios antes, en particular el Cardenal Ptoloneo, cuya obra está sin duda presente en la mente de ambos profesores aun cuando no se lo cite expresamente.

Los franciscanos acusan aún mayor disparidad e independencia de criterio a la hora de exponer los temas, aunque la base manualística de todos se concentra en Ferrari y Brixia, que están presentes aunque no citados por expreso. Los franciscanos hacen una elección de fuentes más personalizada, integrando las referencias más científicas con otras de divulgación, a las que se les concede mucho valor, como es el caso de Feijóo y Almeida.

A la vista de todos estos elementos, se puede concluir que, en líneas generales, el nivel, la preparación y los intereses académicos de nuestros profesores rioplantesens, en el tema que nos ocupa, no difería ni era inferior al de la Metrópoli. Dentro de un marco general de recepción y asimilación de doctrinas modernas, se aprecia la incipiente formación de una tradición local, muy matizada, que va consolidándose en los últimos años coloniales y que resulta una clara antesala de los proyectos posteriores.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

5. Discusión y conclusiones

Los textos relatados pueden considerarse una muestra válida de la situación académica rioplatense en relación a las teorías newtonianas. Corresponden a diferentes lugares, tiempos e instituciones. Sin embargo –y a pesar de las diversas adhesiones– las exposiciones, los argumentos y sobre todo los supuestos epistemológicos de los profesores guardan un significativo “aire de familia”. Trataremos de profundizar un poco más estas intuiciones. Analizaremos en primer lugar los caracteres específicos de la *translatino newtoniana* y luego se tratará de establecer si tiene peculiaridades propias que la conviertan en un caso válido de la recepción constituida por la situación descrita con la categoría historiográfica *scholastica americana*.

1. Aspectos histórico-críticos de la *translatio newtoniana*

La expresión se usa aquí en el sentido que se ha difundido, como aplicación especial al caso americano, de la categoría *translatio studiorum* preconizada por Alain de Libera y su escuela para la explicación de la formación del corpus latino en el Medioevo¹. Se suele también denominar, para el caso americano, *translatio artium*, en cuanto incluye otras disciplinas además de la filosofía; por la misma razón, considero aceptable usar esta expresión restringida, acorde con el tema de esta investigación, pero que reclama un marco general histórico de transmisión en largos períodos, que considero puede ser éste, por lo cual argumentaré en esa dirección.

Debe tenerse en cuenta que en la segunda mitad del siglo XVIII los profesores del Río de la Plata están en proceso de “modernización”, lo que significa –para ellos– desligarse de lastre del Peripatetismo. Es decir, recién están incorporando los resultados de la ciencia experimental de un siglo y medio atrás. Por otra parte, la limitación eclesiástica a la enseñanza de sistemas vedados por la religión, parece haberse cumplido aquí tanto o más que en España. Así al menos se deduciría de las afirmaciones de Furlong², quien juzga favorablemente el período. Otras interpretaciones, como la de Garro³ están más teñidas de ideología, sobre todo cuando insiste en los “abusos y extravíos” a que dieron lugar los juicios del Deán Funes c. 1812. De hecho no existe ninguna mención aprobatoria al sistema galileano. Tampoco puede extrañar entonces que el de Newton, que lo supone, pudiera ser desarrollado en su total implicancia⁴. En todo caso, la vía

¹ Cf. Alain de Libera, *La philosophie médiévale*, Paris P.U.F., 1993; traducción *La filosofía medieval*, Buenos Aires, Fundación Hernandarias, Editorial Docencia, 2000.

² *Nacimiento y desarrollo...* cit., 1952, *passim*.

³ Cf. Juan Mamerto Garro, *Bosquejo Histórico de la Universidad de Córdoba*, cit.

⁴ También puede deberse en parte a esto el silencio en que cayó la traducción de Mutis a *Principia mathematica*, tanto en España como en América, y que ha sido un acontecimiento notable por sus implicaciones históricas, cuidadosamente estudiadas

antiperipatética que siguen casi todos los profesores rioplatenses, les lleva a privilegiar, contra el Peripato del siglo XVII, algunos aspectos:

- a) el fundamento experimental;
- b) la inducción;
- c) la exactitud descriptiva de los fenómenos;
- d) la supresión de todo elemento teórico no descriptivo ni experimentalmente comprobable (las “cualidades ocultas”);
- e) Las nociones que constituyan lo que hoy llamaríamos “términos teóricos” (o sea términos sin correlato empírico, o con correlato empírico sólo determinable a través de una teoría) deben ser máximamente restringidas y son sospechosas.

En general y de modo válido para todos los textos considerados, en primer lugar, está claro que son todos antiperipatéticos, en forma bastante anacrónica a fines del siglo XVIII. Por eso coinciden en la búsqueda de un fundamento experimental, una notable adhesión al principio inductivista al estilo de los experimentalistas del siglo anterior, de influencia baconiana, privilegio de la descriptividad, incluso aisladamente, sospecha de apelación a las cualidades ocultas y como consecuencia rechazo de los términos teóricos.

Hay que tener en cuenta que estos docentes profesaban un abierto antidogmatismo científico y querían aguzar el espíritu crítico de sus alumnos. Para ellos la imagen del dogmático era el peripatético y por extensión cualquier otro científico cuyas adhesiones o tratamientos sistemáticos guardaran a sus ojos alguna similitud. Si repasamos los argumentos declarados significativos, sea a favor o en contra de las hipótesis newtonianas, veremos que todos se inscriben en la línea de la visión científica mencionada, que es precisamente pre-newtoniana.

Veamos algunas puntualizaciones.

1°. En algún caso, como Elías del Carmen Pereyra, se establece una relación sistemática entre la teoría general y la especial (es uno de los pocos que aprecia el nexo intrínseco de todo el sistema newtoniano); pero precisamente el generalizado rechazo entre nuestros profesores de la teoría gravitatoria induce a rechazar la teoría óptica conexas, aunque las razones determinantes (expuestas antes) vuelven al contexto experimentalista mencionado.

2°. En todos los casos las exposiciones de teorías ópticas carecen de un marco teórico adecuado. Se tratan en orden cronológico, pero epistemológicamente prescinden del contexto histórico real científico de los enunciados, por lo que en definitiva resultan “intemporales”; y lo que es más grave, quedan colocadas en el mismo nivel metodológico, sin atender a los criterios respectivos de verificabilidad, que no era igual para Aristóteles que

por Luis Carlos Arboleda (“Sobre una traducción inédita de los *Principia* al castellano hecha por Mutis en Granada, c. 1770”, *Quipu* 4, N. 2, 1987: 64- 78).

para los peripatéticos del siglo XV, o los experimentalistas del XVII. De modo que la teoría óptica newtoniana no sólo queda separada del resto del sistema, sino que además se expone de acuerdo al marco de cuestiones de la antigua física, que ya en el siglo XVIII tenía temas errantes (a veces aparecían en los tratados del Alma, o en la Metafísica, como en el caso de Rivarola).

3°. Obsérvese que las razones determinantes para aceptar o rechazar la hipótesis son de índole estrictamente experimentalista. Se supone que hay “experiencias cruciales”, independientes del marco teórico, que pueden “decidir” a favor de una hipótesis o en su contra. La coherencia interna o la capacidad explicativa y en general cualquiera de los parámetros que ya se habían incorporado a la nueva física en esta época, no son tenidos en cuenta por nuestros profesores. Cuando aceptan a Newton es porque –según la bibliografía consultada y sus propios criterios– dan por buenas las experiencias confirmatorias. Cuando lo rechazan, es porque dan por buenas las experiencias contrarias. Es decir, no hay mediación teórica y eso hace que en definitiva la alternativa científica de la *Optica* no llegue a ser comprendida por nuestros docentes.

4°. Una consecuencia importante del marco sistemático de la Física es la necesidad de exponer conclusiones o aserciones en todos los casos. En otros términos, toda pregunta o cuestión debía tener una respuesta, que el profesor podía elegir a su criterio entre las que históricamente se habían formulado. El sistema docente heredado de las viejas *quaestiones* no permitía preguntas abiertas, sin solución. De allí que las elecciones de los profesores, poco informados y hasta conscientes de ello, tengan a veces un aire forzado. Sólo en muy contados casos el profesor declara su indecisión, y casi siempre lo hace cuando puede alegar que otros serios tratadistas están en la misma situación. Este criterio tiene una consecuencia particularmente negativa cuando la hipótesis rechazada es la más moderna o avanzada, ya que debiendo elegir, la elección recaerá sobre teorías más antiguas e incluso anacrónicas. Así sucede con Pereyra, al preferir a Gassendi sobre Newton, ignorando el avance científico habido entre los dos. El hiato de la adhesión tardía hará más difícil comprender las críticas a Newton que van más allá de él mismo (es decir, las de los científicos postnewtonianos) y eso explica a mi parecer, el absoluto silencio al respecto.

En suma, con los textos a la vista, puede concluirse que no hay grandes diferencias ni en cuanto a obediencias religiosas, ni en cuanto a la materia en que se inserta el tema, o el nivel –universitario o no– de los estudios. En cambio sí se detecta un endurecimiento progresivo de las posiciones empiricistas y experimentalistas y de las críticas antiperipatéticas. Esto resulta un tanto extraño, porque la gran polémica académica contra el Peripato ya estaba cerrada en tiempos de Newton. Creo que en la Colonia Rioplatense, la visión de la ciencia europea que transmitían los profesores – guiados por sus manuales– era una construcción ideológica con elementos experimentalistas antiperipatéticos y cierta dosis de apostolado libertario (libertad de ideas y de investigación) que sólo parcialmente correspondían a

las reales investigaciones científicas de las cuales nuestros profesores conocían datos aislados de experimentos y citas de libros. Pero a pesar de esas limitaciones, en cierto sentido es válido interpretar que estas posturas contribuyeron significativamente al proceso de renovación que fue común a toda la sociedad colonial a fines del siglo XVIII⁵.

Si ahora nos centramos en los resultados de la descripción pautada de los documentos conservados, podemos extraer conclusiones válidas para el conjunto, en relación con el proyecto académico⁶ de los profesores y las exigencias teóricas de comprensión del newtonismo.

1. Relación entre el tratamiento de las teorías newtonianas y la totalidad de los temas del curso: se muestra mínima. Es obvio que con tan escaso tratamiento no puede darse una idea adecuada de un sistema nuevo y complejo, y que los estudiantes sólo podrían aprehenderlo tangencialmente, en cuanto pudieran relacionarlo con las nociones ya adquiridas.

2. Uso de instrumental matemático: la falta absoluta del mismo señala la imposibilidad de comprender con amplitud y profundidad el tema gravitacional.

3. Uso de diseños, gráficos etc.: al carecer totalmente de ellos se deduce que algunos aspectos descriptivos, muy someramente expuestos, difícilmente hayan sido bien captados por el auditorio.

4. Expresión en forma de leyes cuantificadas y su relación con las expresiones en forma de principios o leyes cualitativas: aun cuando el profesor no empleara instrumental matemático, siempre podría expresar no matemáticamente las leyes cuantificadas. Vemos que esto se reduce en casi todos los casos a la mecánica galileana. En cambio, para los demás prevalece la exposición de principios, reglas o leyes no cuantificables, de carácter esencialista o cualitativista. Esto demuestra cuál es en el fondo la verdadera dirección (en definitiva aristotélica) de la **comprensión** de los problemas físicos por parte de nuestros profesores, más allá de su sincera y real posición modernista y antiperipatética.

5. Tipo de fundamentación: vemos que en estos temas de Física General la fundamentación tiende a ser empírica y sólo en los casos de inserción en la Metafísica aparece alguna fundamentación apriorista (pero metafísica, no física ni metodológica).

⁵ He sostenido esto con argumentos de base documental en dos trabajos bastante anteriores: "Manuel Moreno y la naciente ciencia argentina", *Científicos criollos e ilustración*, Diana Soto Arango, Miguel Ángel Puig Samper, María Dolores González Ripio (editores), Madrid, Doce Calles - Colciencias. Rudecolombia, 1999: 152- 167 y "La difusión de la nueva física y la ciencia nacional", *Boletín de Historia de la ciencia FEPAI*, 29, n. 37, 2000: 16-32.

⁶ Uso esta expresión en un sentido similar al concepto "programa de investigación" de Imre Lakatos.

6. Tipos de explicación: esencialista, causal-eficiente, legal. La relación mutua muestra la preeminencia casi absoluta de las dos primeras, que además constituyen una constante en el tratamiento de los temas. Primero se pregunta qué es algo, y luego (casi como si fuera lo mismo) se pregunta cuál es la causa. Por su parte, las explicaciones legales aparecen en los temas galileanos, los únicos que escapan a la visión cualitativista.

7. Uso de conceptos filosóficos: el mantenimiento de términos filosóficos tradicionales escolásticos, algunas veces con distinto sentido, como “materia” y “forma” muestra:

- a) la confusión entre física y filosofía, porque se pretende que los términos filosóficos tengan correlato empírico;
- b) la confusión entre sistemas, porque se emplean términos hilemórficos para referirse a concepciones no hilemorfistas. Se toma el lenguaje peripatético casi como una terminología general o lenguaje común, olvidando que es terminología técnica de una escuela filosófica y que sólo tiene sentido en relación a ella;
- c) la indistinción entre términos descriptivos vulgares, términos técnicos científicos y términos filosóficos, muestra el proceso de disolución de la física filosófica en tiempos de carencia académica de la científica.

2. Aspectos histórico-sociales

El análisis histórico-crítico que someramente hemos realizado en el punto anterior, podría ser considerado un enfoque “internalista” del tema. Se ha apuntado a los aspectos teóricos y docentes que por una parte favorecían la recepción y difusión del newtonismo (crítica al peripatetismo tradicional, adhesión a todo movimiento novator) y los que, por otra, la obstaculizaban (rémoras teóricas, falencias de formación previa). Pero para una comprensión más adecuada del fenómeno histórico, es necesario tener en cuenta las variables socio-culturales en que juega. Entiendo que si queremos reconstruir racional y adecuadamente un fenómeno histórico científico, debemos tener en cuenta la complementariedad y no la tensión entre ambos aspectos⁷.

⁷ Como recuerda Agassi, la cuestión de la opción entre internalismo y externalismo no concierne sólo a la historia de la ciencia, sino a la de otras actividades culturales (Cf. Joseph Agassi, “Externalism”, *Manuscrito*, 2, n. 1, 1978: 64-78). Un criterio puramente externalista, en lo que hace a la ciencia, le parece absurdo y no cuesta estar de acuerdo. Más posible y fructífero es el criterio puramente internalista, pero a su vez es incompleto teniendo en cuenta la necesidad de una hermenéutica **histórica** (es decir, referida a procesos de amplia proyección temporal y no sólo puntual). El elenco de los métodos aplicados de hecho por los historiadores de la ciencia (v. por ejemplo Alberto Saladino García, “Los métodos de estudio de la historia de la ciencia”, *I Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias y la Tecnología. Resúmenes*, La Habana, 1985: 271-272) muestra que ellos han sido aplicados casi siempre en forma exclusiva o superpuesta. El aporte de Stegmüller acerca de la tensión entre los enfoques históricos y sistémicos me parece muy importante, y en parte lo asumo en este trabajo; cf. Wolfgang Stegmüller, “Accidental (‘non-

En el sentido apuntado, propongo la siguiente interpretación de la situación académica analizada hasta aquí. La comunidad rioplatense, como en general toda la comunidad criolla americana, en el siglo XVIII pugnaba por encontrar elementos de cohesión e identidad, buscando diferenciarse de una tradición de conquista-colonización que posiblemente ya sentía extraña. No está del todo claro cómo recibió nuestra población el conjunto de medidas ilustradas de Carlos III. Se ha discutido bastante sobre el tema y hoy parece necesario revisar posiciones. En todo caso, y desde el punto de vista que nos interesa, es evidente que la comunidad de profesores y alumnos tenía sumo interés en superar el peripatetismo, al que identificaba con posiciones retrógradas **en todo sentido**. No parece haber habido matices en la comprensión de las adhesiones peripatéticas y todas son vistas desfavorablemente en cualquier contexto. Por otra parte, la visión histórica de las escuelas era, a fines del siglo XVIII, bastante confusa. Y así se producen incoherencias, como la aceptación –al menos en los textos académicos– de las teorías regalistas, y conjuntamente se hace la apología del derecho español a la conquista de Indias, pasando por alto la Escuela Salmantina (peripatética) que hubiera sido más favorable a ciertos ideales libertarios que ya alentaban aquí. Se ha señalado que en esto tuvo mucho que ver la gran prédica antijesuítica, que al menos en España dio sus resultados⁸. Sin embargo, aquí se ha dicho que los profesores clérigos seculares de la Universidad de Córdoba, que se opusieron tenazmente a la regencia franciscana y que propusieron las reformas que finalmente intentó Funes en 1812, eran discípulos de los jesuitas⁹. No sabemos con certeza

substantial’) Theory Change and Theory of Dislodgment”, *Paradigms and Revolutions*, ed. by G. Gyutting, Notre Dame Univ. Press, 1980: 75-93.

⁸ Véase por ejemplo los trabajos de Rivera de Ventosa con tesis opuestas a las de Furlong: “La filosofía en Hispanoamérica durante la época de la emancipación”, *Actas del IV Seminario de Historia de la Filosofía Española*, Salamanca, Ed. Univ. Salamanca, 1986: 175-193 y “Los jesuitas ‘expulsos’ por Carlos III dentro del desarrollo del pensamiento español”, *Actas del V Seminario de Historia de la Filosofía Española*, ed. Antonio Heredia, Salamanca, 1988: pp. 23-24. Sobre la polémica del jesuitismo en relación a la ciencia, es importante el aporte de Olga V. Quiroz- Martínez, *La introducción de la filosofía moderna en España. El eclecticismo español de los ss. XVII y XVIII*, México, 1968, p. 121 ss.

⁹ Esta ha sido la tesis de Garro (ob. cit.) que en definitiva reproduce en este aspecto el pensamiento (o la sospecha) de Funes. Mi juicio en el texto acerca de la escasa diferencia real de ideario académico-científico entre las Órdenes (y el clero secular) se basa en mis propias investigaciones, que siguieron los pasos de otros historiadores basados en documentación hallada por ellos, como Juan Carlos Zuretti (“Tesis sobre Filosofía y Ciencias, defendidas en 1792 en el Real Colegio de San Carlos de Buenos Aires”, *Revista de la Universidad de Buenos Aires*, 1948: 516-533). Reconozco que en los historiadores suele haber un compromiso ideológico significativo. Tiene razón Salazar Ramos al protestar que la época colonial no ha sido evaluada con pautas aceptablemente objetivas, y que si un acontecimiento histórico debe entenderse a la luz de criterios que permitan comprender las posturas epistémicas y culturales que le dieron sentido, para la época colonial hispana falta acuerdo sobre esos criterios (cf. Roberto Salazar Ramos, “Universidad y cultura colonial”, *Cuadernos de Filosofía latinoamericana*, Bogotá, N. 21, 1984, p. 424). Por eso intento una aproximación investigativa que también contribuya a ello.

hasta qué punto los jesuitas hayan introducido realmente una mentalidad científica “revolucionaria”, sobre todo porque carecemos de documentos locales suficientes. Personalmente creo que no hay gran diferencia entre jesuitas y franciscanos en este tema, sobre todo porque los Menores, siguiendo una larga e ininterrumpida tradición de la Orden, siempre se ocuparon de temas científicos.

Creo también que la diversificación ideológica entre las Órdenes que impartían docencia superior (incluyendo al clero secular) pasaba por otro lado, incluso por cierto celo en cuidar los espacios propios reservados (no olvidemos que jesuitas y franciscanos siempre estuvieron en conflicto por sus respectivas jurisdicciones como Órdenes misioneras).

No detecto pues, grandes diferencias entre los profesores en cuanto a sus obediencias (y me parece que hasta Furlong me daría razón en esto); en cambio sí detecto que las posiciones antiperipatéticas y empiricistas se endurecen con el tiempo, y entonces eso ya toma un cariz más ideológico que científico. Después de todo, la gran polémica académica contra el peripatetismo había terminado por lo menos un siglo antes. Si en los manuales persistían algunos puntos (por ejemplo el famoso de las “especies sacramentales”) era más bien por adherencia teológica, campo donde la escolástica se hacía fuerte, a falta de otros bastiones.

La apropiación de la ciencia europea, en lo que tenía de empírica y cuestionadora –según como la veían los criollos– adquiriría una dimensión ideológica, como crítica a **todo** el dogmatismo anterior, y no sólo al dogmatismo académico (científico, filosófico y teológico) sino que, a modo de tiro por elevación, apuntaba al dogmatismo político que apuntalaba la autoridad existente y vetaba otras ideas. Ya me he referido a esta hipótesis de trabajo¹⁰. En pocas palabras, concibo así la situación: la crítica académica al bastión dogmático peripatético (que engloba, ideológicamente, a toda forma de autoritarismo) mostraba la vacuidad de su fundamento teórico. Caído el fundamento teórico, quedaba patentizado que sólo la fuerza mantenía el sistema. Tal era el razonamiento criollo. Entonces, también se hacía claro que un sistema coactivo sólo podía romperse por la fuerza, ya que probablemente no tendría sentido discutir con la autoridad (en cuanto mantuviese el poder) ni cuestionarle argumentativamente su fundamento y legitimidad. También he sostenido que, en las comunidades de poco desarrollo cultural, la ciencia se trasvasa a la sociedad con un mínimo intermedio del nivel de difusión cultural general. En las sociedades más complejas y ricas, culturalmente hablando, es este nivel intermedio el que acoge las interrelaciones y los enfoques interdisciplinarios, componiendo

¹⁰ Cf. mis trabajos “Los estudios superiores rioplatenses y su función en la dinámica cultural”, *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica*, Coordinador, José Luis Peset, Madrid, C.S.I.C. 1989, vol. 1: 389- 422 y “La enseñanza de la Física en el Río de la Plata: tres ejemplos sobre la situación en el s. XVIII”, *Claustros y Estudiantes*, Coordinador Mariano Peset, Valencia, Universidad de Valencia, 1989. vol. 1: 379-410.

allí la dimensión ideológica del conocimiento científico. Cuando este nivel se reduce, el conocimiento científico mismo –en nuestro caso sólo transmitido a nivel académico– adquiere la dimensión ideológica que reclama la sociedad receptora.

Entre nosotros la discusión científica sólo pudo hacerse a través de los textos, ya que no hubo comunidades científicas y ni siquiera grupos tempranos de “amigos de las ciencias”, clubes del progreso, etc., como los hubo en Lima o México. Córdoba mantenía una estructura social tradicional en este aspecto y Buenos Aires era todavía la gran aldea-puerto, más ocupada en el comercio que en la cultura. Estos grupos y sociedades aparecen entre nosotros cerca ya del 1810 y su proliferación en cierto modo asombra. He adelantado la hipótesis de que su formación antidogmática se ha nutrido no sólo de lecturas secretas (que sin duda las hubo, pero que difícilmente alcanzaran la magnitud que se pretende, en relación al cambio mental operado) sino también de un espíritu teórico crítico y renovador. Ahora bien, la mayoría de los intelectuales criollos pasaron por el trienio de filosofía, sean los que cursaron estudios eclesiásticos, o los futuros militares y abogados que estudiaron en el San Carlos de Buenos Aires. Esto se debe a que la filosofía era un denominador común. La Física, dentro de la filosofía, permitía oponer en forma frontal el absurdo dogmatismo (así se veía) de quienes se negaban a mirar por el telescopio o explicaban el gato por la gatunidad, con los evidentes logros de la ciencia experimental. La idea de “experimentar” como modo de hallar la verdad, se aplicó también a la política dos o tres decenios más tarde ¿Por qué ser experimentalistas y no dogmáticos de sentido opuesto? Esa es una opción que no se pudo tomar en 1810: el antidogmatismo estaba en la cultura interiorizada de esa generación desde mucho antes, o no hubiese sido un proyecto tan coincidente, aun cuando lo que se “experimentaba” fuera en sí muy diferente.

De todo esto retenemos que la discusión científica, con todas las limitaciones que se quiera, no sólo reemplazaba a la ideología anterior, sino que era de hecho una preparación y una **práctica**, sólo que en otra dimensión, la social. Esto es lo que permite entender la hipótesis de los “resonadores”: quienes cursaron en las mismas aulas y se mentalizaron en forma semejante, entendieron el modo de actuar de los primeros libertarios, aun cuando no siempre compartieran sus ideas concretas, y sirvieron de “resonadores” en la sociedad.

En este contexto cultural y político, está claro que para un profesor “moderno” lo importante era mostrar su adhesión a los principios “científicos” de avanzada, que eran para ellos los ya indicados. La incorporación de nuevos contenidos no se admitía sólo por el hecho de que fuesen nuevos. En ese caso Newton hubiera logrado una inmediata primacía, ya que el suyo fue el último gran sistema de esa época. Se admitían, digo, no porque fuesen nuevos, sino en cuanto complementaban y fortalecían la idea de una ciencia que ya comenzaba a ser modélica y rectora de los comportamientos sociales. Se estaba llegando a la conclusión de que en la vida (personal, social, política) había que comportarse como lo hacía el

científico en su tarea experimental: no admitir nada sin previa crítica, no aceptar ideas o conceptos sin correlato empírico, basarse en la experiencia y no en abstracciones, etc. Está claro entonces que el sistema de Newton sólo podía ser incorporado en cuanto entrara en estos marcos.

Considero que no fue sólo la dificultad del instrumental matemático lo que impidió entenderlo; y además hubo otros instrumentos y apoyos teóricos y técnicos de la ciencia experimental que nuestros profesores no manejaron. Creo que la dificultad fue entender un sistema que salía de ciertos cánones, y que en virtud del desfase que se ha señalado, no lograba ser comprendido en su excepcional magnitud. Paradojalmente, fue rechazado por parecer “peripatético”. Y en cuanto podía escapar a ese reproche era aceptado, o al menos discutido. Obsérvese que en algún caso la hipótesis de la gravitación universal pareció algo tan absurdo y descolocado que hasta se estimó imposible discutirla. En cambio en Óptica se trata el sistema, y su aceptación –o rechazo– no deriva en lo esencial de la aceptación –o rechazo– del sistema total, o de su coherencia interna como explicación de todo el fenómeno lumínico, con ventajas en relación a otras hipótesis (criterios estos aceptados entonces y hoy en los círculos científicos especializados). Al contrario, la aceptación o rechazo de la elaboración óptica newtoniana se rige por criterios relativos a la mentalidad empiricista: se toman como ciertas las experiencias en contra (y se rechaza). Cuando prevalecen las argumentaciones, por ejemplo la explicación que dan los newtonianos a las experiencias aparentemente adversas, se opta por una presentación neutral (caso de Rodríguez).

Por otra parte, las exposiciones analizadas no parecen suponer un interés especial de los profesores por la polémica newtoniana, o que ella tuviese más actualidad que las otras mencionadas y que ya eran históricas muchos años antes de los cursos. Por eso me reafirmo en la interpretación ideológica propuesta: las polémicas científicas suscitadas en relación a la introducción de las teorías newtonianas en los programas académicos rioplatenses, tuvieron la función de formar espíritu crítico en los alumnos, discutiendo y refutando el dogmatismo representado en bloque por la filosofía teológica peripatética y **todo lo que se le pareciera** (según el criterio de ellos) incluyendo algunas nociones altamente técnicas y científicamente valiosas, como las concepciones newtonianas.

Finalmente, podemos decir que el estudio de la difusión de las teorías newtonianas, más de un siglo después de haber sido expuestas, muestra que la comprensión de las “revoluciones científicas” no es homogénea ni contemporánea al hecho científico, si tomamos en cuenta que la “comunidad científica” debe incluir también, de algún modo, a los difusores, y si analizamos el nivel de conciencia refleja que pueda haber en todos ellos. En esta época, y a nivel de difusión no sólo local –habida cuenta de la bibliografía reconstruida– las teorías newtonianas no siempre son vistas como una alternativa que generara un nuevo paradigma en sentido kuhniano, aunque de hecho haya sido así. Un análisis geográfica y temporalmente más

amplio que el presente, ayudaría a comprender mejor el complejo proceso histórico de normalización de las teorías revolucionarias.

3. Difusión de la nueva física y ciencia nacional

Es éste un punto crucial para delimitar la posibilidad de aplicar la categoría *scholastica americana* (entiendo el primer término en amplio sentido), porque esta asunción de la ciencia Europa, tal como venía dada sobre todo en los cursos de Física (sean universitarios, conventuales o de los colegios carolingios) que eran transitados por la mayoría de los hombres cultos de la época, nos daría una pauta certera acerca del modo peculiar de su cultivo y adhesión, aun cuando no se pudieran aplicar al caso otros requisitos metodológicos que son necesarios cuando se habla en términos estrictamente filosóficos¹¹.

Ahora bien, la difusión de la nueva física en América aparece estrechamente ligada a la constitución de un movimiento socio-cultural criollo progresivamente autonomista. Numerosas investigaciones de fuentes documentales han producido un material que permite analizar el fenómeno a nivel regional. Hay algunos resultados que se consideran establecidos y en un primer elenco de conclusiones se observa que ellas asumen:

1°. Hay un nexo entre la difusión de la física newtoniana y la constitución de una tradición científica nacional;

2°. Se tiende a identificar a los difusores de la nueva física con los ilustrados;

3°. Se adjudica en general filiación autonomista y/o revolucionaria a los ilustrados.

Estas asunciones en general responden a los datos obtenidos y resultan globalmente válidas como aproximación. Sin embargo requieren algunas precisiones efectuadas con mirada crítica.

3. 1. Nexos entre difusión de la nueva física y ciencia nacional.

En principio los resultados permiten interpretar positivamente la existencia de ese vínculo, pero es necesario precisarlo, como se hará en el punto siguiente.

Aquí quiero señalar la necesidad de definir más cuidadosamente el concepto “ciencia nacional”, ya que, aunque intuitivamente nos refiere a un cierto tipo de adscripción del trabajo científico, de ninguna manera está exento de posibles malos entendidos. En primer lugar, es un concepto con notable variación semántica a lo largo de la historia. En el período ilustrado, aunque no se generaliza ese nombre, de hecho “ciencia nacional” es la que cada estado europeo defiende oficialmente en sus institutos y sobre todo en las academias. No olvidemos que estas instituciones en su origen

¹¹ Me ocupé de este tema en “La *translatio studiorum* y la *scholastica americana*: un tema actual”, *Revista Española de Filosofía Medieval* 25, 2018: 81-96.

renacentista eran privadas y en todo caso auspiciadas y sostenidas económicamente por mecenas, mientras que a partir del siglo XVII fueron los Estados quienes las financiaron y apoyaron como elementos rectores de sus políticas científicas. En el siglo XVIII esta situación se reafirma y consolida. Las colonias americanas (de cualquiera de los países europeos) carecieron de estas instituciones y en ese sentido no tuvieron “ciencia oficial” local.

Precisamente las dudas sobre las adhesiones criollas a la ciencia metropolitana es lo que ha motivado variadas investigaciones puntuales. Los resultados parecen mostrar un panorama bastante diversificado. En algunos casos (por ejemplo Alzate) hay una clara oposición al paradigma metropolitano; en otros (Mutis sobre la higiene pública) hay adhesiones que incluso limitan los posibles logros locales. Creo que por eso ha sido necesario estudiar este proceso más particularizadamente e incluso redefinir nuestra “domesticación”¹². También por eso es posible presentar fundadamente valoraciones opuestas sobre el accionar de un mismo sujeto histórico como las de D. Soto¹³ y O. Restrepo Forero¹⁴ sobre Mutis. Mientras que para la primera Mutis fue un movilizador que introdujo con impulso las corrientes de pensamiento moderno en Nueva Granada, para la segunda, aunque admite esa dimensión difusora, entiende que jugó un papel negativo como productor científico modélico en una sociedad que esperaba de él más de lo que podía dar.

En el período independiente aparece entre los americanos la preocupación por la ciencia nacional, pero la versión que de ella se tiene es una síntesis entre algunas aspiraciones ilustradas postergadas y las notas que van perfilando la llamada “ciencia romántica” y que funcionó como alternativa al modelo analítico mecanicista del siglo anterior. Debemos notar que los científicos “románticos” no eran anti-experimentalistas sino anti-mecanicistas, les interesaban las discusiones holísticas y teleológicas. En la segunda mitad del siglo la “ciencia nacional” de los países americanos incluirá ambas direcciones como polémica interna de sus incipientes sociedades científicas.

Durante el llamado período positivista (que en América fue ideológicamente más fuerte que en Europa, quizá por la carencia de una tradición de ciencia romántica anterior y por la inexistencia de alternativas superadoras del paradigma científico) la ciencia de nuestros países se institucionalizó definitivamente, tomando formas que han perdurado hasta hace poco y que en parte aún perduran. La influencia del pragmatismo

¹² Cf. Luis C. Arboleda, “Acerca de la difusión científica en la periferia: el caso de la física newtoniana en la Nueva Granada”,

¹³ Cf. Diana Soto Arango, *Mutis: filósofo y educador*, Bogotá, Univ. Pedagógica Nacional, 1990.

¹⁴ Cf. Olga Restrepo Forero, “José Celestino Mutis. El papel del saber en el Nuevo Reino”, *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*, Ns. 18-19, 1990-1991: 47-99.

positivista (el ideal de la “ciencia útil” que también tenía antecedentes ilustrados) determinó una variación en el concepto de “ciencia nacional”, pasando a considerarse tal aquella que respondiera a los objetivos políticos nacionales o contribuyera a la formación y consolidación del perfil de país elegido. Por la misma razón en muchos casos fue más ciencia programática que real y desde luego estuvo más al alcance de las disciplinas vinculadas a la tecnología y a las aplicaciones.

Con todos estos elementos el historiador reconstruye el concepto de “ciencia nacional” teniendo en cuenta uno, varios o todos de los siguientes elementos definitorios:

- factor personal,
- factor espacial,
- factor temporal,
- tipo de cultivo científico como proyecto político,
- aportes originales,
- actitud nacionalista (en la investigación, la enseñanza, la difusión y la divulgación).

Estas variables no son tomadas en cuenta con igual significación por todos los historiadores. Por eso la pregunta ¿cuándo aparece en América –o en tal país actual de América– la ciencia nacional? tiene respuestas divergentes. Así, quienes asignen más peso relativo a la variable espacial y admitan la continuidad temporal entre colonia y estados decimonónicos, hablarán ya de inicios de la ciencia nacional a fines del siglo XVIII e interpretarán la actitud de Alzate, por ejemplo no sólo como “criollismo” (eso no se discute) sino como “nacionalismo” científico. A la inversa, quienes asignan más puntaje relativo al factor de originalidad o al tipo de cultivo científico retrasarán esa calificación por lo menos hasta la mitad del siglo XIX.

A mi juicio la cuestión no puede zanjarse unívocamente. Creo que se trata sobre todo de comprender que determinadas actitudes en cuya existencia y descripción podemos estar de acuerdo, son y pueden ser interpretadas de varios modos. En otros términos, la identificación entre “criollismo” y “nacionalismo”, o la continuidad e incluso la coexistencia de ambos en algún período, depende de la interpretación histórica, de una hermenéutica que ponga el acento en uno u otro de los parámetros. Por la misma razón, creo que podemos clarificar la discusión sobre la ciencia nacional por lo menos liminarmente en el siguiente sentido.

a) Existe un momento histórico en que el concepto de “ciencia nacional” se hace explícito en el discurso político social. A partir de allí podemos historiar tanto las manifestaciones de dicha ciencia nacional como su expresión en el imaginario socio político explícito. Se trata entonces de la existencia de una ciencia nacional explícitamente asumida, al menos como proyecto comunitario. Creo que para América no hay dudas de que sus comienzos se sitúan casi contemporáneamente a los movimientos libertarios.

b) Existe un período variable en el cual la “ciencia nacional” es en todo caso una aspiración quizá vaga y no explicitada, tal vez vivida pero no concienciada. Desde el punto de vista historiográfico, pueden buscarse elementos documentales que avalen la existencia de un proceso de constitución de la mentalidad científica nacionalista. La cuestión es determinar con claridad y sin equívocos cuáles datos documentales serán significativos en ese sentido. Precisamente las cuestiones que nos interesan sobre la difusión de la ciencia constituyen uno de esos criterios.

3. 2. Difusores e ilustrados

En la búsqueda de nexos entre ciencia nacional y movimiento científico, uno de los criterios para detectar la existencia de un movimiento científico nacionalista es la adhesión a la ideología ilustrada por una parte, y por otra se tiende a identificar a los difusores de la nueva física, en todos o en algunos de sus aspectos, con los adherentes a la ilustración. Me interesa discutir este segundo supuesto.

Esta identificación global entre promotores de la nueva física e ilustrados me parece cuestionable porque es una simplificación que toma la parte por el todo: en algún aspecto o sentido la afirmación es válida, pero no en todos los casos. En cambio, es admisible como aproximación¹⁵.

El movimiento ilustrado es un proceso amplio y polimorfo, no se identifica con la adhesión a una determinada teoría científica. Los historiadores de las ideas tienen muchas dificultades para precisar sus límites y por eso se tiende a hablar de una “ilustración en sentido amplio” y de otra “en sentido estricto”. En sentido amplio podemos aceptar la caracterización del historiador Valjavec:

“La ilustración propiamente dicha, como fenómeno histórico dotado de conciencia propia, comenzó cuando, a mediados del siglo XVII, los militantes del racionalismo, que aspiraban a una más intensa

¹⁵ En sentido amplio algunas investigaciones aproximan la cultura newtoniana a la ilustrada. Esta tendencia me parece provenir del ámbito de la historia de la educación y en algunos lugares resulta significativa. Por ejemplo, las polémicas universitarias en Nueva Granada y Quito formaron dos bandos, uno de los cuales aunaba a proilustrados y partidarios de la nueva física, incluyendo en ella todas las manifestaciones conocidas y asequibles entonces. Véase D. Soto Arango, *Polémicas universitarias en Santa fe de Bogotá, siglo XVIII*, Santafé de Bogotá, Univ. Pedag. y Colciencias, 1993 y *La ilustración en las Universidades y Colegios Mayores de Santa Fe, Quito y Caracas. Estudio bibliográfico y de fuentes*, Santafé de Bogotá, Univ. Pedag. Nac. y Colciencias, 1994; D. Soto Arango - L.C. Arboleda, “Introducción de una cultura newtoniana en las universidades del virreinato de la Nueva Granada”, *Newton en América*, Bs.As., Ed. FEPAL, 1995: 29-66; C. Paladines Escudero, “Estudio introductorio”, *Pensamiento ilustrado ecuatoriano*, Quito, Banco Central del Ecuador, 1991; J. E. Quintero, *Ergotismo, ilustración y utilitarismo en Colombia (siglos XVIII y XIX)*, (II Simposio sobre el pensamiento filosófico latinoamericano, Santa Clara), Popayán, Univ. del Cauca, s/f.

secularización, se fusionaron en la vida cultural y religiosa, creando un pensamiento unitario dotado de fundamentación filosófica”¹⁶.

Los resultados culturales de este proceso fueron el incremento de viajes e intercambios culturales, el tránsito de la hegemonía que pasó a los países nórdicos, y la consolidación de dos antinomias: antiguo vs. moderno y natural vs. sobrenatural.

En cambio, en sentido estricto, como período histórico, va de 1715 a fines del siglo XVIII. Aun con esta restricción, las definiciones y caracterizaciones que se han dado de ella son muy variadas¹⁷. Podemos sin embargo aceptar las ideas de dos de los representantes intelectuales más conspicuos de este movimiento. Para Kant

“La ilustración consiste en el hecho por el cual el hombre sale de la minoría de edad [... la cual] estriba en la incapacidad de servirse del propio entendimiento sin la dirección de otro”¹⁸.

En este sentido, un filósofo contemporáneo. E. Cassirer, retomando la idea de Kant, define a la ilustración como una postura primordialmente filosófica (no científica, ni religiosa, ni política):

“Constituye un acto y una fase en aquel total acontecimiento espiritual en cuya virtud el pensamiento filosófico moderno ha conquistado la certidumbre de sí mismo, su seguridad y conciencia específicas”¹⁹.

Por lo tanto, desde este punto de vista, la novedad ilustrada es más bien metodológica o epistemológica, ya que el objetivo de los ilustrados es la elaboración de un método racional-experimental, de una nueva forma de pensar científica y filosóficamente. La conexión entre este objetivo y el de Newton está dada por Kant, quien pensó sus *Críticas* desde la constatación

¹⁶ Cf. V. Valjavec, *Historia de la Ilustración en Occidente*, Madrid, Rialp. 1964, p. 25.

¹⁷ Por ejemplo, para León Dujovne (*La filosofía de la historia desde el Renacimiento hasta el s. XVIII*, Bs. As., Nueva Visión, 1959, p. 116-117) es la ruptura con el pasado, George. Rudé (*Europa en el s. XVIII, la aristocracia y el desafío burgués*, Madrid, Alianza, 1978, p. 196-197) la define como la puesta en tela de juicio de todos los presupuestos establecidos; Paul Hazard (*El pensamiento europeo del siglo XVIII*, Madrid, Revista de Occidente, 1946, Prólogo y traducción de Julián Marías, p. 2) la considera una actitud antitradicionalista, anticristiana e inmanentista; Will y Ariel Durant (*La edad de Voltaire. Historia de la civilización europea occidental de 1715 a 1756, con una atención especial al conflicto entre la religión y la filosofía*, Bs. As. Sudamericana, 1973, p. 179) estiman que es la época de lucha social contra el antiguo régimen y el catolicismo; Armando Plebe (*Qué es verdaderamente la Ilustración*, Madrid, Doncel, 1971, p. 41) la define como anticonformismo radical.

¹⁸ Cf. M. Kant, *Filosofía de la historia. Respuesta a la pregunta ¿qué es la ilustración?*, Bs. As., Nova, 1964, p. 58.

¹⁹ Cf. E. Cassirer, *Filosofía de la Ilustración*, México, FCE, 1972, pp. 9-10.

de la eficacia del método newtoniano. Sin embargo, el mismo Kant no condicionó su concepto a este aspecto ni estableció su biunivocidad, sino que en su caracterización tendió más bien a presentar la cuestión como una postura o como una perspectiva, de modo que lo propiamente ilustrado sería más bien el temple o la intención que un contenido teórico en concreto.

Voltaire, quizá el mayor ilustrado, contribuyó a dar al movimiento y al siglo XVIII una fisonomía propia. Entre los factores fundamentales de su mentalidad sin duda la nueva ciencia era un elemento muy importante. Esta conexión fue bien vista y precisada por D'Alembert, sobre lo cual volveré. En todo caso importa señalar que los mismos ilustrados aceptaron un nexo entre ella y la razón, pero la interpretación histórica es más amplia. Quizá uno de los más explícitos en conectar la ilustración con las ideas newtonianas fue Condorcet, quien tomó como base las leyes establecidas por Newton para el mundo natural, y considerándolas leyes absolutamente necesarias, universales e infalibles que permiten predecir el futuro, las aplicó a su análisis histórico.

Pero estos intentos obviamente sólo podían tener éxito *ex post facto*. La conexión entre Newton y las ideas ilustradas en sentido social y político, o referidas a otras esferas del saber, debía tener una mediación. Así lo vio D'Alembert, que en su “Discurso Preliminar” a la *Enciclopedia*, precisa algunas ideas que pueden ponernos en la pista de la conciencia epocal sobre estas conexiones. En primer lugar, y como es obvio, reconoce a Newton el mérito de haber sacado a la “filosofía” (la ciencia) natural del fárrago abstruso y dogmático de los siglos anteriores:

“Newton, cuyo camino había sido preparado por Huyghens, apareció finalmente y dio a la filosofía una forma que, al parecer, ésta debe conservar. Ese gran genio comprendió que ya era hora de expulsar de la física las conjeturas vagas, o al menos de estimarlas en su justo valor, y que dicha ciencia debía someterse únicamente a las experiencias de la geometría”²⁰.

De modo que según el pensamiento ilustrado de fines del XVIII, una característica de dicha dirección de pensamiento es “expulsar de la física las conjeturas vagas” etc., uno de cuyos modelos, no el único, aunque sí el mejor, fue Newton. Podríamos entonces decir que hasta aquí, todo ilustrado es partidario de la nueva física, pero no a la inversa, porque lo que caracteriza a la mentalidad ilustrada no es la simple aceptación de la física newtoniana y postnewtoniana como una teoría científica más (quizá la mejor, o la más acorde a la experiencia o al razonamiento) sino una aceptación motivada por lo que implica como postura mental (postura que, por otra parte, no se atribuye explícitamente al mismo Newton sino de modo tangencial). Por tanto, no sería ilustrado quien adoptara la nueva física sin su “espíritu”, el cual, como veremos, no se compagina sólo con ella sino con

²⁰ Cf. J. D'Alembert, *Discurso Preliminar a la Enciclopedia*, Bs. As. Lautaro, 1947, p. 81.

otros componentes que el mismo D'Alembert, en este pasaje, se encarga de aclarar.

Newton había superado el dogmatismo y la vaguedad en física, pero ésta es sólo una parte del saber. No colinda necesariamente con las preocupaciones ilustradas sobre un objeto que está fuera de ella: el hombre como tal, en su concreción individual, social e histórica. En esto no es Newton sino Locke, a juicio de D'Alembert, quien ha dado el paso decisivo:

“Lo que Newton no hizo, o quizá no pudo hacer, Locke lo emprendió y ejecutó con fortuna. Podemos decir que Locke creó la metafísica tal como Newton creara la física [...] En una palabra, redujo la metafísica a lo que debía ser realmente: la física experimental del alma, física muy diferente de la de los cuerpos, no sólo por su objeto, sino también por la manera de encararlo”²¹.

Esta reducción del objeto de la metafísica al hombre, en realidad no es ilustrada, o al menos no la hallamos en el más conspicuo filósofo ilustrado, Kant, quien ciertamente la reduce y la desdogmatiza, pero de otro modo. La referencia a Locke también está sesgada por la visión propia del tema y se vincula con el criterio enciclopedista de exponer los conocimientos “no dogmáticamente”, lo que significa sin presupuestos que deban ser asumidos sin prueba. La interpretación del pensamiento de Locke acuerda bien con el concepto enciclopedista ilustrado del saber:

“De todo lo que antecede se deduce que en la obra [la *Enciclopedia*] que anunciamos hemos tratado las ciencias y las artes en una forma que no supone ningún conocimiento preliminar; que exponemos en ella los unos por los otros [...] De esto inferimos que esta obra podrá, algún día al menos, servir de biblioteca general al hombre de mundo en todos los géneros, salvo en el suyo, a un sabio de profesión; que desarrollará los verdaderos principios de las cosas; que indicará sus relaciones; que contribuirá a la certeza y al progreso de los conocimientos humanos y que al multiplicar el número de los sabios auténticos, artistas distinguidos y aficionados cultivados prodirá en la sociedad numerosos beneficios”²².

El párrafo final es decisivo en cuanto a la significación que las teorías científicas o filosóficas tenían para los ideólogos de la ilustración (podemos aceptar que D'Alembert es un correcto vocero del enciclopedismo y que éste es a su vez una postura paradigmáticamente iluminista). En realidad, el desarrollo interno de las teorías no entra en consideración de los ilustrados. No es el contenido de una teoría lo que le da su impronta ilustrada, sino la postura con que nos coloquemos ante ella. Postura que no sólo –ni principalmente– la toma el científico mismo, sino el hombre medio instruido, aquel cuya razón, en frase de Kant, ha llegado a “la mayoría de

²¹ *Ibíd.*, pp. 83-84.

²² *Ibíd.*, pp. 112-113.

edad”. Por lo tanto, no podemos hacer una aproximación inmediata entre el pensamiento ilustrado y los seguidores de determinadas concepciones científicas, salvo en lo que ellas tengan de ideológicas, aspecto que habrá que analizar en cada caso, incluyendo el de Newton y la nueva física.

La dilucidación sobre las conexiones propias y específicas entre ilustración y nueva física exigen también un replanteo de las categorías historiográficas con que nos manejamos. Porque **ilustración** es una categoría de la historia de las ideas o de la historia de la cultura más que de la historia de la ciencia.

Las categorías historiográficas de la historia de la ciencia, para la física moderna, no se refieren a la ilustración, no hay propiamente “física ilustrada” sino tres –al menos– orientaciones científicas desde el siglo XVI a las que puede llamarse “modernas” en sentido amplio, si reservamos para Newton y posteriores el sentido estricto:

- a. la física renacentista, que incluiría como epígonos a Descartes y Gassendi;
- b. el experimentalismo del siglo XVII, cuya figura modélica podría ser Boyle;
- c. la física sistemática, cuyo modelo es *Principia mathematica*.

Es una constante en la historia de la física, que ante la aparición de una nueva propuesta hubo reacciones, pero éstas no siempre fueron cronológicamente encadenadas. Es decir, la interpretación de que cada novedad fue obstaculizada por la anterior es una aproximación válida a bulto, pero no en detalle. Si debemos descender a generalizaciones menos amplias, deberíamos concluir que:

- El peripatetismo se opuso a la física renacentista en sus aspectos filosóficos.
- Pero el peripatetismo aceptó el principio experimentalista de verificación fáctica, compatible con la filosofía aristotélica y aplicado por el mismo Aristóteles.
- El peripatetismo se opuso al heliocentrismo usando en beneficio de su supremacía académica las censuras eclesiásticas.
- El experimentalismo (la lectura experimentalista de los fenómenos físicos) se opuso al sistematicismo newtoniano en física general.
- El peripatetismo que había asimilado los principios experimentalistas se opuso a Newton en esa medida y con esos mismos argumentos.
- Tanto el peripatetismo como el experimentalismo aceptaron aquellas partes de las elaboraciones newtonianas que eran compatibles con su propio marco teórico (por ejemplo la teoría de los colores).

Vemos por tanto, que aun ateniéndonos exclusivamente a las pautas de la historia interna de la física, la reacción antinewtoniana no fue unidireccional como, por otra parte, tampoco lo fue la dirección newtoniana. Entre Lagrange y Nollet hay casi tanta diferencia teórica como entre Boyle y Newton, aunque en otro sentido. Por tanto, el movimiento pronewtoniano no es homogéneo, y mucho menos lo es el postnewtonismo que incluye a

discípulos que siguen de cerca a Newton, a quienes hacen otro tanto con Leibniz, y a los que siguen vías propias o intentan síntesis, como Boskovich. Tampoco es homogénea la teorización de los opositores, que tienen, como se ve, muchos frentes que atacar. Por lo tanto, el nexo estrecho entre nueva física e ilustración sólo puede establecerse en algunos casos concretos y con precisiones. No necesariamente todo ilustrado será newtoniano y viceversa, ni siquiera como afirmación general.

Por otra parte, debemos tener en cuenta que cuando se hace referencia – para España y América– a la introducción de la “filosofía moderna”, denominación que incluye todas las manifestaciones científicas y filosóficas no tradicionales (escolásticas), estamos englobando teorías de diversa procedencia, alcance y antigüedad. La relación entre “filosofía moderna” y “pensamiento ilustrado” es pues, confusa. Pondré algunos ejemplos. Suele indicarse como introductores de la “nueva física” (al menos como noticia) a los jesuitas. En realidad los jesuitas eran cartesianos (corpuscularistas); Gassendi, por su parte, llevó el corpuscularismo al atomismo propiamente dicho, posibilitando el mecanicismo físico-químico. Pero Gassendi escribe en los comienzos del siglo XVII y al parecer la primera mención importante en América, la de Sigüenza y Góngora, data de 1690²³. Indudablemente se anticipa a Feijoo, quien si bien no lo suscribe, sí lo propaga a partir de 1726. En 1750 ya hay jesuitas que lo exponen; y desde luego debemos mencionar a Clavigero que en su *Curso Filosófico* de 1757 lo defiende. Se trata de una teoría que lleva más de un siglo. Todo este movimiento sin duda es “novator”²⁴, pero ¿es ilustrado? y desde luego es absolutamente prenewtoniano.

Otro caso de relación ambigua entre filosofía moderna e ilustración es la interpretación de los caracteres ilustrados de un pensamiento o posición. Hay una tendencia a vincular ilustración y crítica a la enseñanza tradicional (escolástica) y por lo tanto entran en tal categoría quienes como Restrepo se oponen al “ergotismo”²⁵, o proponen reformas educativas que tiendan a suprimir el formalismo, como el mismo Restrepo²⁶ y Espejo²⁷. De modo que las reformas universitarias “pre” (y por cierto muchas veces “pro”)

²³ Cf. Arturo Ardao, “El atomismo filosófico hispanoamericano del siglo XVIII”, *Revista Venezolana de Filosofía*, N. 23, 1987: 7-24.

²⁴ Cf. Alfredo de Micheli, “Ilustración y ciencia en España y en la Nueva España”, *Logos*, 13, N. 36, 1985: 47-55.

²⁵ Cf. Daniel Herrera Restrepo, “La lógica no ergotista de José Félix de Restrepo”, *Cuadernos de Filosofía Latinoamericana*, Bogotá, N. 40, 1989:110-136.

²⁶ Cf. D. Herrera R., “José Félix de Restrepo, filósofo ilustrado”, *Ideas y Valores*, Ns. 85-86, 1991: 19-38.

²⁷ Cf. Phillip Astuto, *Eugenio Espejo: ecuatoriano de la ilustración, 1747-1795*, México, FCE, 1969.

independentistas en ciertos casos se asocian a la ilustración²⁸ y en otros al movimiento novator²⁹.

También suele identificarse con la ilustración (y ésta con la nueva física) a las propuestas de reforma universitaria que tendían a ampliar las cátedras, como es el caso de los pedidos de introducir las ciencias en los planes de estudio. Es cierto que siempre hubo dificultad en dar un lugar adecuado a la Física científica³⁰. Pero la Matemática integraba el curriculum filosófico, compartiendo el carácter propedéutico con la lógica, ya desde fines del siglo XVII y si bien puede considerarse de influencia moderna, no se identifica con el pronewtonismo ni con la ilustración, pues hasta lo habían incorporado manuales eclesiásticos bastante tradicionalistas, como los franciscanos. Lo que sí puede establecerse es una correspondencia entre la incorporación del experimentalismo y de la matemática (aunque sea a nivel elemental). Por eso no basta a mi juicio, para considerar “ilustradas” las reformas (o intentos de ellas) que se centran en este aspecto³¹.

3. 3. Ilustración y revolución

El nexa entre la nueva física (y aún, si se quiere, ilustración) y política tampoco es inmediato. No todos los ilustrados y/o newtonianos fueron políticamente autonomistas o revolucionarios. Por ejemplo no puede decirse

²⁸ Cf. Antonio Mestre, “Ilustrados y reforma universitaria: las *escuelas*”, *Universidades españolas y americanas*, Valencia, Generalitat Valenciana, 1987: 395-402.

²⁹ Cf. Raúl Cardiel Reyes, *Los filósofos modernos en la independencia latino-americana*, México, UNAM, Esc. Nac. Ciencias Políticas y Sociales, 1964.

³⁰ Cf. Antonio Moreno González, “La física en los planes de estudio de la Universidad española (de mediados del siglo XVIII a comienzos del siglo XX)”, *Estudios sobre historia de la ciencia y de la técnica. Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 1988, v. 1: 407-420.

³¹ Así sucede con el plan de Funes para la Universidad de Córdoba (Cf. Marc Baldó Lacomba, “La Ilustración en la Universidad de Córdoba y el Colegio de San Carlos de Buenos Aires, 1767-1810”, *Estudios de Historia social y Económica de América*, Rev. Univ. Alcalá, 1991: 31-70; María Victoria Santorsola, *Tradición filosófica española y Modernidad incipiente en el ámbito académico de Córdoba (1813-1823. Aproximaciones historiográficas a partir del andamiaje hermenéutico gadameriano*, Buenos Aires, Ediciones FEPAI, 2016). En realidad la polémica entre Funes (perteneciente al clero secular) y los franciscanos que regenteaban la Universidad era más bien una disputa por espacios de poder en el vacío dejado por la expulsión. Los franciscanos enseñaron física experimentalista y dieron noticias del sistema newtoniano (datos sobre esto, antes de mis propios trabajos fueron adelantados por Juan Carlos Zuretti: “Algunas corrientes filosóficas en Argentina durante el período hispánico: la llamada Filosofía Moderna”, *Actas del Primer Congreso Nacional de Filosofía*, Mendoza, 1949, T. 3.: 2118-2122 y “La orientación de los estudios de filosofía entre los franciscanos en el Río de la Plata”, *Itinerarium* (Bs. As.) 4, N. 10, 1947: 199-207), pero no había formación matemática establecida, lo que sin duda era una carencia. La solicitud de la cátedra era lógica, pero la disputa entre clero secular y regular le dio otro alcance.

que lo fuera Mutis, aunque se lo considera –correctamente a mi juicio– un ilustrado. Sabemos que Caldas y Restrepo eran autonomistas y revolucionarios por sus acciones políticas, pero no está esclarecido qué nexo concreto hay entre la ciencia natural y la física que ellos propiciaron y su accionar político. Por otra parte, el nivel en que ellos la cultivaron no permite inferir que efectivamente hayan tomado partido en las controversias científicas sobre las opciones teóricas de la época postnewtoniana que –téngase esto presente– les precedían por lo menos en un siglo (el movimiento postnewtoniano comienza con el siglo XVIII).

La lectura que hacen los historiadores sociales de la ciencia sobre este tema presenta tres variantes.

a) Tesis fuerte: sostiene que todos los ilustrados, o los más importantes de ellos, fueron directamente revolucionarios. Esta tesis se sostiene en bloque como generalización de algunas figuras modélicas (sobre todo Caldas). Es dudosa en muchos casos como Mutis, Cayetano Rodríguez, etc. y totalmente inaplicable en casos más antiguos como Hospital. Se observa que resulta más aplicable en aquellos lugares en que la represión ideológica primero (desde la muerte de Carlos III) y militar después de 1810, cobró víctimas políticas que hacían gala de científicismo progresista frente al antiguo régimen (Nueva Granada y Nueva España). En cambio, casi es irrelevante como categoría histórica explicativa en los lugares en que no hubo reacción española (Río de la Plata, Chile) porque en ellos las fuerzas políticas llevaron inmediatamente por otros rumbos ideológicos que hacían innecesario el maridaje de ciencia y política. No es de extrañar por tanto que los historiadores que sostienen la tesis fuerte son aquellos que han trabajado especialmente en las historias locales que permiten esa sugerencia con verosimilitud³².

b) Tesis débil: en esta versión se afirma que los ilustrados fueron indirectamente revolucionarios a través de los valores en sí propiamente científicos que difundieron, y que fueron interiorizados como políticos entre sus discípulos y oyentes. Básicamente se hace referencia a tres notas:

- Prédica antidogmática. Al ser cuestionados por los representantes de la tradición y casi siempre con poco fundamento teórico, los ilustrados se defendían apelando a la razón por encima de la autoridad cuyas pretensiones

³² Para Nueva Granada, y Audiencias de Quito y Caracas es usual interpretar las polémicas ilustradas como preindependentistas. Así sucede con los casos de Marrero en Caracas, Vallecilla en Bogotá, Quiñones en Quito (Cf. León Caracciolo Parra, *Filosofía Universitaria venezolana, 1788-1821*, Caracas, Univ. Central Venezuela, 1989; Ildefonso Leal, *Historia de la Universidad de Caracas, 1721-1827*, Caracas, Univ. Central de Venezuela, 1963). En cambio, otros investigadores prefieren interpretarlas como expresión local de la cultura moderna. Así lo hacen Bernabé Navarro, para México (*Cultura mexicana moderna en el siglo XVIII*, México, Sem. de Historia de la Filosofía en México, 1964) y José Mata Gavida para Guatemala (*Temas de filosofía moderna sustentados en 1785 en la Universidad de San Carlos de Guatemala*, Ed. bilingüe, traducida y anotada, Guatemala, Univ. de San Carlos, 1949).

aparecían como arbitrarias. La lucha por la defensa de la libertad científica fue indirectamente un modelo para la lucha por las libertades políticas y luego sociales (en la segunda mitad del siglo XIX).

- **Discusión racional.** Los ilustrados proponían la discusión racional como método privilegiado de resolución de problemas. Inicialmente postura científica, pasó también a la política en forma de cuestionamientos al principio monárquico de la legitimidad gubernativa.

- **Movilización cultural.** Los ilustrados propusieron un amplio movimiento de difusión científica, llevado a la práctica bajo diversas formas (tertulias, periódicos, sociedades de aficionados, etc.). La idea de la razón generalizada (todos los hombres inteligentes pueden participar de las conquistas de la razón, no importa su título, su rango social o su nivel económico) conlleva una cierta democratización social en la medida en que esos círculos son indefinidamente extensibles. Por lo tanto se asocian casi naturalmente a otras aspiraciones político-sociales como el autogobierno, la supresión de privilegios especiales, el sufragio, etc.

Es indudable que la tesis débil sirve bien para la comprensión del papel político que jugaron figuras como Alzate o Bertolache³³. Fue el resultado de su rol científico lo que ayudó ideológicamente a los movimientos autonomistas. También apoyan esta tesis las investigaciones que muestran el interés por la institucionalización de la nueva física por parte de los criollos³⁴. Inclusive es razonable hallar un vínculo, aunque no exponerlo como necesitante, entre algunas reformas universitarias impulsadas por la Corte de Carlos III y la ilustración. Tal sería el caso de la Universidad de Lima³⁵ porque el origen de esas medidas estuvo claramente en el grupo ilustrado de Madrid.

c) Tesis histórica. Según esta interpretación, han sido los tempranos historiadores de la revolución americana (los de la segunda generación

³³ Bertolache tuvo una polémica con el claustro universitario mexicano a propósito de la nueva ciencia que se enseñaba en el Real Seminario de Minería y en el Real Jardín Botánico, a consecuencia de la cual debió renunciar a su cátedra en 1775 (Cf. Enrique González, “El rechazo de la Universidad de México a las reformas ilustradas, 1763- 1777”, *Estudios de Historia Social y Económica de América*, Rev. Univ. Alcalá, Salamanca, N. 77, 1991: 94-114). Junto con Mociño, Alzate, Gamboa y otros, querían realizar cambios culturales basados en la “ciencia patriótica”. Naturalmente en esta denominación van confundidos los dos frentes de discusión que –aunque identificados de hecho en las personas– son teóricamente distintos: los tradicionalistas académicos y los conservadores anticriollos. La primera es una posición con respecto al tipo de enseñanza que debe impartirse (en España o en la Colonia, sin distinciones), la segunda es una posición con respecto a las perspectivas de ascenso social o político de las nuevas clases locales.

³⁴ Por ejemplo María de la Paz Ramos Lara, “La mecánica newtoniana y la institucionalización de la física en México”, *Newton en América*, Bs. As., ed. FEPAI, 1995: 11-16.

³⁵ Estudiado por Antonio Ten: “Ciencia e Ilustración en la Universidad de Lima”, *Asclepio* 40, N. 1, 1988: 187-221 y “El Convictorio Carolino de Lima y la introducción de la ciencia moderna en el Perú virreinal”, *Universidades españolas y americanas*, Valencia, Generalitat Valenciana, 1987: 519-533.

independiente) quienes “inventaron” esta tradición que conecta ilustración y revolución, y lo hicieron guiados más por su propia visión presentista y prospectiva que por un análisis sereno y desapasionado de su propio pasado. Volveré sobre este en la segunda de mis tesis.

3. 4. Dos propuestas explicativas sobre el tema en la línea hermenéutica gadameriana

Si aceptamos la tesis débil y redefinimos el rol de la “invención de las tradiciones científicas” ampliando sus funciones a la del rol político de las mismas, podemos argumentar a favor de dos tesis que intentan explicar este tema.

1ª. La constitución de la ciencia nacional de nuestros países, proceso que tendía a ubicarse en la segunda mitad del siglo XIX y concomitantemente a (o como consecuencia de) la organización política de los estados nacionales, reconoce un origen más lejano, que debe retrotraerse por lo menos a la sexta década del siglo XVIII y uno de sus pilares fue la difusión local de la física newtoniana como nuevo modelo de adhesión y auto-reconocimiento.

2ª. La llamada “invención de las tradiciones” que sin duda existió, vista a la luz de la tesis anterior adquiere una nueva dimensión y plausibilidad histórica: tuvo por finalidad vincular la política a la ciencia modélica.

Para la concreción de este nexo los difusores hicieron uso de tres estrategias principales, que tendían a vincular la nueva ciencia a las nacientes identidades socio culturales nacionales:

- a) El antidogmatismo y la apelación al universalismo racionativo de las nuevas teorías, que prescindían de la autoridad y la tradición, proponiendo alternativas cuyo resultado era el definitivo abandono de las teorías anteriores.
- b) La formulación de una nueva regla de reconocimiento: la pertenencia a la comunidad científica internacional.
- c) La afirmación (y la búsqueda de pruebas) de una conexión temporal, grupal y motivacional entre todos los intentos vinculados a las dos primeras estrategias. En mi concepto, la “invención de la tradición” es precisamente este mecanismo funcionando en un marco más delimitado.

4. Conclusión General

Llegados a este punto, corresponde sintetizar en lo esencial los resultados de esta investigación. Abarcó todos los cursos rioplatenses conservados que trataron sobre Newton. El análisis se ha basado en un conjunto de criterios metodológicos expuestos en la Introducción y desarrollados específicamente en los capítulos cuarto y quinto. En éste se ha procedido a exhibir un marco hermenéutico más amplio, relacionado con el papel que la historiografía científica latinoamericana suele otorgar a la difusión de la nueva física en el contexto explicativo del nacimiento de la “ciencia nacional”.

La tarea ha incluido la transcripción y traducción de los textos analizados. Se ha prescindido de la transcripción latina considerando que no es necesaria a los efectos de exponer los contenidos; la edición latina queda como un proyecto a más largo plazo.

La identificación de las fuentes se ha resumido, tanto en el capítulo quinto como en la sección “Biblioteca newtoniana” (ya adelantada en la Introducción).

En la Sección de Textos Newtonianos, se presentan fragmentos de la obra de Newton *Principia mathematica*, y de diez autores que directa o indirectamente tratan sus teorías y que fueron conocidos y citados por nuestros profesores. Del elevado número que registra el análisis cualitativo se han seleccionado diez: Almeida, Brixia, Duhamel, Feijóo, Ferrari, Nollet, Pluche, el Cardenal Ptolomeo, Tosca y Wolff, que se pueden considerar en conjunto un muestreo representativo de los diversos tipos de fuentes mencionadas en los cursos. No se reproduce en forma completa todo el texto de esas obras que trata temas newtonianos, porque esto excedería una dimensión razonable para este libro, sino que se han escogido fragmentos que sirven como ejemplo del tipo de tratamiento que cada autor dispensa al tema y permite diferenciar adecuadamente los estilos de abordaje de cada uno.

Hasta donde fue posible, este estudio ha sido exhaustivo en cuanto al cumplimiento de su propósito de estudiar la introducción académica de las teorías newtonianas en el Río de la Plata colonial, en el contexto más amplio de la recepción de las nuevas ideas filosóficas y científicas, y en relación comparativa con lo sucedido en otros centros americanos. La figura de Newton que, como Jano, tiene dos caras –hacia la ciencia y hacia la filosofía– es un nudo de la mayor importancia dentro de la red o malla receptiva del pensamiento científico y filosófico europeo en América a lo largo de tres siglos. De allí que, aun cuando se han tomado en cuenta todos o casi todos los documentos disponibles, sea un tema que apela a la relectura y a nuevas discusiones. Serán bienvenidas.

CURSOS MANUSCRITOS

Textos de los cursos manuscritos Presentación general

Los ocho textos que a continuación se presentan, corresponden a sendos cursos que han sido estudiados y presentados en general en los dos tomos de *La enseñanza de la filosofía...* datos que aquí se dan por reproducidos.

Ahora sólo algunas indicaciones puntuales.

Los manuscritos han sido transcritos por mí; los originales latinos han sido parcialmente publicados en transcripciones publicadas en mis libros y artículos ya mencionados, y en edición crítica parcial del curso de Cayetano Rodríguez publicada en *Mediaevalia Americana*¹. El resto está inédito. Para este trabajo, como se indica en *La enseñanza...* se han numerado cada uno de los párrafos para hacer más asequible y rápida la ubicación de un tema. Además, y dado que en muchos casos el manuscrito no estaba foliado, o lo estaba en forma incorrecta, ha sido foliado por mí, tomando como inicio el primer folio con escritura propia del curso.

Las traducciones también son de mi autoría, está publicado el Curso de Rodríguez (ver Bibliografía) y los demás están inéditos, tarea que se espera poder concretar en un futuro por el momento no determinado.

¹ *Mediaevalia Americana* (Revista de la Red Latinoamericana de Filosofía Medieval) digital: www.medievaliamericana.org. Son partes del Curso de Física (*Physica Generalis*) de 1782. “Quaestio appendix pro Complemento Physicae Generalis”, *MA* 6, N. 1, 2019: 61-88; “Prima Physicae Pars, Liber Primus”, *MA* 7, n. 1, 2020: 115-144; “Prima Physicae Pars, Liber Secundus”, *MA* 7, N. 2, 2020: 99-126; “Prima Physicae Pars, Liber Tertius”, *MA* 8, n. 1, 2021: 129-170; “Prima Physicae Pars, Liber Quartus”, *MA* 8, n. 2, 2021: 103-133; “Prima Physicae Pars, Liber Quintus (edición crítica)”, *MA* 9, n. 1, 2022: 71-100; “Prima Physicae Pars, Liber Sextus - Cuestiones 1 a 3 sobre la luz”, *MA* 10, n. 1, 2023: 141-184.

En la edición de las traducciones (tanto en la de Rodríguez sobre física como en otras de Lógica y Ética) se ha seguido el criterio de buscar la fuente mencionada por el profesor, aun cuando no fuera citada por él de primera mano. Se trata, en estos casos, de mostrar, para el conjunto del curso, la erudición del profesor, fuera o no de consulta directa.

En este caso se ha tomado otro criterio, porque el objetivo de esta investigación es mostrar cuál ha sido la vía de introducción de los temas newtonianos en el Río de la Plata, cuyo primer frente es sin duda el conjunto de estos cursos, y el segundo, la bibliografía efectivamente consultada por los docentes, hasta donde nos es posible conocer. Como se expuso en el análisis las fuentes foráneas, se ha tratado de reconstruir la biblioteca newtoniana a través de criterios historiográficos y documentalistas, cuyo el resultado puede verse más en detalle en la sección Biblioteca Newtoniana con la transcripción de los textos más relevantes que han servido de base a nuestros docentes.

Por esa razón, la idea en este caso ha sido ver de dónde principalmente ha tomado nuestros profesores las noticias que incluye. Por lo tanto, no hay notas bibliográficas a pie de página de estas traducciones, puesto que las fuentes usadas han sido analizadas en su conjunto. Y como el lector podrá apreciar, los cursos repiten casi con las mismas palabras las fuentes que consultan, aun siendo de tradiciones docentes distintas (los textos de jesuitas, franciscanos y seculares no difieren significativamente en esto). Por eso se ha añadido una sección dedicada a mostrar varios modelos de abordaje que han sido tomados en cuenta por nuestros profesores.

BENITO RIVA

[*Physica*]

Libro I. Los principios intrínsecos del cuerpo natural

Disputación 1ª. Algunos sistemas sobre los principios del ente natural

Sección 5ª. El sistema de Newton

[p. 21] Si bien al comienzo anuncié que sólo iba a exponer cinco sistemas, he considerado mejor añadir un sexto; aunque este sistema tiene mucho en común con los otros, sin embargo tiene algo especial que es muy conveniente conocer. Isaac Newton elaboró un sistema, que expondré aquí brevemente, omitiendo las reglas acerca del movimiento, que son suficientemente conocidas. Enseña 1º. No debe admitirse nada que no pueda ser demostrado con evidencia a partir de los fenómenos naturales. Aquí rechaza los sistemas de Descartes, Gassendi y otros modernos, como meras hipótesis no probadas. Enseña 2º. La materia es una sustancia sólida, extensa e impenetrable.

Enseña 3º. Estas son propiedades intrínsecas de la materia, pero no admite que ella se identifique realmente con la extensión actual, lo cual, según veo, no pudo inferir suficientemente. 4º. La materia consiste en un agregado de átomos [p. 22] y la forma en su plexo o combinación, así como para los atomistas la materia es por sí indiferente a todas las formas o combinaciones. 5º. La materia, por su ser propio, es de sí indiferente al movimiento o al reposo, y sólo es determinada [a uno de estos estados] por un agente extrínseco. Estas son peculiaridades comunes, en cambio las siguientes son propias del sistema [newtoniano]: 1º. La gravedad de la materia surge de la conjunción de la densidad y la magnitud de los cuerpos; 2º. Todos los cuerpos, sean celestes o terrestres, poseen una gravedad ínsita que se denomina centrípeta.

3°. Todos los cuerpos [incluso] etéreos e ígneos son absolutamente pesados y sólo relativamente livianos. 4°. La causa de la fuerza centrípeta es la atracción de la tierra. 5°. Esta potencia atractiva ha sido impresa a la materia por el creador de todas las cosas. 6°. Dicha potencia atractiva es intrínseca a la materia, lo mismo que su impenetrabilidad y solidez 7°. La tierra posee potencia atractiva desde todas sus partes. 8°. Esta potencia es también intrínseca a cada uno de los puntos [físicos] de la materia. 9°. Cuantas más son las partículas de materia, mayor es su potencia atractiva. Aquí estatuye esta primera ley de la potencia atractiva: a iguales distancias, las potencias atractivas de los cuerpos son proporcionales a la gravedad de la materia. 10°. Esta potencia es mutua, de tal modo que cualquier cuerpo atrae a cualquier otro y es atraído por él. 11°. No todos los cuerpos atraen a todos los otros ni son atraídos, sino que algunos más bien repelen a otros, así como las partículas de aceite repelen a las de agua y a la inversa.

12°. Esta potencia repelente [p. 23] es tan ínsita a la materia como es intrínseca la atractiva. 13°. La potencia de atraer o atractiva, en cuanto intrínseca a la materia, es siempre constante e invariable. 14°. Puede variar, o ser mayor o menor según la mayor o menor distancia del cuerpo, así como la potencia atractiva del imán es más fuerte o más débil según la mayor o menor distancia del cuerpo. 15. La fuerza centrípeta es de tres clases: absoluta, aceleradora y motriz. La primera es la que se encuentra en todos los cuerpos. La segunda es mayor o menor según la mayor o menor distancia del cuerpo y corresponde a la velocidad del cuerpo. La tercera es la potencia del cuerpo en cuanto produce un movimiento. Esta triple fuerza centrípeta sólo difiere en esto: se llama absoluta, en cuanto abstrae el tiempo y el espacio, aceleradora en cuanto respecta al tiempo, y motriz en cuanto se relaciona al lugar. Lo dicho explica la naturaleza de la gravedad.

Por lo tanto, afirma que los cuerpos descienden hacia la tierra porque son atraídos por ella; pero si dijeras que los cuerpos a su vez también atraen a la tierra, responde que como la mole terráquea es casi infinita en relación a la de los cuerpos [que están en ella] la potencia atractiva de la tierra, en relación a la cantidad y densidad de los cuerpos es casi infinitamente mayor

y por eso vence la potencia atractiva de los [demás] cuerpos. Puesto que la potencia atractiva de la tierra se propaga en línea recta a los cuerpos, la tierra los atrae hacia sí por líneas rectas, por lo cual los cuerpos pesados deben descender al centro por una línea recta, que es otra propiedad de la gravedad. [p. 24] Además, como la potencia atractiva es más activa y más fuerte cuanto más cercana es, por ello los cuerpos pesados que más se acercan a la tierra más aceleran el movimiento. Así explicada la gravedad de los cuerpos terrestres, pasa a los celestes.

Enseña pues 1°. También los cuerpos celestes tienen ínsita una potencia centrípeta alrededor del propio centro; 2°. El sol permanece fijo y la tierra se mueve con movimiento giratorio; por eso se ve que Newton no acepta el sistema Ticomónico sino el Copernicano; 3°. El centro de los planetas no es la tierra sino el sol, hacia el cual gravitan todos los cuerpos celestes; 4°. El centro de los satélites es Saturno y el sol; 5°. Esta gravedad y gravitación surgen de la potencia atractiva del sol y de Saturno; 6°. La atracción de los cuerpos celestes se da en igual proporción que en los terrestres; 7°. Todo cuerpo que se mueve circularmente produce un movimiento de alejamiento del propio centro, como se ve por experiencia. Este impulso de alejamiento se llama fuerza centrífuga. 8°. Todos los cuerpos se mueven naturalmente en dirección al sol, de lo cual se infiere correctamente: 1°. Los cuerpos que giran o se mueven alrededor de un centro no pueden ser coaccionados sino por una fuerza centrípeta ínsita a los cuerpos.

2°. Cuanto más la fuerza centrífuga impulsa a alejarse del centro, tanto más la fuerza centrípeta lo impele hacia él, por lo cual estas fuerzas contrarias se igualan mutuamente, determinando que el cuerpo no se mueva por una línea recta sino curva u órbita. Por esto se deduce claramente de qué modo los planetas gravitan alrededor del sol, y los satélites alrededor [p. 25] de Saturno, llevados por una línea curva u órbita propia. Que la fuerza atractiva de los cuerpos terrestres es ínsita a ellos lo prueba así. Primero por la experiencia, porque se ve que los cuerpos pesados descienden al centro; segundo, por algunos experimentos, el primero de los cuales es que las partículas de agua se atraen mutuamente; luego esta potencia es ínsita a los

cuerpos. Se prueba el antecedente: si se separa una gota de varias partículas de agua, siempre adquiere una figura esférica y la conserva constantemente, incluso si está suspendida en las hojas de los árboles, lo que es signo de que las partículas de agua tienen una potencia natural de atraerse.

El segundo [experimento] se toma del mercurio: si se extiende mercurio en un plano, se divide en ciertas moléculas de figura esférica, que [se] conservan constantemente. Si después se mezclan estas moléculas, inmediatamente se forma una figura mayor también esférica; y esto es signo de que las partículas de mercurio se atraen mutuamente. Añade que en las partículas de mercurio se aprecia un cierto conato por el cual ellas tienden a unirse. Tercero, en el mercurio adhieren el oro y el estaño y no muchos otros cuerpos, el agua y el aceite a la madera. Las partículas de agua a las partículas de cal, luego etc. El cuarto se toma del ascenso del mercurio en los tubos capilares. La potencia atractiva en el sol y Saturno prueba el argumento especialmente respecto a los cuerpos celestes, es decir, que en el sistema de Descartes y otros, no se puede dar una razón suficiente de por qué los planetas [p. 26] se mueven con movimiento circular alrededor del sol y los satélites alrededor de Saturno, puesto que todos los cuerpos, en su inicio, tienden a moverse con movimiento directo, salvo que lo impida un agente extrínseco.

Este sistema se apoya en dos principios. El primero es: no deben admitirse más causas de las cosas naturales que aquellas que verdaderamente son suficientes para explicar la naturaleza de los fenómenos. Segundo: los efectos de igual género tienen iguales causas naturales. Este sistema ha sido adoptado por autores italianos, y Corsini, en el tratado sobre la gravedad de los cuerpos, considera que los argumentos de Newton son suficientemente válidos.

Sección 6ª. Qué tiene en contra este sistema

En este sistema, que mejor debiera llamarse estrictamente hipótesis, algunos aspectos desmerecen. Primero: la fuerza atractiva terrestre, que es donde se apoya todo el sistema, no es probada con ningún argumento. La experiencia muestra que los cuerpos pesados descienden a la tierra como a su centro propio; pero ¿qué argumento positivo probará a Newton que este descenso proviene de la atracción terrestre? Primero debería probar que la fuerza atractiva de la tierra es ínsita, para que luego se pueda inferir que el descenso de los cuerpos pesados tiene origen en la atracción; pero ningún argumento positivo prueba esta fuerza, ni pueden probarlo, según piensan los mismos newtonianos; luego. Si se respondiera que la gravedad no se puede explicar ni por la materia sutil ni por las leyes mecánicas, sea entonces: [p. 27] si de aquí podría surgir la atracción terrestre. De ningún modo, se concluye, pues sólo nos consta que existe el descenso y lo demás se oculta. De otro modo todos los efectos para los cuales no se ha encontrado una causa adecuada, podrían atribuirse a la fuerza atractiva. Obsérvese que esto es sólo un argumento negativo.

Se urge: el descenso de los cuerpos pesados parece explicarse suficientemente si se admite como causa las partículas de la materia, así como también la solidez, textura y figura; si este argumento no convence, puedes explicar la gravedad por el decreto con el cual Dios establece que todos los cuerpos pesados desciendan para constituir el globo total; o de otro modo, etc. Se objeta segundo: ningún argumento sostiene la fuerza atractiva mutua de los cuerpos; luego cae todo otro fundamento. Se prueba el antecedente: no se prueba por la fuerza atractiva de la tierra. Se prueba primero: no consta a la experiencia que los cuerpos individuales graviten hacia otros cuerpos, así como la experiencia muestra que todos los cuerpos gravitan hacia la tierra como a un centro. Segundo: un cuerpo no es el centro de otro, como el sol es centro de la tierra. Es común a todos. Tercero: los cuerpos pesados constituyen con la tierra un globo perfecto, pero no lo constituyen con otros cuerpos.

Se critica tercero; que esta fuerza atractiva es más oculta que las cualidades ocultas y por tanto inexplicables, lo que nuestro así. O la fuerza atractiva consiste en que por ella, precisamente, [p. 28] el cuerpo se constituye hacia la tierra, por ejemplo, para que ésta lo atraiga, o en el efluio de los corpúsculos, o en un movimiento impreso desde el exterior, etc. Si lo segundo, entonces argumentamos de modo semejante con las teorías de Descartes y Gassendi, que tratamos más abajo. Si lo primero, tal fuerza atractiva es totalmente imperceptible, obrando de un modo totalmente inasequibles a los humanos, sea atrayendo o repeliendo un cuerpo a otro, sin alcance a otro físicamente, por sí o por su fuerza; pero esto sucedería en el caso dicho.

Se critica cuarto: ningún argumento prueba que las partículas de agua atraigan a partículas de agua, las partículas de mercurio a partículas de mercurio. Se prueba porque si se afirma esto no se daría ningún fundamento positivo. Segundo: porque tal conjunción bien podría atribuirse al aire circundante o a las leyes de la divina providencia como causa cierta de lo que detectamos; luego. Se critica quinto: porque aun cuando se estableciese que las partículas de agua tienen impresa una fuerza atractiva de otras partículas de agua, y las de mercurio lo mismo, de estos pocos cuerpos no vale inferir que esta fuerza fuese ínsita en todos. Se prueba primero: si de la fuerza ínsita en el mercurio se pudiera inferir esto, de la fuerza atractiva que se experimenta en el imán con respecto al hierro, Gassendi podría inferir que en todos los cuerpos hay ínsita una fuerza magnética; y entonces así se diría que el descenso de los cuerpos pesados proviene de la fuerza magnética; pero los newtonianos lo niegan expresamente en el tercero de los Principios, proposición [p. 29] sexta, con estas palabras: la fuerza de gravedad es de diverso género que la fuerza magnética.

Segundo: de la naturaleza de determinado cuerpo no puede colegirse la naturaleza de todos los cuerpos, pues de otro modo de la naturaleza de un cuerpo cálido podríamos inferir que todos son cálidos, y la razón es que la naturaleza de los cuerpos es diversa debido a la diversidad, de los átomos, mole, figura, cantidad y solidez, etc. Del mismo modo que es ínsita al agua

la potencia de repeler el aceite, el cebo y la cera al agua, y así otros casos, estaría ínsita en las partículas de agua y de mercurio la fuerza atractiva, pero la potencia de repeler es ínsita en otros cuerpos, y de esto no es lícito inferir que esté en todos; luego lo mismo.

Cuarto: la gravitación mutua de dos cuerpos terrestres no puede percibirse por la infinita atracción promedio de la tierra que la vence o supera, como afirma Newton en el segundo [libro] de los *Principios*, proposición cuarta; luego la atracción mutua de las partículas de agua y de mercurio, por la casi infinita atracción de la tierra no deberían percibirse; por tanto. si se perciben en sí, no es que esto surja de la fuerza atractiva de los cuerpos sino de otra cosa. Luego los experimentos aducidos por los newtonianos, etc. Se critica sexto, que sería inútil la potencia atractiva de los cuerpos conjunta con la de la tierra; luego. Se prueba el antecedente: tal fuerza sería inútil. Se prueba: nunca podría pasar al acto; aun cuando se juntaran todos los cuerpos, de ningún modo podrían atraer la tierra hacia sí.

Se critica séptimo y último: sean dos globos de gran mole y cantidad [p. 30] suspendidos al aire libre; así, si estos globos tuvieran en sí esta fuerza atractiva, se atraerían entre sí en el aire libre, y paulatinamente caerían hacia el centro no por líneas rectas sino oblicuas. Pero esto es contrario a la experiencia. Respondes que los globos son atraídos con muchísima más fuerza por la tierra y esta fuerza impide que se atraigan mutuamente. En contra: primero, la fuerza atractiva de la tierra, aun cuando atraiga a los globos, no puede impedir que ellos ejerzan su fuerza atractiva, por tanto tampoco que se atraigan entre sí. Segundo, la fuerza atractiva de la tierra no impide, al menos al mercurio, atraer al mercurio, y al imán atraer al hierro; luego del mismo modo.

Se urge: habría más fuerza atractiva ínsita en los globos que en un pequeño imán y el mercurio. Se prueba: la potencia atractiva se mide por la cantidad y densidad de la materia; pero la cantidad y densidad de la materia de los globos sería mayor que la del imán y el mercurio. Tercero, la potencia atractiva de la tierra no impide que el aire se filtre lateralmente a los globos o

que asciendan o desciendan por líneas oblicuas. Dices: que impide a los cuerpos que rodean a los globos que ellos se atraigan entre sí. En contra están todos los ejemplos aducidos. Contra, segundo: el cuerpo que rodea a los globos es el aire; pero no puede impedir la fuerza atractiva de los globos; luego. Se prueba la menor: la potencia atractiva del aire tiene menor proporción que la fuerza de los globos; luego no puede impedirla. El antecedente es cierto, porque la fuerza se mide por la cantidad y la densidad de la materia; pero la cantidad y densidad insita de los globos es mayor que la densidad y cantidad del aire, luego.

[p. 31] Inaceptable octavo: o la tierra ejerce su fuerza atractiva sobre el globo suspendido en el aire libre según todos los puntos de la esfera, o sólo según aquellos que inciden perpendicularmente en el globo. Si lo primero, deberían descender con movimiento casi instantáneo, porque la fuerza atractiva es totalmente ínsita. Si lo segundo, entonces no puede descender o al menos descendería muy lentamente, lo que es contra la experiencia. Se prueba. Supongamos que haya cincuenta puntos que inciden perpendicularmente y desde los cuales se atraen los globos, de modo que: los globos tengan igual fuerza atractiva que la tierra, luego o no descenderían o descenderían muy lentamente. Se prueba el antecedente: la tierra atraería con una fuerza de cincuenta; pero también el cuerpo traería a la tierra con una fuerza de cincuenta; luego, etc. La menor consta porque los cincuenta puntos desde los cuales se incide atraen la tierra hacia sí.

Finalmente se reprueba porque con una sola palabra se puede resolver toda la Física; pues si preguntas ¿por qué éste y no otros rayos del sol refractan? una inmediata respuesta sería, porque éstos son atraídos. Si [se pregunta] ¿por qué la sangre fluye en las venas, la savia asciende a las ramas en los árboles, varios humores se producen en el cuerpo humano como la saliva en las glándulas salivares y las lágrimas en los lagrimales? se podría responder fácilmente: porque éstos y no otros se atraen. Más aún, si preguntas ¿de dónde surge la fuerza magnética, las mareas marinas, la elasticidad del aire, y otros admirables efectos de la naturaleza? se podría responder por tales o cuales fuerzas atractivas [p. 32] de modo que la fuerza

atractiva sea asilo de la ignorancia de los sabios, no menos que las cualidades ocultas

*

Libro II. El continuo, el vacío y el movimiento

Disputación 2ª. La gravedad y la liviandad

[p. 197] Sección 2ª. Se impugnan algunas teorías

Acerca de la naturaleza de la gravedad se han pensado muchas teorías, referiré las más comunes y las refutaré brevemente. La primera es de los Peripatéticos, que la consideran una cualidad y enseñan que consiste en una cualidad oculta, ínsita en los cuerpos que los impele hacia abajo. Pero esta opinión ya ha sido rechazada por nosotros. La segunda es la de Isaac Newton, que ya ha quedado impugnada cuando tratamos de los sistemas, y que a mi juicio en poco o nada difiere de la teoría de Pedro Gassendi que enseguida impugnaremos. En primer lugar Gassendi, al que siguen algunos atomistas, enseña: los cuerpos pesados no descienden a la tierra por impulso propio, ni porque sean llevados hacia abajo por el aire u otros cuerpos, sino porque la tierra (que considera un gran imán) con cierta fuerza magnética y oculta atrae hacia sí; la potencia magnética o atractiva consiste en efluvios de los corpúsculos, que son [p. 198] ganchudos, y que emitidos por los cuerpos se introducen en la atmósfera y en los poros de los cuerpos, los aprehenden, vencen [su resistencia] y luego los arrastran hacia la tierra. Explica su teoría con el ejemplo del imán que atrae al hierro. No puede negarse que este sistema ha sido agudamente pensado. Sin embargo, es rechazable; primero porque muchas cosas difícilmente pueden explicarse y probarse en este sistema. En primer lugar, de qué modo tantos corpúsculos unguados y ganchudos pueden ser emitidos por la tierra, que sean suficientes para atraer la gran mole de los cuerpos. Segundo, de qué modo en cada cuerpo existen los meatos necesarios para que los cuerpos ganchudos introducidos lo apresen y superen; de qué modo la tierra atrae a los

capturados. Tercero, los efluvios de los cuerpos son emitidos por la tierra hacia todos lados; por tanto muchos chocan en las partes sólidas de los cuerpos y así impelerían al cuerpo desde un centro más alejado. Cuarto: porque, o aquellos corpúsculos están concatenados entre sí, o son como polvo menudo. Si lo segundo, es inexplicable de qué modo se adherirían a los cuerpos. Si lo primero, falta explicar de qué modo pueden conectarse entre sí, para que la cadena no sea rota por el aire u otro cuerpo; y asciendan a la esfera en lugar del cuerpo como suponemos, penetran en los poros, los llenan y atraen al cuerpo alcanzado. Quinto: para que estos efluvios atraigan hacia la tierra ¿son necesarias otras cosas, o no? Si no lo son, entonces tampoco para atraer a los cuerpos los efluvios serían pesados; si lo son, iríamos al infinito; una madera debería descender a la tierra más velozmente [p. 199] que el plomo, lo que es contra la experiencia; luego. La mayor se muestra cierta, porque como en un globo de madera hay más poros, puede ser penetrado y apresado por mayor cantidad de corpúsculos. Cuarta teoría: atribuye la gravedad a la presión del aire, pero esto será impugnado en lo que sigue. Quinta, a partir de Descartes, que estatuye la materia sutil, y atribuye la gravedad a su movimiento velocísimo que impacta en los cuerpos. Esta teoría es sostenida en general por los cartesianos antiguos y modernos y la defienden indicando que esta sentencia es ciertísima, libre de todo error y plena de verdad; los que aceptan esta teoría quieren defenderla con nuevas hipótesis sobre el movimiento de la materia sutil, señalando nuevos vórtices. Pero no place: primero porque este sistema sobre la gravedad de los cuerpos se apoya en un movimiento vertiginoso de la tierra que habitualmente es negado. Segundo, el movimiento de la materia sutil, según los cartesianos, es vibratorio y circular; por tanto no puede imprimir en los cuerpos un movimiento perpendicular y recto; pero los cuerpos pesados desciende al centro por una línea perpendicular. Se prueba la consecuencia: los cuerpos movidos circularmente alrededor de la parte superior del eje, y los cuerpos movidos alrededor de la inferior no pueden comunicar un movimiento perpendicular hacia la esfera. Sino, a lo sumo deben impelerlos hacia el plano en el cual giran pues son llevados por la misma vía. Por lo tanto, la materia sutil cartesiana no puede determinar en los cuerpos graves algún

movimiento espiralado por el cual desciendan al centro; luego mucho menos [p. 200] [...]

*

Libro V. Los admirables fenómenos de la luz

Disputación 1ª. Lo diáfano y lo opaco; la luz en general

[p. 549] Sección 3ª. Reglas de la luz

[...] Sea tercero: la luz se propaga con tanta velocidad, de modo que es vista como instantánea. Los modernos consideran en general que la propagación es instantánea. Enseñan lo contrario muchos atomistas con el Sr. Cassini, Roemer, Newton, Huygens, y otros; y el sabio Feijoo (tomo 5º, discurso 12) la considera como la teoría más probable. Hacia la misma se inclina no poco el P. [p. 550] Regnault, en el diálogo sobre la luz. Se puede probar esta sentencia: 1º, porque la luz de los satélites de Júpiter tarda unos minutos más en llegar a nosotros cuando Júpiter está a mayor distancia de la tierra que cuando está a menor distancia; pero esto no sucedería si la luz se propagase instantáneamente; luego. 2º, porque la luz se propaga por un movimiento y el movimiento instantáneo es imposible, salvo que sea circular; 3º, por analogía con el sonido; 4º, porque cuando más lejos se propaga la luz, tanto más débil es, pero no debería ser más débil si el movimiento fuera instantáneo; luego. De acuerdo con las observaciones que el Sr. Huygens expone en su tratado sobre la luz, la velocidad de la luz supera en seiscientos mil veces la velocidad del sonido, como bien comenta Feijoo en el lugar citado, que en el segundo minuto avanza alrededor de un cuarto de millón de leguas. Reconozco que ésta es un hipótesis bien pensada; se ha indicado en la Academia de París, como se puede ver en su misma *Historia* para el año 1747, parágrafo Júpiter, p. 72; ver las *Memorias de Trévoux*, año 170 [sic por 1799], p. 171, así Mayr. En mérito a todo esto concluye el P. Falk, con el Sr. Maragdi que esta hipótesis tiene muchas dudas y no ha sido bien demostrada. [...]

*

[p. 552] **Sección 4ª. Se refutan otras teorías**

Los peripatéticos enseñan que la luz es una cualidad. Enseñan, segundo, que en un punto del cuerpo lúcido se genera inmediatamente la luz y de esta luz se genera en el siguiente y así en los demás. Preste oídos a esta fábula el que quiera. Se puede refutar porque 1º, la cualidad debe ir unida a un sujeto, pero la luz no se une; luego. Se prueba la menor, si se uniera, en cualquier lugar en que se retirara un cuerpo iluminado, debería retirarse la luz, pero esto no sucede. Se prueba la menor: si cierras una habitación donde hay un papel o un cristal iluminados, ya no estarán iluminados; 2º porque no se puede explicar qué y cuál es la potencia del sujeto del cual se educa la luz; [3º] cómo un sujeto tan múltiple y ubicuo de pronto tiene la disposición de tal modo que del sujeto pase a un acto que antes no existía; de qué modo la luz así producida puede producir tanta luz como la del mismo cuerpo lúcido; de qué modo en una mínima longitud del espacio las partes puedan ser inmutadas y la luz anterior y posterior pueda producirse en los puntos que deberían ser una serie casi infinita, en un tiempo imperceptible, sobre todo si la luz se propaga desde las estrellas fijas hasta nuestros ojos. 4º. Porque debería haber infinitas entidades en el universo, es decir, tantas cuantos son los puntos del espacio que se iluminan sea por radios refractos o reflejos, que surgen de la luna, el sol, las estrellas. [p. 553] 5º, porque en esta teoría son inexplicables la reflexión y la refracción de la luz, en cuanto la luz puede penetrar por cualquier parte de un cristal, por ejemplo. 6º, porque la luz carece de las propiedades de la cualidad. Se prueba: en primer lugar, no tiene contrario; segundo, no se introduce sucesivamente; luego. 7º, le convienen las propiedades del cuerpo, luego es sustancia. Se prueba el antecedente: la luz atraviesa los [cuerpos] diáfanos y no los opacos; refleja no sólo de los cuerpos diáfanos sino también de los opacos. Se traslada de lugar en lugar; tiene figura, movimiento y peso; luego. Se prueba esta última parte en la cual reside especialmente la dificultad del experimento del Sr. Duclos. Calcinó un espejo ustorio con cuatro pulgadas de esencia de antimonio, resultando un peso de dos dracmas. El Sr. Homberg halló un peso mayor en un espejo

ustorio calcinado en esencia de mercurio. Se ha asegurado que ambos experimentos fueron confeccionados con tanta diligencia que la novedad sólo puede atribuirse al peso de la luz. Así refiere Feijoo en el tomo 5, discurso 12.

La segunda teoría enseña que la luz consiste en partículas sutilísima del cuerpo lúcido, dispersas en el aire y los cuerpos, que inicialmente estaban comprimidas y apretadas al máximo en el cuerpo luminoso, así como el vapor consiste en sutilísimas partículas de agua difusas en los cuerpos y la atmósfera. Sostienen en general esta teoría los atomistas, a los cuales se añade recientemente el gran sabio Newton. Pero se rechaza: 1º, porque todos los argumentos que estos autores [p. 554] ponen contra nuestra teoría pueden ser resueltos. Se prueba: porque aquellos corpúsculos sutilísimos producidos por el cuerpo luminoso deben moverse y llegar a la retina del ojo; 2º, porque en esta teoría es inexplicable de qué modo una sola chispa expulsada de un sílice ilumina súbitamente toda una habitación, por cuál causa es impelida tan velozmente, por qué causa se divide en tantos corpúsculos mínimos como para iluminar todos los puntos del aire y de las paredes de la habitación. 3º, porque parece también inexplicable de que modo en un tiempo imperceptible, por no decir en un instante, aquellos corpúsculos se propagan desde las estrellas fijas hasta nuestros ojos; 5º [sic] como demuestran los matemáticos modernos, el sol ilumina desde el inicio todos los planetas, incluso los superiores; luego, según el cálculo del Cardenal Ptolomeo, concluye el P. Mayr que la esfera iluminada por el sol es de 270 millones de millones de millones de semidiámetros, espacio casi incompreensible, de lo que resulta: si tantos efluvios debieron ser producidos por el sol desde el inicio del mundo hasta estos tiempos, éste ya habría disminuido en gran parte o totalmente. Pero la experiencia muestra lo contrario; luego.

6º, una gota de aceite encendida puede emitir tantos corpúsculos ígneos que sean suficientes para llenar un espacio esférico de dos veces Alemania. Pero esto resulta increíble; luego. La mayor es cierta, que [p. 555] todo aquel espacio es atravesado por la luz al menos a un ojo suficientemente agudo, y

se expande a un espacio más lejano. Se prueba la menor: la gotita de aceite puede enrarecerse en la inmensidad. Se prueba. Una milla alemana, según afirma el P. Mayr, iguala una longitud de 4000 pasos: ésta contiene 2000 pies y a la vez 24.000 dígitos. Cualquiera de los dígitos contiene 4 granos y así, tomados todos conjuntamente son 960.000 granos o partes cuadradas de los dígitos. Luego de este cálculo, el P. Mayr concluye que una esfera cuyo diámetro fuera de dos mil millas alemanas contendría cómo mínimo 3.707.289.-6.60000.-0000 de cubos, cualquiera de los cuales en ancho y alto sería una cuarta parte de un dígito. Si alguno de estos cubos se dividiera en tres lamelas cuadradas iguales entre sí, y entonces correspondería una duodécima parte del dígito, y el número de los cuadrados sería 11.-12.-1868.-800000.-00000. Estas lamelas bastarían para alcanzar una superficie de 48272.200000.-00000 pies cuadrados, mayor que las que hay en toda la superficie del globo terráqueo cuando sale el sol, 3715.200000.00000 de pies, lo que le parece verdaderamente increíble al P. Mayr.

Se urge. Una candela que arde solo una hora puede extinguirse desde el Angelus hasta la hora undécima, en cuyo caso la luz se extingue primero, y para nosotros se extiende por dos mil más [unidades espaciales], luego desde esa hora aquella candela puede abarcar toda una esfera de dos mil, lo que parece todavía más increíble. Sin embargo se intenta probar: un punto cualquiera [p. 556] de un cuerpo luminoso, por ejemplo el sol, irradia en el orbe, luego cualquier punto sensible de la esfera puede emitir luz desde cualquier punto del sol. Por tanto, si en una gran superficie se añadiera una cantidad de espejos, de eso resultaría que en algún punto de convergencia concurriría un incomprensible [inaprensible] número de rayos sin penetración; pero parece casi imposible que esto pueda suceder. Se sabe que el fuego puede comprimirse, condensarse, y sobre todo dilatarse, pero tanta condensación y dilatación es incomprensible.

Sección 5ª. Nuestra tesis

Propongo primero que Dios, al inicio del mundo, creó casi infinitos corpúsculos por encima de todos nuestros conocimientos y sutilísimos,

separados y movidos por un movimiento celerísimo trémulo y vibratorio. 2°. Dios imprimió a aquellos [corpúsculos] este movimiento para perfección del universo. 3°. De estos corpúsculos se componen los cuerpos luminosos y lucen con su propia luz donde está el sol, la llama, etc. 4°. Estos cuerpos se agitan perpetuamente con un vehemente movimiento trémulo y vibratorio. La razón está en que se constituyen de partículas que se mueven con movimiento trémulo y vibratorio. 5°. Además de estos corpúsculos creó también otros innumerables [corpúsculos] sutilísimos, que constituyen el medio fluidísimo y tenuísimo del universo, en él evolucionan los astros y que rodea a la tierra. A este fluido más bien le solemos llamar éter.

6°. Estos corpúsculos están dotados de diversas figuras, pero la mayor parte de ellos [p. 557] tienen figuras alargadas. La razón es que así contribuyen de algún modo a la perfección del universo. Supuesto esto, sea la conclusión. La luz es una materia globulosa, mucho más sutil que el aire, agitada con un movimiento velocísimo hacia todas direcciones, que se propaga sensiblemente por líneas rectas. Se llama materia en primer lugar por lo dicho en la sección anterior. Segundo, porque alcanza incluso cuando a veces incide en la pupila del ojo, lo toca o lo alcanza como salvo un cuerpo no puede ninguna otra cosa, como piensa Lucrecio en el Libro 1° verso 30. Se dice que es una materia más sutil que el aire, primero porque se propaga mucho más velozmente; segundo porque penetra el cristal, que no penetra el aire. Se dice globulosa, porque lo más probable es que la materia de la luz sean glóbulos.

Se prueba porque la luz que incide oblicuamente en un espejo, se refleja tan admirablemente, que el ángulo de incidencia es sensiblemente igual al de reflexión, pero ninguna figura es más adecuada para este movimiento que la esférica: luego. Segundo, porque en gran parte los cuerpos transparentes están constituidos de estos glóbulos. Se dice “agitados” porque la luz separa las fibras móviles, pero esta separación sólo puede ser causada por la comunicación de algún movimiento; luego algún movimiento se los comunica, pero un cuerpo no comunica a otro un movimiento si primero no se mueve; luego. Segundo, conforme a los experimentos del Sr. Homberg

que refiere el sabio Feijoo en el tomo 5, discurso 12 y nuestro Falk; aquí inserta una lámina de acero y aplica a la otra parte del espejo ustorio, y advierte las vibraciones singulares luminosos, siendo estas vibraciones luminosas sensibles como si fueran excitadas [p. 558] por una vara sutil. Segundo, cuando el *pensulo* (vulgo “resorte”) se aplica del mismo modo al espejo, se producen vibraciones sensibles como si fuese un junco comprimido.

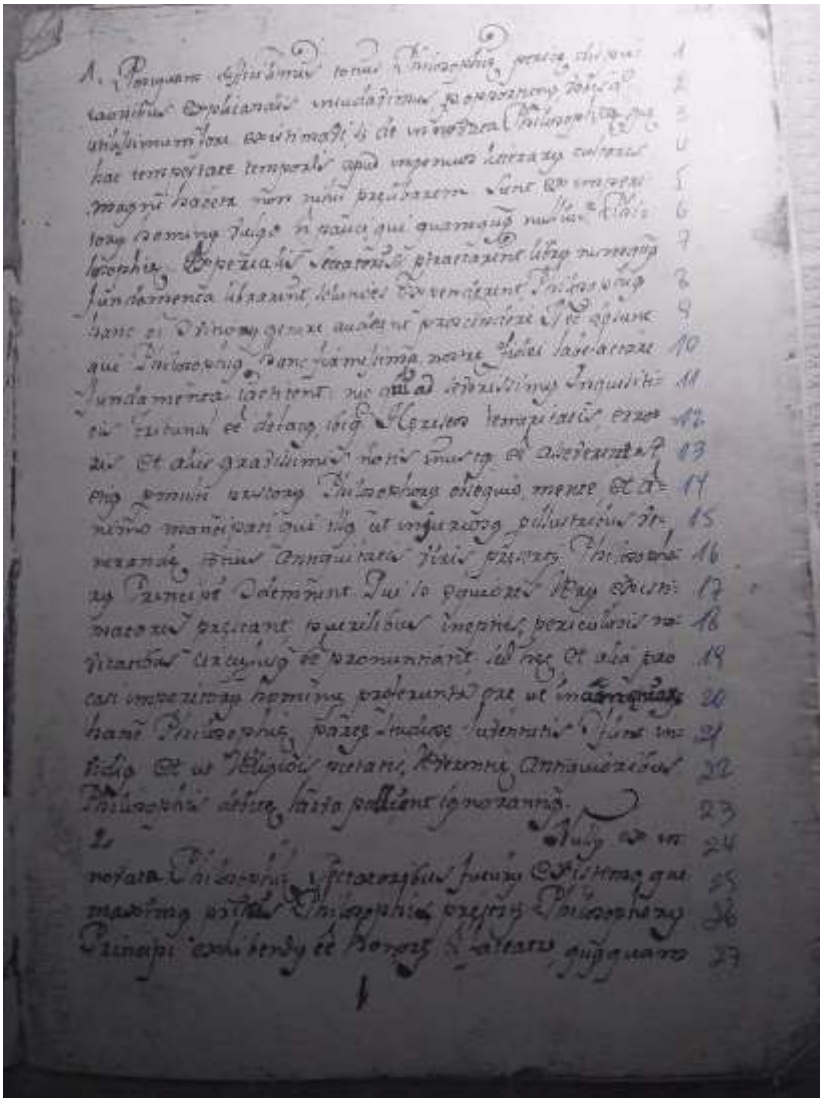
Añade, del mismo [autor], que los rayos solares se trasladan con tanta fuerza y velocidad, como si algún río corriera lentamente hacia su naciente, no alterando su curso cerca del mediodía y se acelerara después del mediodía, así por esta razón en el Danubio, entre Buda y Taurunum [Zemun], se perdería de vista, afirma Homberg. Se dice movimiento celerísimo porque supera ampliamente el movimiento del aire. Trémulo y vibratorio, porque los chispazos y las vibraciones caen bajo la vista. Se propaga por líneas rectas, primero porque si hay dos agujeros en dos paredes diametralmente opuestas y se aplica una candela a uno de ellos, la luz pasa por el otro, pero de tal modo que no ilumina la habitación. Segundo porque la figura del cuerpo es representada por este proceso que impide el tránsito de los rayos luminosos al cuerpo. Luego se dará la razón de este experimento. Dije “sensiblemente”, primero porque se está investigando si se produce por líneas rectas en sentido matemático.

Segundo, porque un cuerpo que pasa por un cuerpo elástico, parece que debe tener algo de inflexión; pero la luz pasa por un cuerpo elástico, como el aire; la menor parece cierta, porque el cuerpo resiste algo por su elasticidad. Por consiguiente, se prueba la Conclusión. El sonido, como lo han comprobado ciertos experimentos, consiste en un movimiento trémulo y vibratorio del aire [p. 559] que se propaga hasta el tímpano del oído, y excita allí el movimiento sensible o sonido; luego del mismo modo la luz consiste en un movimiento trémulo y vibratorio de la materia sutil, que se propaga hasta la retina de los ojos causando allí una impresión o visión. Se responde aquí: del mismo modo en las Cartas del Padre Casies, que constan en las *Memorias de Trévoux* del año 1726, artículo 14 [concluye] afirmando la

disparidad [en el caso] del éter. El sonido no se propaga por líneas rectas sino orbitales alrededor del obstáculo que le impide a aquél la línea recta. La razón es que oímos el sonido aunque haya un cuerpo interpuesto.

Contra, la luz se propaga por líneas rectas, que si chocan con un cuerpo intermedio no causan la visión. Contra, del mismo [autor] primero, porque si se aceptara esta respuesta sólo tendríamos luz cuando miráramos el cuerpo luminoso. Además, tendríamos que ver el cuerpo luminoso cuando tuviéramos luz. A lo que, si con el mismo [autor] respondieras que la luz llega a nuestros ojos por reflexión, en contra podemos argumentar así. Pero se vuelve a la paridad. Puedo ver por rayos reflejos, luego también puedo oír por sonido reflejo. Se insiste, primero, porque es probable [verosímil] que todo lo que acaece en la luz suceda como en el sonido; así como con frecuencia sólo vemos por rayos reflejos, así también muchas veces solo oímos por sonido reflejo o refracto. Segundo, así como la luz puede reflejarse, así también el sonido. Tercero, así como las reflexiones aumentan la luz, así del mismo modo aumenta el sonido, como se ve en el eco y en las tormentas, y omito otras cosas más; así, [p. 560] aunque percibiríamos los objetos si la luz no lo impidiera, así también percibimos los sonidos principales si estas paredes no impidieran de algún modo que llegaran a nuestro tímpano.

Se insiste segundo, si el sonido resulta más vívido pierde casi toda la agudeza si sigue sensiblemente la línea recta; luego es un signo de que la luz sólo difiere del sonido en que su movimiento es más rectilíneo, más veloz y más vívido que el del sonido. El antecedente consta. Primero, en el eco, que sólo se escucha en un lugar determinado y no en otro. Segundo, en los cubículos donde se refleja el eco, pues allí si emites una voz hacia un ángulo se percibe en otro sin que, sin embargo, el sonido se perciba en el medio. Tercero, en la tuba parlante, que Kircher atribuye a Alejandro: si la tuba se aplica a un agujero en una habitación llegaría hasta un agujero colocado en la pared opuesta, donde se percibiría el sonido, y no en el medio.



JOSÉ RUFO SJ

Tripartitae Philosophiae tertia / pars

**Sobre el Alma
Disputación II**

[p. 155] **Artículo 2: Se expone la naturaleza de la luz**

Antes de entrar en los temas de Óptica, Catóptrica y Dióptrica, nucleados en éste y siguientes artículos, es necesario explicar algo sobre ello. En efecto, la luz no es sino “aquella propiedad que hace visibles y transparentes los cuerpos próximos”. A esta luz que alumbra, los físicos experimentales llaman primitiva a un tipo; a otro, derivada. Primitiva [p. 156] se llama la que existe en algunos cuerpos, especialmente el fuego y la llama.

Y en cuanto a esta luz, hablando en sentido estricto, es aquella por la cual ciertos cuerpos se llaman luminosos. Se llama luz derivada aquella que emite el cuerpo luminoso y se difunde por un medio hacia otros cuerpos, que por eso se dicen iluminados. Podemos concebir esta iluminación como una especie de pintura que circunda al cuerpo lúcido ingresando en forma de rayos o líneas luminosas, en sí mismas rectas y que, atravesando el medio y llegando al cuerpo, lo iluminan totalmente. La parte de los rayos de luz del cuerpo lúcido de donde emanan se llama punto radiante [de radiación]. Sea por ejemplo A el punto radiante contiguo al punto D y ambos emitan su propio rayo.

Siendo así, si estos rayos siempre y a través de su curso distan igualmente, se llaman rayos paralelos. Pero si se apartan del paralelismo y convergen y se unen en algún lugar, se llaman rayos convergentes. A la inversa, si se alejan mutuamente y se separan, serán rayos divergentes; [p. 157] además, ambos rayos se consideran en aquella línea recta que va del cuerpo luminoso al iluminado con el cual choca o en el cual incide, y que se llama **rayo incidente**. Tienes así [la explicación de] estos rayos de luz

llegados hasta la superficie del cuerpo iluminado y sus propios nombres. Véanse los modos de lo que ocurre en y después de esta incidencia de los rayos.

El punto o parte del cuerpo en cuya superficie inciden los rayos se llama punto de incidencia. Y los rayos incidentes, a veces se reflejan desde este mismo punto, y a veces refractan (sobre esta cualidad del objeto o de la superficie en la cual inciden los rayos, y que no conservan la misma dirección de su incidencia, se dirá luego algo más), de tal modo que de ese punto salen también otros puntos y se denomina punto de reflexión. Con esto se relaciona el eje de refracción y el de incidencia, a los cuales tres podemos explicar con una línea recta, que consideramos llevada hacia el punto de refracción o de incidencia, cuando incide por la perpendicular de la superficie refringente.

Con este eje de refracción o de incidencia en la superficie del cuerpo [p. 158] refringente y con el rayo luminoso mismo, se forman varios **ángulos**, que debemos explicar. Primeramente dígase que en física el ángulo se toma como el espacio comprendido entre dos líneas que entre sí se unen por medio de uno de sus extremos contiguos; **ángulo de inclinación** es el que se forma en el eje de incidencia con los rayos incidentes, o espacio comprendido entre el eje y el rayo incidente que, como dijimos, son contiguos y se unen en el punto de incidencia. Ángulo de incidencia es el que se forma con la superficie del cuerpo refringente y el mismo radio incidente.

Ángulo de refracción es el que se forma con el eje de refracción [y] los rayos refractos, es decir, la línea por la cual va la luz después de la refracción. Finalmente, ángulo de refracción es el que se forma con los rayos incidentes (si se emiten y difunden en línea recta) y el radio refracto. Con esto basta acerca de los rayos y ángulos mencionados. Lo demás lo explicaremos cuando demos las propiedades de la luz. Ahora indico que los cuerpos en los cuales incide la luz son transparentes u opacos. Transparentes, que también se llaman translúcidos o diáfanos, son todos aquellos en que la luz pasa hacia todas [p. 159] sus partes, de modo que no la impide ningún

objeto interpuesto, como el vidrio, el aire, el agua, etc. Al contrario, los que no transmiten la luz son los opacos.

A continuación paso a exponer la naturaleza de la luz en sentido físico. Y primero quiero dar testimonio de una constante controversia, pues “para los ojos del entendimiento no hay cosa más oscura que la luz” como dice el Cardenal Ptolomeo (*Physica particularis*, D. 13, Sec. 5^a), el maestro Feijoo (tomo 5^o, discurso 12): acerca de esto no habría asombro si no fuera porque sobre la luz apenas poco menos que ciegos son los Filósofos, y van en la oscuridad sin encontrar la vía llana. Entonces, la primera teoría afirma que la luz es un efluvio sustancial de los cuerpos ígneos y sutilísimos, emitidos por el cuerpo luminoso y difundidos hacia todas partes. Así lo afirman Gassendi, Newton con sus seguidores, cuyas ideas pueden verse amplia y bien tratadas en el P. Mayr, *Physica particularis*, parte 10, art. 520.

La segunda opinión en este tema es la de los Peripatéticos, que sufraga el P. Fabri, quien además trata ampliamente las cualidades de los cuerpos. Esta teoría afirma que la luz consiste en una cualidad absoluta producida por el cuerpo luminoso, y difundida a través de un medio. Por cierto, contra esta teoría [p. 160] hay muchas y difíciles objeciones, que mencionaremos entre los argumentos contrarios. Mas ahora digo que si la luz fuera un accidente o cualidad absoluta, todos los cuerpos serían diáfanos, lo que está contra toda experiencia evidentísima. Pero a mayor abundamiento pruebo la consecuencia: pues así como la primera superficie de cualquier cuerpo es por sí apta para recibir la luz, también se compenetraría con la primera superficie y como también la segunda, la tercera y las restantes superficies son aptas para recibir la misma luz, también podrían compenetrarse con ellas.

O bien concedo la disparidad, que no es arbitraria y es petición de principio. Si así fuesen las superficies y la luz, entonces los cuerpos no reflejarían ninguna luz, o –lo que es lo mismo– serían diáfanos. Dices: también el impulso, según nosotros, es un accidente absoluto; y lo hay en el que refleja y refracta; en consecuencia, aunque la luz sea una cualidad, sin embargo podría reflejar y refractar. Distingo la menor: reflejar

mediatamente, o en razón de los cuerpos impenetrables en los cuales se halla, lo concedo; inmediatamente y en razón de sí mismo, subdistingo. El ímpetu produce una reflexión inmediata y en razón de sí mismo, lo niego; porque en cuanto se distingue de la cantidad, según sí podría compenetrarse con cualquier cuerpo, y así no reflejaría. En cambio, ímpetu inmediato, concedo la menor, y [p. 161] niego la consecuencia y la disparidad; porque el ímpetu inmediato no se distingue de la cantidad, que es de por sí impenetrable en los distintos cuerpos, mientras que la luz se distingue de la cantidad.

La tercera teoría, que es la de Descartes y sus seguidores, afirma que la luz consiste en el movimiento de los glóbulos del segundo elemento de los cartesianos, que se produce en línea recta a partir del centro del cuerpo luminoso. Pero nos displace, ya porque supone la doctrina sistemática acerca del segundo elemento cartesiano, que para muchos es sólo un nombre nuevo y para la mayoría de los filósofos es rechazable; ya también porque sólo con este movimiento no se explica la reflexión de la luz, y además la experiencia muestra que un cuerpo elástico dotado de superficie elástica, no refleja. Ya finalmente, porque este movimiento solo no basta para explicar el movimiento trémulo en el aire que produce el sonido, luego tampoco el solo movimiento vibratorio de los glóbulos del segundo elemento basta para explicar la luz; luego.

Acerca de esto estamos con la teoría de que la luz consiste en la materia sutil (cuya existencia probamos en el Tratado Segundo, Disputación Sexta) agitada por un movimiento celerísimo y –al menos sensiblemente– en línea recta. Así lo afirma la mayor parte de los experimentalistas, con Duhamel, el P. Regnault (trat. 6) con el cual probamos las conclusiones por partes, [p. 162] luego la misma se probará en general y en particular; en general para [todo] cuerpo, porque los cuerpos en las cuales incide admiten la comprobación de la verdad mediante un experimento, el de Homberg en su *Memoria* de la Academia de París del año 1708: una delgada lámina de metal inserta por una de sus extremidades, se movía y sacudía cuando mediante un espejo, se aplicaba luz a la otra extremidad.

Segundo: es una materia, no de cualquier clase, sino sutil, porque penetra el cristal, el vidrio, y también penetra el aire límpido inaccesible. Tercero: agitada con movimiento celerísimo. Sea porque, puesto que algo se mueve con el movimiento que otro imprime, y la luz imprime un movimiento a otro, como en el caso de las láminas metálicas que acabamos de mencionar, y también los ojos, que por el exceso de luz se cierran y fatigan; luego. Sea también porque ningún cuerpo ilumina sin movimiento, como se ve, por ejemplo, en el fuego, cuyas partículas se mueven rapidísimamente y se agitan cuando ilumina y arde; o en el mar agitado por una tempestad que arroja maderas y otras sustancias podridas, en todas las cuales a veces se ve alguna irradiación, que siempre es concomitante con un movimiento interno de estas cosas.

Pero de todas las experiencias sobresale la famosa del Rey de Bretaña [p. 163]: el rayo vibra a modo de lámpara y la conserva dentro del agua, como refiere aquí el autor, filósofo de Burgundia. A la máxima celeridad de su movimiento que corresponde aquella, por un momento se comprueba suficientemente porque la luz se propaga seiscientas mil veces más velozmente que el sonido, como afirma el P. Regnault de la Academia Real, según [se dice] arriba. Además este movimiento se produce por una línea recta, al menos sensiblemente, ya porque estos serían más oscuros, ya, también, porque si a los agujeros en una ventana de una habitación oscura se les acercara una candela, la luz se propaga en forma recta y no iluminará los lados de la habitación.

Y ya afirmas que estos prenotados han sido probados en general por Aristóteles, en el Libro Segundo Sobre el Alma, donde dice: *Un cuerpo no es transparente como es el agua ni como es el aire; sino como una cierta natura que es la misma en ambos, donde está eternamente en el cuerpo superior*. De esto se sigue así: pero la cualidad absoluta no es materia ni cuerpo, por tanto la luz no consiste en ella, según el pensamiento del Filósofo; luego consiste en la materia etérea o sutil, que admite cierto contrario, y que es significada aquí por “eternamente en el cuerpo superior”, aunque le aplica mal la eternidad, que en esto ni nosotros, ni ningún otro

filósofo católico alabará ni seguirá. Se prueba segundo: en esta teoría se explica de modo [p. 164] coherente [la luz]; por tanto debe ser preferida a las demás; luego. Antes de ello, ahora se tendrá en cuenta lo que hay con respecto a ambas partes.

Arguyes: la luz pasa por el vidrio, luego no es cuerpo, de lo contrario se compenetraría con el vidrio. Respondo, así como el aire que permea por casi todos los poros no penetra en el cuerpo, lo mismo debe decirse de la luz. Por lo tanto niego la consecuencia y la razón adjunta. Instas: no hay ninguna partícula del vidrio en que no exista la luz, puesto que todo el vidrio aparece como diáfano y traslúcido; luego en el vidrio no hay un lugar individual del vidrio y otro de la luz, como sucede en el aire y las partes de los cuerpos por los cuales pasa el aire; por tanto la misma luz existe en el mismo lugar de las partículas de vidrio, y en consecuencia las penetra; luego. Respondo: distingo el antecedente: no hay ninguna partícula, sensible y en cuanto a nosotros, etc. concedo el antecedente; pues no podemos discernir ni los ojos pueden percibir otra cosa que la luz no investida.

No hay ninguna partícula en sí, y metafísicamente, etc., niego el antecedente: pues todas aquellas cosas que son sólidas, no reciben en sí mismas partículas de luz sin que reflejen en el todo sobre el cual ellas inciden. Y así, a través de los poros alineados o dispuestos en línea recta, que son muchos en el vidrio, y pernean la luz, por lo cual el vidrio nos aparece [p. 165] diáfano; en efecto, uno es el lugar privativo de la luz, y otro de las partículas de vidrio, así como por ejemplo en un carbón encendido, uno es en la cosa misma el lugar del fuego, otro del aire, y otro de las partículas de leño del carbón, etc., por lo cual esto consta para las restantes proposiciones.

A esto instas: cuando por medio del espejo cáustico o ustorio se recogen muchos rayos de luz, todos estos inciden en uno y mismo punto; luego al menos entonces se da la penetración de ellos entre sí y con ese punto. Respondo con el Cardenal Ptolomeo, que este punto es uno y el mismo en sentido físico y en cuanto a nosotros, cuando vemos que los rayos colectados están en un solo punto; lo mismo también parecen estar las cenizas y el agua

cuando ésta se echa en un vaso lleno de cenizas. Pero no son uno y lo mismo en sentido metafísico y en sí, sino muchos, aunque muy cercanos. Y es comprensible que a esto difícilmente den crédito los Peripatéticos, que no aceptan nada continuo en el punto ni aceptan que se divida al infinito.

Arguyes segundo: conforme a nuestra teoría la luz debería permanecer siempre, pero esto evidentemente es falso; luego. Se prueba la mayor: la materia sutil siempre permanece, luego. Respondo: niego la menor: así como no siempre hay sonido, aunque éste consista en el aire, siempre existente y presente. Pues en cierto sentido el sonido no es el aire, como si dijera, tomado específicamente, sino que es el aire tomado reduplicativamente, esto es, conmovido por un movimiento trémulo y vibratorio; [p. 166] del mismo modo la luz no es la materia sutil específicamente considerada, sino ella en cuanto agitada por un movimiento velocísimo y rectilíneo. Por tanto, cuestiono la mayor y la menor y niego en absoluto la consecuencia.

Instas: pero también de noche existe la materia sutil tomada reduplicativamente, esto es, agitada por un movimiento vibratorio y rectilíneo lo mismo que de día; luego también de noche existiría la luz como sustancia; y que existiendo en un horizonte la impele a todos lados. Luego. Las razones de lo anterior son: porque es propio de la naturaleza de los cuerpos elásticos que por un impulso se inclinan hacia todos lados; luego los rayos del sol, recibidos en la atmósfera también de noche, impulsarían a la materia sutil hacia nuestros ojos, y por tanto también de noche percibiríamos la luz. Niego la menor asumida y antes en relación a vosotros. Para su prueba niego el supuesto, es decir, que la materia sutil que admitimos sea elástica como se dice en el lugar ya citado del tratado segundo.

Por tanto, estando el sol alejando de nuestro hemisferio, también es necesario que la luz se aleje de nosotros; hablamos de una luz como la diurna, pues una luz mucho menos intensa también existe de noche, causada por la Luna o las estrellas; estos astros tienen luz propia o son iluminados por el sol, sobre lo cual se habla en otro lugar. Cualquiera sea el caso, pueden mover a la materia [p. 167] sutil con movimiento rectilíneo, de este

modo o con otra intensidad, y así causar esa luz que existe en la noche). Y la razón es evidente; porque no falta la causa que, por su movimiento propio, impela en forma rectilínea a la materia sutil contigua a ella, y que llegue a nosotros desde los amplios espacios celestes.

O dicho de otro modo, y según los Peripatéticos, falta la causa productiva de la cualidad; y según los Atomistas [falta] la emisión de fluidos ígneos sustanciales, sin cuya causa de ningún modo hay luz. Por tanto, así como según los adversarios, si los rayos solares durante la noche reflejan en la atmósfera, son distintos, ya para producir la cualidad, ya por la emisión de efluvios semejantes a los diurnos; así pues no son adecuados para impulsar la materia sutil y a veces por la misma razón cesa la luz en una habitación apagada la lámpara ígnea, etc.; porque el movimiento rectilíneo de la materia sutil en que consiste la luz surge del movimiento propio e interno de estos luminosos; y tampoco según esta doctrina los adversarios pueden pesar con una igual fuerza que a ellos mismos no los aplaste.

Instas de nuevo: muchas veces sucede que, ya quitado el cuerpo lúcido, todavía se da la visión del primer objeto. Así, si alguien fija los ojos en el sol durante algún tiempo, luego de cerrados los ojos, por un tiempo verá el sol; y manteniendo los ojos cerrados después dejará de ver el sol como si no estuviese; por tanto la luz [p. 168] que se da en tal visión no se debe al movimiento de la materia sutil causado por el sol; luego. Respondo: en ese caso en verdad no se ve el sol por un impedimento, es decir, la interposición de los párpados que obstaculizan la comunicación y la continuación del movimiento rectilíneo de la materia sutil hasta la retina; y no de otro modo como no se vería si se interpusiera una lámina o un cuerpo opaco. Todo ello es una mera obra de la fantasía afectada más vívidamente por la continuación de la intuición del [cuerpo] luminoso, así como por obra de la fantasía vemos en el sueño cosas que en la realidad no vemos.

Dices: aunque en realidad no veamos al sol, sin embargo lo experimentamos y percibimos cierta claridad que no percibimos cuando estamos en tinieblas o cuando apagamos una lámpara. [Respondo: en el

primer caso] se da un movimiento rectilíneo y vivacísimo de la materia sutil llevado desde el sol hasta la superficie externa de los párpados, pero en el segundo caso no es así. Por los poros de los párpados penetran algunas partículas de la materia sutil, que no penetran en aquella oscura y confusa claridad de la noche; en ambos modos respectivamente hay movimiento rectilíneo de la materia sutil.

Arguyes 3º: en la propagación de la luz ocurren muchas cosas que de ninguna manera pueden explicarse si la luz fuera un movimiento agitado de la materia sutil; luego. Se prueba: si la luz consistiera en un movimiento rectilíneo de la materia sutil, la propagación de la luz debería ser instantánea [p. 169] pero el movimiento local comporta la sensación y la multiplicidad de los instantes.

Se prueba la menor: los astros se perciben en el primer instante en que aparecen sobre el horizonte; luego. Se prueba en segundo lugar el mismo antecedente: si la luz consistiera en un movimiento no se propagaría por líneas al menos sensiblemente rectas, sino que se propagaría también en contra nuestra; luego. Se prueba la mayor: el aire agitado en viento y otros casos similares, que ocurren habitualmente en la atmósfera, perturbarían fácilmente la dirección recta de la materia sutil, siendo sumamente móvil y fluida.

Se prueba en tercer lugar: si la luz consistiera en tal movimiento, no se propagaría siempre de modo tan regular y uniforme, como se patentiza en el aire, siendo tan así que apenas se movería, pero la propagación de la luz se produce ahora con el mismo orden en que fue hecha al comienzo del mundo; luego. Respondo: niego el antecedente, para su prueba concedo la mayor por las razones por las cuales probamos que la luz consiste en el movimiento rectilíneo de la materia sutil, y por la razón añadida al contrario, bien convincente, de que no puede darse ningún movimiento local estricta y metafísicamente instantáneo. Acerca de este tema véanse otros argumentos en el Maestro Feijoo antes citado, párrafos primero y segundo. Y distingo la menor: la propagación de la luz es instantánea en sí y metafísicamente,

niego la menor; sensiblemente y en cuanto a nosotros, concedo la menor y niego la consecuencia.

A la prueba respondo del mismo modo: percibimos los astros en [p. 170] el mismo instante sensible en que surgen sobre el horizonte, [pero no] en el mismo [instante] metafísico y en cuanto tal. La razón de negar la propagación instantánea de la luz en sentido metafísico y estricto, con los célebres Roemer, Halley, Newton, Huygens y la mayoría de los autores, contra Casini, Maraldi y los Peripatéticos antiguos es: 1º. porque tal propagación no se prueba con un serio fundamento; 2º porque lo contrario está suficientemente establecido por los astrónomos, a partir de [la observación de] la inmersión de los satélites de Júpiter, demostrando de este modo que la luz del sol tarda en llegar a la tierra entre siete y ocho minutos. Léase a Feijoo en el lugar citado, y a D. Gravessande, *Elementa Physices*, libro quinto, capítulo primero, en mi texto número 2621.

Además, la razón por la cual no percibimos ningún retardo en esta sucesión que existe en un tiempo exiguo, no es porque percibamos al sol sobre el horizonte aparente y después llegue la luz misma a nuestros ojos (pues ¿cómo sucedería esto de ver el sol, antes o sin luz?). Por lo tanto, la propagación de la luz se dice instantánea sensiblemente y en cuanto a nosotros. Dices: la luz se propaga más rápidamente que el sonido, como mínimo seiscientos mil veces y en un minuto recorre cuatro millones de leguas, como se deduce de la inmersión de los satélites de Júpiter, pero el exceso de esta velocidad no se salva bien para nosotros, si tanto la luz como el sonido consistieran en movimiento; luego. Respondo: niego la menor, que no está bien probada por la razón aducida.

[p. 171] La luz se produce por el movimiento de la materia sutil, de ningún modo elástica ni sujeta a toda compresión, cuyos glóbulos (pues son de esa figura las partículas que concurren a la producción de la luz) contiguos entre sí, y dispuestos en forma de cono o pirámide, cuyo vértice está en el sol y en la pupila del ojo y falta en todos los demás cuerpos, los cuales glóbulos llenan todo ese espacio que media entre la tierra y el sol.

Cuando el sol mueve los glóbulos, al menos contiguos, inmediatamente mueve otros, éstos a otros y así siguiendo, de tal modo que en un minuto se mueven todos los glóbulos que están en el espacio de cuatro millones de leguas; pues entre sí continúan esta relación, ya que son sutilísimos y no elásticos.

Por cierto también el sonido se produce por el movimiento del aire sumamente elástico y susceptible de gran compresión, y además fácilmente enrollado o enrollable con otros cuerpos heterogéneos: por la figura de sus múltiples partículas parece como ramosa. Todas éstas son causas de que el movimiento, que causa el sonido en el cuerpo sonoro, estando en las partículas de aire contiguas a dicho sonoro, no se comunique fácilmente a otras y otras más alejadas, y por eso llega al oído más tardíamente que la luz a los ojos. En cuanto a la segunda anterior prueba puesta, niego la mayor. Como prueba, considero que aquellas causas y similares, pueden perturbar en si y en la cosa la dirección recta [p. 172] de la materia sutil por la mencionada razón, pero de ninguna manera ella será sensiblemente perturbada y en cuanto a nosotros, la línea interrumpida se repara continuamente, y es relanzada por los glóbulos que retroceden celerísimamente y con suma fluidez.

Del mismo modo los peces nadadores o las aves voladoras no perturban sensiblemente la continuidad de las aguas del río o el aire de la atmósfera, por la celeridad y fluidez de sus elementos. Con respecto a la tercera prueba, niego la mayor. Pues no cualquier parte del aire toma una determinada dirección a causa de las variadas y diversas causas de donde procede; por lo cual sería extraño que no fuera en diversas y las mismas direcciones. Al contrario, la dirección rectilínea de la materia sutil proviene propiamente del movimiento del sol (y digo lo mismo del fuego, de la lámpara, etc.) que siempre es igual y siempre difunde los glóbulos de la materia sutil contiguos a otros, etc., que cuando todos se mueven celerísimamente y se agitan en series, conforman entre sí líneas rectas.

Sea por la figura de los glóbulos, que no poco conduce a esto, pues un glóbulo no inmuta a otro, o se enrosca a otros, porque esto no sucedería sino por un punto único; sea porque los glóbulos laterales no permiten [a los otros] desviarse del medio, puesto que comprimen y son comprimidos igualmente, de esto resulta que la visión sería una cierta especie de tacto, pues se produce por los rayos de la materia sutil, afectando de otro modo la retina; pero esto es [p. 173] contrario al sentido común; luego. 5. Las aguas ascendentes en las fuentes artificiales se mueven, y a veces también más rápidamente que la llama de una candela, luego, si la luz consistiera en un movimiento, también las fuentes surgentes debieran iluminar; pero [no sucede]; luego.

Respondo a la cuarta [razón], que es una especie de tacto, en este sentido: que los rayos luminosos, emitidos por los puntos singulares del objeto coloreado, y reflejos, llegan a los ojos, afectan a la retina (y por eso a veces experimentamos alguna fatiga y lasitud) y allí dibujan en el alma una imagen del objeto verdaderamente producido por la misma causa. Pero si quieres [interpretar] otra cosa no lo admito; aquí concedo la consecuencia en este sentido, niego la menor adjunta. A la quinta, niego el antecedente. Al cuerpo al que tú no concedes potencia para producir [esa] cualidad, nosotros no concedemos un movimiento tal, que puede causar en la materia sutil un movimiento rectilíneo por el cual los cuerpos se iluminaran.

Como nota al pie, no negamos que la luz sea una cualidad; pues la cualidad es el mismo movimiento local rectilíneo en el cual ponemos la luz. Sólo no admitimos que sea una cualidad distinta de tal movimiento. Pero esto se expone más ampliamente en el artículo segundo, 314. Y por eso la luz de aquellos y similares casos se extiende y aumenta: 1º por la mayor cercanía del cuerpo luminoso, pues ésta es causa de que la materia sutil adquiera un movimiento rectilíneo más veloz; [p. 174] 2º por la mayor potencia y mole del cuerpo luminoso. 3º por el concurso de muchos [cuerpos] luminosos que se dan en ambos casos, o mayor movimiento, o mayor porción de la materia sutil, agitada en forma rectilínea. 4º por la menor cantidad de [cuerpos] heterogéneos, pues estos no raramente impiden

y retaran el movimiento por causas contrarias que disminuyen o eliminan la luz.

*

[p. 201] **Artículo cuarto**
Los colores

El color es agradable (dice gravemente el P. Fabri en el Proemio al Tratado sobre los colores). pero cuando el ojo fatigado se seca, y el rojo atrae al león o irrita a los toros con fiereza el color añade la desesperación. Y cuando para alumbrar rectamente una cosa de un solo color [p. 202] se pone al natural directamente, de modo mucho menos propio resulta la importancia que a esto dieron los físicos hace siglos. Por lo cual, aunque para nosotros es un feliz éxito, de ningún modo aplaudimos, sino que iniciamos la exposición de los colores, e intentamos exponer y explicar las cosas que aparecen como más verosímiles y probables.

Para lo cual antepongo la definición aristotélica de los colores (**muy profunda y aguda**, como observa el Cardenal Ptolomeo, en la *Física Particular*, disertación 3, sección última, y fácil y expedita vía para exponer los colores, si se la explica correctamente) en el *Libro sobre el Alma*, capítulo 7, donde dice el Filósofo que el color **es la causa de lo visible en acto; o sea, es aquello que mueve y actualiza lo que es visible en potencia**. Añade, para una mejor exposición de esta definición aristotélica, otro pasaje del Filósofo, del libro *El sentido y lo sensible*, capítulo 3; **el color es la extremidad visible en un cuerpo determinado**.

Obsérvese la congruencia de todos los elementos del sistema en la exposición de la definición aristotélica: **causa de la visión, acto de la visión**, son palabras que, en la frase de Aristóteles, claramente significan la luz misma, como se aprecia en el Segundo Libro sobre *El Alma*, texto 69: **la luz es aquello por cuya causa algo es visible en cuanto es visible**. Además, **la extremidad visible** denota ésta o aquella superficie del cuerpo, de este u

otro modo compuesta y configurada; de manera que exija [p. 203] la cantidad propia de cada uno de los cuerpos secundarios, de acuerdo a su naturaleza e índole. De estas dos observaciones o explicaciones claramente se sigue que la esencia del color consiste en la superficie de los cuerpos y en la luz, modificada de un modo u otro en dicha superficie.

En cierta superficie: porque ésta comporta tal o cual cantidad, figura o cantidad configurada y modificada de tal manera que sea apta para colorear el cuerpo con aquel color, y consiguientemente tornarlo visible en sí, siendo tal color. En este sentido el color sin duda es inherente a los objetos y existe en ellos siempre y en cualquier tiempo, mientras no varíe la superficie. También [consiste] en la luz, modificada en la misma superficie; porque la superficie refleja la luz que vibra en los ojos de éste u otro modo, y así torna al objeto perceptible o visible para nosotros, o en relación a nosotros. Por lo tanto, ésta es la noción de color: **forma por la cual el objeto es visible en sí y también para nosotros.**

Antepongo segundo, la habitual división de los colores en **permanentes** y **transeúntes**. Colores permanentes, que también se llaman **reales**, son aquellos que se dan en el sujeto de modo permanente, como la blancura en la leche, el rojo en la rosa, etc. Colores transeúntes, que se enfáticamente llaman aparentes, son aquellos que no se dan en el sujeto de modo estable, sino más bien en algunas circunstancias, como los que se ven en el cuello de la paloma opuesto al sol, en el iris de la espuma, etc. Antepongo tercero: [p. 204] la subdivisión de los colores permanentes en **Primitivos** e **Intermedios**. Se llaman primitivos aquellos que en nada participan de otros; tales se consideran el blanco y el negro.

Se llaman colores intermedios aquellos que se consideran participantes de alguno de los primitivos, y que se componen de primitivos. Y aunque el número de éstos no está suficientemente fijado (pues algunos designan como colores medios a muchos, otros a menos, algunos a éstos, y otros a aquéllos) sin embargo comúnmente se enumeran los siguientes: azul, verde, rojo, púrpura, y amarillo. Antepuesto todo esto, los físicos investigan la naturaleza

de los colores con máxima diligencia y rigor. Esta investigación se refiere en su totalidad a los colores permanentes; sobre los transeúntes piensan de distintas maneras. Los más rígidos Peripatéticos sostienen que consisten en la variada modificación de la luz, esto es, en la diversa incidencia de reflexión o refracción de la luz incidente en la superficie de los cuerpos.

Los Antiguos enseñaban en general que los colores permanentes dependen de cualidades peculiares distintas de la luz modificada. Pero no pocos de los modernos, según el P. Mayr, identifican tanto los colores permanentes como los transeúntes con la luz, modificada de un modo u otro. En lo cual ven un nuevo género, como el Filósofo en el número 126 citado y explicado. Y el Doctor Angélico, interpretando a Aristóteles, Libro Segundo sobre el Alma, lectura 14: “el color no es sino [p. 205] una cierta luz, de algún modo oscurecida por la unión al cuerpo opaco. De lo cual también se evidencia que como la luz es de algún modo la sustancia del color, se reduce a la misma natura: para todo visible es necesario que el color se haga en acto visible por la luz extrínseca”.

“Como si dijera (expone el P. Falk, cont. 13, cap. 5, par. 2º) que como la luz compone intrínsecamente a todo color, no es necesaria otra luz distinta para que cualquier color pueda verse”. Habiendo comprendido bien todo esto, digo francamente que Aristóteles y S. Tomás han estado a oscuras de los experimentos físicos, constituyendo los colores o sólo en la luz modificada, como quieren algunos; o en una unidad con la textura del cuerpo, o de la **cantidad** (que añaden los Peripatéticos moderados, para evitar la dificultad que surge en la Eucaristía, en la que sin duda permanecen los colores del pan y del vino; y la textura del pan y del vino) como place a otros y –según me parece– totalmente apartados del pensar del Filósofo y el Angélico, que recurren al conjunto de la superficie luminosa para constituirlos.

Probar lo contrario de esta misma sentencia es muy difícil, como piensa el P. Mayr en esto, tomado de los colores transeúntes, que se forman así: los colores transeúntes consisten formalmente en la textura sutil y la luz

variadamente modificada; por lo tanto, lo mismo debe decirse de los permanentes. Se prueba la consecuencia y la paridad: así como los colores [permanentes] [p. 206] son verdaderos colores, también los transeúntes. Se prueba el antecedente, primero: así como los permanentes quedan perceptibles y visibles en el sujeto en sí y para nosotros, así también los transeúntes; y en esto consiste la naturaleza de los colores según Aristóteles, conforme lo dicho; luego. Se prueba, secundo: lo mismo se dice propiamente, y está la flor, por ejemplo, que dura íntegra una semana, y que poco después muere y se seca; luego, lo mismo.

La razón es clara: porque así como que una cosa participe verdaderamente de una esencia no depende que dure o exista largo tiempo; así tampoco corresponde a la esencia verdadera y propiamente participante el que desaparezca y perezca. Se prueba tercero, si una nube llena de rocío y la modificación de los rayos del sol (en la proporción que marca el prisma) duraran íntegramente por un año o por largo tiempo, del mismo modo reflejarían los mismos colores que ahora reflejan; y los colores que entonces acaso reflejaran serían verdaderos; luego también los de ahora. Por lo tanto, son transeúntes porque exhiben poco [tiempo], porque la nube húmeda dura poco y también la modificación de los rayos del sol; no porque esos colores fueran de algún modo impropios.

Se prueba secundo, el mismo aserto: el color de un objeto se modifica continuamente desde lo exterior, convenientemente establecido, por la modificación absoluta de la superficie y la luz que se le priva, igualmente cambiada; luego el color consiste en la modificación de la superficie [p. 207] y la luz, ya porque lo que antes se contiene en la regla es aquello por lo cual [se da], o bien suele ser constitutiva de las cosas, ya también porque en los casos aducidos difícilmente se encuentra una causa destructora o productora distinta de la cualidad colorífera. Ya, finalmente, porque todo aquello distinto de aquella modificación resulta superfluo si se explica convenientemente a la vez por la sola modificación que suele darse acerca de los colores; pero efectivamente se explica, como consta por de más con lo dicho; luego.

El antecedente se demuestra produciendo algunos experimentos, sobre algunas cosas que a menudo ocurren, y que expresamente se consignan en el tomo 2 del tratado 24, a leer con gran utilidad. Y primero: una hoja de hierba o de flor cambiará el color si se comprime con un dedo; porque tal compresión daña y altera la textura de la hoja. Segundo, las escamas de los peces se alteran, si se exponen al sol se secan, si se hierven en agua se calientan, y nada de eso sucede sin una variación, aun insensible de la superficie. Tercero: si se mezcla agua caliente con sal viva, y vinagre, será mucho más vívido el color rojo de las escamas; porque la sal y el vinagre son corrosivos e inmutan las figuras de las partes.

Cuarta: se prueba que si se disminuye el negro aparece el color amarillo. Asimismo, algunos cuernos, si se abrasan con una lima [p. 208] se muestran blancos. El mármol negro, reducido a pequeñísimos fragmentos emblanquece. Porque en éstas y otras superficies similares, se cambia la textura y en consecuencia la modificación de la luz inducida sobre la superficie. Quinto: cuando agua, vino e incluso tinta y sales se agitan con violencia, se forma una superficie espumosa blanca. Y esto porque la conmoción produce otra modificación en muchas de partículas, o sutilizándolas o tornando aptas sus esferitas invisibles para reflejar la luz de distinto modo al que primero reflejaban.

Sexto: muchos cuerpos se hacen a partir de los metales que, cuando son sólidos, se colorean de distinto modo, perdiendo su primitivo color, y a veces, cuando se licúan, adquieren otro. Pues por la licuefacción pierden la textura y la modificación que tenían primeramente. Y como ya hemos advertido, que variada la superficie modificadora, siempre varía la modificación de la luz incidente, y por tanto los experimentos aducidos demuestran suficientemente que se da tal variación, o que los colores son adquiridos por la variación de la superficie y la modificación de la luz, acéptese también lo siguiente, que se produce en especial a causa de la modificación de la luz.

Séptimo: un color, que es más verde a la luz más intensa del sol, aparece azulado a la luz exigua de una candela. Octavo: el humo de la madera o un paño negro, quemándose con poca luz [p. 209] parece negro o azulado, pero si arde con mayor llama se ve amarillo o casi blanco. Noveno: si se hace un [experimento] químico con hilos negros y se les hecha un poco de tinta, el color del rostro se verá oscuro. Décimo, las aguas teñidas con leña nefrítica aparecen rojas si se colocan por ejemplo a mitad entre la ventana y el ojo; pero si el ojo está en el medio se verán azules.

Dices: todo esto bien prueba que los colores consisten en la sola modificación de la luz, y por tanto no es necesaria la modificación de la superficie como un constitutivo. Pero se responde que los colores se constituyen en particular por la modificación de la superficie, hablando de superficie no en sí y materialmente considerada, sino de ella en relación ya a la luz, ya al ojo visor. Y por cierto, lo que se ha aducido en los experimentos no varía la superficie, siempre y naturalmente subsisten todas las variaciones relativas a la luz, o también al ojo visor. Por lo tanto, nunca hay variación de color sin alguna variación modificatoria de la superficie; luego.

Finalmente, los colores se dan en la superficie modificada de éste u otro modo, [eso] se aprecia con mucho, o en los lentes, o en casos que, sin el instrumento de los ojos, discernen los colores sólo por el tacto. Está el experimento de la ciega de Juan Maasem, de lo cual da testimonio D. Breyte, I Parte experimentos sobre colores, capítulo tercero, que a la mañana en ayunas [p. 210] reconocía colores solo por el tacto o sensibilidad. Y parece que la variación y la mutación deben atribuirse al tacto. El P Grimaldi, conforme Regnault, aseguraba existir otro caso, en que, bien ligados y cerrados los ojos, discernía los colores en un paño variadamente coloreado. Pero el tacto solo percibe la superficie modificada pero no la cualidad colorante; luego.

Arguyes primero: una cosa a la noche y la Eucaristía dentro del sagrario no tendrían colores, pues no se da la luz modificada; pero esto va contra el sentido común, pues todos están profundamente persuadidos que lo tienen,

que la sangre es roja incluso de noche y que las hostias sagradas encerradas en el sagrario son blancas. Este argumento, así como muchos otros sobre la espuma y la nieve, aumentan la persuasión de que son blancas también a la noche. Pero todas las espumas adquieren la blancura por la purificación de la superficie y la luz, o sus contrarios; cuando la blancura pasa por ellos es también fugaz. Que el blanco y otros de los mencionados no sea un color permanente surge de que, si se inspeccionan bien al microscopio, de ningún modo esas partículas aparecen casi blancas como el hielo.

Instas segundo: luego tampoco el fulgor o el esplendor de la caja de ángeles o áurea consiste en la superficie pulida y en la luz modificada por ella, y tal admisión sería [p. 211] nueva, en cierto modo inmóvil, por la modificación de la luz, que sería y se diría esplendorosa y florífera. La razón del consecuente es porque el fulgor en una superficie pulida y la luz modificada por ella se dice que continúa, por ejemplo, durante la noche y en tinieblas, y se da el esplendor dorado de la caja. Lo que igualmente está contra el sentido común, y que no hay colores en la noche. Se responde que no tiene que ver con el sentido común que el oro brille en la noche, pero no en forma esplendorosa y total, sino inadecuada y parcial.

En cuanto a que durante la noche se retiene el brillo en la superficie bruñida, con la luz refleja se produce un todo refulgente con respecto al sujeto y en cuanto a sí; esto es, la superficie bien pulida que produce la visión del fulgor dorado; de otro modo con respecto al fulgor en cuanto a nosotros, esto es, que consiste en la superficie y la luz, o estos otros (a los cuales usan aquellos que afirman que el fulgor consiste sólo en la luz; otros consideran que ambos, es decir, la superficie y la modificación de la luz constituyen el fulgor) en la noche hay un fulgor fundamental y en acto primero; de otro modo, formal y en acto segundo.

Y óptimamente; pero respondes por los Neotéricos, que discurren proporcionalmente del mismo modo con respecto a los colores, considerando que el sentido común debe corregirse con razones probatorias, si se quiere avanzar más. [p. 212] Por lo tanto distingo la consecuencia del argumento:

no se darían colores adecuados y en cuanto a nosotros, lo concedo; no se darían colores inadecuados y en cuanto al sujeto opaco, lo niego. Pues el sujeto incluso de noche conserva su superficie de tal modo modificada que al advenir la luz se modifica de modo que constituye un determinado color, por ejemplo rojo en la sangre, blanco en las hostias sagradas. Lo que se añade sobre el sentido común, desvanece las réplicas, especialmente la segunda.

Arguyes segundo: la luz no es contraria a la luz, sobre todo si es sustancia; pero un color es contrario a otro, como del negro al blanco y al negro; luego la luz no es color. Tercero: el negro no consiste en la modificación de la superficie y la luz; luego lo mismo para los demás colores; o se concede una diferencia. Se prueba el antecedente: el negro consiste en la negación de toda luz modificada; luego. Cuarto, si los colores consistieran en la modificación de la superficie y la luz, entonces los cuerpos que tienen el mismo color tendrían la misma modificación de su superficie y textura; y a la inversa, la tendrían diferentes los que ostentan colores diversos; y la consecuencia no es creíble. ¿Quién creería que el mármol blanco y la leche, la sangre y la púrpura tienen la misma textura? ¿Y no deberían tener la misma textura el mármol blanco y el negro?

A lo segundo, se distingue la mayor: la luz tomada específicamente y en cuanto a la sustancia sujeto no es, etc., lo concedo (pero quiero advertir que la luz constitutivamente no consiste en la materia sutil [p. 213] sino en su movimiento rectilíneo) tomada reduplicativamente y en cuanto a la modificación, lo niego. Pues en las varias y diversas modificaciones que puede sufrir la luz, sin duda puede sobrevenir alguna contrariedad de uno con otro u otros. Alguna modificación peculiar constituye el blanco; consta que alguna otra el negro, que se da debajo de un ángulo de 151, por donde puedes distinguir en qué consiste la oposición entre el blanco y el negro. Para responder a lo tercero toma el texto de Aristóteles del Libro I sobre los colores, capítulo 1, y prueba abundantemente la sentencia de los neotéricos: “el negro se da de tres modos... o lo que absolutamente no se ve, es por naturaleza propia negro; o lo mixto de algunos, que cuando incide en los ojos nos aparecen todas las cosas negras como reflejando escasa y poca luz”.

Y así, aunque el negro, en el primero y el segundo sentido consista en la carencia de toda luz modificada, por lo cual la negrura de esas cosas es en parte negativa, sin embargo la tercera negrura, que es positiva, se constituye por la modificación de la luz del modo ya indicado, también constituye el hilo mismo. Y de esta negrura se niegan ambos antecedentes. A lo cuarto, se niega en primer lugar, a mérito de los Neotéricos, si es más creíble que el mármol y la leche, etc., convengan en la temperancia de las cualidades, o que los contrarios originen en esos sujetos el mismo color. Pues el mármol blanco y el negro ¿difieren en el mismo temperamento, así como difieren [p. 214] en el color? Lo mismo se pregunta en el caso de los colores transeúntes, por ejemplo en el azul cerúleo, porque se observa en el cielo, en los lagos profundos, en varias llamas, etc.

En cambio distingo directamente el consecuente: el mismo absolutamente y en cuanto a todas las cosas que tienen modificación de superficie, lo niego; pues podrían diferir en solidez, o en la figura de sus muchas partes, de modo que los adversarios podrían considerar que los sujetos del color transeúnte tienen la luz modificada del mismo modo suficiente, lo concedo; y distinguida en sentido contrario la otra parte del consecuente, niego la menor subsumida. Pues para la modificación de la luz de igual modo basta la conveniencia en la figura, la situación, etc., de las partículas mínimas e insensibles, y en los poros igualmente insensibles; y como una conveniencia de este tipo (como la que es adecuada a los colores) compatiblemente pierde la diversidad de los cuerpos sensibles y en cuanto a nosotros.

Así pues no es increíble que los cuerpos diversos sensiblemente con muchos nombres y también en cuanto a nosotros, sean similares en la textura de sus partes insensibles y que, en consecuencia también en el color. Lo que también se patentiza al contrario: los cuerpos de la misma especie en cuanto a nosotros, y sensiblemente, no tienen en sí mismos modificación y textura diversa en cuanto a las partes insensibles. Es evidente a la vista en el mármol blanco y el negro: el negro expuesto a los rayos se calienta más rápido que el blanco. También se pule y se alisa con más dificultad que el blanco. El famoso Bayle asegura que un espejo confeccionado por él [p. 215] de

mármol blanco emite fuertes rayos; no así el [confeccionado de mármol] negro. Todos estos indicios son suficientemente claros de que hay alguna diversidad insensible en la textura del mármol blanco y el negro, aunque por otra parte se los considere sensiblemente de la misma especie y razón, y en cuanto a nosotros.

Arguyes 5º: los líquidos de cualquier clase de color tienen la misma superficie, figura y tendrían del mismo modo la modificación de la luz. Luego los colores no se producen por modificación de la luz en la superficie. Se prueba el antecedente: los líquidos de cualquier color, se componen y equilibran entre sí, por tanto deben poseer la figura, textura y superficie [similares]; luego. 6º muchas veces cambia por la variación sensible de la superficie: luego. Se prueba el antecedente; el camaleón cambia de color por la variación de los objetos a los cuales se superpone, de modo que entre las fibras verdes aparecen verdes, sobre una toalla blanco, así en otros casos, y él mismo no parece que mutara en su superficie, ni que la luz se modifique de otro modo; luego.

A la quinta se responde distinguiendo el antecedente y negándolo de la figura insensible, y a la vez concediéndolo de la sensible y en cuanto a nosotros, lo que es suficiente para que los líquidos se equilibren entre sí, esto es, que transpongan sus partes de tal modo que no se obstaculicen sensiblemente, mientras otras apenas se aprecian en forma notable. A la sexta: primeramente creo –y no me persuado de lo contrario– que el camaleón tiene una cualidad tan rica o es de tan fácil mutación del temperamento de sus cualidades [p. 216] que de ahí surgen los colores. Por lo tanto, se niega por lo dicho en las pruebas. Para la prueba se niega el supuesto, es decir, que el camaleón tenga un cierto color que varía.

También observó el P. Kircher en otros animales en que se da esto de ser más transparentes, pues constan de una piel traslúcida y un cierto humor transparente. Refiere que captan los colores de aquello a lo que se adhieren; y lo mismo en relación a la imagen del espejo. Arguyes 7º: el ojo discierne los colores; pero no discierne la modificación de las superficies,

especialmente la insensible, a la cual recurrimos tantas veces; luego. Se insta que es evidente en los colores transeúntes. Y luego se niega la materia subjetiva con respecto a los colores por la razón de la menor: pero se concede con respecto a los colores terminativamente y tales en cuanto a nosotros, es decir, la modificación de la luz por la superficie.

Lo dicho es suficiente para los colores en general. Ahora descendamos a explicarlos y discernirlos entre sí, en particular. Digamos que definir en virtud de qué se produce la diversidad de colores es un asunto difícil y acerca de esto se han elaborado muchas teorías. El P. Fabri que, como muchos, considera que los rayos de luz son *homogéneos*, esto es, igualmente reflexibles y refrangibles, atribuye la diversidad de colores a la variada mezcla de luz y sombra o lo que retrocede lo mismo contra lo mismo, de blanco y negro. Pues dice que los cuerpos constan de partículas de solidez y figura desiguales, etc., lo que hace que la luz incidente no llegue pura a los ojos, sino [p. 217] mezclada con sombras.

Por lo tanto, algunos rayos son absorbidos en las escabrosidades de los cuerpos. Estos llegan a los ojos después de varios choques y con mezcla de sombras. De ahí el color blanco reflejo ante el ojo en luz pura; el negro en sombra; el rojo es un medio entre el blanco y el negro, con una igual mezcla de luz y sombra, y así proporcionalmente los demás. Por un camino muy diferente va el famoso Newton, cuyo sistema acerca de los colores él mismo expone dos veces, en el libro 1 y el 2 hallarás explicado el sistema en dos veces [siguen tres líneas ilegibles por tinta desvaída].

Y para determinar acerca de ellos, estatuye el Autor: 1º, que los rayos de luz son agregados heterogéneos de partículas, así como de magnitud, figura, etc., produciendo todos los diversos colores; existen partículas mínimas de todos y producen el color verdadero en cuanto a la especie, el rojo, por ejemplo, o el naranja, amarillo, verde, celeste, púrpura y violeta. Estatuye 2º, que de las partículas rojas, por ejemplo, se producen los rayos rojos y así respectivamente los demás. No es que crea que los rayos son formalmente

rojos, sino rubríficos, es decir, con potencia para hacer que los cuerpos adquieran el color rojo, y así excitar en nosotros la sensación del color rojo.

[p. 218] Estatuye 3º, que los rayos que difieren en color, también difieren en refrangibilidad y reflexibilidad. Los más refrangibles y reflexibles son los rayos violetas, que en cuanto al grado refrangibilidad y reflexibilidad siempre de mayor a menor van en el siguiente orden: púrpura, azul, verde, amarillo, naranja (como dice Musschenbroeck con otros newtonianos) y finalmente el rojo. Estatuye que sobre cualquier cuerpo inciden en realidad rayos de todos los colores, pero mezclados entre sí (cuya mezcla total constituye la blancura misma) y que por la textura o refrangibilidad en relación al rayo que va al ojo, por ejemplo, si hay más de rojos y superan ampliamente a los demás rayos, estos se transmiten, o se absorben o son sofocados por el cuerpo.

Y como consecuencia, los rayos rojos prevaecientes también inducen el color rojo en el cuerpo, y provocan en el ojo de los espectadores la sensación de rojez. Todo esto parece demostrar Newton por medio del prisma, o vidrio tallado. Los rayos de luz incidentes, son separados por el prisma sobre un papel, por ejemplo, en los siete colores enumerados, y cuando los tenemos todos, los del [lugar] superior son los violáceos (es decir, aquellos cuyos rayos son más refrangibles) y los restantes se colocan justamente según la doctrina expuesta; luego en la luz se dan los diversos rayos caloríficos que pueden separarse entre sí; luego no en éstos [p. 219] sino sólo en los rayos heterogéneos consiste la diversidad de los colores.

Nada hay contra este sistema por el cual pelearon muchos de los ingenios, y sobre todo el P. Castel, de gran y notorio nombre, Phylus [sic] y algunos de feliz pluma refirieron para sí y también para otros, toda la teoría newtoniana, especialmente sobre la separación de los colores. en uno de las razonados experimentos del P. Castel. Lean si quieren la epístola de este célebre jesuita que publican los PP. Tribulcianos en el año 1730, art. 161. La misma separación se hizo a instancias de Saguliers en Londres, estando

presentes los científicos de la Academia, en Paris y el P. Cebastiani contra el eminentísimo Cardenal Polignac, Barignon y Fontenell.

Sea como sea, lo más probable y el modo más fácil de explicar la diversidad de los colores es el que usa el P. Regnault según lo dicho antes, Tratado 23, y supuesto que el color en general consiste en la modificación de la superficie y la luz, advierte a partir de esto mismo, que unos rayos se dicen eficaces y otros interrumpidos o ineficaces. Llama rayos eficaces a los que provocan una impresión vívida en el ojo, cuando son reflejados por los cuerpos; en cambio llama rayos interrumpidos a los que no causan una impresión tan vívida, porque están mezclados con alguna sombra. Por lo tanto los rayos eficaces realmente son luz sin ninguna o al menos sin considerable mezcla de sombra; [p. 220] mientras que los rayos interrumpidos son luz con mezcla de sombra.

Supuesto lo cual dice: el color blanco por parte de la superficie requiere dureza y superficie esférica o casi esférica de las partículas; por parte de la luz exige vibraciones vívidas de los rayos eficaces o no interrumpidos (al menos notablemente) con sombras interpuestas. Lo que puede probarse así por lo mismo: lo más vívido y menos interrumpido que vibra o refleja la luz de un cuerpo, es más blanco. Así, la superficie de la llama de la candela se aprecia de color blanco, porque la llama convierte hacia sí y hace vibrar vívida y eficazmente los rayos de luz sobre todo si no son interrumpidos por corpúsculos heterogéneos.

Segundo: lo más inmune a los cuerpos heterogéneos es el aire y por eso el disco solar aparece blanco, pues en ese caso las vibraciones de la luz son más vívidas y eficaces. Tercero, si una luz incide sobre una pared bien pulida, y de ella refleja a una segunda, y de ahí a una tercera, la primera sin duda es –o se ve– más blanca que la segunda, y vibra más eficazmente en el primer caso que en el segundo y en éste más que el tercero. De esto, por tanto y de otros casos que pueden añadirse para explicar los problemas, se ve que ésta es la modificación peculiar de la luz para el color blanco, la que lo hace más vívido, eficaz y menos interrumpido.

[p. 221] Lo que, si es así, entonces exige esa textura de parte del cuerpo, que sea más apta para reflejar de ese modo la luz, y en consecuencia la textura parcial requerida es **globulosa** o **esférica**, conjuntamente con algo de solidez y sequedad; pues lo esférico refleja la luz de todas partes, y la dureza es causa de que la luz retroceda y no se transmita; luego. Y aquí se explicará primero, ¿por qué el color blanco daña la vista? Por la reflexión vívida y eficaz de la luz. Segundo ¿por qué una habitación bien emblanquecida se ilumina y luce más? Porque la blancura da a las paredes textura sólida y globulosa, y así refleja hacia todas partes más luz, y más vívidamente.

Tercero: ¿por qué la espuma de agua y también de otros líquidos es blanca? Porque la espuma se compone de innumerables glóbulos ya insensibles, ya casi insensibles, esféricos, y entonces desde ellos vibra la luz en mayor cantidad y más eficazmente. Cuarto: ¿por qué la plata se emblanquece si se sumerge en agua caliente mezclada con sal común o vitriolo? La razón es que las partículas de la sal se adhieren a la superficie de la plata, y tiene figura esférica o poligonal, siendo ambas aptísimas para reflejar eficazmente la luz. Por lo cual también se ve la razón por la cual la blancura de la plata disminuye cuando se pule o se aplanan los glóbulos. Quinto, ¿por qué en el verano las mieses se blanquean? vale decir, porque el sol atenúa sus rayos y consume los humores.

Consumidos los cuales, las partículas se tornan [p. 222] más sólidas y duras y como consecuencia, más aptas para reflejar vívidamente los rayos eficaces. Más o menos del mismo modo se explica por qué los ancianos encanecen. Porque sus cabellos conservan muy poco jugo húmedo y por lo tanto les adviene sequedad y solidificación, que reflejan eficazmente la luz. El mismo efecto de encanecimiento sucede a veces en la niñez y otras veces de repente; por ejemplo, a causa de un esfuerzo extraordinario, miedo o conmoción que cierra u obtura los pequeños orificios por los cuales se suministra humedad a los cabellos. Sexto: ¿por qué en las regiones muy septentrionales algunos animales, por ejemplo los zorros, encanecen en invierno mientras que en verano tienen otros colores?

Esto mismo se ha observado en los zorros canadienses y también en las perdices de las zonas de los montes llamados Pirineos. La razón de todos ellos es que el intenso frío de esas regiones cierra constantemente los poros y los pequeños orificios de los cabellos. Y esto explica en consecuencia que los rayos de luz reflejen más fuerte y eficazmente. En cambio, al volver el calor se abren nuevamente los poros y los orificios, y con ellos vuelve el color natural de las cosas. Esto también explica por qué las gentes del norte son más blancas y sus cabellos son casi siempre rubios. Se debe a que las gentes de esta región rigurosa presentan estas particularidades y una disposición de este tipo.

Del blanco procede el color amarillo o pálido, Este color requiere vibraciones de luz eficaces [p. 223] (o no interrumpidas) pero un tanto menos vívidas y fuertes que el color blanco y además, por parte del cuerpo, **requiere también la continuidad de las partículas esféricas** (para reflejar hacia todas partes muchos rayos eficaces) **si bien estas partículas son un poco mayores que las exigidas por el color blanco**. Y de esta mayoría de las partículas surge la menor vivacidad o debilidad de las vibraciones y las reflexiones, al modo como en la cuerda musical cuanto más largas y mayores, más deprimidas y débiles son las vibraciones.

El tercer color, naranja, por parte de la luz exige rayos eficaces, pero mezclados con ineficaces, o no interruptos. De parte del cuerpo exige una tal configuración de las partículas que sean duras (para que puedan reflejar los rayos vívida y eficazmente) pero no totalmente esféricas, porque si lo fueran harían vibrar rayos totalmente eficaces y no mezclados con sombra. Conocida la idea de este color rojizo se conoce también la solución de algunos problemas. Por ejemplo éste: ¿por qué el sol y la luna enrojecen más sobre el horizonte que en el medio cielo? O este otro: ¿por qué aparecen rojos cuando se los mira a través de un vidrio ahumado o tinta?

La razón es que a causa de los vapores (que son mayores sobre el horizonte que en el medio cielo) o de circunstancias físicas (al frío de la noche se tornan más rígidos que cuando ya calienta el sol) y por un objeto

ahumado o tinta [p. 224] se interrumpen muchos rayos, de lo que resulta que al ojo llegan pocos y mezclados con rayos ineficaces o interceptados por sombras; pareja es la razón por la cual las nubes enrojecen mucho más a la mañana y a la tarde. Segundo: ¿por qué el carbón encendido enrojece? Porque el carbón encendido tiene partículas de fuego y otras no ígneas, o cubiertas de ceniza.

De las ígneas se reflejan rayos eficaces y vívidos; en cambio, de las no ígneas o cubiertas de ceniza, no. Y por lo tanto resulta una mezcla de rayos eficaces e ineficaces, en los que consiste el color rojo. Si soplas el carbón, aparecerá más blanco, porque el soplo enciende las partículas, o bien disipa las cenizas. Tercero: ¿por qué la llama mezclada con humo o vapores parece más roja? La razón se ve fácilmente por lo dicho, pues los vapores interrumpen más rayos. Cuarto: ¿por qué un hombre conmocionado enrojece? Porque la conmoción y la afluencia de hálitos, que son poco duros, causa interrupción en la reflexión de los rayos.

El cuarto es el color verde. Éste exige de parte de la luz, una mediana y bien atemperada mezcla de rayos eficaces e ineficaces, o sea, de luces y sombras. De parte del cuerpo exige **partículas elásticas de figura oblonga**, y medianamente dotadas o interrumpidas por poros. Esta mezcla de la luz ensombrecida es la causa de que la visión se deleite y como que descansa con el color verde; [p. 225] como está muy adecuadamente temperado, en modo alguno molesta a la visión, sino que la recrea. El quinto es el azul. Aquí ya hay más negro que en el verde, y ésta es la causa por la cual las cosas azules parecen fácilmente negras, cuando la luz declina al atardecer.

Este color, de parte de la luz exige rayos más débiles y más umbrosos y mezclados que el color verde. Y consecuentemente por parte del cuerpo exige una modificación de sus partículas que sea apta para esto, o sea, una **figura** un poco alargada, menos elástica y más interrumpida por poros que el verde. De esta textura se reflejan rayos más débiles y más mezclados con sombras. El sexto color es el violeta, Y éste se acerca más al negro que el azul, como todos saben. Exige rayos más débiles e ineficaces y en

consecuencia, de parte del cuerpo una figura de las partes alargadas de mayor elasticidad y más poros que el azul.

El último color es el negro, que es diametralmente opuesto al blanco; requiere de parte de la luz rayos muy débiles y muy mezclados de sombra. Por esta causa los objetos colocados lejos parecen negros, aunque tengan otros colores; es decir, porque los rayos, avanzando desde lejos, llegan a nosotros muy debilitados y muy a menudo interrumpidos, y mezclados con muchas sombras. Por ello la modificación del cuerpo negro parece ser ésta: una figura muy alargada de las partículas, muy flexibles o de tal modo que sedan escasamente planas, o que tenga partículas escasas [p. 226] y que éstas sean rugosas y con muchos poros.

Pues si son largas y flexibles, sin duda con pocos rayos y ellos reflejan débilmente, si forman planos, reflejan poca luz, porque estos planos solo reflejan luz desde una, o hacia una sola parte. De modo que si las partículas son exiguas, rugosas y no elásticas, e interrumpidas por muchos poros, entonces la vibración de la luz será débil los rayos sumamente ineficaces e interrumpidos; por lo tanto, muchos de los [rayos] incidentes son absorbidos por los poros o sofocados por la rugosidad. Esta explicación del color negro se confirma con los siguientes problemas. Primero: ¿por qué si un paño se tiñe de color negro, se requieren materias corrosivas y mucho calor?



Porque los medios de estas materias y el calor de las partículas rompen la elasticidad de los ligamentos; si los tuvieran disminuidos o absorbidos, también los poros aparecerían en multitud. Por consecuencia, muchos rayos de luz incidentes en este paño serán absorbidos y los que reflejen sólo lo harán muy débilmente. Aquí se ve en primer lugar por qué, a iguales otras condiciones, los vestidos negros duran menos que los de otros colores. Es decir, por ser sus partículas menos compactas y sólidas, o por su excesiva porosidad. Y también por eso los [tejidos] negros son más livianos que los de otros colores. Segundo: ¿por qué los vestidos negros se calientan y también calientan más que los blancos? Porque también [p. 227] absorben muchos más rayos y los retienen, que éstos.

Tercero: ¿por qué en igualdad de otras circunstancias se encienden más fácilmente con espejos ustorios los negros que los blancos? Porque aquellos admiten muchos rayos, y éstos los disgregan y reflejan. Por lo cual también los huevos, pintados de color negro y colocados al sol en las regiones meridionales [cálidas] en breve tiempo se cocinan y rompen, no así los blancos. Segundo problema: por qué un paño blanco fácilmente puede cambiarse en negro, pero no a la inversa, de negro a blanco. Porque las partes del blanco, bien juntas y globulosas, fácilmente pueden ser afectadas por los líquidos corrosivos y variar; en cambio las separadas no se inmutan y cambian para volver a la primitiva textura. Así, el P. Scoter en el *Curso de Física*, primera parte, afirma haber visto un hombre cuya barba y cabellos fueron cambiados de blanco a negro.

Y explica la razón de este rarísimo cambio: cerrados primero los orificios de los cabellos, y abiertos los pequeños orificios, algunos humores o espíritus animales se han agitado de una forma extraordinaria y fuerte. Luego de la apertura los cabellos recibieron nuevos jugos y humores, que les dieron flexibilidad y absorbieron los rayos. Sea el tercero: ¿por qué los carbones son negros? Porque contienen muchas partículas de madera, que absorben las ígneas y por haber sido separadas y los poros, de modo que los rayos recibidos casi todos absorben y se eliminan. Sea el cuarto: ¿de dónde surge el color negro [p. 228] de los etíopes? Respondo que surge de la enorme y extraordinaria porosidad de estas gentes.

Afirmo que este carácter de los poros de los etíopes resulta en primer lugar de que habitan en tierras calidísimas con vestidos e indumentarias que comunican con ellos mismos los rayos solares y los sobrepasan. Luego no es que sean sumamente porosos, sino que con el calor y la laxitud, aparecen los poros en todos. Segundo, porque estos hombres exceden mucho a los demás hombres en sudor y emisión de efluvios. Y por eso son muy fétidos y lánguidos y apenas se esfuerzan en sus acciones; luego esta enorme y extraordinaria porosidad es necesariamente de donde resulta que todos o casi todos los rayos de luz son absorbidos y son pocos los que reflejan débilmente, y a menudo interrumpidos.

En cambio los que han nacido en otras regiones, pero tienen por herencia mayor porosidad, también negritud. Y así puedes comprender el color oscuro de los indios, etc. Y de lo dicho acerca de la diversidad de colores, concluye el P. Regnault que casi todos los colores son próximos al blanco y al negro, que son como la materia de todos los colores, los cuales difieren entre sí porque participan más o menos del blanco y el negro. O, lo que es lo mismo –añade– porque las vibraciones de los rayos son más o menos vívidas, más o menos eficaces, o que tengan mucha luminosidad o sombras.

	<i>ripartita</i>	1
	<i>Philosophia tertia</i>	2
	<i>pars</i>	3
	<i>Commentaria in Artis Meta</i>	4
	<i>physicam, in Libro de Anima necnon</i>	5
	<i>de Ortu et Interitu juxta Vulgarem</i>	6
	<i>sive Aristoteli methodum complectens.</i>	7
	<i>A. R. P. Josepho Rizo</i>	8
	<i>meritissimo Philosophiae Cathed.</i>	9
	<i>rae in hac Cordubensi Aca-</i>	10
	<i>demia Moderatori.</i>	11
	<i>Audiente me Joanne</i>	12
	<i>Rodriguez Collegij Regalis Monfarranen-</i>	13
	<i>sie alumno.</i>	14
	<i>Anno Domini 1766.</i>	15
<i>Del</i>		16
<i>del</i>	<i>J. X. de S. J. de S.</i>	

PANTALEÓN RIVAROLA

Tertia Philosophiae Pars: Metaphysica

Tratado del Alma

Cuestión 6: Naturaleza de la luz

[p. 142] Ciertamente nada hay en la naturaleza más claro que la luz, si tomamos en cuenta su esplendor, que ilumina a los demás cuerpos; sin embargo nada más oscuro, si se escruta su oculta naturaleza y propiedades con ojo filosófico. Pues la naturaleza de la luz y del lumen parece oculta a los ojos del filósofo, y cuanto más intenta hincar en ella el fulgor de la mente, más se encuentra detenido por la falta de claridad. Por esta causa, para indagarla, se han seguido varias vías, a las cuales corresponden otras tantas teorías, que pueden reducirse sobre todo a dos. La primera es la teoría de los peripatéticos, para la cual la luz es una cualidad o accidente físico entitativo producido por el cuerpo luminoso en un objeto naturalmente apto. La segunda es la teoría de los que consideran a la luz como una sustancia corpórea sutilísima difusa por toda la atmósfera, cuyo celerísimo movimiento agitado y vibratorio inmuta nuestros ojos. La sostienen todos los modernos y casi todos los antiguos filósofos, exceptuando los peripatéticos, como con razón advierten Corsini y el Padre Saguens.

Los filósofos que sostienen la sustancialidad de la luz difieren notablemente entre sí. Algunos de ellos consideran que la luz es una sustancia o fuego sutilísimo, difuso por todo el cuerpo luminoso, así como el vapor es agua sutilísima difusa por toda la atmósfera. Así pensaban muchos antiguos en pos de Empédocles y Demócrito, seguidos por muchos Modernos. En cambio otros, cuyo jefe parece ser Descartes, consideran que la sustancia luminosa consiste en partículas sutilísimas de materia etérea difusas por toda la inmensidad del aire, presente en el Sol y otros cuerpos, cuyo movimiento excita en el ojo la sensación de luz. Por tanto, en la hipótesis de estos autores, el lumen, en sentido material, consiste en las sutilísimas partículas de materia etérea difusas por toda la atmósfera;

formalmente consiste en el movimiento rápido y vibratorio y en la agitación de tales glóbulos. Según estos autores, dichos glóbulos existen también en el aire en la noche, [p. 143] pero no excitan la sensación de luz porque no son agitados por ningún cuerpo luminoso. Supuesto esto

Sea la primera Conclusión. La luz no es una cualidad entitativa educida de los cuerpos iluminados. Se prueba primeramente la conclusión: si la luz fuese una cualidad entitativa, como afirman los Peripatéticos, todos los cuerpos serían diáfanos, lo que no puede decirse; luego la luz no es cualidad, etc. Se prueba la mayor: si la luz fuese cualidad entitativa, todos los cuerpos, incluso los que se dicen opacos, como la piedra, la madera, etc., recibirían la luminosidad en toda su mole, intrínseca o extrínsecamente; pero los cuerpos que reciben así la luminosidad son diáfanos, luego. La menor es totalmente cierta, se prueba la mayor: los cuerpos llamados opacos en su materia, son tanto intensivos como extensos; por tanto si su superficie es apta para recibir la luminosidad, también lo es toda su mole intrínseca, luego. Se confirma: porque si, por ejemplo, en primer lugar se eliminara la luminosidad de la superficie, se recibiría en la segunda [capa de la mole], y si se eliminara de ésta se recibiría en la tercera y así sucesivamente; luego todas las piedras o maderas serían igualmente aptas para recibir la luminosidad.

Se prueba la conclusión de un segundo modo: en esta teoría no se puede explicar la reflexión de la luz, en consecuencia no puede admitirse. Se prueba el antecedente: según esta teoría, la luminosidad se recibe en la superficie del cuerpo opaco; por tanto no puede establecerse ninguna razón de que retroceda de dicho cuerpo. Y no digas que el espejo es apto para recibir la iluminación. Afirмо “no digas” porque el espejo se compone de dos elementos: el vidrio traslúcido y el estaño opaco unido a la superficie del vidrio; por eso el vidrio traslúcido es apto para recibir la iluminación; lo mismo debe decirse de la superficie del estaño unido al vidrio; por lo tanto en esta hipótesis no puede establecerse ninguna razón por la cual la luz se refleja. Omito muchas otras razones y experiencias con las cuales puede refutarse esta teoría.

Sea la segunda Conclusión. La luz entitativamente es una sustancia corpórea, o cuerpo sutilísimo. Se prueba absolutamente la conclusión: lo que tiene propiedades de cuerpo es cuerpo; y la luz tiene propiedades de cuerpo, luego es cuerpo. Se prueba la menor: reflejarse, refractarse, condensarse y moverse son propiedades del cuerpo y la luz [p. 144] tiene todas estas propiedades: luego. Se prueba la menor: si, por ejemplo, la luz del sol incide en un cuerpo opaco, retrocede o sea, se refleja, conforme a la ley según la cual el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión; pero si pasa de un medio más enrarecido a otro más denso, entonces refracta y se inclina con respecto a la perpendicular; finalmente si muchos rayos del Sol, paralelos entre sí, se toman con una lente convexa se unen y como que se condensa; y al ser aumentada de la luz y el calor se producen admirables efectos que he recordado en otro lugar; luego. Se confirma: la luz siempre va en línea recta, sin que haya un impedimento o causa especial para que tome otra línea determinada; además es naturalmente impenetrable en relación a otro cuerpo, pues si no fuera así, atravesaría indiscriminadamente todos los cuerpos. Y todas estas son propiedades del cuerpo, luego.

Sea la tercera Conclusión. La luz no consiste en corpúsculos ígneos sutilísimos emitidos por el cuerpo luminoso. Se prueba primeramente la conclusión: según esta hipótesis, la llama de una pequeña vela suspendida en lo alto en la noche, con increíble y casi instantánea rapidez difundiría tantas partículas ígneas como para llenar un espacio esférico cuyo diámetro sería de tres o cuatro leguas, pero esto es totalmente increíble. Se prueba la menor: en tal caso aquella pequeña llama se expandiría casi instantáneamente para ocupar millones de millones de espaciúnculos iguales a tal llama, y esto tantas veces cuantas aquella llama se extinguiera y de nuevo se encendiera. Pero esto parece totalmente increíble; ya porque la llama de la vela, en una hora, puede ser apagada y encendida –al menos por un ángel– tres mil veces; ya porque retorcida la llama, incluso quebrada, y hasta la vela misma, y dividida en pequeñísimas partículas, no podría llenar tan inmenso espacio, como es claro. Se confirma: en la mencionada hipótesis no puede determinarse ninguna causa adecuada del movimiento celerísimo de la luz, al menos sensiblemente instantáneo, en tan enorme espacio esférico en que se

propaga la luz: luego. Se prueba el antecedente: ese vehemente y casi instantáneo movimiento de los corpúsculos ígneos que salen de la llama de la vela no pueden provenir de la misma llama, ni del aire ni de ningún otro [cuerpo]; luego.

[p. 145] Se prueba la mayor y después se probará la menor: la llama de la vela arde casi inmóvil o levemente, de modo que sólo se percibe su movimiento hacia arriba y casi nada lateralmente; por lo tanto la llama no puede imprimir a las partículas ígneas emitidas de sí, un movimiento tan vehemente que casi en un instante sensible se expanda a un espacio de tres o cuatro leguas; así, ningún cuerpo puede comunicar a otro un movimiento mayor que el propio, como es claro por las reglas del movimiento: luego. Se prueba la menor del anterior silogismo, es decir, que el movimiento velocísimo de los corpúsculos emitidos por la llama de la vela no puede provenir del aire; pues el aire más bien se opondría al movimiento de los corpúsculos hacia abajo y a los lados: luego. Se prueba el antecedente: el aire es más pesado que los mencionados corpúsculos y que la llama misma; luego. Se prueba la consecuencia: según los físicos, la llama de la vela se eleva porque es más leve que el aire, y presionado por él no puede difundirse ni hacia abajo ni a los lados; luego, si el aire es más pesado, etc. Además, se aclara la misma menor: es propio de la noción de los fluidos, que el más pesado impida el movimiento hacia abajo y a los lados de los fluidos más livianos y que su presión los lleve hacia arriba; luego, como el aire es más pesado que estos corpúsculos ígneos y que la llama, más bien contraría el movimiento de ellos hacia abajo y hacia los lados.

Se prueba la conclusión de un segundo modo: los carbones encendidos relucen a gran distancia, pero la luz causada por los carbones encendidos no puede consistir en una emisión continua de corpúsculos ígneos en movimiento celerísimo: luego. Se prueba la menor: los carbones ígneos no emiten de continuo y en tanta cantidad efluvios ígneos; luego. Se prueba el antecedente: si el carbón encendido emitiera continuamente y en tan gran cantidad corpúsculos ígneos, la llama debería considerarse perpetua, y esto es contra la experiencia; luego. Se prueba la mayor: según los Modernos, la

llama consiste en una emisión continua de corpúsculos ígneos, luego. Se confirma, porque conforme a los Modernos, el hierro candente y los carbones encendidos no se consideran llama, porque allí los corpúsculos ígneos no quedan libres, sino que más bien permanecen como ligados a las partículas de tierra, o hierro.

Se prueba de un tercer modo la conclusión: si la luz consistiera en corpúsculos ígneos emitidos por el cuerpo luminoso, se seguirían muchas consecuencias contradictorias; [p. 146] luego. Se prueba el antecedente: en primer lugar, se requeriría que si, por ejemplo, una vela encendida es colocada sobre una torre alta, en un minuto iluminará un espacio esférico de una legua, y permaneciendo la misma [encendida] durante una hora, iluminara un espacio de sesenta leguas, pues cuanto más tiempo ardiera la candela, sería proporcionalmente mayor la cantidad de efluvios ígneos emitidos por ella. En segundo lugar, se seguiría que un cuarto en el que ardiera sólo una vela por breve tiempo, la luz y el fuego [lo inundarán], lo que más bien sucede en un templo donde arda mucha cera de vela. Tercero, que el aire sería muchos más denso cuando está iluminado por el Sol, o por cualquier otro cuerpo luminoso, y por lo tanto, cuando está así iluminado, todos los efectos que dependen de la mayor o menor densidad del aire, serían diferentes según la mayor o menor iluminación del aire, lo que es contrario a la experiencia.

Se prueba la conclusión de un último modo: si la luz solar consistiera en efluvios ígneos, el sol que por tantos miles de años la difunde, ya debería haberse consumido o ciertamente disminuido mucho, por muy grande que se lo suponga, pero esto no puede sostenerse; luego. A este argumento eficaz, en forma más sutil que sólida, se oponen los adversarios diciendo que el sol no disminuye ni se consume porque la luz, aunque por ocultas vías, vuelve de nuevo al sol, del mismo modo que el mar no disminuye porque los vapores que se elevan de él, de nuevo vuelven a él en forma de lluvia. Pero esta solución no puede sostenerse sin admitir gratuitamente y sin fundamento confiable, muchas suposiciones, como cualquiera puede ver. Además, los adversarios no indican un modo conforme a los principios

físicos, por el cual estos corpúsculos vuelvan al Sol. En honor a la brevedad omito muchas otras impugnaciones que pueden hacerse a la mencionada hipótesis.

Sea la cuarta conclusión. La luz consiste en el movimiento trémulo, vívido y rapidísimo de la materia etérea, movimiento que le es comunicado por el cuerpo luminoso, cuyas partes todas se mueven con igual movimiento. Se explica el aserto: en esta hipótesis la luz formalmente no consiste en los corpúsculos etéreos sino en su movimiento vibratorio y rapidísimo, similar a aquel con el que [p. 147] se mueven las partes del cuerpo luminoso. Antes de probar la aserción, recuerden lo que dijimos en Física General sobre la materia etérea, es decir, que de todos los cuerpos que tienen poros, es la más fluida y tenue, y la más apta para el movimiento celerísimo. Por consiguiente, se prueba en primer lugar la parte de la hipótesis tomada de la similitud con el cuerpo sonoro trémulo, y propagado hasta el órgano auditivo; lo mismo la luz podría consistir en un movimiento trémulo y celerísimo de la materia etérea causado por el cuerpo luminoso, dotado de un movimiento trémulo similar y propagado hasta el órgano de la visión. Se afirma la paridad: si el aire agitado por el movimiento vibratorio puede llegar al oído y causar allí la sensación de sonido, ¿por qué no podrían los glóbulos etéreos, agitados de modo similar, llegar a los ojos y excitar la sensación de visión?

Se prueba en segundo lugar nuestro aserto: en esta hipótesis se explica óptimamente la propagación de la luz; luego debe ser admitida. Se prueba el antecedente: como en esta hipótesis los glóbulos etéreos adhieren inmediatamente al cuerpo luminoso, son totalmente contiguos entre sí, sin ninguna interrupción de continuidad por todo el medio diáfano hasta el órgano visivo, y cuando el cuerpo luminoso se mueve con aquel movimiento vibratorio y celerísimo, los glóbulos etéreos movidos por similar movimiento, lo comunican a los inmediatos, de tal modo que hasta el ojo y su retina se extiende una seria bien ordenada y dotada del mismo movimiento, a la cual se sigue la afección luminosa y la visión de los cuerpos iluminados, no de otro modo sino similar al del oído que dijimos. De

esta explicación claramente se sigue, primero, por qué la propagación de la luz es casi instantánea, pues como toda la serie de glóbulos es contigua, casi al mismo momento en que comienza a moverse el primero, que adhiere inmediatamente al cuerpo luminoso, se mueve también el último, que alcanza inmediatamente al órgano visivo; esto se ve claramente con el ejemplo del cordón largo y tenso: cuando alguien mueve una extremidad, por necesidad se mueve todo. Se ve también en el ejemplo del bastón, que no puede ser movido en un extremo sin que inmediatamente se mueva también el otro, debido a la continuidad de las partes del bastón.

[p. 148] Y en relación a esto, que no hay ninguna contradicción [en la teoría], se ve más claro con las palabras del Abate Nollet, lección 14, Sección primera, donde, después de referir la teoría de Descartes, que nosotros sostenemos, dice así: “Esta fue la opinión de Descartes sobre la naturaleza de la luz y el modo de propagarse, algo es preciso que haya variado, porque se han hecho después algunos descubrimientos, que no se componen con el todo de aquella; pero lo sustancial me parece tan natural, y tan a propósito para explicar los fenómenos, que me atrevo a decir sería ésta la opinión de todo el mundo, si no se hubieran interpuesto algunos intereses particulares”. A partir de la misma hipótesis se muestra, segundo, por qué la luz se difunde en línea recta, pues como ella consiste en el movimiento de los mencionados glóbulos, y como todo movimiento se realiza por la línea recta mientras no haya una determinación contraria, entonces la luz debe difundirse por la línea recta. Se muestra en tercer lugar, por qué la luz se apaga apenas falta el cuerpo luminoso: porque es el agente que mueve los glóbulos etéreos con el movimiento requerido para producir la luz y, por tanto, aunque continúe allí la materia luminosa, no continúa la luz, del mismo modo que faltando el agente que mueve el aire desaparece el viento, aunque el aire mismo continúe allí.

Se prueba la conclusión de un tercer modo: en esta hipótesis se puede explicar óptimamente la reflexión de la luz y todas las propiedades que corresponden a la misma; luego debe ser admitida. Se prueba el antecedente: como la luz consiste en el movimiento de los glóbulos etéreos, cuando incide

en un cuerpo cualquiera, es necesario que la continuación del movimiento sea impedida por el mismo o que retroceda por otra vía, lo que experimentamos cotidianamente en los glóbulos sutiles: [retroceden] por la misma línea si inciden perpendicularmente; por otra diversa si inciden oblicuamente. Y ésta es la razón por la cual la reflexión de la luz se realiza siempre por ángulos iguales a los ángulos de incidencia. Pues como la luz consiste en el movimiento de los glóbulos, y además los glóbulos retroceden siempre según ángulos iguales a los de incidencia, si tiene perfecta elasticidad, como hemos enseñado en la Física General, de acuerdo a la opinión común de los físicos, es necesario que la luz responda a la misma ley de los ángulos de reflexión e incidencia. El hecho de que la luz siempre se refleje según la igualdad del ángulo de incidencia y el de reflexión, sugiere a los autores que siguen nuestra teoría, que la materia de la luz son [corpúsculos] globulosos o esféricos, porque sólo los cuerpos dotados de tal figura responden constante e invariablemente a esa ley.

Se prueba la conclusión de un cuarto modo: en esta teoría puede explicarse la refracción de la luz y sus leyes; luego debe ser admitida. Se prueba el antecedente; en la refracción se observan las siguientes leyes. Primera: no hay refracción sino cuando la luz pasa de un medio a otro de diversa densidad. Segunda: el rayo que incide perpendicularmente no sufre ninguna refracción. Tercero: el rayo que incide oblicuamente siempre sufre una refracción mayor cuanto más oblicuamente incide. Cuarto: cuando el rayo pasa de un medio enrarecido o menos denso a otro más denso –por ejemplo del aire al agua o al vidrio– la refracción se hace hacia la perpendicular; en cambio cuando pasa de un medio más denso a otro más enrarecido, la refracción se produce alejándose el rayo de la perpendicular. Y este fenómeno de la refracción puede explicarse fácilmente en esta hipótesis; luego.

La menor se prueba atendiendo a cada una de las leyes de refracción. Primeramente, que el rayo que incide perpendicularmente no sufre ninguna refracción. La razón es que, como el rayo de luz o algunos de los glóbulos, en el paso mencionado, inciden en los poros o en una parte sólida. Si incide

en una parte sólida, refractan por la misma vía que incidieron. Si en cambio inciden en los poros, continúan su movimiento por la misma línea, como es claro. Por lo tanto los rayos de luz que inciden perpendicularmente no sufren ninguna refracción. Segundo: el rayo que incide oblicuamente en una superficie diáfana más densa refracta acercándose a la perpendicular. La razón parece ser que cuando el rayo de luz incide oblicuamente [por ejemplo] en vidrio, el glóbulo llega al borde del poro antes que al medio del eje, de tal modo que retrasada en algo aquella parte de los glóbulos que son contiguos al borde del glóbulo, se mueven con la misma velocidad que antes tenían, y por tanto los glóbulos ya no siguen la línea recta, sino otra más próxima a la perpendicular. Tienes una analogía en el carro que pasa de una calle a otra, cuando una rueda en parte se retarda y se mueve más lentamente, y la otra conserva la anterior velocidad, es necesario que el carro se mueva por otra vía.

[p. 150] Conforme a la misma doctrina afirmo que el rayo luminoso que incide oblicuamente en la superficie de un [cuerpo] diáfano más enrarecido o de menor densidad, refracta alejándose de la perpendicular. Pues el rayo de luz, que dentro del vidrio [por ejemplo] va por la línea oblicua, cuando sale al aire por el poro, aquella parte de los glóbulos etéreos más próxima al extremo de los poros en el vidrio, se demora algo, mientras que la otra conserva la primera libertad; por lo cual su eje cambia un poco su movimiento a otra línea que se aleja de la perpendicular. A esta explicación deben añadirse las ilustraciones que facilitan la comprensión, que trae V. Teodoro Almeida, Vesp. 15.

*

[p. 155] **Cuestión Sexta: Los colores**
Artículo primero: se explican las teorías

Después de haber explicado los temas conexos en la cuestión precedente sobre la luz y la luminosidad, ahora corresponde indagar la naturaleza de los colores, donde, del mismo modo, se explica lo más significativo de los

antiguos y modernos filósofos. Habitualmente los Peripatéticos distinguen los colores en verdaderos y aparentes; llaman aparentes a aquellos que se desvanecen rápida y fácilmente, y que no se dan en todo lugar, sino a partir de un cierto centro, como por ejemplo los colores del iris en el prisma, el cuello de las palomas, etc. En cambio, llaman colores verdaderos a los que vemos continuamente y en todas partes, como los colores de las telas, de los metales, papeles, etc. Demostraremos en el próximo artículo que esta distinción es irrelevante.

Acerca de la naturaleza de los colores hay varias teorías. La primera es la de los Peripatéticos, que afirma –conforme a su jefe Aristóteles– que todos los colores que llaman verdaderos son cualidades entitativamente distintas de la luz, pero también de los cuerpos coloreados mismos; los colores que llaman aparentes consisten todos en una variada modificación de la luz. La segunda teoría afirma que todos los colores consisten en una modificación de la luz producida en la superficie de los cuerpos, de tal modo por la variada refracción, reflexión, disgregación, conjunción, etc., la luz, se producen los diferentes colores. Así pensaban muchos antiguos a los cuales menciona y sigue el P. Vicente Tosca. Entre los Modernos la defienden Gassendi (*Physice*, Sección primera, Libro sexto, Capítulo doce), Boyle, Maignam, Saguens y muchos otros. La tercera teoría es la del celebre inglés Newton. Este hombre sapientísimo, dotado de una mente agudísima, en su *Optica*, editada en Londres en el año 1719, por experimentos muy cuidadosos intenta mostrar que todos los colores surgen de la luz, o que están contenidos en la sustancia de luz; dice también que, aunque los rayos del Sol parecen homogéneos, son sin embargo, de refracción heterogénea y que la diversa refractabilidad es causa de la diversidad de los colores.

[p. 156] Por lo cual, según esta hipótesis, los distintos objetos tienen diversos colores, porque son aptos para refractar sensiblemente más por los rayos así refractos que por otros refractables; así por ejemplo, un objeto será rojo porque sólo refleja sensiblemente rayos rojos, es decir, rayos de tal modo refractables que por ellos aparecen rojos; y será azul aquel objeto que sensiblemente refleja otros rayos, que refractan de tal modo que de ellos

surge la apariencia azul. Por lo tanto, en esta hipótesis, cada color tiene su propia refractabilidad y reflexibilidad, y por eso puede ser separado fácilmente de la luz y de otro color. Fueron seguidores de Newton el holandés Gravessante, el alemán Müller, el abate Pluche en una obra que se titula *Espectáculo de la naturaleza*; el Abate Nollet y muchos otros, a los cuales no podemos reseñar aquí, ni es necesario. Adviértase incidentalmente, que esta hipótesis de Newton ha tenido los mayores encomios y alabanzas, como fruto dignísimo de un hombre del mayor ingenio.

La cuarta teoría es del famoso Padre Nicolás Malebranche; este célebre escritor afirma que el cuerpo luminoso [mueve] la materia sutil que lo rodea por el movimiento celerísimo de sus partículas, [así como] las apretadas vibraciones producidas por el cuerpo sonoro excitan al receptor del sensorio auditivo [y] causan la sensación de sonido, así como también las vibraciones de una cuerda excitan el sonido en otra de la misma duración, y cuanto más retumbante o fuerte sea la cuerda más amplias [serán] las vibraciones resultantes; así pues también siempre se producirá luz si [están las partículas] de su materia que excitan la luz y que tengan vibraciones de la misma amplitud, aunque más vívida en las vibraciones más amplias. Además, así como las vibraciones desiguales producen sonidos diversos, así también las vibraciones más breves de un cuerpo luminoso, son diferentes de las vibraciones de otro cuerpo luminoso, y entonces producirán diversas especies de luz. De aquí proceden los diversos colores; porque como los cuerpos tienen diversas superficies, no resultan todas las vibraciones de un solo modo, [sino] de modo más frecuente las primeras vibraciones; [p. 157] este hombre famoso estima que toda la variedad de colores resulta de estas diversas vibraciones. Esta teoría, que después de Malebranche fue seguida por muchos newtonianos, está ampliamente explicada en las Actas de la Real Academia de París, del año 1699.

Artículo segundo: se refuta la teoría de los Peripatéticos

Primera conclusión. La división de los colores en verdaderos y aparentes no es válida. Se prueba en primer lugar la conclusión: lo que afecta

verdaderamente a la potencia visiva es color verdadero; y los colores que llaman aparentes afectan realmente a la potencia visiva; luego todos los colores son reales y verdaderos, y por tanto nada vale la división de los colores en verdaderos y aparentes. El antecedente es totalmente cierto; pero no obstante se prueba. Primero: lo que afecta verdaderamente a la potencia visiva es objeto de la visión, y la visión no tiene por objeto sino el color; luego. Segundo: lo que afecta verdaderamente a la potencia auditiva es el sonido verdadero y real; del mismo modo, lo que afecta verdaderamente al sentido del gusto es sabor real; y lo que afecta verdaderamente al sentido del olfato es olor verdadero y real; luego, análogamente, lo que verdaderamente afecta la potencia visiva es color verdadero y real. La menor del silogismo principal se demuestra así: lo que es verdaderamente visto por la potencia visiva, la afecta verdaderamente; y los colores que llaman aparentes son vistos verdadera y propiamente por la potencia visiva; luego.

Se prueba la conclusión de un segundo modo: los colores del iris, por ejemplo, o del prisma, no serían verdaderos sino fantásticos y aparentes, sea porque se desvanecen rápida y fácilmente, sea porque no se ven en todo lugar sino en determinados lugares; pero estas razones no son válidas; luego. Se prueba la menor en su primera parte: consta claramente que tales colores pasan rápidamente y se desvanecen con facilidad, y que son colores verdaderos y propios; luego. Se prueba el antecedente: consta claramente que por ejemplo el sonido de alguna cuerda pasa y desaparece rápidamente, y que tal sonido no es ilusorio, sino verdadero y real; del mismo modo consta ciertamente que el olor de la rosa, por ejemplo, se esfuma y desvanece rápidamente, sin que sea aparente sino verdadero y real; luego del mismo modo. Se prueba la conclusión. [p. 158] El sonido de la cuerda, el olor de la rosa son verdadera y propiamente tales, aunque se pierdan y desvanezcan rápidamente, porque afectan verdaderamente al órgano del sonido y del olfato; pero también los colores del iris y del prisma afectan verdaderamente al órgano de la visión; luego es lo mismo. Además, de la breve duración de estos colores sólo se infiere que su causa desaparece rápido. Pues si la nube lluviosa permaneciera siempre en el mismo sitio y el Sol se detuviera, y los ojos permanecieran en igual situación, siempre se

vería el iris; digo lo mismo del prisma y casos similares; luego. Se prueba la segunda parte de la menor del primer silogismo: aunque los colores del iris o del prisma sólo se vean desde determinados lugares, no se infiere que no sean verdaderos colores; luego la antedicha razón no es válida. Se prueba el antecedente: aunque la voz refleja del eco no se escucha en todo lugar sino sólo en ciertos y determinados lugares, de esto no se infiere que no sea verdadero sonido; luego es lo mismo.

Segunda conclusión: el color no es una cualidad entitativamente distinta de la luz. Se prueba primeramente por del Doctor Angélico [acerca] del insigne Peripato. Pues dice al final de la lección 14 sobre el libro 2^a del Alma que el color no es sino luz sombreada de cierto modo. Aquí el maestro Gaudin (*Physica*, parte 4^a, disputación única, cuestión 3^a, artículo 5^o) define al color con las siguientes palabras: el color es luz mezclada y modificada con oscuridad. Luego, conforme al Doctor Angélico, el color no es otra cosa que luz de algún modo oscurecida por la mezcla con cuerpos opacos; por lo tanto no se distingue entitativamente de la luz. El Colegio Complutense responde (disputación 1^a sobre el alma, cuestión 2^a) que Santo Tomás hablaba de los colores aparentes y no de los verdaderos. Pero además de que esa división de los colores en verdaderos y aparentes no es más que aparente y fantástica, como se ha demostrado, su ineficacia se ve más claramente por el hecho de que el Santo Doctor no define el color en general.

Se prueba la conclusión por la razón: no deben multiplicarse los entes sin necesidad, pero para explicar los colores no hay ninguna necesidad de admitir cualidades entitativamente distintas de la luz; luego. Se prueba la menor: sin dichas cualidades puede explicarse perfectamente la naturaleza y diversidad de los colores, [p. 159] como se mostrará enseguida; luego. Además, por la sola cualidad entitativamente distinta de la luz no se pueden explicar los muchos y notables experimentos que han sido realizados por célebres científicos, especialmente Newton, sobre la naturaleza y diversidad de los colores; luego. Se prueba el antecedente: tales experimentos suponen un notable conocimiento de óptica, dióptrica y catóptrica, principios que no

son habituales en la mente de los peripatéticos; luego sin tales cualidades, etc.

Resolución de objeciones

Objetas primero contra la primera conclusión: dos colores verdaderos de diversa intensidad no pueden estar simultáneamente en las mismas partes del cuerpo; pero si todos los colores que aparentes fueran verdaderos, esto sucedería muy a menudo; luego hay algunos colores que sólo son aparentes. La menor es evidente, pues por ejemplo el cuello de las palomas y la cola de los pavos, si se miran desde diversos lugares exhiben distintos colores; luego. Respondo distinguiendo la mayor: no pueden existir en las mismas partes del cuerpo, si tales colores son percibidos por el mismo espectador y desde el mismo lugar, concedo la mayor; si son percibidos por diversos espectadores o desde distintos lugares, niego la mayor, y concedida la menor bajo la misma distinción, niego la consecuencia. Pues como no todos los rayos de luz refractan y reflejan hacia una y misma parte, esta diversa refractabilidad y reflexividad hace que, por ejemplo, si la cola del pavo es observada desde esa parte que sólo refleja rayos rojos, aparezca roja; en cambio, si se observa desde otra que sólo refracta o refleja rayos que constituyen el color azul, aparezca azul.

Objetas, segundo, contra la segunda conclusión; si el color no se distinguiera entitativamente de la luz, faltando la luz no habría ningún color, lo cual es totalmente increíble, y en la noche todas las pinturas y todos los colores desaparecerían; luego. Respondo: concedida la mayor, niego la menor, pues el adversario nunca [la] probó, ya que en la tiniebla no se da el color, como canta el mismo Virgilio en la Eneida (sexta parte)

Donde el cielo erigió la sombra

Júpiter y la noche llevaron negros colores a las cosas.

[p. 160] Lo mismo canta la Iglesia en el himno que dice

Y el color ya vuelve a las cosas

Con el rostro hacia las estrellas.

Pero puede responderse de otro modo, diciendo que en la oscuridad hay colores en acto primero, pero no en acto segundo, que es propiamente color. Pues el color en acto primero no es otra cosa que la superficie del cuerpo apta para reflejar o refractar estos rayos más que aquellos; en cambio el color en acto segundo son los rayos mismos de luz reflejados por el cuerpo, del modo que se indicará más abajo.

Artículo tercero: se rechaza la teoría según la cual los colores consisten en la modificación de la luz producida por la superficie de los cuerpos

Conclusión. Los colores no consisten en la modificación de la luz causada por la superficie de los cuerpos. Se prueba primeramente la conclusión: si el color consistiera en la modificación de la luz causada por la superficie de los cuerpos, variada la modificación de la luz por refracción o reflexión en la superficie del cuerpo, cambiaría el color o se produciría variedad de colores, y esto está abiertamente en contra de la experiencia; luego. La mayor es absolutamente innegable en el sistema de los adversarios. Se prueba la menor: consta por reiterada experiencia que cuando los rayos de los colores son separados por el prisma de tal modo que cada uno lleve su propio color, el mismo es siempre constante y resta inmutable en los individuos, cualquiera sea la técnica, o prisma, o vidrio ustorio, u otra causa conforme a la cual refleja, refracta y se une; luego el color no cambia por la diversa modificación de la luz producida por refracción o reflexión en la superficie del cuerpo; y este cambio debiera suceder si los colores no fuesen sino las varias modificaciones de la luz producidas por reflexiones o refracciones; luego los colores no consisten, etc.

A este argumento, que a mi juicio es irrefragable, quizá se opongan los adversarios diciendo que la diversa modificación que sufre la luz en el segundo prisma es insensible, y por eso no basta para producir un nuevo color. Que esta solución [p. 161] es arbitraria y manifiestamente falsa se verá por las siguientes impugnaciones. Se impugna en primer lugar: la modificación que sufre la luz en el primer prisma es apta para producir la variedad de los colores, como consta por experiencia, según se explicará

después más ampliamente; luego del mismo modo la modificación de la luz en el segundo prisma debería ser apta para producir variedad de colores. Se prueba la consecuencia: los dos prismas tienen igual potencia para refractar y reflejar la luz pues son cuerpos de igual densidad y transparencia; luego si la modificación que sufre la luz en el primer prisma es apta para producir diversos colores, la misma modificación debería suceder en el segundo prisma. (1) Digan pues, los adversarios por qué el primer prisma produce variedad de modificaciones y no el segundo. Y no vale apelar a las diversas superficies de los prismas, porque aparte de que tal recurso es totalmente arbitrario, obsta en primer lugar, que en cualesquiera prismas se observan similares efectos. En segundo lugar, obsta que eso mismo debiera suceder aunque se dispongan los prismas en orden inverso, el que era primero, sea después el segundo. Se impugna en segundo lugar: la refracción y la reflexión que sufre la luz en el segundo prisma son sensibles; por lo tanto el recurso a una modificación insensible no es válido. Se prueba el antecedente: tales refracciones y reflexiones son observables por los científicos, y de hecho han sido muchas veces observadas por el célebre Newton; pero si fuesen totalmente insensibles no podrían ser observadas por los científicos. Luego.

Se prueba la conclusión de un segundo modo: si los colores consistieran en la modificación de la luz causada por la superficie de los cuerpos, permaneciendo inmutable la superficie del cuerpo, permanecería el mismo color; pero esto es falso, luego. Se prueba la menor: si después de la separación de los colores por medio del prisma, un hilo teñido de amarillo, por ejemplo, se coloca en el rayo rojo se ve rojo; violeta si [se colorea en] el violeta, verde en el verde, y así en cada caso, como consta por repetidas observaciones que se explicarán en el artículo siguiente. Del mismo modo, si en un papel en el cual se reciben los colores separados por medio del prisma, se muevan los colores pintados en diversas partes del papel, sucede de tal modo que, por ejemplo, queda teñida de color rojo la parte del papel que antes [p.162] por ejemplo era violeta. Entonces: en tales experimentos siempre se mantiene la textura del folio y del papel; luego es falso que,

permaneciendo la textura y la superficie del cuerpo con modificación de luz, permanezca el mismo color.

Se prueba la conclusión de un tercer modo: si el color consistiera en la modificación de la luz causada por la superficie del cuerpo, los cuerpos que tengan diversas superficies y textura, tanto intrínseca como extrínseca, no podrían teñirse del mismo color; pero esto está contra la experiencia, luego. Se prueba primero la menor: cualquier color después de la separación hecha por medio del prisma, permanece constante de tal modo que todos los cuerpos, dotados de cualquier color que sea, colocados en él, producen el color de ese rayo; así, por ejemplo, si se colocan telas blanca y verde en un rayo rojo, ambas aparecen de color rojo; si [se colocan] bajo un rayo púrpura, se tiñen de color púrpura y así sucesivamente. El mismo fenómeno se observa en cualquier cuerpo. Entonces: la tela blanca, y la verde (dígase lo mismo de los demás cuerpos) tienen diversa superficie y textura tanto extrínseca como intrínseca, pues de lo contrario no serían colores diversos. Segundo, la luz que pasa por un vidrio coloreado tiñe del mismo color y del mismo modo a todos los cuerpos que se colocan bajo él, como consta por experiencia común; y todos los cuerpos no tienen una y la misma, sino diversas superficies. Luego. Tercero: el mármol, la tela, y la leche tienen diversas superficies y texturas y sin embargo poseen el mismo color; luego.

Quizás respondas que estos cuerpos tienen superficies diversas en cuanto a las partes sensibles, pero no en cuanto a las insensibles. Pero contra esto, primero: el cuerpo sólido y el cuerpo fluido tienen diversas texturas en cuanto a las partes insensibles, pues de lo contrario no se distinguirían como sólido y fluido; y el mármol y la tela son sólidos, mientras que la leche es fluida; luego. Segundo: la leche permite el paso de la luz y la refracta; en cambio el mármol no permite el paso de la luz y la refleja; y si la leche y el mármol [p. 163] tuvieran la misma textura insensible refractarían o reflejarían la luz del mismo modo, como se infiere de aquellos principios; luego. Sería infinito exponer todos los argumentos que se me ocurren contra la hipótesis propuesta. Los argumentos que pueden esgrimirse a favor de la teoría impugnada se contestarán en el artículo siguiente.

Artículo cuarto. Se propugna el sistema de Newton

Conclusión. Los colores consisten en los rayos mismos de luz, dotados de intrínseca, diferente y peculiar refractabilidad y reflexibilidad. La verdad de la aserción se demostró con experimentos evidentes de Newton, teniendo no sólo expectante sino dominante a toda Europa, de todos los cuales, los que me parecen más claros y adaptados a vuestra comprensión los expongo ahora. Se prueba entonces la conclusión con varios experimentos realizados por Newton mismo. Primero: si por un pequeño agujero de la ventana se hace pasar un rayo de sol a un cuarto oscuro, y se pone en la pared opuesta un papel plano y blanco, se produce un círculo claro y blanco; pero si este rayo ingresado por el agujero se hace pasar horizontalmente por un prisma de vidrio y refracta finalmente sobre el papel blanco, los que estén alejados a dieciséis pies del prisma no percibirán aquel círculo claro y blanco, sino más bien una figura oblonga o imagen de los siete colores dispuestos en orden tal que la parte inferior es el rojo, encima del rojo el dorado, después el amarillo, luego el verde, el azul, el púrpura y en la parte superior de la figura el violeta. Además, a cada una de estas clases de colores se añaden muchos intermedios, que no se separan y caen lateralmente entre sí.

De entre los rayos coloreados, el rojo es el que menos refracta y el violeta el que más refracta; los colores intermedios refractan más en tanto se alejan del rojo y se acercan al violeta. Esta refractabilidad permanece constante en el mismo rayo, de tal modo que el rayo rojo, varias veces refractado, siempre refracta menos que el violeta, o que los otros colores intermedios. Esto es digno de admiración, que los colores separados por medio del prisma sean siempre constantes e invariables y no se transformen en otros; así, por ejemplo, el rayo rojo siempre es rojo, nunca otro, cuando sea refractado por vidrios, prismas, lentes, o condensado en un foco por medio de lentes, o reflejado por un espejo o por cualquier cuerpo. Lo mismo sucede con los otros rayos. Y también que cualquier color, después de la separación, permanece vívido y constante de tal modo que todos los cuerpos, de cualquier color que sean, colocados bajo él, resultan del color de ese rayo.

El segundo experimento de Newton es: supuesto el primer experimento, se pasa la luz ya refractada en un ángulo del otro prisma separado del primero por una distancia de un pie y su eje dispuesto en dirección vertical, hecho lo cual [y] de nuevo recibido y refractado el rayo en el segundo prisma, se dibuja en la pared o en el papel blanco una imagen similar a la primera, con las mismas dimensiones y disposición de los colores, con esta sola diferencia: que la imagen está un poco inclinada. Se ve pues, en este experimento, que los rayos de luz nuevamente refractos no pierden su color original, y la razón es que todos son indistintos de la sustancia lumínica, pues de otro modo cambiarían por las diversas refracciones, o se confundirían, especialmente conforme a la teoría, según la cual los colores consisten en la diversa modificación de la luz. Tercer experimento: se repite el primer experimento, y a la distancia de un pie del primer prisma, se oponen sucesivamente a los rayos refractos varios vidrios perfectamente planos de diversos colores, uno rojo, otro verde, otro azul, etc. Hecho esto se observa que ningún vidrio transmite sino rayos análogos al propio color. Luego consta por este experimento que los colores de los cuerpos translúcidos consisten en esto: que transmiten más y mejor sus rayos que los de otro género.

Los experimentos relatados por el famoso Newton, muy perfectos, fueron repetidos posteriormente, no una o algunas veces, sino innumerables, por hombres expertísimos y con la mayor diligencia, en Londres, en las Academias de Londres y París, en Italia, Holanda, Alemania, y siempre con el mismo efecto que describió Newton, como se dice en las adiciones a los *Elementos Físicos* de Musschenbroek, capítulo 31, pág. 939. Estos mismos experimentos, intentados en forma privada muchas veces por hombres doctísimos, siempre tuvieron éxito, como puede verse en el citado Musschenbroeck, el Abate de Pluche, Nollet, Corsini, Almeida y otros.

Por tanto, de estos experimentos resulta que todos los colores se contienen en los rayos de luz o en la misma sustancia lumínica, confusos o mezclados, de tal modo que la luz misma, de acuerdo a la diversidad de los rayos, o de todos los colores, debe tener diversa refractabilidad. Consta

además por los mismos experimentos que los colores, o los rayos productores de los colores, son totalmente disímiles o heterogéneos; pues de otro modo no tendrían disímil y desigual refractabilidad, ni podrían ser nítidamente separados uno de otro. Consta finalmente, por los mencionados experimentos que, aunque la luz parezca una sustancia homogénea y simple o uniforme, sin embargo debe constar de partes heterogéneas, de tal modo que al ser pasadas y separadas por medio del prisma [p. 166] produzcan los diversos colores.

Sin embargo, aquí es necesario advertir, con el mismo Newton, que aunque los siete colores mencionados antes se llamen primigenios, esto no debe entenderse, como que los rayos mismos fuese coloreados, al modo como antes lo entendieron algunos, sino solamente en el sentido de que en los rayos mismos existe una disposición o potencia que mueve los nervios oculares de tal modo que excita en nosotros la sensación de éste o aquél color; casi al modo como cuando una cítara, por ejemplo, es agitada por variadas pulsaciones, no produce un sonido totalmente específico como cierta entidad, sino solamente la agitación trémula que llega a los nervios del sentido auditivo y puede excitar en nosotros la sensación de sonido. Así de modo semejante, en los objetos coloreados mismos no debe admitirse en absoluto ningún color, sino solamente cierta disposición para refractar más y más fuertemente este o aquel género de rayos productores de colores. Por eso Newton mismo, en el libro primero de *Óptica*, segunda parte, proposición 2 al final, correctamente llama a los rayos separados por el prisma, no rojos sino rojíferos, porque ellos no contienen en sí el color rojo, sino que sólo tienen la potencia de producirlos. Pues en los colores mismos, o en los rayos generadores de colores, se da una variada disposición o propiedad, que se deduce claramente de que, de otro modo sería inexplicable aquella desigualdad o variada refractabilidad que se observa en cada uno de ellos.

Resolución de Objeciones

Objetas primero, conforme a Almeida, Tarde 6^a, Parágrafo 3, página 136 de mi ejemplar. Los rayos productores de colores separados por medio del prisma no retienen constantemente el color propio; pero por eso mismo los colores no consisten en los mismos rayos de luz intrínsecamente diferentes; luego. Se prueba la mayor: el Padre Juan Bautista de la Congregación del Oratorio de San Felipe de Neri, maestro del Padre Almeida, observó que un rayo rojo, separado por medio del prisma y pasado por medio de una lente convexa a una pequeña cápsula de paño blanco, o levemente más intenso, ingresada por un pequeño agujero, permanecía en el interior de la cavidad el color blanco. [p. 167] Por lo tanto, si el rayo rojo ingresado en la cámara conservase su propia rojez, el interior de la cápsula no se vería blanca sino roja; luego. Se confirma: el Señor Mariotte y el Señor Rizzeti, repitiendo los experimentos newtonianos, no lograron de ningún modo el mismo efecto, pues, como ellos lo verificaron, después de la segunda refracción los rayos aparecían con diversos colores; luego los rayos generadores de colores no retienen constantemente su propio color.

Respondo con el Abate Nollet, y el famoso autor de las adiciones a los *Elementos de Física* de Pedro Musschenbroek, que no corresponde rechazar por falsos los experimentos newtonianos por parte de algunos hombres privados, que pudieron fácilmente equivocarse en la preparación de sus experimentos, siendo que estos experimentos no una o pocas veces, sino innumerables, fueron realizados con la máxima diligencia en las universidades de París, Londres y muchas otras, como advertimos antes, siempre con el mismo éxito. Lo mismo experimentaron muchos hombres preclaros, que repitieron muchas veces los experimentos newtonianos del mejor modo. El famoso Nollet afirma en la Lección 1^a, Sección 17, experimento 7^o, que él mismo repitió durante más de veinte años los experimentos referidos y resultando siempre conformes con el sentido de los experimentos de Newton. Por lo cual debe decirse que los mencionados autores han realizado con el máximo cuidado y diligencia para el feliz resultado de los experimentos newtonianos, lo cual quizá falte en los

experimentos alegados en la objeción. En efecto, primeramente se requiere el uso de un prisma de vidrio purísimo, sin defecto, de otro modo las refracciones son irregulares, por lo cual las diversas especies de rayos no se separan como es necesario; se dan en el mismo prisma reflexiones de rayos, y se mezclan los homogéneos con los heterogéneos, lo que perturba en grado sumo al experimento. En segundo lugar, se requiere que no ingrese ninguna luz por el pequeño agujero de la ventana, salvo un rayo; de otro modo el experimento no puede resolverse bien. [p. 168] Tercero, se requiere que el experimento sólo se realice con cielo sereno, pues no siendo así los rayos mismos que proceden del sol son muchos y tienen diversas refracciones, lo que sucede principalmente cuando hay nubes, que reflejan vívidamente la luz. El Abate Nollet exige además otras condiciones, que pueden verse en su obra.

Supuesto esto, decimos que en los experimentos relatados no se logró separar un rayo homogéneo, debido a alguno de los defectos mencionados, no llevados a cabo por hombres bien preparados, y hecho así, después de una nueva fracción fueron vistos diversos colores. En particular, en cuanto al experimento realizado por el Padre Juan Bautista de la Congregación del Oratorio, digo, o bien que pudo haber ingresado algo de luz exterior además del rayo rojo, o bien que el rayo rojo no fuera perfectamente separado. En cualquiera de los dos casos se explica aquel color blanco mezclado con rojo, o rojo mezclado con blanco, que entraba en la cavidad de la cápsula, o la perturbaba, como dice el mismo Almeida, en el lugar citado.

Objetas segundo, según el mismo Almeida: un vidrio verde trasmite luz verde, y del mismo modo uno rojo trasmite roja; pero esto no puede concordar con el sistema newtoniano sobre los colores, luego. Se prueba la menor: en la hipótesis de Newton el vidrio verde no puede transmitir rayos verdes, ni el vidrio rojo, rayos rojos; luego. Se prueba el antecedente: el vidrio verde, por ejemplo, refleja rayos verdes, y el rojo rayos rojos, mientras que en la hipótesis de Newton, que un cuerpo sea verde y otro rojo se debe a que el verde refleja más rayos verdes, y el rojo más rayos rojos que cualquier otro color, como dijimos antes. Respondo, concedida la mayor,

negando la menor, y para probarlo niego el antecedente y a su vez, para probarlo, vuelvo a negar el antecedente, y para su probación implícita afirmo que aquello se refiere exclusivamente a los cuerpos opacos, no a los transparentes. De estos afirmamos, con Newton, que muestran diferentes colores porque son aptos para transmitir rayos de un color más que de otro [p. 169] y así, el vidrio por cuyos poros se transmiten más rayos azules se verá azul, del mismo modo, el vidrio que transmite más rayos rojos, aparecerá de color rojo, y así los demás. Dígase lo mismo de los líquidos...

De entre algunos líquidos y varios géneros de vidrio, uno transmite más luz que otro y se ven varios colores según desde donde se vean, como sucede con las palomas, que al realizar varios movimientos muestran hermosos colores que surgen unos de las diversas reflexiones y otros de la transmisión, porque algunos cuerpos transparentes transmiten más un género de rayos, y otros otro, lo que proviene, como dice Nollet, Lección 17, Sección 3ª, de la diversidad de los glóbulos de luz que, afirma, se encuentran en cada uno, los cuales, teniendo diversa refractabilidad, tienen por tanto diversa fuerza para transmitir o reflejar la luz.

Objetas tercero: en esta hipótesis es inexplicable por qué los cuerpos de un género reflejan más los rayos que otros; luego. Respondo negando el antecedente, pues el científico inglés Newton, después de muchas experiencias realizadas por él con increíble habilidad, estableció que la fuerza reflexiva y refractaria de los cuerpos es diversa debido al distinto grosor de las laminillas que componen los cuerpos. Y aún no se contentó con esto aquel ingenioso científico, sino que avanzó más, intentado determinar con diversas experiencias el grado de grosor en la superficie de los cuerpos que se requiere para reflejar o refractar estos o aquellos rayos de luz, de modo que los cuerpos en cuestión, por reflexión o por transmisión se vean rojos, violetas o azules; y aunque admitan con Newton que la causa principal sea el diverso grado de grosor y suavidad de sus partes, no excluimos sin embargo, con Nollet, la diversa figura y porosidad de las partes singulares; en cuanto [a los experimentos] con los cuales Newton tentaba comprobar la

suavidad, lo omito, [p. 170] pero lo pueden ver en Musschenbroek y Nollet, en los lugares mencionados.

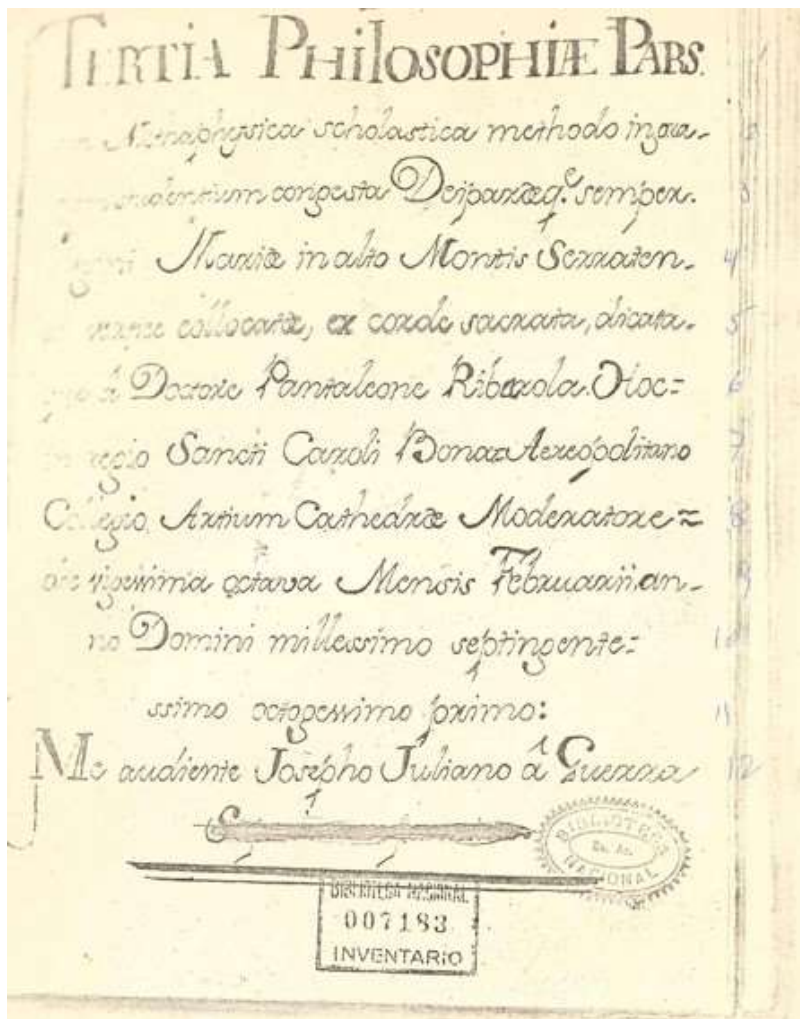
¹Luego los pigmentos y los objetos teñidos de colores propiamente no tienen colores en sí, sino que refractan en su superficie, en colores de los cuales algunos reflejan y otros son absorbidos con muchas repercusiones intensas, y por lo tanto los objetos con distinta fuerza dan sobre él el color que tienen los rayos reflejos. Los pigmentos son corpúsculos tenuísimos, debido a que tienen láminas suaves, que por su variado grosor, figura y porosidad reflejan o transmiten diversos colores, de donde proviene que el mismo pigmento, por el diverso grosor y figura de las partes, se ve de varios colores; así, por ejemplo la cinabarita [cinabrio] íntegra, que es poco roja, convertida en polvo medianamente tenue, adquiere un hermoso color rojo. La trita en la púrpura mezclada con agua adquiere un hermoso color, el hermoso rojo se logra por aspersion de aceite de árbol, de amapola o de terebinto. Así también, un papel de color violáceo se torna rojo si se le pasa agua estigia mezclada con un poco de agua común. La razón de estas experiencias parece ser que las partes de dichos cuerpos, por cierta adecuada presión o aspersion de líquidos, cambian su grosor y figura, y por tanto resultan dispuestas a reflejar o refractar unos rayos más que otros.

Además, el teñido de algunos cuerpos por adición de diversos colores, da por resultado variedad de colores. Así, si al extracto de violetas le añades uno o dos gotas de aguafuerte o espíritu de vino, toma un color rojo; si añades al mismo un poco de aceite de tártaro muestra color verde. Y si al teñido verde añades de nuevo aguafuerte recupera la primera rojez. Si a una solución transparente se le pone balano vitriólico allí ennegrece, pero si al negro se añaden gotas de aceite de vitriolo, recupera la primitiva transparencia; añade a este líquido óleo tartárico y recuperará la anterior negrura. Se pueden ver más experiencias similares en Musschenbroek y Nollet, en los lugares citados. Esta producción [p. 171] o modificación de los

¹ En el Ms. los cuatro párrafos que siguen son repetición de anteriores; aquí se corrige para que quede todo de corrido [NE].

colores depende de la variada magnitud, mayor o menor, de las partículas suspendidas en la solución. Newton muestra cuidadosamente el origen de estos colores en el Libro 2, parte 2 de la *Óptica*. También podemos añadir, con Nollet, que estas mezclas de líquidos alteran el primitivo orden del otro líquido, que adquiere una nueva disposición de los poros, resultando en consecuencia, apto para transmitir otro género de rayos. Pero si me preguntas de donde proviene tal cambio, digo, con el propio Newton, que proviene de que un líquido corroe y por consecuencia atenúa las partes del otro líquido, lo que es fácilmente aceptable en el caso de cualquier ácido, porque la mezcla de sus partes aumenta el volumen de las partes del otro líquido.

Objetas cuarto. Existe un color verdadero que no consiste en reflexión o refracción de luz; luego. Se prueba el antecedente: el negro es un color verdadero; pero no consiste en reflexión o refracción de rayos de luz; luego. Respondo negando el antecedente, y para probarlo distingo la mayor: todo negro es verdadero color, niego la mayor; alguno, concedo la mayor y niego la menor con respecto al negro que es verdadero color. Pues deben distinguirse dos géneros de negrura: uno, el que es carencia de toda luz, que no es propiamente color, ni es visible, pues las carencias o privaciones no pueden verse. El otro género de negrura [no] es la mera privación de luz, sino que refleja poco o casi nada de luz, por estar mezclado con muchas sombras; y éste es verdadero color, y es visible en el carbón, la tinta, etc. Muchos otros argumentos que pueden ponerse contra nuestra hipótesis, se resuelven fácilmente por lo dicho.



CAYETANO RODRÍGUEZ OFM

Tertia Philosophiae Pars / Nimirum Physica

Libro Sexto - La luz el lumen y los colores, así como lo diáfano y lo opaco

[p. 148] **Cuestión I. Qué es la luz, qué el lumen y en qué consisten formalmente**

Proposición 1ª. Se tratan las propiedades de la luz

Newton, al explicar la reflexión y la refracción de la luz, en primer lugar atribuye a las sustancias corpóreas y a cada una de sus partes, una ingénita e inseparable gravedad, cuya cantidad siempre es proporcional a la cantidad de dicha materia. Por lo cual cada mínima parte de los cuerpos gravita en otra mínima parte el mismo cuerpo, y esta gravedad es mutua, por lo cual entre las mismas partículas siempre existe mutua gravitación y atracción. Esta fuerza mutua de atracción se da tanto en todas las partes de la materia como en todos los cuerpos de cualquier género. *Incluso la materia sutil*, dice Newton en el Libro 3 de los *Principia*, *no carece de gravedad*.

Gravesande, en sus *Elementos de Física*, parág. 4047 y ss. explica esta suposición de Newton y dice que todos los cuerpos pesan entre sí y tienden mutuamente con la fuerza que reúne a las partículas en las partes de materia. Llamamos **gravedad** a esta fuerza, considerando el cuerpo que tiende espontáneamente a otro porque así se denomina la fuerza de la tierra sobre los objetos próximos. Pero considerando el cuerpo hacia el cual tiende otro, esta fuerza se llama **atracción**.

Supuesto esto, en la cuestión 29 de la *Óptica*, Newton establece que la refracción de la luz surge de la mayor atracción que ejercen sobre la luz las partes de un medio más denso. También afirma que la reflexión de la luz (que consiste en un efluvio sustancial, como dice él mismo en la Cuestión 29

de la *Óptica*) no se produce por el impacto de los rayos luminosos en las partes sólidas de los cuerpos, sino que surge de cierta fuerza que obra en cierto intervalo y que está difundida

Esta fuerza ciertamente es atractiva, pero de diverso modo según las circunstancias al producir la luz reflejada y refracta, pues a veces la fuerza es repulsiva y a veces atractiva, por lo cual la reflexión y la refracción de la luz provienen de la diversa gravitación de los corpúsculos en relación a los centros particulares. Todas estas cuestiones relativas al sistema de Newton están tratadas en un libro escrito en italiano por el Sr. Tomás Campailla, cuyo título es: *Observaciones a la Física del Sr. Isaac Newton*. También puede verse en las obras de Gravesande, Clarke y otros.

[p. 149] Este principio de atracción newtoniano de ningún modo debe admitirse, pues no prueba suficientemente la razón por la cual esa fuerza atractiva obra al modo de las cualidades ocultas, y tomar esta fuerza como causa de la gravitación de los cuerpos no es sino adjudicar un efecto patente a una causa oculta. Gravesande considera que no sólo le resulta desconocida la causa por la cual los cuerpos se atraen mutuamente, sino que aun afirma que ella no puede deducirse de las leyes conocidas sobre la materia. El mismo Newton, en sus *Principia Mathematica philosophiae naturalis*, definición 8ª dice con sinceridad: *tomo las palabras 'atracción', 'impulso' o 'propensión' de algo hacia un centro en sentido indiferente y común considerando estas fuerzas, no física sino matemáticamente.*

Además, si esta fuerza atractiva mutua fuese ínsita a todos los cuerpos, los corpúsculos de luz y los efluvios luminosos de los cometas (al menos donde están más alejados del Sol y los Cometas y no tienen otros cuerpos cercanos que con su mayor potencia atractiva les impidiera la fuerza propia) deberían ejercer su propia fuerza atractiva y unirse de tal modo que se condensarían en una nueva materia, y así se formarían continuamente nuevos astros. Además, los rayos que inciden en los planetas, por ejemplo en el Sol y la Luna, no son atraídos por ellos sino que son expelidos a máxima velocidad; pero más bien debería acontecer una máxima atracción, pues

según los newtonianos, los planetas tienen gran fuerza atractiva, y Júpiter atrae a sus satélites, la luna eleva los corpúsculos del aire ambiente y también el agua de mar en la parte expuesta a ella; luego los predichos planetas (y digo lo mismo de los otros cuerpos) no tienen fuerza atractiva: los newtonianos establecen una ley según la cual los rayos solares no son atraídos por ellos.

Finalmente hay un importante principio newtoniano: los efectos naturales del mismo género tienen las mismas causas. Pero el sonido se refleja igual que la luz, de modo que los ángulos de reflexión y de incidencia en ambos casos son iguales. Luego, así como el sonido se refleja por el choque en las partes sólidas del cuerpo, lo mismo debe decirse de la luz. El mismo Newton (*Óptica* lib. 2º, parte 3ª, proposición 3ª) afirma que la opacidad de los cuerpos se debe a la multitud de reflexiones que se producen en sus partes interiores. Por tanto, la diafanidad no debería comportar ninguna o casi ninguna reflexión de la luz. Pero consta que la mayor parte de la luz se transmite al incidir en un cuerpo diáfano.

Entonces argumento así: o la parte de luz que se transmite es la que incide en las partes sólidas del cuerpo, o es la que incide en sus poros. [p. 150] Si lo primero, estas partes de los cuerpos no impiden la luz, como afirma Newton en la proposición 8ª de la cuestión 31. Si lo segundo, entonces la luz no refleja de estos poros del cuerpo sino al modo como lo haría en las partes sólidas del cuerpo, y por tanto la reflexión de la luz se produce por impacto en las partes sólidas del cuerpo. Lo mismo debe decirse de la refracción de la luz, es decir, que ella no surge de una fuerza de atracción, ya que tal fuerza nada puede explicar, ni se ha probado suficientemente.

Expuestas y criticadas las teorías de los filósofos acerca de la reflexión y refracción de la luz, es necesario volver a nuestra hipótesis, para dar cuenta de este notable fenómeno. Para entenderlo más fácilmente adviértase que el cuerpo más dilatado consta de poros más amplios que un cuerpo más denso. Los poros de éste son más angostos y pequeños y por tanto no se adecuan a

los poros del cuerpo enrarecido. Adviértase también que el rayo luminoso no se considera en abstracto y carente de toda latitud, sino física y realmente; en este sentido consta de muchas partes o glóbulos dispuestos en serie desde el foco luminoso hasta la superficie del cuerpo.

Por tanto, cuando el rayo luminoso incide oblicuamente en la superficie, por ejemplo del vidrio, como sus poros no concuerdan perfectamente con los poros del aire, necesariamente se retienen en los bordes del poro o en los lados del borde y así se produce un obstáculo por el cual el glóbulo de luz no es transmitido tan velozmente en esa parte del borde del poro. De allí que se retarde algo mientras las otras partes del glóbulo pasan continuamente porque se vierten en el medio más dilatado. Así ese glóbulo se vuelve sobre su propio eje, tomando otra dirección y se acerca a la perpendicular. Esto puede explicarse con el siguiente ejemplo: imagínate un carro cuyas ruedas se muevan a igual velocidad, párese una de las ruedas, o no se mueva a igual velocidad mientras las otras continúan rodando con el mismo ímpetu; el carro modificará su curso necesariamente, de tal modo que, si la otra rueda recupera de nuevo su impulso y todas se mueven después igualmente, cambiará la dirección. Lo mismo sucede en nuestro caso.

Cuando el rayo de luz pasa de un cuerpo denso a otro más dilatado, refracta abandonando la perpendicular, por la misma razón. Pues el glóbulo que emerge del cristal al aire lo alcanza según un lado suyo; como pasa a un medio más enrarecido, se moverá más velozmente, mientras las otras partes del glóbulo contenidas en el vidrio se demoran algo por la densidad de éste. De allí que el globo haga alguna rotación, volviéndose sobre su eje, continuando después el movimiento iniciado por una línea más separada de la perpendicular que aquella que [p. 151] debía seguir si continuara en línea recta con el foco luminoso.

De aquí se deduce la razón por la cual el rayo que incide perpendicularmente de un medio a otro de igual o distinta densidad, no sufre refracción. Pues en este tránsito o los glóbulos de luz inciden en los poros, o en las partes sólidas del cuerpo. Si lo primero, el rayo luminoso debe seguir

la serie recta de los poros que corresponden al poro de la superficie, pues no hay razón de que abandone esa vía para seguir otra. Si lo segundo, entonces el rayo luminoso necesariamente se refleja por el impacto en el corpúsculo o parte sólida del cuerpo, y entonces se refleja por la misma vía en que venía, es decir que el rayo se refleja perpendicularmente y sigue irrefracto.

Aquí urge la segunda parte de aquella objeción anterior: por qué, si la luz es cuerpo o sustancia corpórea, padece refracción distinta que los demás cuerpos. Pues el globo de marfil que pasa del aire al agua refracta de la perpendicular, y al contrario si pasa del agua al aire. Pero la luz sigue una ley opuesta de refracción, como es evidente. Por tanto, o la luz no es cuerpo, o no observa las leyes de refracción de los cuerpos. Respuesta: nosotros no hemos probado que la luz sea una sustancia corpórea por el hecho de que en su refracción siga ésta o aquella vía, sino solamente que refracta como los otros cuerpos cuando pasa de un cuerpo a otro de distinta densidad, lo cual por cierto no puede convenir a la cualidad propiamente tal.

La razón por la cual los demás cuerpos –por ejemplo los globos de marfil– al incidir de un medio dilatado en otro denso refractan su movimiento, es que como todo cuerpo pesado pesa menos en el agua que en el aire, por la mayor gravedad de aquella, lo sostiene algo y en cierto modo impele hacia arriba al cuerpo sumergido. De esto se deduce que un cuerpo más pesado y sólido sufre menor refracción al apartarse de la vía recta refractando, que un cuerpo más leve. Si se arrojara un globo de bronce padecerá poca refracción al ingresar en el agua. En cambio, si se sumerge una madera en agua forma una línea curva y poco después del ingreso sube a la superficie por la razón antedicha. Esto no sucede con la luz porque es una sustancia muy distinta a la de los demás cuerpos y por eso hay reglas distintas para su refracción.

[p. 152] **Cuestión II: ¿En qué consiste la diafanidad y opacidad de los cuerpos?**

Nadie desconoce que la diafanidad ha sido explicada de varios modos de acuerdo a las múltiples y variadas teorías dadas por los filósofos acerca de la naturaleza de la luz. Antes de adecuar la noción de diafanidad a nuestra definición de luz, debemos anteponer algunas consideraciones. Primero debe advertirse que diáfano, traslúcido y transparente es lo mismo, y es todo aquello **que permite el libre trayecto del rayo luminoso**; al contrario, **opaco es lo que no permite el paso de la luz**. Por tanto, un cuerpo diáfano interpuesto entre el ojo y un objeto cualquiera no impide su visión; en cambio lo opaco proyecta sombra en contrario.

La dificultad es por qué el cuerpo diáfano no impide la visión de otro objeto, o sea, qué disposición debe tener para permitir y no impedir en sí el paso de los rayos luminosos. Para resolver esta dificultad debe advertirse, en segundo lugar, que un cuerpo, sea diáfano u opaco, consta de innumerables poros, aunque parezca solidísimo. Esta multiplicidad de poros parece increíble a casi todos, pero hay que persuadirse de ella en virtud de muchas experiencias. Primero porque aun con ellos puede aplanarse la superficie de los cuerpos, lo cual se ve en que, aunque aplanadas en los cuerpos, pueden adherirse entre sí como lazo.

Las plantas tienen poros incluso perceptibles al sentido, que se manifiestan cuando fluyen humores de sus despojos. Una rama verde encendida en una parte, arroja humo y líquido por la otra; un recipiente en que se haga vino no contiene agua; en los animales el sudor indica los poros. Y en general todo lo que exhala vapores o de donde ellos se extraen, tiene numerosos poros. El mercurio contiene materia sutil en sus poros, lo cual de nuevo se reabsorbe; y así en otros muchos experimentos. Pasemos a explicar la esencia de la diafanidad y la opacidad.

Conclusión. “La transparencia o diafanidad del cuerpo consiste en la multiplicidad de poros ordenados en línea recta y en serie al modo como se

difunde el rayo luminoso, de tal manera que el orden de los poros y el de los rayos lumínicos se acopla perfectamente y no se obstaculiza”. Al contrario, la opacidad consiste en la multiplicidad de partículas, enredadas [p. 153] y mezcladas, y por tanto obstaculizadas. Esta conclusión no es ajena al pensamiento de Aristóteles, que en las secciones 11 y 23 de los *Problemas* afirma que [la luz] puede pasar por los humores del ojo porque tienen meatos pequeños, apretados y continuos, de modo que en nada impiden la visión.

Se confirma la conclusión, pues supuesta ella se explica perfectamente por qué la luz, siendo una sustancia corpórea compuesta de elementos pequeñísimos, penetra las partes del cristal sin ninguna otra introducción. También explica por qué no todos los rayos lumínicos incidentes en lo diáfano lo atraviesan, sino que algunos retroceden y otros iluminan la parte opuesta, lo cual no puede explicarse en la hipótesis de los Peripatéticos. Supuesta la coordinación de los poros, esto se entiende claramente: no todos los rayos luminosos pasan por los poros, sino que algunos inciden en las partes sólidas y retroceden por efecto del impacto; de allí que hacen visible al objeto al reflejarse hasta el ojo del observador.

Además, se confirma la conclusión porque si se cambia o se perturba la serie recta y la coordinación de los poros, el cuerpo diáfano se vuelve opaco; luego consiste solamente en la rectitud de la serie de poros, etc. Prueba del antecedente: hay muchos y conocidos experimentos. Primero: si se muele un vidrio perfectamente diáfano en polvo finísimo, se torna opaco y blanco; también, si se mezcla mucha agua con aire se produce espuma. En ambos casos hay mezcla de las partículas y perturbación de los poros; por tanto, las estructuras de las partículas del vidrio o del agua se tornan mutuamente incongruentes, interpoladas, angulosas o curvas. Como el vidrio era diáfano se deduce que antes tenía sus partículas dispuestas de diversa manera que producían esta continuidad o serie perfectamente ordenada, lo cual también se ve en la rotura o sección del vidrio que produce partes pulidas y no ásperas, como la división o fractura de la madera.

Si la manteca se licúa se hace transparente, en cambio en estado sólido es opaca. También la mayoría de los cuerpos viscosos, por su misma viscosidad, tienen partículas mezcladas y poros desordenados. Tercero, el vino, opaco y coloreado, cuando se destila adquiere transparencia, pues la destilación distingue y separa las partículas de las cuales consta, que por ser heterogéneas no pueden formar un plexo, y dirigiéndose por cualquier [p. 154] parte del líquido, obstruyen sus poros. Los químicos observan que los líquidos purísimos, cuando se mezclan se opacan, luego al cambiarse la dirección recta de los poros se suprime la transparencia de los cuerpos. Por tanto ésta consiste en la ordenación de los poros en línea recta, y la opacidad en la perturbación de este orden.

Resolución de objeciones

1ª Objeción. Si la transparencia se debiera a la recta ordenación de los poros, el cuerpo diáfano tendría poros en serie recta en todas sus partes de modo que por todos ellos pudiera pasar la luz. Pero parece imposible que los poros del cuerpo estén distribuidos de tal forma que aparezcan en línea recta por todos los lados del cuerpo, y sin ninguna confusión; luego. Respuesta: esto de ninguna manera es imposible. Pues no es necesario que haya tal orden, sino –como dice el P. Tosca– que las partes del cuerpo diáfano estén dispuestas de modo que se comuniquen para que el orden de las partes sea recíproco, pero no es necesario que se contengan o se encuentren. Por tanto decimos que observando el cuerpo diáfano desde cualquier lado, se ve que sus partes sólidas forman un orden arbolado. De allí que los poros del mismo resulten dispuestos a modo de vías y sendas entre éstos árboles, imitando su estructura.

2ª Objeción. Si el cuerpo traslúcido constara de innumerables poros dispuestos en orden recto por los cuales pasaran los rayos luminosos en línea recta, en este cuerpo diáfano no podría verse; luego. Prueba del antecedente: no habría ningún rayo de luz que reflejara desde el diáfano hasta el ojo; pero si no hay reflexión de la luz no puede verse un cuerpo visible, luego. Respuesta: la multitud de poros del cuerpo diáfano no elimina la multitud de

partes sólidas que se encuentran mutuamente reunidas en el cuerpo traslúcido, y que la luz no puede atravesar. Por tanto la reflexión de los rayos luminosos se produce por su impacto en ellos y así puede verse en un medio transparente.

Réplica: supuesta esta explicación sería necesario que en un papel blanco en el cual inciden los rayos luminosos que pasan por el cristal se produzca una sombra. Esto es evidente: si se expone al sol un tamiz, los rayos que pasan por sus orificios no continúan [la luz] sino que entre sí se produce sombra; luego, etc. Niego el antecedente y la última consecuencia, o distingo el primer antecedente: si la sombra es insensible, lo concedo; perceptible a los sentidos, lo niego. Pues debe explicarse de distinto modo el efluviio de los rayos sutilísimos e insensibles [p. 155] y el tamiz expuesto al sol. Las partes sensibles del tamiz son sólidas y a causa de la reflexión de los rayos en estas partes sensibles, se forma sombra en la opuesta. Pero las partes sólidas del cristal, así como sus poros, como son pequeñísimas y escapan a nuestros sentidos, no pueden producir una sombra sensible en el papel, y si causan alguna, el resplandor de los rayos luminosos la suprime totalmente o la disminuye mucho.

3ª Objeción. En nuestra posición todos los cuerpos livianos deben ser más transparentes que los pesados; pero esto es contrario a la experiencia; pues una tabla es más liviana que el vidrio y no es más transparente, sino que es opaca; luego. Prueba de la mayor: el cuerpo liviano tiene mayor abundancia de poros y estos son más amplios que los del cuerpo pesado, porque facilitan el paso de la luz; luego. Respuesta: lo diáfano no se constituye por la multitud de poros, sino por su disposición en línea recta. Por lo cual Aristóteles, en la sección 11 de los Problemas, problema 61 – citado por el P. Almeida– dice: *por esta misma causa, también puede verse a través del vidrio, que es densísimo, y no se puede a través de la esponja que es más porosa y liviana, pues en uno los meatos se corresponden y en la otra varían; tampoco ayuda que los meatos sean amplios, si no están dispuestos en línea recta.* El filósofo no podría ser más claro en esto: un cuerpo es

poroso por la multitud de poros, y es diáfano cuando estos poros están ordenados en serie recta desde la superficie hasta el extremo.

4ª Objeción. La serie recta de los poros se perturba a veces y cambia sin que por eso el cuerpo pierda transparencia; luego en la multiplicidad de poros colocados en línea físicamente recta, etc. Prueba del antecedente: en primer lugar, los poros del agua agitada con movimientos continuos y diversos cambian continuamente de lugar y sin embargo el agua de lluvia no pierde la transparencia. Segundo, si se juntan dos o tres láminas de vidrio, no pierden transparencia y sin embargo es increíble que [en el conjunto] se conserve la serie recta de poros, pues los poros de una lámina debieran corresponder a las partes sólidas de la otra y por tanto aún alterada la serie recta no se pierde la transparencia, por lo cual ésta no se constituye así.

Respuesta: niego el antecedente, y para probarlo afirmo que, aunque el movimiento del agua sea continuo y variado, no impide que sus poros –aun cambiando permanentemente de lugar– se comuniquen entre sí siempre por la misma línea; pues los poros del diáfano son numerosos y uno sucede a otro continuamente en el lugar y aunque haya movimiento perturbado no pierden la línea recta. Y así la luz se transmite por ellos desde la superficie del agua hasta [p. 156] el fondo. Además el agua revuelta o muy agitada pierde más o menos la transparencia. Si se agita velozmente con el dedo el agua de un vaso, el fondo se percibe poco o nada y esto porque de algún modo se ha alterado la disposición rectilínea de los poros.

Además, aunque se conceda que no hay poros en serie recta, nada se sigue contra nuestra posición. Pues pienso que los fluidos no tienen una tan perfecta rectitud y coordinación de los poros, sino que quizá carecen en parte de ella, principalmente cuando se mueven con una agitación violenta. Pero como estos cuerpos constan de partículas casi sin nexo, o si tienen alguno es fácilmente soluble por obra de las partículas de luz, si algunas partículas obstruyen la serie recta de poros, se aleja a la luz de la vía recta y así se propagan los rayos en tales medios fluidos.

En cuanto a lo segundo, en la misma objeción es clara la solución. Si se unen siete u ocho láminas de vidrio en un conjunto, todo este agregado se presenta opaco, porque se altera el orden de los poros por la multitud de láminas, y los poros de la primera se corresponden con las partes sólidas de la segunda, tercera y demás láminas, lo que hace que los rayos no pueden atravesarlas. Luego, si la unión de tres láminas permite fácilmente el paso de la luz, evidentemente puede pensarse que sus poros son rectilíneos, aunque no todos sino algunos sean obstruidos por partículas, y de aquí que la luz atraviesa este agregado de tres láminas algo alterada y menos clara, habiendo perdido en consecuencia este conjunto algo de transparencia.

5ª Objeción. La opacidad de los cuerpos debe explicarse por las partes heterogéneas o de diversas materias que existen en ellos y que tienen diferente poder de refractar, por lo cual los radios luminosos incidentes refractan de diverso modo; luego la transparencia de los cuerpos se debe a esta composición de las partículas y no a la serie recta de los poros. Prueba del antecedente: hay muchas experiencias. Primero, cualquier líquido, por más transparente que sea, si es sacudido o agitado hasta formar espuma se torna opaco, porque entre las partículas del líquido se introduce mayor cantidad de aire que tiene menor poder de refracción que el líquido. También por esta razón las nubes son opacas, aunque el aire y el agua sean transparentes. Segundo, si se mezclan el aceite y el agua pierden transparencia debido a la diferente capacidad de refracción.

Tercero, por la misma razón, [p. 157] si se mezcla trementina – transparente– con agua se vuelve opaca. Cuarto, la nieve es opaca debido a las partículas de aire contenidas en el agua. Quinto, el vino puro, sobre todo el tinto, tiene poca transparencia por la mezcla de partículas más heterogéneas y gruesas. Pero si se destila, se separan las partículas más sutiles y homogéneas –que constituyen el espíritu del vino– de las heterogéneas, las cuales refractan la luz y el conjunto se hace transparente. Luego la opacidad de los cuerpos se debe a la mezcla de partículas de diversa capacidad refractante.

Respuesta: Newton, de quien es la objeción, no alcanza a probar suficientemente la fuerza atractiva de los cuerpos, de la cual surge –en su teoría– la mayor o menor refracción de los rayos luminosos. Pues esta fuerza es una cierta cualidad oculta, cuya esencia física se nos oculta. Pero suponiendo que en todo cuerpo haya una fuerza atractiva o repulsiva de la luz, todavía Newton tiene que explicar por qué un cuerpo refracta los rayos luminosos más que otro. Pues no hay ninguna experiencia por la cual podamos discernir que las partículas de un cuerpo tienen determinado grado de capacidad refractaria, y no otro. Por tanto no debe recurrirse a este principio newtoniano, sobre todo porque todos los experimentos mencionados se explican perfectamente según nuestro concepto de diafanidad.

Con respecto al primero, todo líquido, por más transparente que sea, se torna opaco cuando se agita con gran rapidez no porque se introduzca aire en sus poros, pues éste es también diáfano y no puede impedir el paso de los rayos luminosos, sino porque a causa del movimiento y la agitación se pierde totalmente la recta serie de poros que antes tenía y gracias a la cual las partículas luminosas pasaban fácilmente; al contrario, sacudidas y agitadas con fuerza adquieren ímpetu y resisten a los rayos luminosos. Segundo, las nubes son vapores acuosos compuestos como plexo de variados filamentos y se forman de vapores en los cuales se encuentran corpúsculos de diversas materias y quizá tengan mucho nitro mezclado. Por tanto la opacidad de las nubes se debe a la diferente estructura del plexo de partículas y a la obstrucción de los poros por partículas heterogéneas. Por esta razón los vapores así reunidos se oponen a la luz diurna y obstaculizan la dirección de los rayos solares.

Tercero, el aceite y el agua mezclados pierden la transparencia, porque se obturan los poros de ambos con partículas sólidas: los poros del agua con las partículas de aceite y a la inversa, [p.158] y ni las partes del agua ni las del aceite pueden ceder a la luz, porque al mezclarse adquieren espesor y resisten a ella. Por la misma razón la trementina, que es clarísima, se vuelve opaca al mezclarse. Cuarto, la nieve es opaca porque se compone de partes

esféricas de hielo, y un glóbulo se coloca sobre dos o tres formando un cúmulo granuloso, de modo que, si bien subsisten los meatos, no pueden formar una línea recta.

Quinto, pienso que el vino puro tiene poca transparencia por la mezcla de partículas más espesas y no porque ellas tengan diversa capacidad refractaria, sino porque obturan los poros del vino. Por eso si el vino se destila, estas partículas readquieren la ordenación de poros en línea recta y permiten el libre paso de los rayos luminosos. Por tanto basta la rectitud de los poros para explicar perfectamente todos los fenómenos de diafanidad y opacidad.

Cuestión III: ¿Qué debe decirse de la teoría de Newton sobre la luz?

Al escribir sobre la constitución de la luz en el sistema de Newton, no es necesario tratarlo en extenso sino brevemente. Newton, al determinar la naturaleza de la luz supone que el sol es verdadero fuego, lo que demuestra con sucesivas experiencias. Tampoco omite el testimonio de la Sagrada Escritura, que en el Eclesiástico, cap. 43, v. 13 dice: *El sol del mediodía reseca la tierra, despidiendo sus rayos ígneos y refulgiendo sus radios deslumbra los ojos*. De aquí se deduce inmediatamente que la luz surge del sol o de otro cuerpo luminoso como de una fuente, y que su natura consiste en corpúsculos purísimos y movilísimos de fuego, irradiados desde el cuerpo luminoso.

Esto se prueba con conocidos y evidentes experimentos. Consta que los rayos luminosos reunidos en un espejo cóncavo o en alguna lente muestran mayor fuerza ustoria que nuestro fuego: no hay ningún cuerpo por duro que sea, e incluso cuando resista la violencia del fuego encendido en sus concavidades, que no ceda al poder de los rayos solares. Pues o se transforma en humo, como el diamante, o se licúa, como sucede con los metales, o se convierte en calor, como sucede con los cuerpos fósiles, o se reduce a una sutil evaporación como pasa con el oro, si se someten a la conjunción de los rayos emitidos por espejos de vidrio de composición,

indicada por Newton. Todo esto es referido por el Sr. Taglini en su *Epístola Filosófica*, y se observa [p.159] en un espejo ustorio conservado en la Real Academia. Luego los rayos del sol son fuego. Sea pues.

Conclusión. El sistema newtoniano, según el cual la luz consiste en corpúsculos de fuego purísimo radial emitidos por el cuerpo solar o cualquier otro cuerpo luminoso, no explica mal la totalidad de los fenómenos lumínicos. No podemos aclararla mejor sino exponiendo las objeciones más importantes y las respuestas de los newtonianos.

1ª Objeción. Estos corpúsculos ígneos fluyen del sol y de los demás cuerpos luminosos. Y aunque no podemos precisar qué cantidad de corpúsculos ha perdido el sol durante todos los siglos transcurridos desde el inicio del mundo hasta ahora, ciertamente la sustancia del sol debería haberse agotado o al menos disminuido notablemente. Luego la naturaleza de la luz no puede ser este efluviio de partículas solares. Los newtonianos responden que las partículas ígneas emitidas por el sol son sutilísimas y tenuísimas, por lo cual debido a tal efluviio el sol no disminuye sensiblemente, así como sucede con la exhalación odorífica, pues una bolsita aromática conserva su olor ambarino por muchos años sin disminuir sensiblemente, así también el grano de almizcle exhala durante muchos años un fuerte olor sin disminución notable, aunque no se produzca olor sin emisión de corpúsculos.

E incluso si el sol hubiese disminuido su diámetro, ¿por medio de qué lentes podría detectarse esto a tanta distancia y teniendo en cuenta la enorme masa solar? Además, los newtonianos dan otro argumento: dicen que el sol es centro de luz y por tanto vuelve a recibir esos corpúsculos ígneos emitidos por él, pues los efluviios ígneos circulan como los vaporosos. Así como el mar no decrece por los vapores continuamente exhalados porque ellos vuelven allí, así tampoco el sol disminuirá por el permanente efluviio de luz, ya que los corpúsculos dispersos en la atmósfera vuelven al sol como a su centro.

2ª Objeción. Si la luz fuese un efluvio sutil emanado del sol hasta la tierra, no se propagaría instantáneamente; pero la experiencia muestra que la luz se propaga instantáneamente; luego. Prueba de la mayor: la luz no puede propagarse sino por movimiento local, pero tal movimiento no es instantáneo; luego. Responden los newtonianos concediendo la menor en sentido físico, pero no [p. 160] en sentido metafísico, pues por el brevísimo tiempo que transcurre físicamente y en cuanto a nosotros, parece que la difusión de la luz desde el sol fuese instantánea. Aunque conste por numerosas experiencias que la luz se difunde celerísimamente, no hay ningún argumento o experimento que muestre claramente que suceda en un instante del tiempo. Pues no hay quien muestre que el momento temporal en que vemos el sol es el mismo en que el sol efectivamente sale de oriente. Ciertamente vemos el astro cuando sus rayos impresionan nuestros ojos, pero es totalmente incierto si el momento en que esos rayos impresionan nuestros ojos es el mismo en que el sol sale de oriente.

Al contrario, los newtonianos suelen proponer muchas experiencias que muestran la propagación sucesiva de la luz, y el caso más conocido es la inmersión y emergencia de los satélites de Júpiter en su sombra, que se produce más rápida o más lentamente según la distancia entre la tierra y Júpiter: cuando la tierra está más alejada de Júpiter, el eclipse de los satélites o cumplimiento del período es más lento, y más rápido cuando la tierra está más cerca, y esta diferencia parece provenir de la distancia a la tierra. Hecho el cálculo, Picard y Roemer estiman que los rayos tardan 10 o 14 minutos en llegar a la tierra, por lo cual la velocidad de la luz resulta 600.000 o 700.000 veces mayor que la del sonido, como demuestran prolijamente Huygens y Newton.

3ª Objeción. Según esta teoría de Newton no puede explicarse de qué modo, quitando el cuerpo luminoso, se extingue allí la difusión de la luz; luego. Prueba del antecedente: los corpúsculos ígneos introducidos en una habitación, no retornan al sol cuando se cierra la ventana y tampoco perecen, por tanto deberían iluminar y no extinguirse. Los newtonianos responden que, así como cerrado el paso de la fuente cesa la afluencia de agua, y si

retrocediera el mar cesaría la exhalación de vapores, lo mismo cuando la luz retrocede se dice que se extingue. Además, los newtonianos afirman que la luz consiste en corpúsculos de fuego muy móviles, es decir, dotados de un vivísimo movimiento; pero cuando se suprime la fuente luminosa cesa el movimiento de los corpúsculos y no hay más luz sino oscuridad.

4ª Objeción. Sucede a veces que andando de noche se percibe una tenue luz en alguna casa [p. 161] a la cual sólo se llega luego de varias horas de marcha; pero resulta increíble que esa pequeña y débil lámpara emita tal cantidad de corpúsculos como son necesarios para llenar la esfera de espacio en la cual puede verse esa luz, luego. En segundo lugar nuestro aire sería mucho más denso que su espesor inicial pues sus poros y vacuolos se llenarían de partículas ígneas. Además, el aire diurno sería más denso que el nocturno tenebroso, y entonces un cuerpo grave descendería más velozmente a tierra de noche que de día debido a la mayor o menor resistencia del aire según su mayor o menor densidad.

A lo primero los newtonianos responden que todo foco luminoso tiene su esfera de actividad, que es aquella distancia hasta la cual puede llegar la luz. No es increíble que una lámpara, por pequeña que sea, pueda emitir muchísimos corpúsculos, pues como estos son sutilísimos y dotados de un movimiento velocísimo, pueden ser irradiados por el cuerpo luminoso sin que éste padezca una disminución sensible. Tampoco hay ninguna dificultad en que un pequeñísimo grano de incienso conserve durante muchos años un suavísimo olor exhalado hasta determinada distancia por efluvio continuo de partículas sin disminuir sensiblemente.

Con respecto a lo segundo, niegan que nuestro aire sea más denso a causa de la continua introducción de partículas solares. Pues, como se ha dicho, estos corpúsculos son mucho más sutiles que nuestros sentidos y carecen de gravedad sensible por lo cual no son aptos para provocar una condensación sensible del aire ni aumentar su gravedad. Por eso un cuerpo pesado descende con igual velocidad de día y de noche, salvo que (por otras causas) el aire nocturno resulte más pesado. Además, esos efluvios luminosos que

salen del sol vuelven a él, como a un centro, lo mismo que el vapor vuelve continuamente al mar de donde sale. Por tanto estos corpúsculos no pueden condensar sensiblemente el aire.

Última objeción. Si la luz fuese un efluvio sutil, en los casos de refracción y reflexión, cuando muchos rayos se unen en el mismo lugar, se produciría una penetración de cuerpos; pero es físicamente imposible penetrar los cuerpos; luego. Responden: no en el mismo lugar en sentido metafísico, sino [p. 162] en sentido físico sucede la reunión de esos rayos; es decir, están tan próximos que físicamente parecen estar en el mismo lugar, como la ceniza y el agua, cuando se echa ésta en un vaso lleno de ceniza. Pueden presentarse otras objeciones contra esta teoría, que se resuelven fácilmente de acuerdo a lo dicho.

Cuestión IV: ¿En qué consiste formalmente la natura física de los colores considerados en general y en particular?

Nos ocuparemos de los colores en el último lugar de esta parte, para explicar su natura en cuanto nos sea posible. En esta cuestión –como en otras– nos urge la gran divergencia de los filósofos, pero que pueden reducirse fácilmente a dos líneas principales. Hay quienes no distinguen entre luz y color, mientras que otros afirman lo contrario. Los filósofos modernos en general mantienen la primera opinión, mientras que los antiguos sostuvieron otras posturas. Epicuro, según Plutarco, en el Libro sobre los Colores, num. 1º, decía que no hay colores inherentes a los cuerpos, sino en cierta relación al orden visual y a lo captado. Según esta opinión, pues, los colores no son sino modificaciones de la luz, de modo que según los diversos modos en que la luz retrocede, refracta o refleja de los objetos corporales, produce diversas vibraciones en nuestros ojos e impresiona como variedad de colores.

Explicando esta teoría los filósofos modernos disienten mucho entre sí, al exponer de qué modo la reflexión y refracción de la luz puede producir los colores. Sin embargo pueden distinguirse dos géneros de color: unos se

llaman **permanentes**, porque son siempre iguales en los cuerpos y no sufren ningún cambio por causa de la luz, como la blancura del papel o el negro de la tinta. Otros son **transeúntes**, porque no son visibles en el objeto o cuerpo al que tornan coloreado sino desde cierto y determinado sitio y lugar sea del cuerpo lúcido, del iluminado o del ojo perceptor. Si se cambia esa disposición de situación o distancia cesa el color, como es claro en el arco iris y en el prisma.

Aceptando esta división de los colores, Kepler y otros enseñaron que el color permanente [p. 163] es luz o fuego colocado y conservado en el cuerpo coloreado, que adquiere las apariencias de diversos colores a causa de la diversa mezcla de opacidad y diafanidad. Establecieron además esta diferencia entre los colores permanentes y los transeúntes: aquellos son luz ingénita, estos son luz extraña y adventicia. Sin embargo es fácil impugnar esta teoría: si los colores permanentes son fuego coacervado, donde hubiese más fuego interno el cuerpo debería ser más blanco. Pero esto es falso, como lo prueba el polvo de nitrato, que es negro y sin embargo tiene mucho fuego interno. Luego el color no consiste en un fuego interior a los cuerpos.

Renato Descartes considera que la variedad de colores surge del movimiento recto y circular de los glóbulos del segundo elemento y de sus modificaciones; así, el color rojo aparece si dichos glóbulos se mueven con mayor velocidad alrededor de su centro que en línea recta. Si la velocidad de impulso en línea recta y de giro sobre sí mismos es igual, aparece el amarillo. Si son impelidos en línea recta con mayor velocidad que la del giro sobre el propio eje, aparece el color azul. Así, de acuerdo a la diversa combinación del movimiento circular y el recto se explican los restantes colores, de tal modo que, según Descartes, todos los colores se deben a la combinación de los movimientos recto y circular de la luz.

Como dice Pourchot en la Primera Parte de la *Física*, Sección 4^a, cap. 4^o, aunque tal explicación de los colores muestre un notable ingenio, no puede conciliarse fácilmente con los experimentos. No se explica de qué modo esa materia o glóbulos del segundo elemento, girando con fuerza, puede

reflejarse ordenadamente igual por la misma línea por la cual impactó en el objeto, desde éste hasta el ojo. Además, un mismo objeto no puede adecuarse simultáneamente a dos movimientos contrarios, y por tanto ¿cómo no se confunde el movimiento de los glóbulos cuando entran muchos en el ojo? Finalmente los cartesianos deberían explicar por qué la luz no forma algún color sensible cuando se refleja en un espejo. En vano Rohault intenta defender el sistema cartesiano de los colores, pues no puede explicar la experiencia común. Por tanto no se debe adherir a este sistema.

[p.164] Los Peripatéticos piensan de modo distinto: admiten colores reales en las cosas mismas y en los cuerpos, distintos en su configuración, como ven que algunos cuerpos perseveran en su color y que cualquiera sea la figura que se les imponga siempre lucen el mismo color. Así dos mármoles diversos exhibirán el mismo color, aunque se los pule cuidadosamente dándoles una superficie plana similar. También el mármol blanco conserva ese color cualquiera sea la figura que se le dé. Pero esta teoría de los Peripatéticos debe rechazarse por lo que se dijo en la cuestión sobre la luz: no podemos admitir en los entes físicos cualidades accidentales entitativamente distintas de los cuerpos. Esto suena más a elucubración metafísica que a investigación física.

Entre las últimas teorías de los filósofos acerca de la natura de los colores, la más célebre en nuestra época es la teoría de los colores de Isaac Newton, el inglés. Enseña Newton que los rayos luminosos no son homogéneos sino heterogéneos y tienen diversos colores según la diversa clase de aquella heterogeneidad. Es decir, que en sí tienen diferente disposición de modo que provocan diferentes sensaciones de color. De aquí que cada color tenga sus propios rayos y cada rayo tenga su color propio fijo y determinado. Por esto, de la diversa disposición de los rayos resultan las variadas sensaciones de color que percibimos.

Esta disposición no es sino la mayor o menor refractibilidad y reflexibilidad de los rayos luminosos, que se consideran intrínsecas a los mismos. Por lo cual la luz resplandeciente forma el blanco por la mezcla de

todos los colores en debida proporción. Pero si todos los rayos mezclados se separan por un prisma, cada rayo exhibe su color determinado, que no puede ser cambiado por ninguna reflexión o refracción.

En esta hipótesis el rayo rojo refracta menos que el naranja, éste menos que el amarillo, éste menos que el verde y así sucesivamente, de modo que el violeta es el que sufre mayor refracción de todos, lo cual demuestra Newton en un clarísimo experimento. Si un rayo de luz que penetra por un pequeño orificio de la ventana incide en la superficie de un prisma de cristal colocado horizontalmente, de tal modo que al entrar y salir forme en la pared opuesta una imagen lumínica del sol a causa de esta refracción, [p.165] en esta figura se ven los siete colores sucesivamente dispuestos, de modo que abajo está el **rojo**, encima de él el **naranja**, después el **amarillo**, luego el **verde**, después el **azul**, luego el **púrpura** y en la parte superior de la figura el **violeta**.

De acuerdo a este experimento, como los rayos luminosos refractados en el prisma se dirigen a diversos lugares y no forman una figura circular, sino oblonga, en la pared opuesta, se infiere con evidencia –dice Newton– que no todos los rayos refractan por igual en el prisma, sino que el rojo refracta menos y por eso está en último lugar en la figura, mientras que el violeta refracta al máximo y por eso se dirige al lugar superior de la misma; los colores intermedios, a su vez, también refractan desigualmente, y el que está más abajo refracta menos que el de más arriba, que padece mayor refracción. Así explica el sistema newtoniano sobre la natura de los colores el P. Corsini, *Física Particular*, Tratado 2º, Disposición 3ª, cap. 17, y el P. Almeida, Tomo 2, Recreación vespertina 6ª, parág. 3ª.

Esta explicación newtoniana sobre la naturaleza de los colores, si bien muy ingeniosa, parece totalmente arbitraria. En primer lugar debe exponerse qué son esos rayos disímiles y cuál es la raíz de su diversidad. Si se dijera que los rayos son distintos por la figura exterior, esto no basta para constituir una diversidad de natura, incluso entre los modernos; por otra parte, la diversidad de la figura externa por sí sola no produce variedad de refracción y reflexión. Si se dijera que los rayos son diversos por la disposición interna

de las partes, pedimos que esto se aclare. Los newtonianos no pueden demostrar con razones sólidas esa diversidad de los rayos, pues los experimentos sólo muestran la diversidad de refracción y reflexión, las cuales pueden deberse a la diferente textura de los cuerpos.

Por otra parte, muchos experimentos contradicen esta hipótesis, pero sobre todo vale este argumento. Si los colores surgieran de la diversa refractibilidad de los rayos luminosos, los rayos semejantes una vez separados conservarían su color. Pero Mariotte, en el Tratado sobre la naturaleza de los colores testimonia haber observado que el color violeta se transformó parte en azul y parte en rojo cuando a una distancia aproximada de 30 pies fue traído por una muesca de dos líneas a otro prisma opuesto oblicuamente; luego los rayos luminosos no son por sí [p.166] coloreados, de lo contrario el violeta aquel que fue antes separado de los otros por el primer prisma, se mantendría constante.

Lo que contesta Wolff (en *Elementos de Optica*, cap. 4º, num. 205, pág. 34 de mi ejemplar): que la primera refracción no fue una separación absoluta de los rayos, no basta para la aclaración de la objeción; los newtonianos deben explicar por qué, si en la primera refracción la separación de los diversos rayos no fue absoluta, se veía tanta cantidad de color violeta. Y también por qué la mezcla de los diversos rayos en la primera refracción no producía color blanco, ya que en la teoría de Newton el color blanco se forma por la mezcla de los diversos rayos. Aquí Legrand, en su *Tratado sobre la opinión*, según se refiere en el *Diario de Comunicaciones de eruditos*, t. 16, observa que el Sr. Mariotte no pudo completar las experiencias de Newton.

Segundo, consta por experiencia –como también dice Newton en el Libro 1º de la *Optica*, parte 2ª, proposición 2ª– que los cuerpos que exhiben una especie de color son idóneos con respecto a todos los rayos de colores, o sea, para la reflexión hacia todos los colores. Pues sean de color blanco, gris, rojo, amarillo, verde, azul o violeta, expuestos a una luz roja aparecen rojos, a luz azul, azules, a luz verde, verdes, y lo mismo en todos los casos. Pero en

la hipótesis newtoniana hay un primer y fundamental principio: que un cuerpo aparece con un determinado color, porque no todos los rayos que inciden en el cuerpo reflejan en el ojo, sino solamente un género de rayos. Como esto es falso, también se desploma necesariamente la hipótesis newtoniana.

Tampoco pueden decir los newtonianos que un cuerpo opaco no refleja sólo sus rayos homogéneos, sino también otros; esto no es coherente con la teoría de Newton sobre el color, pues si ella es verdadera, es necesario afirmar: o bien que los rayos homogéneos no se reflejan desde el cuerpo coloreado, o que si también transportan rayos heterogéneos, son pocos y por tanto poco o nada excitarán a la moción del órgano visivo. De otro modo no habría ningún cuerpo de un color perfecto, por ejemplo perfectamente rojo, si el cuerpo rojo reflejara rayos rojos en gran cantidad, pero también amarillos, verdes, azules, lo que contradice la experiencia. Luego, que –según lo dicho– los cuerpos coloreados a veces pierdan su propio color al ser incididos por otro color [p.167] con el cual aparecen los rayos, no es coherente con el sistema newtoniano.

Tercero, si un cuadro donde se hayan pintado los colores del espectro es iluminado con una luz proyectada por un prisma de vidrio, el color verde cambia a blanco; si se coloca el cuadro más lejos del prisma, entonces el color amarillo desaparece totalmente. Así observó Rizzetti (Libro 1º sobre las Propiedades de la luz, cap. 2º, experiencia 4ª) citado por el P. Ferrari. Luego los rayos coloreados separados por el prisma no retienen constantemente su color.

Si dijeran los newtonianos que el color verde cambia a blanco porque cerca del prisma los rayos verdes se confunden con otros, deberían entonces responder por qué –si todos los rayos se mezclan– sólo el verde cambia a blanco, mientras que los demás colores se mantienen. Además queda por explicar por qué se desvanece el color amarillo cuando se aleja el cuadro, mientras los demás colores se mantienen, ya que en la hipótesis newtoniana cada rayo de distinto color se separa de los otros y los colores más distintos

prevalecen, por ello el espectro refracta más lejos del prisma, pero en la experiencia mencionada sucede lo contrario.

Cuarto, el P. Juan Bautista, de la Congregación del Oratorio, en la 2ª parte de su *Filosofía*, Libro 3º, cap. 10, parág. 1ª, testimonia haber observado que los rayos coloreados no conservan, sino que más bien pierden su color. Además, que por reflexión de un solo rayo se forma perfectamente el blanco; por lo tanto se derrumba el sistema newtoniano. El antecedente se demuestra con un experimento cuidadosamente hecho por él mismo, y que es el siguiente: sepárense con un prisma los rayos luminosos coloreados; a una distancia de 20 pies del prisma (donde Newton supone que los rayos luminosos ya se han separado perfectamente entre sí) colóquese un papel oscuro, oblongo y totalmente opaco, en cuya parte inferior tenga abierta una ranura por la cual sólo pase la parte inferior del rayo rojo hacia la parte opuesta. Luego, a cierta distancia del papel únanse esos rayos con una lente convexa de ambas partes, transmitiéndose por ella adentro de una caja por un pequeño orificio cuidadosamente hecho.

La parte inferior de la caja se cierra con un papel blanco y se coloca en un lugar oscuro donde no puedan entrar los rayos luminosos salvo el rayo rojo introducido por el lente. Hecho esto, el citado autor observó mirando por un pequeño agujero hecho en la parte opuesta de la caja, [p.168] que su interior iluminado por el rayo rojo no cambiaba su color blanco en rojo sino que lo mantenía. De este experimento se concluye suficientemente que la luz de un solo color puede cambiar en otros y se demuestra además que el blanco no se compone de los otros colores heterogéneos. Todo esto refuta el sistema newtoniano cuyo principio fundamental es que un rayo luminoso separado de los otros heterogéneos, conserva su propio y determinado color de modo que no puede cambiar por ninguna reflexión o refracción.

Lo dicho del rayo rojo, sucede también en el amarillo y el verde, como testimonia haber observado el P. Juan Bautista; cuando se introducía cualquiera de ellos en la caja se apreciaba el color blanco, y si un poco más oscuramente, era porque estos rayos tienen menos luz. En cambio el color

azul traspasaba algo de su color al papel blanco. Por tanto el mismo argumento puede formularse en relación a los demás rayos y en consecuencia pueden cambiar el color. Luego la teoría newtoniana no es sostenible. Consúltese al P. Juan Bautista en el lugar citado, donde presenta muchas objeciones contra los newtonianos, de las cuales puede concluirse que la natura de los colores no se constituye por la intrínseca heterogeneidad de los rayos.

[...]

Conclusión. Los colores considerados en general consisten formalmente en la diversa combinación y modificación de los rayos luminosos, surgidas de la diversa figura y textura de las partes de la superficie del cuerpo coloreado. Así piensan los PP. Juan Bautista, Tosca, Almeida, Corsini y otros muchos modernos.

[...]

Resolución de objeciones

[p. 175] **5ª Objeción.** Los colores son intrínsecos a los rayos luminosos, y por tanto los colores no se forman por su modificación en la superficie externa de los cuerpos. Prueba del antecedente: un papel blanco, cuya superficie es apta para producir el color blanco, si se pone en una luz verde, aparece verde, si la luz es azul, azulado, si es roja, rojizo, sin que aquella superficie pueda modificar de ningún otro modo los rayos coloreados. Luego los colores son intrínsecos a dichos rayos. Así arguye [p,176] Wolff de acuerdo a la teoría de Newton. Respuesta: Newton afirma indebidamente que cada rayo posea su propio y determinado color, pues muchas experiencias demuestran que los rayos luminosos cambian el color al pasar por un prisma vítreo, induciendo en el cuerpo un color diverso, como se ha mostrado suficientemente con los experimentos muy cuidadosos realizados por Mariotte y el Padre Juan Bautista.

Insisten sin embargo: los rayos luminosos introducidos en el prisma vítreo no padecen igual refracción, sino que el rayo violáceo refracta más que los otros, mientras que el rojo sufre menor refracción. Pero la diversa refrangibilidad es intrínseca a los rayos. Luego también lo es el color, que surge de la diversa refracción. Prueba del antecedente: la diversa refrangibilidad no proviene del vidrio, porque éste modificaría a todos los rayos luminosos de igual modo; luego es intrínseca a los rayos.

Respuesta: concedo la mayor, pero niego la menor, pues hasta ahora los newtonianos no han aducido ninguna razón probatoria de que la diversa refrangibilidad de los rayos luminosos y su diverso color provenga de su natura intrínseca. Si esto fuese verdad, siempre que un rayo luminoso se refractara, formaría diversos rayos coloreados, lo cual es contrario a la experiencia. Pues los rayos luminosos primeramente pasan por el éter y luego por el aire más denso, cuando nos llegan desde la luna, y necesariamente refractan, sin que muestren ningún color.

La razón por la cual el rayo violáceo al pasar por el prisma refracta más que los otros, y el rojo menos, es que el violáceo consta de menos rayos luminosos y muy debilitados, por lo cual fácilmente se aparta de la línea de su movimiento; lo contrario del rayo rojo, que posee movimiento más vívido porque consta de más rayos luminosos. La experiencia ha demostrado que un móvil se aparta tanto menos y más difícilmente de su primera dirección, cuando mayor y más fuerte sea el movimiento; y el rayo rojo se mueve más fuertemente que el violáceo. Por eso también es claro que el rayo rojo impresiona la vista más fuertemente que el violáceo. Lo mismo debe decirse de los demás colores.

6ª Objeción. Según la teoría de Newton, si por ejemplo, un rayo rojo separado de los otros por el prisma, se transmite solo a través de un agujero en un papel y después incide en otro prisma en el cual de algún modo refracte, no cambia su color, sino que aparece siempre rojo. Luego los rayos heterogéneos [p.177] separados no cambian por ninguna refracción y en consecuencia no alteran de color por una nueva combinación de rayos.

Además, si un rayo rojo se hace pasar por una lente verde, aunque incida en una superficie apta para reflejar rayos verdes, no cambia su color, sino que aparece siempre rojo. Lo mismo sucede con los demás rayos. Luego es lo mismo que antes.

Respuesta. Este argumento es decisivo contra Newton: el cuerpo verde constante no sólo refleja los rayos verdes sino también otros rayos coloreados, o no. Si lo primero, entonces todos los rayos coloreados simultáneamente incidentes en un cuerpo producirían el color blanco, pues en el sistema newtoniano el cuerpo blanco resulta de la reflexión de todos los rayos mezclados entre sí; y entonces todos los cuerpos aparecerían blancos. Si lo segundo, esto es, si un cuerpo sólo puede reflejar un rayo de determinado color, un cuerpo verde, en cuya superficie incida un rayo rojo, no aparecerá rojo sino siempre verde; y así un rayo rojo transmitido por una lente verde cambiará totalmente su color adquiriendo uno distinto, lo cual es contrario a la experiencia de Newton.

Al argumento debe responderse (si se lo acepta, pues Mariotte y Rizzetti ya citados observaron lo contrario) que el rayo luminoso transmitido a través del prisma no cambia de color, aun cuando pasara también por otro prisma, no porque dicho rayo tenga por natura determinado color, sino porque la superficie del segundo prisma no puede alterar la modificación ya inducida por otra causa similar, ya que el segundo prisma, así como el primero, es de vidrio purísimo. Esto es similar al caso del movimiento del aire causante del sonido. Pues, aunque el sonido de un cuerpo pueda atribuirse a cierta modificación del aire en la cual consiste específicamente el sonido, sin embargo esta modificación inducida por una causa no puede ser totalmente destruida por otra, induciendo una nueva modificación. Pero como el rayo de luz transmitido por el primer prisma, adquiere una modificación apta para producir el color rojo, ésta no puede ser destruida por el segundo prisma debido a la similitud de las causas.

Respecto a lo segundo hay que proceder del mismo modo. Así, aunque la luz afectada al color verde tenga fuerza como para transmitir su color a otros

rayos luminosos carentes de todo color, no tiene fuerza suficiente como para destruir la modificación que posee un rayo ya separado de los otros, por cuya determinación [p.178] resulta tal color, al modo como alguna potencia que puede inducir en el aire cierta modificación, puede destruir una modificación similar hallada en el aire. Con lo cual ya quedan resueltos de este modo los argumentos newtonianos.

[...]

[p. 178] Cuestión V: Exposición de los principales aspectos del sistema newtoniano sobre la natura de los colores

En la cuestión anterior explicamos y rechazamos el sistema newtoniano sobre los colores, exponiendo lo que parece más verosímilmente ser la natura física de los colores. Pero para tener una idea [p.179] más clara y distinta, es necesario analizar los puntos principales de este sistema, así como también es muy útil observar los argumentos newtonianos y exponer las experiencias, adhiriendo sinceramente a sus respuestas con nuestros argumentos; con todo lo cual os veréis más obligados hacia la verdad común. Por mi parte procuro satisfacer en cuanto puedo vuestra curiosidad sobre todos los temas.

Newton editó en 1719 su *Sistema sobre los colores*, que fue seguido por Wolff, Le Pluche, Nollet, y muy recientemente por Teodoro de Almeida en sus *Recreaciones Filosóficas*. Este sistema se separa de los otros principalmente en dos puntos. Primero, afirma que todo rayo luminoso, sea de sí o proveniente de otro foco luminoso, consta de siete colores, aunque no aparezca dotado de algún color; de tal modo que, si los siete colores están juntos y no se separan por reflexión o refracción, constituyen el color blanco. Pero si se separan, por ejemplo por obra de un prisma, aquel rayo que parecía homogéneo, exhibe los siete colores heterogéneos en el orden en que aparecen en el prisma vítreo. De lo cual infiere Newton que estos rayos son intrínsecamente coloreados.

Segundo, afirma Newton que esos rayos tienen diversa refrangibilidad, pues unos refractan más que otros, de modo que, aunque incidan según un ángulo igual, padecen diversa refracción; por esto dice que esta refracción es intrínseca a esos rayos y que por ella un rayo luminoso se separa de otro y muestra su color peculiar, el que luego no puede ser alterado por ninguna refracción o reflexión, como quedó explicado en la cuestión anterior. Esta hipótesis de Newton tiene muchas dificultades, pero los newtonianos las contestan con no poca probabilidad, como se verá inmediatamente, después que expliquemos sus asertos con experiencias.

Conclusión. En la hipótesis newtoniana, según la cual los colores consisten en rayos luminosos intrínsecamente disímiles, y en su diversa refrangibilidad y reflexividad, todos los fenómenos del color resultan explicados clara y distintamente; y esta hipótesis, a su vez, es totalmente acorde con los experimentos. Esta conclusión puede ser demostrada expresamente por muchas experiencias. [p.180] Primera, si por un pequeño agujero en la ventana pasa un rayo de sol, produce un color blancuzco circular en un papel blanco fijado a la pared opuesta. Si este rayo se refracta por medio de un prisma hacia el otro lado a una distancia de 16 pies del prisma, incidiendo en un papel blanco, no aparecerá aquel color blanco, sino una imagen de siete colores en este orden: en la parte inferior rojo, sobre éste el naranja, encima el amarillo, luego el verde, después el azul, luego el púrpura y finalmente el violeta; y estos colores son intrínsecos a los rayos, luego.

Prueba de la menor: aquellos siete colores no pueden sufrir ninguna reflexión o refracción; luego. Prueba del antecedente: si estos rayos así separados por el prisma inciden en otro prisma, exhiben la misma imagen con los mismos colores, en el mismo orden y disposición, sin que ninguno de los rayos coloreados pierda su color original por esta nueva refracción. Del mismo modo, si se pasa un rayo rojo por una lente verde, éste no aparecerá verde sino rojo, lo cual sucede también en los demás rayos. Luego los rayos de luz están dotados de un color propio, y aunque sean refractados por medio

de un prisma o pasen por una lente de otro color, no pierden el suyo original. Por tanto los colores son intrínsecos a estos rayos.

Además, estos rayos coloreados poseen una peculiar refrangibilidad. Lo cual demuestra muy bien Newton con el siguiente experimento: sean rayos de luz separados por medio de un prisma, incidentes en un papel negro y opaco, que en su medio tenga un agujero apto para transmitir de a uno los rayos coloreados y del mismo color. Incida el rayo transmitido por el agujero en un prisma colocado detrás del papel, donde aquel refracte. Después inviertase el primer prisma que separó los rayos coloreados, de acuerdo a su propio eje, de modo que por el agujero del papel sólo incida el rayo rojo en el segundo prisma, después sólo el amarillo, sólo el verde, después sólo el azul, etc.

Hecho esto, se observará que todos esos rayos incidentes de igual modo en el segundo prisma, no refractan igual sino desigualmente, de tal modo que el rayo amarillo refracta más que el rojo, el verde más que el amarillo, el azul más que el verde, [p.181] y los otros del mismo modo. Lo cual se aprecia claramente si se observa con cuidado los lugares en que inciden los rayos después de la segunda refracción. De esto parece seguirse que los rayos de luz son heterogéneos, difiriendo unos con otros según diversa refrangibilidad.

Finalmente Newton demuestra con evidencia que la blancura surge de los restantes colores mezclados según cierta proporción. Pues si dos prismas de vidrio se colocan de tal modo que los rayos separados por ellos coincidan según sus partes en un papel blanco colocado en un lugar oscuro, haciendo que la parte roja de uno coincida con la violeta del otro, entonces aparece el color blanco, que a su vez se muestra dividido en los dos colores anteriores si se lo mira por el prisma.

Lo mismo enseña Clarke, en la *Física* de Rohault, Parte 1ª, cap. 27: si se pinta un papel de figura circular con bandas de colores rojo, amarillo, verde, azul y violeta, y se lo hace girar rápidamente, el papel aparecerá blanco,

debido a que en el ojo se mezclan las imágenes de todos esos colores por efecto de la velocidad; luego.

Resolución de Objeciones

1ª Objeción. De acuerdo al Padre Juan Bautista Oratoriano, con aquel famoso experimento que hemos aducido antes contra Newton. Dicho Padre afirma haber experimentado que un rayo rojo separado por medio del prisma y traído por una lente convexa al interior de una caja forrada de blanco, exhibe color blanco y por tanto pierde su color original. La misma experiencia demuestra que el color blanco no se forma por la mezcla de los demás colores, ya que un solo rayo rojo es capaz de producir el color blanco, como sucede en este caso. Por tanto se refuta el sistema newtoniano. Responden los newtonianos negando lo asumido, pues se requieren muchas condiciones para producir correctamente la experiencia de Newton, como muy bien advierte el abate Nollet. En cuanto a la experiencia del Padre Juan Bautista, es necesario analizar con cuidado algo que ha sido ya hecho con suma diligencia por Newton, y repetidamente en Alemania, Holanda e Italia, sin fallar, sino siempre exitosamente. [p.182] Este mismo experimento fue repetido por más de veinte años por el abate Le Pluche, Corsini, Almeida y Nollet, como éste mismo lo atestigua en la Lección 17, Sección 3, y todos ellos siempre resultaron acordes con el experimento de Newton.

Ahora bien, para que la experiencia de Newton se lleve a cabo con éxito se requiere: 1°. que no haya ninguna luz en la habitación del experimento; 2°. que se realice con cielo despejado, no con lluvia o nubosidad, porque en estos casos los rayos solares sufren muchas y diversas refracciones; 3°. que el prisma usado sea de vidrio purísimo, porque de lo contrario las refracciones serán irregulares y los rayos heterogéneos no se separarán bien y habrá mezcla de rayos homogéneos y heterogéneos.

De allí que con respecto a la experiencia del P. Juan Bautista se diga que no fue hecha con cuidado, y que el rayo luminoso coloreado introducido en la caja no estaba absolutamente separado de los demás rayos heterogéneos.

Lo cual se confirma por el hecho de que el color que se observa en la caja no es totalmente blanco, como observa Teodoro de Almeida, sino, como él mismo dice, **rojo blancuzco**, y esto debido a la intromisión de alguna luz exterior. No hay que sorprenderse de esta respuesta de los newtonianos, pues según las reglas críticas establecidas para los nuevos experimentos, no deben proponerse como refutación de otros que afirman y fundamentan una teoría, ciertas experiencias no examinadas por los especialistas y académicos del orbe científico, sobre todo si se trata de una sola.

2ª Objeción. Según el P. Juan Bautista y Almeida. Si un rayo transmitido por medio de un prisma incide en un papel blanco, aparece una figura de varios colores –rojo, azul, etc.9– y en medio aparece el blanco. En cambio, si a la luz transmitida por el mismo prisma se le interpone un papel negro, se observa que el rojo, que antes era el inferior, asciende en la imagen y ocupa el lugar que antes era del azul. Por tanto los rayos lumínicos no poseen intrínsecamente un color determinado. La consecuencia es evidente pues el rayo azul cambia en rojo, según resulta de esta experiencia.

Los newtonianos responden que este experimento de ningún modo prueba que los rayos no sean intrínsecamente coloreados. En el papel blanco se ve el color blanco cerca del medio [p.183] porque los rayos luminosos no están absolutamente separados y al refractar entre sí exhiben ese color. Esto se evidencia si en ese papel se practica un agujero por donde la luz tiñe en el plano opuesto todos los colores del iris. En cuanto a que el rayo rojo tiña de su color toda la imagen, si la luz es interceptada por un papel negro, esto se debe a que los rayos no están bien separados y, por tanto, como el color rojo siempre está en la parte inferior de la imagen, debe ascender por toda ella, y puesto que los demás rayos quedan debilitados por la interposición del papel negro, prevalece el rojo, que es el más fuerte de todos.

Resulta de esto que no todos los rayos coloreados son teñidos absolutamente por el rojo; pues si en el lugar donde incide algún rayo se hace un agujero y se transmite por él, produce en la parte opuesta el espectro con los siete colores. Por tanto, cuando se interpone el papel negro, debe

prevalecer el color rojo. Objetas: si los rayos de la parte superior de la imagen no están totalmente separados de los demás rayos heterogéneos, debería aparecer allí el color blanco, porque —como dijo Newton— la blancura se forma por reflexión de todos los rayos. Los newtonianos responden que no sucede así porque allí los rayos azules y violetas son más fuertes y vívidos que los otros mezclados con ellos, y por eso prevalecen, manteniendo su color propio y originario.

3ª Objeción. Un rayo verde pasa por un vidrio verde, pero esto no puede explicarse según el sistema newtoniano; luego. Prueba de la menor: un vidrio es verde porque refleja rayos verdes, como es evidente en esta teoría; pero si refleja rayos verdes no puede transparentar la luz verde. Luego. La menor es evidente, pues se refleja la luz que no puede transparentar. Los newtonianos responden que cuando Newton afirma que el color verde consiste en que el cuerpo refleja rayos verdes (y dígase lo mismo de los demás colores) esto debe entenderse de los cuerpos opacos y no traslúcidos. Estos cuerpos coloreados, tienen aptitud para transmitir mejor los rayos de un color que de otro. Por tanto, vidrio verde es aquel por el cual se transmite mayor cantidad de rayos verdes. Si se pregunta por qué un cuerpo traslúcido transmite mejor un género de rayos que otro, Nollet responde que esto se debe a la diversidad de los glóbulos de luz [p. 184] existentes en los poros del cuerpo. Otros newtonianos opinan (los menciona sin citarlos el P. Almeida) que los rayos refractan por la atracción del vidrio: los rayos que poseen partículas más sutiles son más atraídos que aquellos que constan de partículas más gruesas.

Si además preguntas por qué [el vidrio] atrae más a los rayos que constan de partículas más sutiles, en relación a los que constan de partículas más gruesas, la respuesta es fácil. De acuerdo a las leyes de la mecánica, cuando dos cuerpos se mueven a igual velocidad, el que es más grueso y pesado se mueve con más dificultad por el medio que el más leve y sutil. Por tanto rayos dotados de igual velocidad pasan desigualmente por el vidrio, porque los más sutiles pasan más fácilmente que los gruesos; y de allí surge la mayor o menor refracción de los rayos.

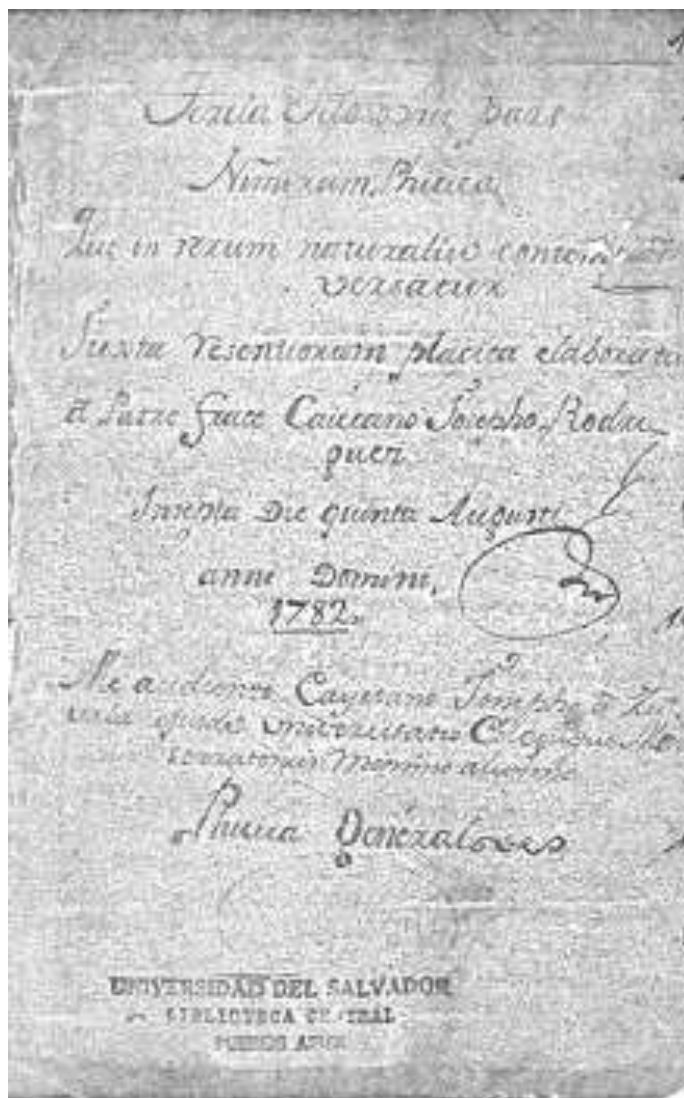
4ª Objeción. Si los diversos colores se formaran por separación, en toda refracción aparecerían los distintos colores; pero esto es contra la experiencia, luego. Prueba de la mayor: en toda refracción hay separación de rayos. En relación a este argumento, adviértase que en el sistema de Newton los rayos se separan de dos modos. De uno, por reflexión, modo que se verifica en los cuerpos opacos; pues cuando los siete colores inciden en un cuerpo, no son atraídos igualmente por el cuerpo opaco, ni reflejan de modo igual, porque su natura no es semejante sino diversa. Así, si son repelidos rayos amarillos, se ve el color amarillo, si son verdes, se ve color verde, etc. Si son repelidos del mismo cuerpo los siete colores, aparece el blanco; si se reflejan pocos rayos, o casi ninguno, aparece el negro.

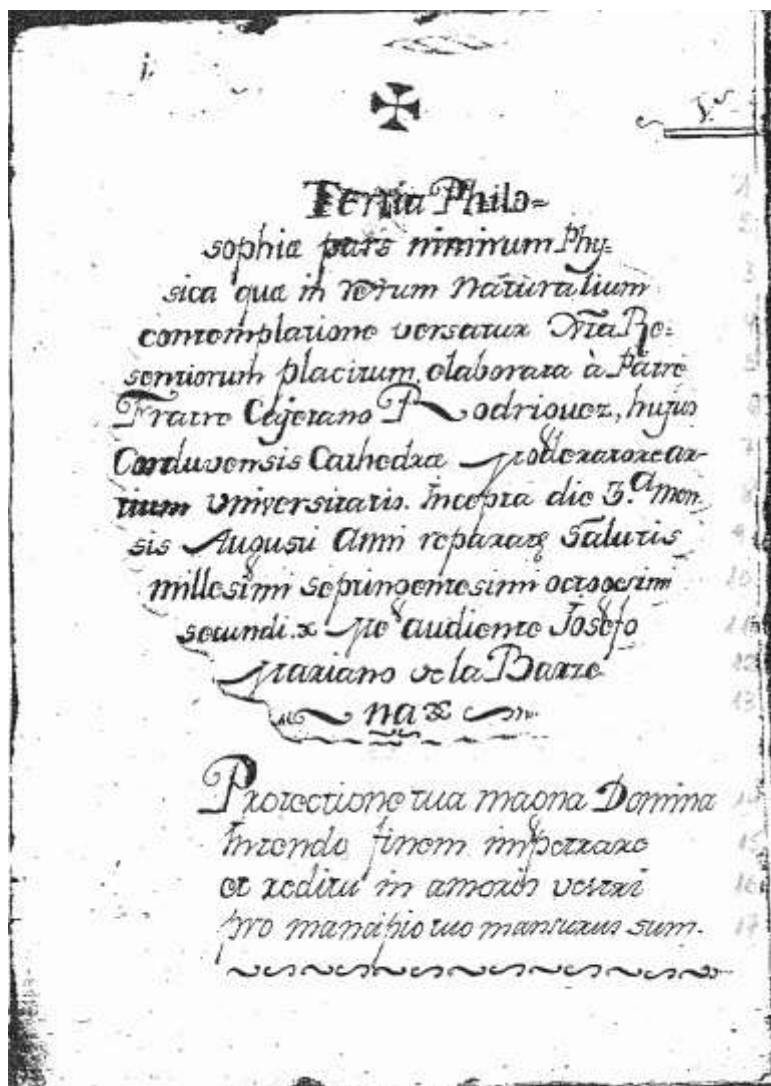
El segundo modo de separarse es por refracción, y se da en los cuerpos transparentes; pues cuando los rayos inciden oblicuamente en un cuerpo diáfano, unos refractan más y otros menos, según la diversa disposición que posean para refractar. Pero de esto no se sigue que en toda refracción aparezcan los diversos colores, y la razón es que los rayos que inciden oblicuamente en el vidrio, también muchas veces salen oblicuamente, y así la segunda refracción corrige a la primera, o la confirma. Si la primera refracción es corregida de modo que los rayos refracten en la parte contraria, entonces éstos no pueden separarse, porque una refracción elimina el resultado de la otra. En cambio, si la segunda refracción confirma y aumenta la primera, hacia la misma parte, como sucede en el prisma, entonces los rayos se separan; por eso [p.185] en el prisma aparecen los diversos colores, pero no en el vidrio.

5ª Objeción. Los lentes cóncavos ustorios expanden los rayos lumínicos, pero no forman colores diversos; luego lo mismo sucede en el prisma. Los newtonianos responden que los colores aparecen cuando los rayos luminosos se separan entre sí. Pero los rayos se separan según su mayor o menor refracción cuando inciden igualmente, lo cual no se verifica en la lente cóncava, ya que ésta separa los rayos promiscuamente, es decir, determina que unos rayos refracten más y otros menos por la mayor oblicuidad con respecto a la superficie del cuerpo, de lo que se sigue la mezcla de los rayos

separados, el amarillo con el azul, etc. Y entonces no aparecen colores diversos.

Además las lentes convexas no forman colores como el prisma, porque las refracciones se dirigen a la misma parte interior, de lo cual proviene la mayor unión de los rayos, que estando mezclados no pueden exhibir colores diversos. Pueden argüirse otras objeciones contra el sistema newtoniano, que se resuelven fácilmente según lo dicho. No sólo pueden oponerse dificultades al sistema newtoniano, sino también algunas experiencias, que sin embargo no refutan totalmente esta hipótesis pues (para usar las palabras del P. Nollet) por más que se diga en contra, hemos de confesar que es ingeniosa, es simple y natural.





ELÍAS DEL CARMEN PEREYRA

Physica Generalis nostri Philosophici Cur/sus pars tertia

Libro IV- Se explican otras propiedades de los cuerpos

[p. 271] **Cuestión primera. ¿Cuál es la natura de la luz, tanto primitiva como derivada?**

La luz, aquel fenómeno tan admirable, que torna visibles a todas las admirables naturalezas, es para nosotros también como cierta imagen de la luz increada, que es Dios; acerca de su naturaleza física los filósofos disienten muchísimo. Los Peripatéticos consideran que la luz es una entidad accidental, distinta de toda sustancia; Gassendi y Newton dicen que la luz es un cierto efluvio sustancial emanado por la potencia del cuerpo luminoso, al modo como los cuerpos olorosos emiten efluvios sustanciales, que constituyen el olor.

Descartes afirma que la luz es el segundo elemento de su sistema, que llena todas las cavidades de los cielos y tiene un impulso para moverse y se mueve a partir de lo luminoso, o mejor dicho, que ese elemento tiene un impulso [p. 272] por el cual se mueve a partir del centro de cualquier [cuerpo] luminoso comunicado; la acción de sus rayos luminosos son líneas por las cuales se comunica la acción. En cambio los Matemáticos, con muchos otros, afirman que la naturaleza física y material de la luz consiste en una sustancia fluida sutilísima y elástica, cuyas partes son globulosas.

Pues afirman que la razón formal por la cual esa sustancia se llama luz, es el movimiento vibratorio celerísimo y según líneas rectas de la misma sustancia. Antes de resolver [la cuestión] debe decirse primero, que se denomina cuerpo lúcido o luminoso todo aquel que por naturaleza propia puede emitir luz, por ejemplo el sol, la llama y otros semejantes. Se denomina iluminado, en cambio, el que sólo es visible cuando está presente la fuente luminosa. Nótese, segundo, que se llama luz primitiva aquella

razón o propiedad por la cual el cuerpo luminoso se constituye como tal; en cambio, [luz] derivada es la misma propiedad, que es comunicada y difundida por el medio y causa por la cual son iluminados los demás cuerpos. Por lo tanto, la misma luz, en el cuerpo luminoso se llama luz, y en los cuerpos iluminados lumen; el medio es una sustancia fluida [p. 273] y llena que existe entre lo luminoso y los cuerpos iluminados y por la cual se difunde la luz. Punto radiante es aquella parte del cuerpo luminoso o iluminado, que emite el lumen a los ojos del vidente; el rayo es la línea recta de luz llevada desde el punto radiante a la distancia, y por la cual se propaga la luz misma. Puesto esto, sea

Conclusión. La naturaleza física de la luz, tanto primitiva como derivada, consiste en el movimiento celerísimo, vibratorio y según líneas rectas, del éter o sustancia sutilísima, muy fluida y elástica; no consiste en un accidente peripatético, ni en un efluvio sustancial que surja del cuerpo luminoso, ni tampoco en el conato al movimiento del segundo elemento cartesiano; por lo cual la luz materialmente es la sustancia misma del éter, formalmente es su movimiento vibratorio.

Se prueba la primera parte de la conclusión, y primero que la luz es una sustancia corpórea: la solidez es la propiedad del cuerpo sólido, el sólido tiene partes sólidas. Luego es sustancia corpórea. Se prueba la menor: sólo un cuerpo sólido puede ofrecer resistencia a otro cuerpo, pero las partículas de luz ofrecen resistencia, luego. Se prueba la menor: [p. 274] la luz fácilmente penetra un medio enrarecido, como el aire, que uno más denso, como el agua; por tanto el medio, en tránsito de uno a otro, retrocede de la línea que traía, y a esto se llama refracción de la luz; segundo, el lumen que incide en un sólido y en la superficie pulida del cuerpo opaco rebota, luego.

Se confirma. Así como rebota una pelota proyectada contra una pared, así el rayo de luz que incide en la superficie del cuerpo opaco; pero la pelota rebota porque encuentra resistencia en la pared sólida; luego del mismo modo la luz, que es una sustancia sutilísima y fluida, y por eso es claro que penetra los poros de un cristal durísimo, el diamante y otros cuerpos que

tienen poros muy tenues. Que se mueve con movimiento celerísimo y por líneas rectas es claro porque se difunde al momento en todas direcciones, como es evidente para cualquiera.

El célebre Brixia, de quien es el precedente argumento, lo confirma en el ímpetu por el cual los rayos de luz concentrados en un foco ustorio inciden en objetos corpóreos que, aun siendo durísimos, a unos los pulverizan, a otros los cristalizan, a otros los funden, con una potencia proporcional [p. 275] o a la masa de cualquiera de las partículas, o a su celeridad. Pero tan grande potencia no puede ser proporcional a la mínima masa de las partículas, luego a la celeridad. Y como la luz se propaga por líneas rectas, se sigue que la luz es sustancia sutilísima agitada de un movimiento celerísimo por líneas rectas.

Se prueba la segunda parte. Ningún accidente de los Peripatéticos es sustancia en sí; pero la luz es sustancia, luego no es accidente peripatético. Se prueba la menor: todo cuerpo es sustancia, pero la luz es cuerpo; luego la luz es sustancia, como se ha probado; se prueba la tercera parte. Tercero, si la luz consistiera en un efluvio sustancial emitido por el cuerpo luminoso, el lumen permanecería en acto segundo, como llaman también al luminoso ausente; pero esto está en contra de la experiencia; luego no consiste en tal efluvio. Se prueba la mayor: el cuerpo proyectado no requiere la presencia del propulsor para conservarse en movimiento, pero los efluvios son emitidos por el cuerpo luminoso por movimiento de proyección, según Gassendi y Newton. Luego.

Aquí se prueba lo segundo. Si el lumen consistiera en un efluvio sustancial, emitido por el cuerpo luminoso, éste disminuiría sensiblemente; pero esto es falso; luego el lumen no consiste en tal efluvio. Se prueba la mayor: [p. 276] según Gassendi el cuerpo luminoso emite efluvios no menos que el [cuerpo] odorífero [emite] efluvios olorosos. Pero el cuerpo odorífero, por la transpiración de efluvios, transcurrido un tiempo disminuyen sensiblemente, como todos aprecian claramente. Luego de la misma manera

lo luminoso debería disminuir, y el sol y las estrellas fijas que por tantos siglos emiten luz, deberían haber disminuido sensiblemente, lo que es falso.

Se prueba la cuarta parte. Sólo por el conato que se dé en el movimiento actual no se explica la razón de por qué el rayo de luz que incide en una superficie opaca y plana, rebota al modo de la pelota arrojada contra una pared. Y que rebota de este modo lo muestra la comunísima experiencia de los espejos; luego la luz no consiste solamente en el impulso a retroceder desde el centro luminoso. Se prueba la mayor: tal impulso no haría retroceder menos desde el centro fluido de la luz contra una superficie opaca, que un cuerpo elástico contra una superficie elástica, pero el impulso del cuerpo elástico no basta para rebotar. Luego del mismo modo tampoco el impulso del fluido de luz.

Solución de objeciones

Objetas primero. Si la luz fuese una sustancia [p. 277] su difusión no sería instantánea, pero así lo han demostrado famosos autores [en B. y Feijoo, *al margen*]. Luego no es sustancia. Se prueba la mayor: la propagación de la luz es movimiento local, pero ningún movimiento local puede producirse sin sucesión temporal, como dijimos antes. Luego. Respondo negando la mayor, para cuya prueba distingo la mayor: es movimiento local según las diversas partes del mismo fluido, lo concedo; según toda su materia, niego la mayor y distingo la menor: ningún movimiento local según toda y la misma materia puede suceder sin sucesión temporal, lo concedo; según las diversas partes, niego la menor y la consecuencia.

Se propone una difícilísima cuestión, si la propagación de la luz se produce en un único instante trans-sensible, matemático, sobre lo cual se tratará luego más largamente. Pero se pone brevemente el argumento de que como los glóbulos de luz llenan completamente la esfera tanto celeste como terrestre y son contiguos de tal modo que van desde el cuerpo luminoso hasta la retina del ojo del vidente, resulta una serie recta y contigua de glóbulos,

por lo cual es necesario que, si se mueve un glóbulo luminoso contiguo a otro, al momento –al menos sensiblemente– se mueven los glóbulos contiguos a la retina.

No se me oculta que hay algunos peritísimos matemáticos, quienes aseguran que la luz se propaga sucesivamente, de modo que Adán sólo después de cinco años de la creación pudo ver las estrellas fijas más remotas, más aún, que hay algunas que todavía no pueden verse; pero esto en verdad no alcanza a declarar por qué razón sería negada la menor del silogismo, a cuya negación propendo; y así se desvanece la objeción propuesta.

Arguyes segundo, con Newton: si la luz formalmente consistiera en el movimiento celerísimo del éter, su propagación no podría ser por líneas rectas; pero esto es falso para nosotros; luego. Se prueba la mayor: los glóbulos de luz son contiguos, no solo directa sino también lateralmente; luego, si se movieran en línea recta, también deberían moverse los glóbulos laterales, entonces, si el movimiento [p. 279] se comunicara a los glóbulos laterales, el movimiento no podría inflectar: pero si inflecta, no se comunica por líneas rectas. Luego.

Respondo: niego la mayor; para la prueba, concedido el antecedente, distingo el consecuente: debe también mover los laterales mínimamente, lo concedo, con la misma fuerza que los glóbulos ubicados en directo, niego la consecuencia. Con respecto a lo demás, distingo la mayor: el movimiento no tiene qué inflectar, esto es. se comunica mínimamente a los lados, lo concedo; qué inflectar, es decir, que abandone la línea recta por la cual se movía, niego la mayor, y debidamente distinguida la menor, niego la consecuencia: nuestra hipótesis supone que los glóbulos de luz son perfectamente esféricos, por eso, aunque sean contiguos, se tocan sólo en un punto.

Por lo tanto, el ímpetu comunicado al primer glóbulo, presiona a los otros colocados en directo; impele algo a los glóbulos laterales, pero tan remitidamente cuanto lo es el impedimento que podría hacer, porque sólo se

tocan en un punto; aunque se ralenten en la gran distancia y finalmente se extinga el movimiento impreso a los glóbulos directos; la razón de este resultado es principalmente la suma velocidad que mueve a los glóbulos.

Pues aquí sucede, dice J. Castel, que una bala de plomo de fusil, a partir del disparo [p. 280] sale de tal modo que con gran fuerza el cuerpo de hierro recorre [una distancia] trasladándose él mismo a sí mismo, y siendo una cosa pequeña puede cortar incluso la cabeza; y también sucede con un bastón puesto sobre un recipiente vítreo, si percute el objeto con ímpetu fuerte y directo, de tal modo que mueve el recipiente, experimento que pueden ver en Almeida.

Instas: supuesto esto, la luz no podría comunicarse a la vez desde muchas fuentes de luz colocadas en diversas partes, pero esto es falso, luego también la solución. Se prueba la mayor: entonces los rayos que llegan desde diversas partes en conjunto se confundirían; luego. Se prueba el antecedente: si a un mismo cuerpo sólido se le comunican a la vez movimientos opuestos, ambos movimientos entre sí se extinguen totalmente, y en otro caso disminuye; pero los rayos provenientes de diversas partes no pueden no incidir en el mismo glóbulo de luz, luego.

Respondo: niego la mayor y el siguiente antecedente, para cuya prueba, concedida la mayor, niego la consecuencia y el supuesto de que, para que la luz se propague en líneas sensiblemente rectas, es necesario que sea uno y el mismo [p.281] glóbulo de luz movido con movimientos contrarios, y que la sustancia de luz sea tan enrarecida, porque sus partículas se tocan en un punto: se interponen muchos pequeños espacios, de tal modo que si un mismo glóbulo de luz se mueve con movimientos contrarios, es decir, por rayos provenientes de diversas fuentes luminosas, que sean impelidos por contrarias direcciones, se sigue el movimiento de los rayos más fuertes.

En cambio, el rayo más débil continuará su movimiento por el glóbulo contiguo, aunque no en perfectísima línea recta, pues así lo exigen las leyes del movimiento; pero eso no obsta a que el lumen se comunique por líneas

sensiblemente rectas, así como, aunque el mismo sea impactado por la esfera del aire, sin embargo no siempre se siente la misma refracción. Esta solución es clara en el tercer ejemplo, del agua de laguna, en la cual, si se arrojan piedras en diversas partes, se forman círculos que en el punto de caída no se perturban sensiblemente, sino que siguen su giro.

Segundo, es evidente porque se percibe el lumen de focos luminosos, si se lo coloca donde hay mayor colecta de rayos luminosos. Luego la luz de la candela no se percibe brillando el sol, porque los rayos luminosos se mueven con mayor y más fuerte movimiento, y así desplazan los glóbulos en [p. 282] los cuales debe producirse el ímpetu de los rayos luminosos mismos y están más unidos; y entonces todos los glóbulos que son llevados con su mayor movimiento, interceptan, de tal modo que apenas se comunica el lumen de la fuente luminosa cerca del mismo donde sus rayos son más fuertes.

Advertencia. Los newtonianos defienden con firmeza que la luz es un efluvio sustancial de esa naturaleza; otros opinan lo contrario. Examinaremos estas teorías cuando expliquemos la naturaleza del fuego y el calor, pues no hay una vía intrínseca para afirmar el extremo positivo ni el negativo. Francis Bacon estableció un paralelo entre el sonido y la luz, que se explicará al tratar el sonido.

Sección 2º. En que consiste formalmente la transparencia y la opacidad de los cuerpos

La transparencia es aquella propiedad por la cual algunos cuerpos son transparentes, es decir, a través de ellos pueden verse otros cuerpos colocados detrás de ellos. En cambio, la opacidad es aquello por lo cual un cuerpo [p. 283] impide la visión de los cuerpos puestos detrás. Sobre la naturaleza física de estas propiedades hay tres teorías: la primera es la de quienes afirman que ambos son accidentes absolutos, distintos de toda sustancia; la segunda es la teoría de los newtonianos: son diáfanos los cuerpos que constan de láminas en la cuales no se produce ninguna reflexión ni refracción de la luz; la tercera es

Nuestra Conclusión. La transparencia consiste formalmente en la alineación de los poros que comunican entre sí, puestos en serie en línea recta según toda dirección; en cambio la opacidad formalmente se reduce a los cuerpos diáfanos, por lo cual solo puesto, se da la transparencia, y sólo eliminado no se da la transparencia; pero solo puesta la serie recta de los poros comunicantes entre sí según toda línea recta los cuerpos [no-sic] son diáfanos. Luego.

La mayor es un principio físico fundamental. Se prueba la menor: consta en primer lugar en el plomo, que es un cuerpo opaco, si se licúa al fuego poco tiempo se torna un cuerpo muy transparente; segundo, el mismo plomo enfriado recupera su color. Tercero, el vidrio fino es más transparente que la tierra, y al contrario es más opaco [p. 284] el que es más grueso. Cuarto, si las tenues láminas de cristal, que individualmente son muy transparentes, se colocan una tras otra, pierden transparencia, cuanto más se pongan en forma contigua. Quinto, si se mezclan con agua, conservan la transparencia, pero la pierden si se mezclan con polvo de tierra.

Pero en el primer experimento no hay otra cosa que la obra del fuego que dilata las partículas de plomo y tiende a formar los fragmentos de plomo, que tienen poros rectos tenuísimos y dilatados, penetrados por la luz; en el segundo, en cambio, la unión de las partículas de plomo impide la recta penetración de la luz que no son comunicadas. En el tercero, el vidrio delgado tiene menos partículas, que por su unión recta impiden la penetración de la luz; en cambio en el vidrio grueso muchos poros son obstruidos por las partículas del mismo vidrio.

En el cuarto, porque por la interposición de las láminas de vidrio, muchos poros de una coinciden con las partes sólidas o opacas de la otra lámina, impidiendo la recta penetración de la luz. En el quinto experimento, al mezclarse el agua con las partículas de sal no se pierde la serie recta de los poros del agua, y además la sal, como es transparente, no la impide; pero cuando se mezclan partículas de tierra sí se impide, porque tiene opacidades

que coinciden con os poros del agua y por tanto impiden la recta penetración de la luz. Luego.

Solución de objeciones

Objetas primero. Un cuerpo transparente no puede tener poros comunicantes y dispuestos en serie recta en todas direcciones; luego la transparencia no consiste en la serie recta de poros en todas direcciones. Se prueba el antecedente: si fuese así, el cuerpo transparente poco o nada tendría de sólido, o bien sería todo transparente; pero ambos supuestos son falsos: luego. Se prueba la mayor. Si un transparente cualquiera fuese sólido, las partes sólidas impedirían la recta disposición de los poros en toda dirección; asimismo un [cuerpo] translúcido no podría ser sólido, sin que sus partes se dispersen; pero no puede tenerlas así y ser penetrable por la luz en todas direcciones; luego.

Respondo: niego el antecedente y la mayor siguiente, Para probarlo niego la mayor en cuanto a la primera parte: [cuando] decimos que un cuerpo diáfano tiene los poros en línea recta según toda dirección, no lo decimos en forma perfecta y absoluta, como lo transparente, como percepción del tacto que tenga partes sólidas, en las cuales reflejan los rayos de luz, y así lo transparente también puede ser percibido por el ojo; luego es tenue. Dije tantos poros en lo transparente que [p. 286] excedan la cantidad de las partes sólidas, y en línea recta.

Y en esto no hay ninguna imposibilidad: incluso el oro durísimo tiene muchos poros, de modo que tal aditamento provee de influjos magnéticos; también el agua, como los expertos Newton, Muschenbroeck y los académicos florentinos lo determinaron; para no hablar de la conocidísima perforación por los poros de varillas áureas: si el oro, que es tan duro, tiene tantos poros que sin ninguna disminución se interfiere la potencia magnética por interposición de una lámina de oro ¿qué de extraño que el cristal, que no es tan duro, tenga tantos poros por los cuales pasa la luz, cuyas partes son pequeñísimas? ¿Qué de extraño –digo– que el cuerpo transparente conserve

su solidez y la textura de las partículas, y el estaño tiene muchos poros sin que esto obste a que sea un sólido durísimo? Luego el cuerpo transparente, aunque tenga poros en línea recta en toda dirección, no lo es en forma perfecta, por lo cual, concedida la segunda parte de la última mayor, niego la menor.

Instas: al menos el cristal no puede tener más vacíos que sólidos, porque de esto se seguiría la existencia de la solución; luego no es nada. Se prueba la mayor [p. 287] y la menor superficie del cristal se percibe sólida en la parte interior; pero si tuviera más vacíos [poros] que sólidos, la parte interior no se sentiría sólida. Luego se prueba la menor: el cuerpo diáfano tiene tanto de sólido cuanto de opacidad, pero casi no tiene ninguna opacidad; luego se afirma nuestra solución de que el cristal tiene más poros que sólidos.

Respondo primero: niego la mayor, y para la prueba niego que el cuerpo sólido y solidísimo puede tener más vacíos que sólidos, cuya demostración se verá en otra parte. Y como estos poros son pequeñísimos e interceptados entre sí con pequeñísimas partículas, de ahí que esos poros no impiden que las superficies interrumpidas del cristal se perciban sólidas; pues sucedería lo contrario, de modo que sus superficies contienen mayores vacíos, pues la visión no puede percibir sino lo que puede reflejar la luz sensible.

Respondo segundo. Concedo la mayor y niego la menor, para cuya prueba distingo la mayor: lo transparente tiene tanto igual de opacidad y ese tanto se siente, lo niego; no se siente, concedo la mayor, y distinguida debidamente la menor, niego la consecuencia: cuando las partes interiores del cristal parecen que lo transparente tiene muchas partes sólidas [p. 288] en las cuales reflejan los rayos de luz, de modo que contra Newton aparece que en lo transparente se dan reflexiones y quizá tenga más de sólido que de vacío, pero sin embargo todo aparece iluminado.

Porque estando mezcladas las partes sólidas, la diafanidad en los rayos de luz transeúntes inmutan menos a la visión que la luz misma; de modo que se percibe más la luz que la sombra de las partes sólidas. El famoso Juan

Bautista confirma la solución porque, si el agua moviera partículas pulverizadas con menos fuerza, el agua aparece tan enrarecida, porque aunque las partículas de agua son más que [los vacíos] de los poros, sin embargo las partículas inmutan con más fuerza a la visión que el agua. Y lo mismo en el proceso de incorporación.

Objetas segundo. Es imposible que los poros permanezcan rectísimos en al agua perturbada por un movimiento agitado; pero aun en todos los casos así agitada conserva la transparencia; luego ésta no consiste en la posición de los poros en línea recta. Se prueba el antecedente: parece imposible que en la agitación de los fluidos, las partes sólidas incluyan muchos poros; luego. Segundo, está la piedra que es por sí opaca y que si se funde aparece transparente; y el aceite no puede tener poros rectilíneos; luego. Tercero, el mármol [p. 289] blanco tiene poros en líneas rectas pero no es transparente; luego. Se prueba la mayor: se observa que un mármol blanco, si se ha teñido con colores penetrantes, incluso mirando una lámina fracturada se ven las mismas imágenes.

Respondo a lo primero. Distingo la mayor: que no permanezcan los poros rectilíneos del mismo modo que en el agua quieta, lo concedo. De tal modo que se pierda la rectitud de los poros, niego la mayor y distingo la menor: conservará la misma transparencia que cuando estaba quieta, lo niego; disminuida, concedo la menor y el antecedente siguiente. Pero niego la conclusión: no obsta la movilidad de los fluidos, cuando se mueven igualmente, a que conserven la rectitud de los poros en cuanto la masa se mueve con un movimiento común a todas las partes, que no es un movimiento particular, el cual puede obturar los poros inferiores, y por eso es que los efluvios decurrentes conservan perfectamente la transparencia.

Pero cuando el agua es agitada, muchas partículas obstruyen muchos poros, de tal modo que el agua agitada pierde parte de transparencia, y por eso, cuando el agua está agitada no se ve el fondo del vaso; pero incluso en ese caso conserva sensiblemente luminosidad: pues son muchos más los poros restantes rectísimos que los obstruidos [p. 290]; y tampoco se pierde

por éstos, porque el mismo modo hace que en la serie de partículas, si una obstruye un poro, otra vecina con otro poro abre un poro.

Esto se puede confirmar en un experimento palpable: tórnense dos tenuísimos velos y dispuestos en forma contigua, muévase velozmente con movimientos subsecuentes; vistos a cierta distancia, no se aprecia casi ninguna disminución de la transparencia, aunque el movimiento superior de algunas partículas incluya los agujeros tenues de los velos. Luego con mayor razón esto sucede en el agua, cuyas partículas son más tenues, y se mueven más fácil y velozmente.

A lo segundo, niego la menor: porque la piedra bononiense alegada tiene poros, pues es de especie porosa, o piedra porosa. Por tanto, el óleo introducido en ella lubrica y suaviza la unión de las partes sólidas y hace que la luz llegue a las líneas rectas de poros, así como hacen el óleo y el agua, si se humedece un papel, abriendo sus poros [donde] se introducen las partículas luminosas por las cuales el papel aparece transparente. A lo tercero, niego la mayor, y para su prueba añado [otras] razones.

[p. 291] Para la transparencia se requiere la rectitud de los poros que intercalan también con las partículas mínimas; pero el mármol, aunque sea penetrado por esos colores, sin embargo conserva la misma imagen, no tiene los poros tan rectos pues los colores penetran en ellos sufriendo alguna fractura, aunque imperceptible para el ojo; del mismo modo que el aceite imbuido en un paño, lo penetra aun con los poros desalineados, y aquel paño mojado aparece todo con el mismo [color] de la superficie del paño.

Corolario. Por lo dicho puedes colegir que la mayor opacidad proviene de la falta de rectitud de los poros. Ya porque los casos se constituyen por razones opuestas; ya porque, así como lo transparente se constituye por la sola rectitud de los poros, así lo opaco lo hace por su opuesto: pues el cristal traslúcido, si se le ponen partículas de hierro pierde la transparencia, porque se obturan los poros. Algo similar ocurre con el cristal pulverizado, la mezcla de agua y aire en el hielo y otros casos semejantes.

Advertencia. Aunque se conceda a Newton que el vidrio transparente no provoca ninguna reflexión o refracción de luz, esto sería más bien efecto de la recta disposición de los poros del cuerpo transparente, y no causa formal de la transparencia; por lo tanto es totalmente falso que no haya ninguna reflexión dentro del cuerpo diáfano, puesto que es posible que en las partes aparezcan los rayos incidentes por reflexión, que serían muchas reflexiones o pocas, según la solidez del cuerpo traslúcido; pues el agua refleja más que el aire, que es más enrarecido que ella.

Se explican las propiedades de la luz

Propagación y extinción. La propagación de la luz es la comunicación del movimiento de los glóbulos de luz producida por el movimiento celerísimo del cuerpo luminoso; pues no es un pasaje de glóbulos del luminoso, como tampoco lo fue antes, sino porque los que había antes se movían; pero este movimiento se comunica a todo el orbe, es decir hacia todas partes, por la línea tirada desde el luminoso, al modo como se comunica el movimiento del agua por una piedra arrojada en ella; pero como la materia de la luz es mucho más tenue y elástica, y sus glóbulos son contiguos, el movimiento se comunica rápidamente.

Puesto que [dicho movimiento] es tan rápido que [p. 293] no se aprecia ningún intervalo entre la posición de la luz y la percepción de su claridad, la secuencia totalmente insensible se da de tal modo que la propagación no es matemáticamente instantánea; todo fluido de luz debe moverse, como sucede en un lago por la piedra arrojada en él; tampoco la gran distancia obsta, pues en ese caso el movimiento debería retardarse de tal modo que finalmente se extinguiría.

Para que la luz continúe propagándose es necesario que lo luminoso continúe comunicando el movimiento a los glóbulos contiguos a él; porque éstos, siendo elásticos dejan de moverse inmediatamente y previo cese [de ese movimiento] pues ésta es la ley de los cuerpos elásticos: el cese del movimiento de los glóbulos de luz es la extinción de la luz (la extinción de la

luz es el cese del movimiento de los glóbulos). Y se extingue, o porque se quita el iluminante, o porque la interposición de un cuerpo opaco impide la continuación del movimiento de los glóbulos.

Intensión, remisión y comunicación

Cuando decimos que la luz se intensifica, no entendemos que aumenten los rayos, pues permaneciendo el iluminante en el mismo lugar, el movimiento de los rayos pasa sucesivamente, porque es continuo; por lo tanto, aunque en ningún tiempo cese de iluminar, nunca aumenta la luz por intención, luego [p. 294] [por intensidad] de la luz entendemos el movimiento visible de los rayos convergentes y su unión.

Así, por remisión entendemos el debilitamiento del movimiento de los rayos, o su dispersión y separación. Luego hay más luz intensivamente donde: 1º es mayor y más fuerte el movimiento de los rayos; por lo cual cuanto más dista del iluminante, más se retarda el movimiento de los glóbulos, como explicamos antes; 2º la luz es más intensa donde hay más rayos convergentes o unidos, pero se unen a alguna distancia del punto irradiante, como sucede en cualquier círculo.

Se unen también, porque se conjugan los rayos de muchos cuerpos luminosos, lo que a ninguno se le oculta cuando se encienden velas; se unen también por las leyes ordenadas de reflexión y refracción. Al decir habitualmente comunicación de la luz, no entiendo aquella participación que se produce cuando un cuerpo enciende a otros aplicados, lo que sucede porque los cuerpos ígneos, al ir segregando partículas del cuerpo combustible comunican el movimiento a las partículas ígneas latentes en él. Por comunicación, en cambio, entiendo el movimiento indirecto que los glóbulos movidos directamente comunican [p. 295] a otros indirecta y oblicuamente situados. Así, entrando un rayito de luz por un pequeño agujero de la ventana en una gran habitación cerrada por todas partes, parece que el rayo entrara a cualquier parte de la habitación, porque el rayo que entra directamente mueve indirectamente a los otros hacia todas partes de la

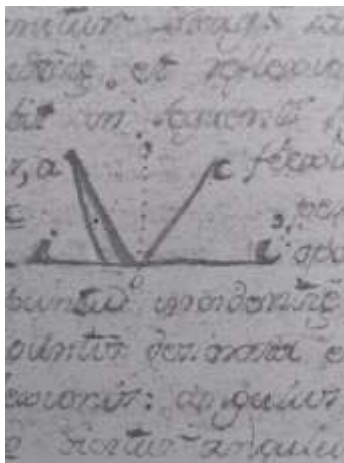
habitación; allí los rayos indirectos, aunque se muevan más débilmente, conservan en recto cierta proporción con él, y el rayo se ve con el color que realmente tiene.

Reflexión, sus leyes y causa

La reflexión de la luz es su egreso de la superficie en la cual cae; así un rayo que penetra por un pequeño agujero de la ventana e incide en un espejo puesto horizontalmente, parece abandonar la línea recta que traía; esta reflexión o desviación de la luz siempre se produce según un ángulo igual. Para comprender mejor éste y otros procesos hay que explicar algo sobre los medios, tomados de la *Catóptrica*. 1º que el rayo que ingresa directamente desde el cuerpo luminoso a la superficie en la cual refleja se llama rayo directo; en cambio, el rayo resiliente a partir de la superficie se llama rayo reflejo.

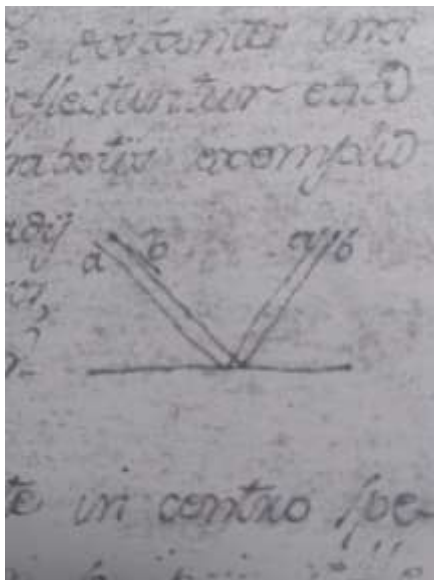
El punto del cuerpo opaco [p. 296] en el cual se unen ambos rayos, se llama punto de incidencia y reflexión, lo que se ve más claro en la siguiente figura, donde *ab* es el rayo directo, *bc* es el rayo reflejo, *ii* es la superficie del cuerpo opaco, en la cual *b* es el punto de incidencia y reflexión; la línea *db* es el eje de incidencia y reflexión; el ángulo *abd* formado por las líneas se llama ángulo de incidencia, porque se compone del rayo directo de incidencia y la línea del eje¹.

¹ Las figuras son muy pequeñas y están dibujadas en los márgenes del texto, algunas son poco claras, pero se han copiado correctamente. {NE}.

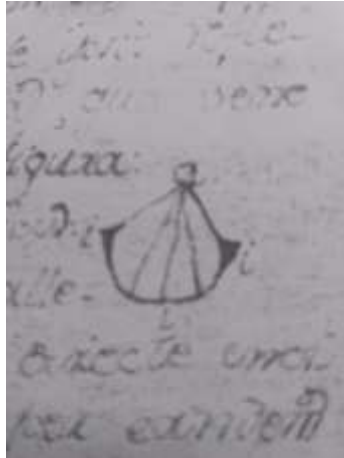


El ángulo formado por las líneas cbd se llama ángulo de **reflexión** porque se forma del rayo reflejo y la línea axial; el ángulo formado por las líneas $abbc$ se llama ángulo de **inclinación**, porque se compone inmediatamente de la línea del rayo incidente y la línea del rayo de reflexión y de tal modo que el rayo incidente siempre determina un ángulo igual al mismo reflejo: éste siempre continúa el movimiento con la misma velocidad con que venía al incidir. Asentado esto, se observan las siguientes leyes de reflexión de la luz.

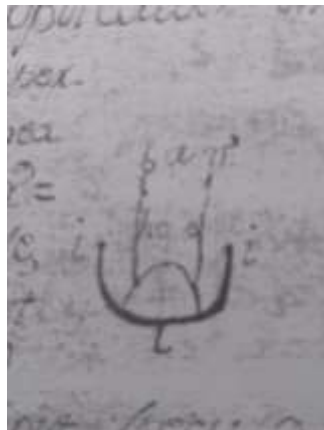
1ª. El rayo incidente perpendicularmente se refleja sobre sí mismo, o sea por la misma línea que venía. Un ejemplo es la pila arrojada [p. 297] perpendicularmente. 2ª. El rayo que incide oblicuamente se refleja de tal modo que determina un ángulo obtuso; 3ª. Los rayos paralelos —es decir igualmente distantes— que inciden en un espejo plano, reflejan también paralelamente. Tienen ustedes ejemplos de las reglas segunda y tercera en la siguiente figura, donde los rayos aa y bb determinan ángulos obtusos, inciden paralelamente y reflejan paralelos.



4ª. Tratándose de un [cuerpo] lúcido que va al centro de un espejo cóncavo, los rayos se reflejan en sí mismos, es decir, por la misma línea que venían, como se aprecia en la siguiente figura, donde *iii* es un espejo cóncavo, *a* es el [cuerpo] lúcido cuyos rayos paralelos determinan otras tantas líneas que salen directamente del centro *a*, y vuelven por la misma línea. 5ª ley: los rayos paralelos incidentes en la superficie cóncava de un espejo esférico reflejan uniéndose en un único punto del eje, si también inciden paralelos a la línea del eje.



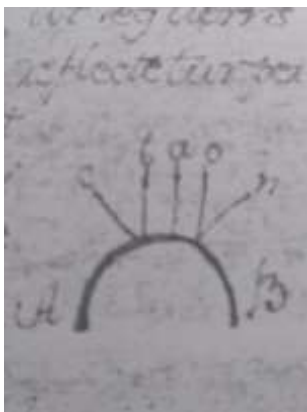
Se explica esto en la siguiente figura, donde *iii* es la superficie cóncava de un espejo esférico; la línea *ai* es la línea del eje; las líneas *b, b*, son rayos paralelos tanto entre sí como a la línea del eje; el punto *c* es el punto de unión de los rayos, que se llama **foco**:



esta ley rige los espejos ustorios [p. 298] vulgarmente [llamados] de reflexión y pueden ser de acero u otra materia en la cual pueda darse una superficie sumamente tensa y pulida; en ellos se unen muchos rayos, de los cuales surge una gran fuerza de combustión, de tal modo que incluso funden rápidamente los metales.

6ª ley. Colocado el [cuerpo] lúcido en el foco o punto de unión de los rayos, todos los rayos reflejan paralelos; así, en la figura precedente, si la vela se pone en el punto *c*, uno de los rayos desde punto *h* y se refleja por la línea *b*; de otro modo cae desde el punto *c* en el punto *o* y refleja por la línea *n*. Por esta regla no pueden lograrse espejos ustorios de reflexión, porque los rayos se dispersan; pero así puede hacerse la “linterna mágica”, sobre la cual consúltese a Teodoro de Almeida.

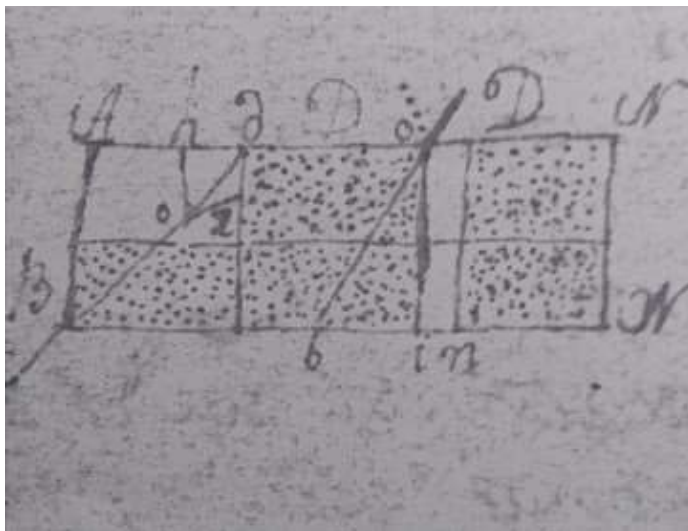
7ª ley: los rayos incidentes paralelamente en la superficie convexa de un espejo esférico reflejan en forma divergente, o sea dispersos, como lo muestra la siguiente figura: el rayo *a* refleja por la misma línea *a*, porque incide directamente en el punto plano; en cambio el rayo *b* refleja en *c*, y el rayo *o* en *n*. La línea curva *AB* es la superficie convexa del espejo esférico; [p. 299] por esta regla no puede hacerse un espejo ustorio de reflexión, cualquiera lo comprende.



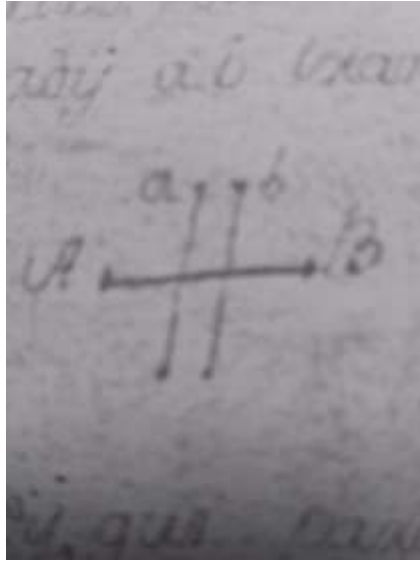
Acerca de la causa de la reflexión de la luz hay dos teorías: la primera afirma que la causa de la reflexión es la dureza y elasticidad de los glóbulos de luz, junto con la resistencia del obstáculo o cuerpo, en el cual se da el impacto de la luz, de tal modo que se produce una similitud perfecta entre las leyes por las cuales se resalta el globo vítreo desde el plano y la luz, como se ve en todas partes. Newton, de quien es la segunda opinión, afirma que la luz no se refleja por el impacto en un obstáculo, sino por no sé qué potencia difusa en la superficie resistente. Por lo tanto, resulta que la luz se refleja antes de tocar la superficie, lo que parece totalmente imposible, pues consta con total certeza que los cuerpos no se mueven sino por impulso y no reflejan sino por la elasticidad del que resiste. En segundo lugar, responde con algo ignoto, no de modo distinto a los peripatéticos con la potencia oculta. Tercero, por vía repulsiva entiende Newton un verdadero impulso, como dije en otro lugar, no ignorando –con Gravessande– que el impulso no puede producirse sin contacto: al negar que se dé una superficie tan pulida como se asume en las leyes mencionadas, eso está contra Newton mismo.

[p. 300] La refracción de la luz es su desviación de la línea recta por la cual venía, de tal modo que cuando pasa oblicuamente de un medio tenue a otro más denso, como del aire al agua, refracta, acercándose a la perpendicular; en cambio si pasa oblicuamente de un medio denso a otro más tenue, como del agua al aire, refracta alejándose de la perpendicular; aunque a veces estas reglas no se cumplen, como explicaré en la cuestión siguiente.

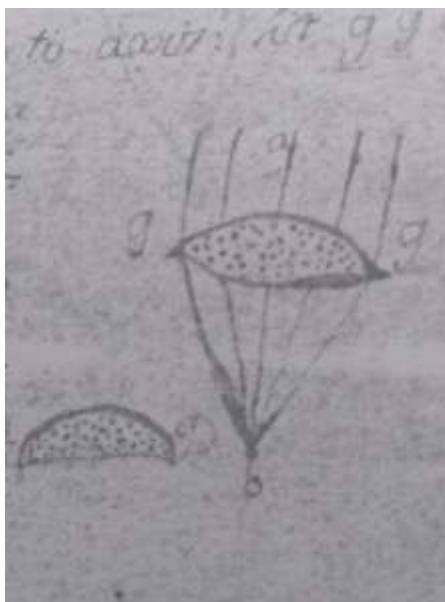
Pero como en todas las partes de la física son de uso frecuente los términos y las leyes de la refracción, considero necesario, para que se vea mejor el esquema expuesto, aclarar un poco más las definiciones con una figura. Sea pues Ab un vaso de vidrio con agua hasta la mitad; por tanto, en él, el rayo c que debería ir rectamente hasta d , pero que en el punto o pasa del agua al aire, va hacia r , es decir, retrocede de la perpendicular h .



Del mismo modo, sea el vaso NA lleno de agua, sea DD un tapete opaco, abierto en o ; luego el rayo aa , que debería ir recto hasta b , como en el punto o pasa del aire al agua, va refracto hacia i , retrocediendo de la perpendicular [p. 301] n , porque pasa de un medio tenue a otro más denso; por tanto en ambos experimentos el punto en el cual el rayo pasa de un medio a otro se llama punto de refracción, por ejemplo el rayo cc que incide en el punto de refracción se llama rayo incidente, es decir el rayo a hasta o .



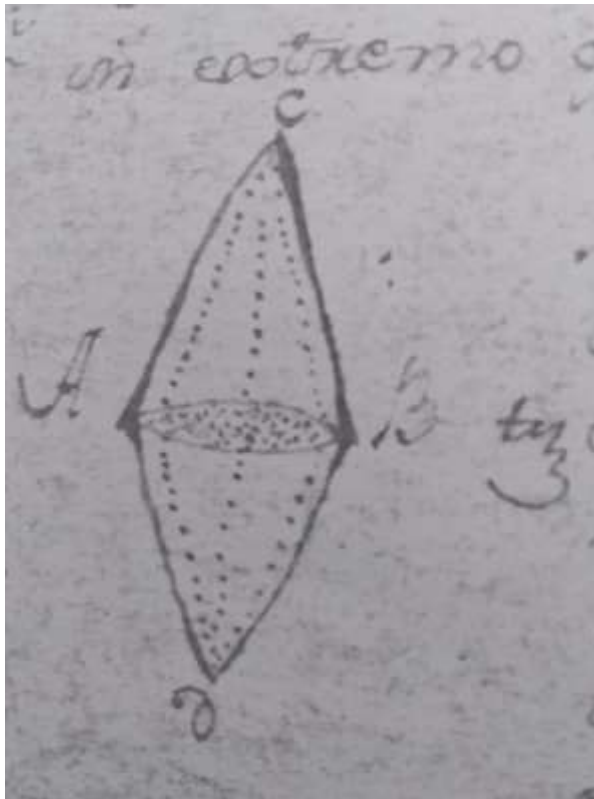
El mismo rayo se llama **refracto**, desde que se desvía de la línea por la cual venía; así el mismo rayo *a* se llama refracto desde el punto *o* hasta *i*; **eje de refracción e incidencia** se llama la línea que pasa perpendicularmente por el punto de refracción, línea *n*. Sentado esto, sea la 1ª regla de refracción: los rayos incidentes paralelos en el vidrio plano salen paralelos, como los rayos *ab* que pasan por el vidrio plano *Mb*; y esto se observa en el vidrio plano, aunque los rayos incidan oblicuamente, de todos modos son paralelos.



2ª ley: los rayos paralelos tanto entre sí como con respecto al eje, que inciden en un lente convexo-convexo, o plano-convexo, se unen fuera del lente en un punto axial. Sea gg el lente convexo en el que los rayos paralelos al eje a se unen en el punto b del mismo eje, donde se da; 1º lo mismo sucede en el lente plano-convexo DD ; 2º que [p. 302] esto sucede por cualquier superficie del lente donde se expanda el luminoso.

3º que los rayos deben ser perfectamente paralelos, para que se unan en el mismo punto; de lo contrario se produce una **aberración del foco**, es decir que no se unen en ese punto en el cual los rayos del eje de refracción se unen, que se llama **foco**. 3ª ley: puesto el luminoso en un punto focal de un lente convexo-convexo, o plano-convexo, después de la refracción los rayos vuelen a él paralelamente, como en la figura anterior el luminoso se coloca en el punto b , los rayos ingresan paralelamente, como se ve ahí mismo.

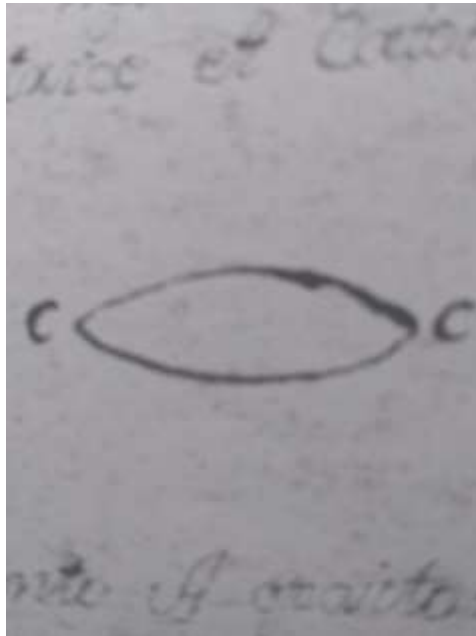
4ª ley: puesto el luminoso en un extremo del diámetro de un lente convexo-convexo, todos los rayos incidentes en ese mismo lente se unen en el extremo opuesto del diámetro. Se explica en la figura: sea el lente vítreo Ad , convexo-convexo, c el punto de un diámetro desde el cual los rayos deferentes inciden en la convexidad del lente, d sería el punto del otro diámetro, donde puesto el luminoso, sucede lo mismo.



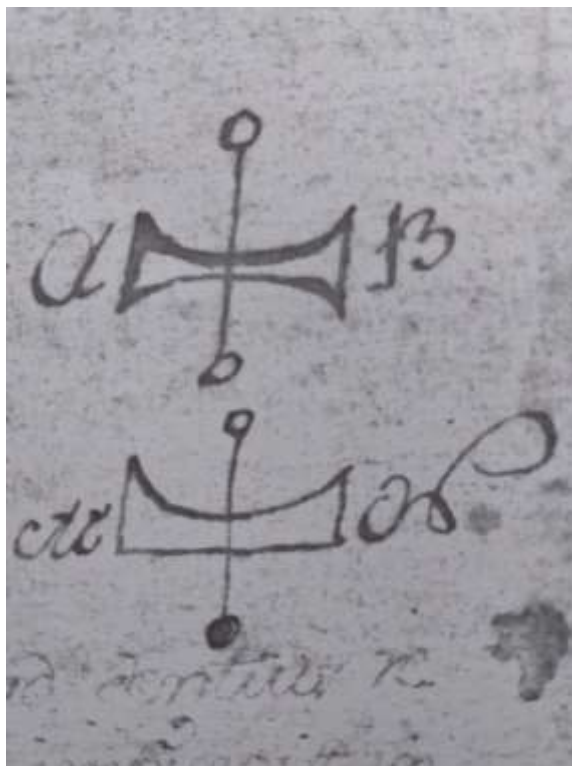
Luego, si se coloca el luminoso en un punto del diámetro d [p. 303] los rayos se unirán en el punto c del otro diámetro puesto, contrapuesto al luminoso en el punto o , todos los rayos se unen en el punto d del otro diámetro. 5ª ley:

puesto un luminoso en el extremo del diámetro de un lente convexo-convexo, los rayos que salen de puntos igualmente distantes, se unen en la parte opuesta del otro diámetro, de tal modo que los que salen desde la línea izquierda del eje se reúnen en la derecha de la misma línea axial; pero en el diámetro opuesto, los que salen de la derecha se unen a la izquierda.

Se explica esta ley que es el fundamento de toda la Dióptrica y la Catóptrica. Sea CC un lente vítreo convexo-convexo, AN su línea axial; luego los rayos que salen del punto N se unen en el punto opuesto A ; los rayos que salen del punto h se unen en el punto m , y los que salen del punto o se unen en el punto C .



6ª ley: los rayos incidentes en un lente cóncavo-cóncavo o plano-cóncavo, si inciden paralelamente, salen divergentes o separados entre sí. Por ejemplo, sea el lente vítreo MN , la línea axial oo , los rayos nr salen divergentes, como allí aparece [p. 304] de lo cual se concluye que los lentes convexos-convexos aúnan los rayos, mientras que los lentes cóncavos-convexos los dispersan.



Acercas de la causa de la refracción hay muchas teorías. La primera es de Descartes (como la peripatética del P. Cabei y de otros que omito) afirma que la luz, pasando de de un medio más tenue a otro más denso no cae de la perpendicular, porque incide en un medio más denso, que por eso retarda el

movimiento que llevaban los glóbulos superiores, pero no retarda el movimiento por el cual llegaba a la línea horizontal (pues el movimiento oblicuo se compone de dos líneas, como ya dijimos), por lo tanto, cesando el movimiento por el cual la luz accedía a la perpendicular y existiendo cuando retrocedía de ella, se sigue el movimiento que retrocede de la perpendicular.

En cambio, cuando la luz pasa oblicuamente de un medio más denso a otro más tenue, refleja acercándose a la perpendicular, porque el medio más tenue resiste menos y por eso en él es más fácil la continuidad del movimiento por el cual la luz tendía a la perpendicular. Esta es una teoría sutilísima, pero cargada de dificultades, que pueden ver en el Padre Brixia y especialmente en Juan Bautista, de modo que, rechazada su probabilidad, [p. 305] pasamos a explicar otras.

La segunda teoría es la de Pedro Gassendi, a la cual adhirieron los famosos Malebranche, Milliet, Juan Bautista y muchos otros. Dice pues Gassendi que la luz, incidiendo oblicuamente de medio más tenue a otro más denso, refracta acercándose a la perpendicular, porque los glóbulos incidentes oblicuamente se detienen en los poros de los glóbulos; y se detienen porque rotan al primer contacto y circundan su propio eje al rotar, pues cuando inciden oblicuamente tocan los lados de los poros en una mínima superficie.

De esto resulta que el punto central de cada uno de los glóbulos retrocede de la dirección que antes traía; y como el punto central de cada glóbulo es determinante de la línea de su movimiento –como nadie ignora– se sigue que ellos cambiarán la dirección, pero hacia la perpendicular, porque la interposición y el retardo de los glóbulos en la línea central de cualquiera de ellos se dirige a la perpendicular. Y como los glóbulos siempre tienden a seguir la dirección por la cual venían, después es necesario que sigan un medio único.

Y así como no sigue la perpendicular ni la oblicua, que antes traía, sino que [sigue] una vía media entre ambas, también Gassendi dice que sucede lo

contrario en el paso de la luz del medio más denso al más tenue, pues entonces los glóbulos ubicados cerca de los poros, a los cuales es contiguo el medio más tenue, rotan y se envuelven con movimiento contrario y por una razón análoga no retroceden solamente de la línea perpendicular, sino también de la línea que traían, y de este modo pueden incidir oblicuamente y no penetran sino que reflejan, lo que no sucede en el otro caso.

Todos los newtonianos, así como dicen que la causa de la reflexión de la luz es una vía expulsiva de los cuerpos antes que ellos continúen, dicen que la causa de la refracción es una fuerza atractiva de ellos, de modo que un cuerpo más denso tiene una mayor potencia atractiva, y atrae a los rayos de luz a la perpendicular; en cambio el medio más tenue no es así, por lo cual en opinión de ellos los rayos de éste exteriormente tienen diversa refractabilidad y reflexibilidad; si esto es verdad se verá en lo que sigue.

Sección 3^a

En qué consisten físicamente los colores primarios, intermedios entre el blanco y el negro [p. 307] donde se trata de nuevo la reflexión y la refracción

Se llaman colores primarios aquellos cuya sustancia se produce por la misma división de la luz en rayos, exhibiendo a la potencia sensible de este modo, que considero fuera de toda duda; los colores no están formalmente en los cuerpos que aparecen coloreados, sino que es el fundamento de que el cuerpo adecuado. por los rayos de luz, lo muestra en tales cuerpos, aunque lo contrario clamen los Peripatéticos. Por lo tanto, es lo único que preguntamos aquí, y no establezco una disputa sobre el blanco y el negro, pues doy por cierto que el color blanco aparece en los cuerpos porque casi todos los rayos incidentes en la superficie que parece blanca, se reflejan desordenadamente, de tal modo que muchos se unen después y por consiguiente perturban la visión si se dirige a la superficie blanca iluminada por el sol. Así también, a partir de eso, para que el calor del sol no dañe la cabeza se pone encima del sombrero un papel blanco. Entonces los rayos ahí parecen blancos, cuando están unidos; los otros colores verdaderos van después de que se separen, de

modo que si después de la separación se los une por medio de un lente [p. 308] convexo en un foco, toman color blanco.

Del mismo modo supongo como cierto que los cuerpos negros aparecen como tales, porque casi todos los rayos que inciden en ellos, inciden en poros torcidos y retorcidos; de modo que pierden su tiempo quienes, frente a tantos experimentos repetidos que lo demuestran, discurren más allá. Y por otra parte, vemos que convienen en esto casi todas las más firmes hipótesis que tratan sobre los colores. Luego los colores se muestran cuando los rayos son separados por obra del prisma, es decir, violeta, índigo, azul, verde, amarillo, rojo y blanco.

Acerca de la naturaleza de los colores las teorías más conocidas son: primero, la de Rizzetti, un docto italiano, para quien todos los colores no son otra cosa que una variada combinación de la luz o su claridad con la sombra ínsita en los cuerpos, o el medio en el cual se ve el color; de tal modo que un radiante en el fondo oscuro del cuerpo aparece blanco, por un medio claro movido con poca fuerza resulta el color violeta; en cambio si se moviera con mucha fuerza resultaría el azul; un rayo en fondo claro por medio oscuro y movimiento de poca fuerza da por resultado el amarillo; y si es movido con mucha fuerza resulta el rojo.

De este modo [p. 309] con respecto a los demás colores debe advertirse que se representan los colores en el fondo de la retina. Esta teoría sería ciertamente apreciable si concordara con las leyes de la Dióptrica y la Catóptrica. La segunda [teoría] es de Gassendi, quien considera que los colores intermedios surgen de la variada combinación de luz y sombra, en la reflexión o la refracción, y determinan el pasaje de rayos con sombras, porque incidiendo en la superficie de los cuerpos –que constan de muchos resquicios y rugosidades de diversas figuras y diversa posición– algunos refractan, otros reflejan y otros se tuercen permaneciendo dentro de los poros.

Por lo cual, advierte él mismo, los rayos, después de incidir en la superficie de los cuerpos, se mezclan con las sombras, esto es, con las líneas de luz carentes de movimiento directo, porque los rayos que debieran moverse por ellas adquieren otra reflexión, refracción o inflexión. La tercera teoría es de Descartes, que en parte coincide con Malebranche, pensando que los colores intermedios surgen de la variada combinación de los movimientos rectilíneo y circular de los glóbulos de luz. Finalmente, la cuarta y la más considerada entre todos los filósofos es la de los Newtonianos, que celebran a Newton como el primero en detectar la naturaleza de los colores.

Se afirma que los rayos cualesquiera sean, tienen diversa e intrínseca reflexibilidad y refractabilidad, de tal modo que el rojo tiene menor [p. 310] reflexibilidad y refractabilidad que el amarillo, el verde menos, mayor el azul y la máxima de todos el violeta; también los que tienen mayor reflexibilidad tienen mayor refractabilidad, y esto surge de la figura y naturaleza intrínseca de los rayos que no puede cambiar; luego el rayo nunca puede cambiar su propio color.

Toda esta diferencia surge –dice Newton– de la diversa figura de las partículas de las cuales se componen los rayos; por lo cual su sistema tiene como fundamento que las partes de luz no son aquellos glóbulos. Por tanto el color que muestran los cuerpos es aquel cuyos rayos reflejan o refractan de los otros en los poros indivisibles, dentro de los poros de los cuerpos mismos. El prisma no hace otra cosa que separar los rayos heterogéneos, o de los diversos colores de los cuales surgen los colores propios. Omitiendo las demás hipótesis, se comparan la de Newton con la de Gassendi. Sea

Conclusión. Los colores primarios intermedios entre el blanco y el negro no pueden explicarse en el Sistema de Newton; por lo cual deben considerarse que físicamente [p. 311] consisten en la variada mezcla de las luces, según Gassendi. Además de numerosos autores defienden esta conclusión Juan Bautista y su discípulo Teodoro de Almeida. Se prueba, primero en cuanto a la primera parte: nada hay en el sistema de Newton

fuera de la diversa reflexibilidad y refractabilidad de los rayos; pero ésta no debe admitirse; luego tampoco su sistema.

Se prueba la menor. La diversa reflexibilidad y refractabilidad de los rayos es imposible, en cuanto es imposible la diversa figura de las partículas de la luz, a menos que los newtonianos expliquen de dónde proviene; pero es absurda la diversa figura de las partículas de luz; luego. Se prueba la menor: nadie ignora que para la reflexión ordenada de los cuerpos se requiere precisa y únicamente la figura redonda, pero cualquier rayo refleja ordenadísimo. Se confirma: la experiencia muestra que sólo por una figura no redonda del cuerpo elástico, la reflexión no se produce ordenadísimo; luego si los rayos de luz reflejan ordenadísimo, sólo tienen partes globulosas [redondas].

Se prueba la segunda parte. Nada hay en el sistema de Newton sino que los rayos absorben rayos de otro color reflejando y refractando sólo aquellos cuyo color aparece en el cuerpo; si ello no lo hacen; luego. La mayor consta en [p. 312] el fundamento de Newton. Se prueba la menor conforme al propio Newton: todos los cuerpos cuya materia sea blanca, gris, roja, amarilla, verde, azul, violácea, tales como el papel, no menos que un pigmento de oro, plata, cobre, flor violeta y similares, en el rojo de luz homogénea se verían solo rojos, en la luz azul, sólo azul, y en general se verían solo aquellos colores en los cuales estuvieran puestos.

A partir de lo cual argumento así: conforme a Newton, un cuerpo cualquiera refleja más de un color que de otros, porque tiene una disposición por la cual sólo refleja los rayos del mismo color con que aparece. Pero este principio fundamental es falso; luego. Se prueba la menor, si atendemos a Newton, los cuerpos blancos, azules o de otros colores, no sólo reflejan los rayos de los mismos colores que tienen, sino también otros; no pocos sino muchos, como en los cuerpos blancos; luego en el rayo rojo aparece claramente el rojo, en el azul, claramente el azul, luego.

En tercer lugar, se prueba por el experimento del célebre Rizzetti: sea una tabla, en la cual se han pintado los colores por medio del prisma; si se aproxima al prisma, el color verde cambia a blanco; si en cambio se la aleja, el color amarillo desaparece; pero esto no concuerda con [p. 313] los principios de Newton. Luego su sistema no es válido. Se prueba la menor: estos rayos verdes y amarillos no tienen la máxima refractabilidad de todos, ni la mínima de todos, de modo que por la aproximación de la tabla desaparezca el verde y se confunda con los otros, ni el alejamiento de la tabla disuelva el amarillo, ni existe un cuerpo que –de acuerdo a Newton– lo absorba; luego.

En cuarto lugar se prueba por el experimento de Juan Bautista, repetido y aprobado por el Padre Teodoro Almeida: divídase un rayo de luz por medio del prisma, y a una distancia demás de veinte pies, donde los rayos están muy separados, póngase un papel negro que tenga un pequeño agujero por el cual sólo pase un sayo rojo; opóngase después el papel a un lente convexo-convexo, en cuyo foco se coloca una cajita, abierta con dos agujeros, uno cerrado, los rayos dentro, y aplíquese en el otro [agujero] el ojo, para ver el rayo dentro de la cajita con lo cual se verá un papel blanco puesto dentro de la cajita.

A partir de esto Juan Bautista razona así: si los rayos fueran intrínsecamente diferentes, permaneciendo un solo rayo rojo, no se podría ver un objeto blanco, porque no podría reflejar sino el rayo que incide en él; pero esto es falso, como muestra el experimento. En efecto [p. 314] estando el rayo rojo se ve el papel blanco; luego el sistema de Newton no es válido. No se me oculta que algunos newtonianos niegan el experimento, pero además de que esto significa una injuria al célebre científico mencionado, su fundamento no es válido, desde que las Academias que aprobaron los experimentos de Newton no conocieron el experimento que menciono para verlo.

En quinto lugar, se prueba con un argumento irrefutable. Después de la división del rayo por obra del prisma, el papel opaco recibe otros colorees,

siendo que sólo el rayo rojo pasa por el agujero; la línea central de este rayo se recibe dentro del cubículo perfectamente cerrado, y sólo abierto un agujero el rayo rojo opera en el vidrio verde. Pregunto ahora de qué color se ve el vidrio: si se ve verde, entonces por el rayo rojo se puede ver un cuerpo verde; luego también el vidrio verde puede refractar un rayo rojo, si el vidrio verde se ve rojo. Esto destruye el fundamento de la doctrina de Newton, luego su sistema no es válido.

Se prueba brevemente la segunda parte: los colores consistan en las variadas modificaciones de la luz en las superficies de los cuerpos en las cuales [p. 315] inciden, o en las cuales refractan; solo comunican la única diversidad de cada rayo en el diverso movimiento en que consisten los diversos colores. Se prueba la mayor, porque los colores se forman de este modo, pero este movimiento en que consisten debe partir de la superficie de los cuerpos.

Se prueba la menor principal: el movimiento comunicado explica óptimamente el sonido; y del mismo modo el solo movimiento de los glóbulos de luz explica en filosofía [física] los diversos colores. Se muestra la consecuencia, pues los efectos totalmente similares no provienen de causas totalmente disímiles. Pero el efecto sonoro y el luminoso, el sonido y el lúcido guardan perfecta similitud: luego. La menor consta por la exactísima comparación de los rayos, como puede verse en el mismo Padre Brixia, en su lugar.

Urge el argumento contra los Newtonianos, en que el sonido padece muchas reflexiones [p. 316] y de allí no se infiere que el predicho sonido tenga intrínseca reflexibilidad con respecto a otros similares; luego del mismo modo, de que un rayo luminoso de un color aparezca del mismo color después de varias reflexiones, o refracciones no se infiere que tenga una reflexibilidad intrínseca distinta de los otros. El antecedente consta por el testimonio del Padre Juan Bautista que experimentó con los colores formados en los ángulos.

Se resuelven las objeciones

Objetas 1°. Los diversos colores de la luz se explican óptimamente en el sistema de Newton si los rayos son intrínsecamente disímiles, pero así es, luego los diversos colores consisten en la diversa reflexibilidad y refractabilidad newtoniana. Se prueba la menor: consta por repetidas experiencias que, si un rayo de luz se divide por obra del prisma en siete colores, de los cuales el rojo (estando los otros interceptados por un papel opaco) se trasmite por otros prismas o por cualquier lente, no cambia el color; pero esto no podría suceder si el rayo rojo (y dígase lo mismo para los otros) no tuviera una refractabilidad intrínseca.

Respondo [p. 317] primero, distingo la mayor: si solamente los rayos son intrínsecamente disímiles, niego la mayor; si otro la conserva, que sea requerido en el mismo sistema, concedo la mayor; y permitida la menor falsa, niego la consecuencia: casi nada queda del sistema de Newton, no sólo si los rayos no son intrínsecamente disímiles, sino también si los cuerpos, quitado el único color que suelen tener, no puede reflejar o refractar sino los rayos de aquel color que tienen; pero consta que esto es falso, conforme a Newton mismo. Pues quebradas las partículas de oro y otros cuerpos cualesquiera, reflejan un rayo solo con que incida en ellas.

Respondo segundo: concedida la mayor, niego la menor, para cuya prueba, concedida o permitida la mayor, niego la menor. Esto implica la diferencia entre la teoría de Gassendi y la de Newton sobre los colores. En efecto, Gassendi asigna una causa física y perceptible a la reflexión. En cambio Newton sólo [asigna] la fuerza de atracción que no es sino una cualidad oculta que ni Newton ni los newtonianos pudieron probar, mientras que según la teoría de Gassendi, determinados cuerpos o formas de la misma densidad no pueden no refractar del mismo modo.

[p. 318]² Pues tienen glóbulos de la misma magnitud y los glóbulos de luz inciden del mismo modo [en el prisma]; luego el rayo rojo, por ejemplo, incidiendo en el prisma, del mismo modo refracta de tal manera que así como el rayo rojo refractan los otros diversos; explicándose lo que aparece en el prisma.

Se confirma con este experimento, pues el rayo rojo, por ejemplo, que se trasmite sea por lentes o por prismas, los rayos siempre muestran el mismo color [y] vivacidad, porque los cuerpos cuya potencia tienen son internas; en cambio si después del prisma se producen más reflexiones el color del rayo pierde algo de vivacidad de rojo; la razón de este efecto se desearía ver en el sistema de Newton pero [p. 319] se da por la textura interna de las partículas.

Hay algunas debilidades [enfermedades] por las cuales los ojos con cierto humor circundante no ven los cuerpos de cierto y determinado color, lo que no se puede explicar en el sistema newtoniano, porque en él, el cuerpo rojo, por ejemplo, no puede reflejar sino rayos rojos; luego cuando está éste y otros colores, deberían verse todos rojos y se concluye [que no es así] porque al primero se le opone el segundo como un transparente notablemente de diversa densidad.

Objetas de nuevo e instas: si nuestra teoría fuera válida, entonces el rayo dividido cambiaría el color; pero esto es falso como solución. Se prueba haciéndolo pasar por un prisma de lente convexo-convexo y después por otro cóncavo-cóncavo, sufriendo reflexiones diametralmente opuestas; pero siempre aparece del mismo color; luego. Se prueba la mayor: el rayo refracta de tal manera que se une y [p. 320] junta, es decir, se hace convergente; en cambio en el segundo [caso] refracta de tal manera que se hace divergente, es decir, refracta y se extiende, pero estas refracciones se oponen diametralmente.

² Al comienzo de esta página hay un espacio vacío, al parecer no se copió el texto; además ésta y la siguiente tienen borroneada una gran parte del margen, y muchas palabras no se leen; se traduce por el sentido general del texto. [NE].

Respondo. Distingo la mayor. Pues la refracción no cambia los contrarios en cuanto a la disposición interna de los rayos, lo concedo; los contrarios solamente en cuanto a la superficie externa de los rayos y la extensión, niego la mayor con la menor en el sentido de la distinción. Para probarlo distingo la mayor: sufre refracciones opuestas en cuanto a la superficie externa y la extensión, lo concedo; de otro modo, niego la mayor y concedida la menor con la mayor [mencionada] y distingo la menor consiguiente.

Así como en todos los cuerpos, una es su figura externa y otra la disposición interna, así también aquí, por razón similar, en cualquier rayo de luz debemos distinguir su disposición interna, y la modificación y la extensión externa. La disposición interna de los rayos es más rápida o igual al movimiento de los glóbulos de que se recomponen todos ellos, es decir de la misma materia, de la misma cantidad [p.321] de los poros, de lo cual resulta que conservará la misma disposición y modificación de los rayos; aunque las diversas superficies en las cuales incide se hagan convergentes o divergentes.

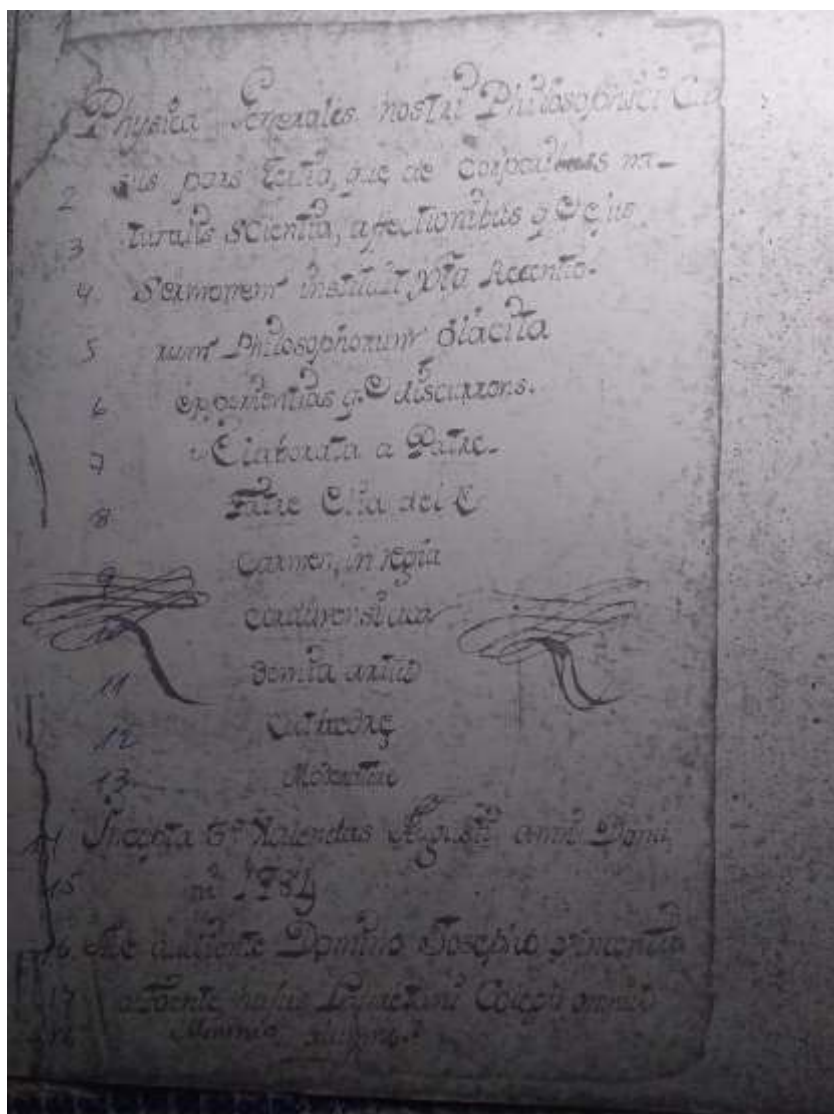
Tampoco nadie ignora que el mismo cuerpo puede moverse con la misma velocidad, cambiando solamente la dirección; pues esto muestra, que aunque los glóbulos suyos o las líneas de ellos, de los cuales se componen todo rayo, se unan o se separen, pueden conservar la misma cantidad de movimiento, cambiando sólo la dirección de las líneas; pero conservan el mismo movimiento y conservan la misma disposición y modificación interna de los rayos, aunque a causa del cambio de dirección de las líneas cambie la superficie externa de los rayos.

Lo que se puede confirmar por el razonamiento del famoso Juan Bautista. Dice, en efecto, que aunque el sonido, por ejemplo, de una campana tañida no puede cambiar, sea por los vientos, sea por la reflexión del aire en otros cuerpos, pero sí puede aumentar o disminuir sin que de allí se pueda inferir que el sonido de la campana se distingue intrínsecamente de otros sonidos. Del mismo modo, aunque un rayo no pueda cambiar (se concede que no

puede) a la vez que toma ese color, no sería válido inferir que el rayo difiriera intrínsecamente de los otros con respecto al color.

[p. 322] Instas: es inexplicable aquella modificación de los rayos por impacto de los glóbulos y de los poros de cuerpos de diversa densidad; luego nada vale la solución dada. Se prueba el antecedente. Si así fuese, todos los cuerpos de igual densidad cambiarían del mismo modo y todos los cuerpos de diversa, refractarían de diverso modo. Pero esto es falso. Luego. Se prueba la menor: se ha experimentado que la luz no padece sufre ninguna refracción, cuando se da ese caso.

Gravessande ha experimentado que la luz refracta acercándose a la perpendicular cuando pasa del alumbre al vitriolo, pero es de diferente densidad y del mismo modo refracta hacia la perpendicular en el paso del agua a la esencia de trementina; pero el agua es más densa que la esencia de trementina; luego. Niego el antecedente, para la prueba distingo la mayor: sucede de tal modo que si a igual densidad fuera igual efecto de la causa, concedo la mayor; si es de otro modo, niego la mayor y concedida la menor [niego la consecuencia] [p. 323] reforzando a los gassendistas; en efecto los newtonianos intentan responder por qué esos cuerpos no muestran la dirección de los rayos al modo como los demás cuerpos; en cambio en nuestra hipótesis la causa de tan notable fenómeno es la densidad misma de sus fluidos, pues la liviandad, como dijimos en su momento, consiste no sólo en la magnitud de los poros, sino también en la frecuencia de los poros sutiles.



MARIANO MEDRANO

Tertia Philosophiae pars / scilicet Physica generalis

[p. 109] **Cuestión tercera.**

¿A qué principio debe referirse la gravedad de los cuerpos?

“Escribamos gravemente sobre la gravedad” clama el P. Fabro. Y con razón. Pues sobre esta propiedad corporal [p. 110] hay muchas preguntas de los filósofos antiguos y modernos, cuyo trabajo sería, según Bertoldo Hauser, más bien indagar históricamente el fenómeno, que mostrar un avance significativo a la cuestión filosófica. Pero la noche indica la ciencia nocturna; por tanto, siendo una materia rodeada de densas tinieblas, intentaremos proporcionar alguna luz. Para lo cual

Debe saberse que se llama cuerpo pesado, aquel que por sí mismo se dirige velozmente hacia abajo o intenta permanecer allí. Pues la gravedad es aquella fuerza por la cual el cuerpo pesado, librado así mismo, se mueve primeramente hacia abajo; por esto difiere de la gravitación, que no es sino aquella presión o fuerza que la gravedad ejerce en el cuerpo sujeto.

Debe saberse, segundo, que en los cuerpos hay un doble centro, de gravedad y de gravitación. El centro de gravedad es aquel que determina pesos iguales, o alrededor del cual se equilibran todas las partes. En cambio, el centro de gravitación es el centro de la tierra, hacia el cual gravitan todos los cuerpos.

Por lo tanto, para explicar los fenómenos de gravedad y determinar su principio, se han excogitado muchas hipótesis, notablemente ingeniosas, [p. 111] que pueden reducirse a dos clases: la primera se refiere a las que afirman que la gravedad es una propiedad ínsita naturalmente en los cuerpos; la segunda, a las que consideran que proviene de algún principio extrínseco.

Los peripatéticos y sus seguidores sostienen que la gravedad es una fuerza que surge inmediatamente de la misma naturaleza de los cuerpos pesados, pero muchas cosas persuaden de lo contrario. 1º si la gravedad fuese una fuerza naturalmente inherente a toda sustancia corpórea, podría producir por sí misma otra, que se moviera localmente, y esto es imposible; luego. La mayor se deduce de la misma teoría de ellos; la menor también consta, pues la sustancia corpórea, considerada en sí misma, se relaciona pasivamente al ímpetu y por lo tanto también al movimiento; luego debe rechazarse la fuerza de gravedad como inherente.

Segundo. La fuerza intrínseca de gravedad de ningún modo puede referirse, sea a la forma, sea a la materia de los cuerpos mismos; luego no es intrínseca a ellos. No a la materia, pues ella es totalmente inerte; no a la forma puesto que ella no es sino una nueva modificación de las partes. Por lo tanto, ningún cuerpo es grave por su propia naturaleza, y en consecuencia la gravedad de todos los cuerpos debe tener un origen extrínseco.

Gassendi, después de rechazar la teoría de los peripatéticos [p. 112] sobre el descenso de los graves, la explica por ciertos efluvios que surgen de la tierra. Concibe a la tierra como un enorme imán, de la cual salen numerosos átomos ganchudos, curvos y retorcidos, que colocados sobre los cuerpos los impelen hacia abajo, conforme a una vía brevísima y recta, por lo cual deben acelerarse cuando están más próximos a la tierra, al modo como sucede con el imán.

Contra esta sentencia hay muchas cosas que le restan sus posibilidades. Primero, no se puede determinar la razón por la cual tales cuerpos ganchudos elevados, son de nuevo traídos hacia abajo; pues la potencia de tal movimiento proviene de los otros átomos, o bien de la gravedad propia de ellos. Si lo primero, se daría un proceso al infinito; si lo segundo, lo mismo debería decirse de los demás cuerpos, sin que valga el recurso a los átomos que impelen a los cuerpos hacia abajo.

Segundo. Estos corpúsculos que salen de la tierra, o bien chocan con las partes sólidas de los cuerpos o se meten en sus poros y los penetran libremente. Si lo primero, más bien deberían repeler que atraer a los cuerpos; si lo segundo, es evidente que el cuerpo no debería ser repelido ni atraído, de tal modo que el movimiento de aquellos de ningún modo resiste; como observa el P. Maignan, [p. 113] de qué modo se movería una nave en guerra si estuviera enredada. De ningún modo se movería. Luego, la gravedad de todos los cuerpos no puede provenir de estos átomos sutilísimo emitidos por la tierra que atrapan a los cuerpos y causen su movimiento hacia abajo.

Leibniz atribuye a otra causa el descenso de los cuerpos graves, a una materia sutilísima que rodea a la tierra que, por todas partes, en forma rectilínea e innata, fuerza al cuerpo a retroceder. Lo confirma con el ejemplo del cuerpo sumergido en agua, en que la columna de agua lo fuerza hacia abajo, y él empuja hacia arriba en línea recta. A su vez, si aquella materia fluidísima y sutilísima, retrocede del centro hacia la periferia, su esfuerzo inclina al cuerpo hacia abajo, y por la línea recta.

Aunque como sea se mire, esta hipótesis resulta idónea para explicar los múltiples fenómenos gravitatorios, téngase presente, con Fortunato Brixia y otros, que no es fácil. Y tales retrocesos radiales de la materia sutilísima a la tierra por la línea recta del cuerpo grave se producen sin ningún o sólo con levísimo impulso; [p. 114] por esto también de ningún modo se admite y se explica la gravedad y el descenso de los cuerpos graves.

Pues aquella materia sutilísima emitida radialmente, o bien incide en la parte sólida del cuerpo, o pasa libremente por sus poros; si lo primero, necesariamente impulsaría al cuerpo hacia arriba; si lo segundo, como no podría comunicar ningún ímpetu al cuerpo, no causará su movimiento hacia abajo.

Por otra parte, si sólo el empuje de las columnas ascendentes, sin ningún otro principio, fuese suficiente para producir el movimiento de descenso, donde propiamente hubiera sol, ningún cuerpo colocado libremente en el aire

podría caer de ningún modo. Pues en ese caso las columnas emitidas por el cuerpo solar necesariamente vencerían la potencia y el movimiento de las columnas emitidas por la tierra; pues si no fuera así, no podrían llegar a la tierra. Luego, cuando se movieran las columnas hacia abajo surgiría un movimiento hacia arriba; si fuese de otro modo y las columnas empujadas hacia arriba produjeran el movimiento hacia abajo, se seguiría necesariamente –y como entonces el tiempo que tomaría la fuera de las columnas hacia abajo sería mayor que el [movimiento] hacia arriba– [p. 115] que ningún cuerpo debería moverse hacia abajo, lo que es contrario a la experiencia. Véase más en Brixia.

Descartes, con otros modernos, opina que la gravedad de los cuerpos sublunares surge del movimiento vertiginoso de la materia sutil; “nótese –dice en la parte cuarta de los Principios, número 95– que la fuerza que tienen cada una de las partes de la materia sutil para alejarse de la tierra, su efecto vertiginoso, cuando ellas ascienden, no pueden sino empujar algunas partes terrestres, en cuyo lugar quedan, mandándolas hacia abajo”. Pourchot intenta explicar esta hipótesis con muchos ejemplos; cuya ineficacia se verá en lo siguiente.

Primero. La experiencia demuestra que el descenso de los cuerpos pesados se realiza por líneas rectas, al menos sensiblemente; y esto no sería así si el descenso proviniera del movimiento vertiginoso de la materia sutil; luego. Se prueba la menor. Los cuerpos sometidos al movimiento vertiginoso de la materia sutil deben girar, del mismo modo que los cuerpos pequeñísimos producen al girar un halo de luz desde el vertiginoso, como sucede con los granos de polvo cuando giran en el aire, pero esto es contrario a la experiencia, luego.

[p. 116] Admitidas las teorías de Descartes sobre la causa de la gravedad, no queda lugar para establecer su sistema acerca de la naturaleza de la luz, que la coloca en este impacto rectilíneo de los glóbulos o en su elemento. Pues es imposible que la misma materia se mueva a la vez girando y según la línea recta, sin que una de estas determinaciones impida la otra, y por ende

sin que el movimiento rectilíneo destruya el movimiento giratorio de la materia sutil que empuja a los cuerpos hacia arriba. Por lo cual, al menos los cuerpos [terrestres], una vez que ha salido el sol, deberían tener menos gravedad que durante la noche, pero esto no sucede. Finalmente, porque la mencionada hipótesis deja muchas dudas en cuanto a ciertos casos, como son el movimiento de la tierra alrededor del sol, los vórtices etéreos y los elementos cartesianos.

Los newtonianos adjudican la gravedad de los cuerpos a la atracción; esta propiedad, afirman, es común a todos los cuerpos, según la mayor o menor masa de ellos, y puesto que la masa del globo terrestre es casi infinita comparada con los [cuerpos] terrestres, cualquier masa corporal o cuerpos que están en la superficie de la tierra, o que distan algo de ella, son fácilmente atraídos de modo que incluso ella misma inmóvil, [p. 117] arrebatada los cuerpos de arriba.

Pero esta hipótesis no puede admitirse, 1º porque contradice ciertos principios, como que la causa eficiente creada no puede obrar a distancia; además, porque los cuerpos de ningún modo pueden moverse entre sí sino por contacto e impulso; y la mencionada hipótesis contraría todos estos principios. Se prueba la menor: se da acción a distancia cuando el efecto es producido por la causa cuya pasión no es contigua ni con inmediatez de sujeto o de potencia; pero cuando una piedra dista mucho de la tierra, no hay pasión ni inmediatez del sujeto piedra, lo que es evidente, ni tampoco inmediatez de potencia; porque, como advierte Clarke (acérrimo newtoniano) la gravitación no proviene ni del mutuo impulso ni del contacto corpóreo; por tanto finge o supone que en la acción interviene una causa material.

Con sus palabras: “Porque esa gravitación de la materia universal de ningún modo puede surgir del mutuo impulso de los cuerpos... de ningún modo puede ser admitida una atracción tal que no sea acción de la materia a distancia; pero esta acción es de una causa inmaterial que mueve y rige

perpetuamente a la materia según ciertas leyes”. Por lo tanto, hay una acción a distancia y movimiento de los cuerpos sin impulso.

[p. 118] 2°. Los newtonianos y sus seguidores rechazan las cualidades ocultas de los Peripatéticos. Pero la potencia gravitatoria o atractiva tiene todas las propiedades de una cualidad oculta, pues ésta no es sino –según Wolf– una cosa carente de razón suficiente que funciona como sujeto, o al menos se coloca en su lugar, o se define insuficientemente; por la cual las cosas naturales hacen o padecen algo cuya razón no es menos ignota; pero los newtonianos afirman que la fuerza de gravedad existe en los cuerpos por razón de la materia, ínsita por la sola voluntad del creador, y su causa nos es desconocida, y no se puede deducir de las leyes conocidas, como opina Gravessande. Luego.

Otros, entre los cuales está Duhamel, piensan que la gravedad de los cuerpos y el descenso proviene del aire retro-impelente, “pues –dice este sabio– parece probable que el descenso de los graves provenga de una causa extrínseca e impelente; nada es más difícil que explicar el modo según el cual se produce este impulso, pero si debiera elegir entre varias [posibilidades] la mejor me parece que los cuerpos terrestres son tomados en su peso por el aire sutil, y el movimiento de las cosas [p. 119] graves debe referirse, donde quiera que se dé el movimiento, o al impulso del acceso de estos sutiles, o a la sustancia etérea, que lo lleva hacia abajo, o al peso innato”. Pero, aunque esta teoría presenta alguna verosimilitud, sin duda se desvía de la verdad.

En efecto, de aquella teoría se seguiría que la gravedad específica de los cuerpos respondería proporcionalmente no a sus masas, sino a sus superficies. Pues la gravedad surge en un medio fluido y por consiguiente cuanto mayor sea la superficie, mayor será la presión, y por tanto la gravedad que responde a la presión, y esto es contrario a la experiencia, y por lo tanto también el supuesto a partir del cual se infiere.

Segundo, la constante experiencia muestra que los cuerpos pesados, colocados en un recipiente evacuado, se mueven más velozmente que al aire libre; pero si la gravedad de los cuerpos proviniera del aire presionante, el efecto no sucedería de este modo, pues disminuiría por el éter presionante y por el efecto común; luego la gravedad, o la caída de los graves no proviene del aire.

Finalmente, porque si al cuerpo que desciende se le adhiere un cuerpo piloso, los pelos existentes en la parte superior no se deprimen, [p. 120] como necesariamente debería acontecer si los cuerpos fueran empujados hacia abajo por el aire. El argumento afirma que el descenso de los cuerpos pesados no se debe al aire retro-impulsor.

En consecuencia, explicadas cuantas hipótesis han sido elucubradas por los sabios, nos resta exponer la teoría que consideramos más verosímil, por la cual nos parece mejor la opinión de sus asertores.

El movimiento de los cuerpos pesados hacia abajo proviene de la determinación hacia ese movimiento dada inmediatamente ellos por Dios en la primera creación de las cosas, para formar el globo terrestre.

Se muestra la proposición. Pues el descenso de los graves no proviene del ímpetu de la materia sutil, ni del efluvio emitido por la tierra, [ni] de la gravedad intrínseca de los cuerpos, ni del aire retro-impulsor; luego [proviene] de la sola determinación concedida inmediatamente por Dios, para formar el globo terráqueo.

2°. Es indudable para casi todos los filósofos la afirmación de que proviene inmediatamente de Dios el movimiento por el cual la materia prima impelente arrastra a los cuerpos hacia abajo; luego debe ser también indudable [p. 121] que todos los demás cuerpos descienden hacia el centro de la tierra sólo por Dios inmediatamente [determinante]. Pues no hay ninguna repugnancia, ni por parte de Dios, ni por parte de la materia, ni de la experiencia, ni se muestra contrario a la razón. Luego, como Dios suele

operar uniformemente en las cosas naturales, es mejor afirmar que todos los cuerpos descienden hacia el centro de la tierra por la sola primera determinación impresa en ellos inmediatamente por Dios, para formar así un globo terráqueo.

Resolución de objeciones

Arguyes 1°. Dios otorgó a las causas segundas principios activos de operación; así el fuego goza de poder calorífico, el nitro de potencia condensante; luego dio también a los cuerpos la fuerza intrínseca de gravedad, de modo que por su determinación se forme el globo terráqueo; y esto principalmente porque es requerida naturalmente por los cuerpos mismos como algo necesario para la constitución del globo terráqueo.

Respondo que, concediendo ambos antecedentes, de ningún modo se infiere la consecuencia. Pues si bien ese principio es intrínseco y congénito a los cuerpos receptores, muchas [razones] persuaden evidéntísimamente, que de otro modo sucede cuando se trata de la gravedad. Pues para que los cuerpos [p. 122] constituyan el globo terráqueo, basta la primera determinación concedida inmediatamente por Dios. Omíto otras cosas que muestran claramente lo dicho.

Arguyes 2°. Aunque Dios creó todas las cosas al comienzo con perfecto número, peso y medida, deshonra sin embargo recurrir a Él para explicar los efectos naturales; pues entonces toda la física se resolvería en palabras y todos los fenómenos naturales se explicarían con excesiva facilidad recurriendo a Dios; esto es inaceptable, luego también la conclusión.

Respondo. Nada más fácil que hablar, nada más difícil que probar. Y por cierto, entre las cosas que constituyen la armónica masa de este mundo, las hay variadas y diversas, y también responden a varios y diversos principios; así, hay algunas que se relacionan a otras como recipiente y fundamento, y no responden a ningún otro principio que Dios mismo; tales son el número de los cielos y los astros, la cantidad, movimiento, orden de la totalidad de

los globos, la disposición, ornato y similares, a cuya estructura, magnitud y armonía no podemos asignar más causa que Dios mismo, que dispone todas las cosas con suma sabiduría.

Por lo tanto, si en estos casos [no] desmerece al filósofo [p. 123] recurrir a Dios, qué hay de extraño que para explicar el efecto natural de la gravedad, recurramos a él como a la primera causa, y esto sobre todo porque como la tierra es uno de esos globos totales, no se puede explicar mejor su estructura, consistencia, etc. que refiriendo a Dios mismo como principio.

En cambio es distinto el caso de cualquiera de los fenómenos particulares de la naturaleza, pues como no son sino efectos particulares, responden a una causa particular, ante cuya ignorancia no corresponde recurrir a Dios, sino que más bien debemos confesar ignorancia. Esto sucede en el caso del movimiento de los cuerpos entre sí, que es efecto general en los cuerpos, de modo que no existe ninguno que no esté dotado de cualidades.

Arguyes 3°. La determinación de los pesados al movimiento no puede explicarse óptimamente sin los efluvios que empujan a los cuerpos hacia abajo; luego. Se prueba el antecedente. Si Dios aniquilara todo el orbe terráqueo subsistiendo en la altura solamente una piedra, ella reposaría o se movería hacia abajo; si lo primero, es porque faltan los efluvios; si lo segundo, se movería hacia un centro que no existe, lo que es absurdo; luego.

Respondo. Esta dificultad [p. 124] es común a todo sistema, y no hay ninguno al que no se le pueda aplicar; pero por lo que nos atañe, decimos: en la hipótesis mencionada el cuerpo debería reposar, pues en este caso la piedra tendría en sí misma el centro de su gravedad. Y no extraña entonces que así sea en el orden de las demás cosas.

Arguyes cuarto. La experiencia repetidamente confirma que los cuerpos aceleran su movimiento cuanto más próximos están a la tierra; y esto no puede explicarse sino por los efluvios terrestres cuya cantidad es mayor más cerca de la tierra; luego. Además, las aves, las nubes, la luna, no gravitan

hacia la tierra, no por otra causa sino porque los efluvios no llegan hasta allí; luego el descenso de los cuerpos graves es causado por los efluvios emitidos por la tierra.

Respondo. La aceleración de los cuerpos pesados cuando están cerca de la tierra se explica perfectamente incluso no admitiendo los efluvios terrestres que empujen a los cuerpos hacia abajo; esa mayor velocidad al final que al principio, puede provenir en parte de la menor resistencia del aire, porque el cuerpo pesado cercano a la tierra es más condensado, pero también es mayor la fuerza que aumenta continuamente con la velocidad [p. 125] que va adquiriendo el cuerpo al descender; en parte también puede provenir del flujo de las columnas de aire mismas, que cuando son apretadas por el cuerpo, que obran sobre las inferiores y permiten un tránsito más libre del cuerpo. Todo esto se verá más claramente en la próxima cuestión.

Además, solo un tonto podría negar que las aves, y las nubes y otros muchos cuerpos graves colocados más abajo o cercanos a la tierra no graviten, lo que se ve en las aves que vuelan asiduamente y descienden a causa del reposo, cuyas alas extendidas les permiten ir aquí o allá por el aire, y esto porque, aunque son pesadas, específicamente más pesadas que el aire, [son] sin embargo relativamente más livianas, por lo cual también por el aire sustentante, descienden a la tierra.

La experiencia muestra que si las alas se dañan o se mojan, el vuelo no puede continuar, porque en ese caso disminuyen las columnas sustentadoras, o los cuerpos de las aves, a causa de las partículas de agua, se tornan absolutamente más pesadas que el aire y por tanto no pueden ser sustentadas por él.

También fallan mucho al afirmar que la luna no gravita hacia la tierra porque los efluvios [p. 126] terrestres no pueden llegar hasta allí. La Luna es uno de los globos totales creados por Dios al comienzo de las cosas, cuyas partes tienen el centro de su gravedad en la propia Luna, lo mismo que el Sol y los demás astros; por lo tanto, no es que no caigan hacia la tierra porque

los efluvios terrestres no les llegan, sino porque tienen en sí mismos el centro de gravedad, lo cual debe decirse también de la luna. Por otra parte, la misma dificultad podría satisfacerse diciendo que Dios desde el inicio constituyó astros fijos y de lugar determinado, del cual de ningún modo pueden moverse.

Arguyes 5º, con Gassendi, quien quiere probar que los cuerpos son llevados hacia abajo a causa de los efluvios emitidos por la tierra, por la analogía que se da entre el imán y la tierra. Pues el imán atrae al hierro porque son de la misma naturaleza; y los cuerpos no llegan a la tierra sino porque son terrestres. El imán atrae al hierro en línea recta, porque éste es llevado por la línea que lo aproxima más rápidamente al imán; también los cuerpos caen hacia la tierra por líneas rectas, y cuanto más se aproximan, tanto más rápido es el movimiento. Luego, como en todos los casos la natura opera de modo similar, [p. 127] se concluye que, así como el imán atrae al hierro, así también la tierra atrae a todos los cuerpos por la fuerza de los efluvios emitidos por ella misma.

Respondo: Gassendi se afana inútilmente en la analogía entre el imán y la tierra de modo que pueda fundar su sistema sobre la gravedad. En efecto, en primer lugar, debería probar que el hierro es atraído por el imán a causa de efluvios ganchudos y curvos, de modo que, establecido el principio, podamos extender la misma causa a la tierra. Además, es absolutamente indudable que la analogía entre la tierra y el imán no es adecuada; pues si el imán es alineado de cierto modo, o nada o muy débilmente atrae al hierro; en cambio la tierra, aunque esté alineada con el cuerpo, lo atrae con la misma velocidad. También: si se coloca un cuerpo entre el imán y el hierro, ciertamente no hay ninguna atracción: en cambio, aunque se interponga un cuerpo densísimo, igualmente los cuerpos descienden a la tierra con [igual] velocidad. Por lo tanto no vale el argumento de la perfecta analogía entre el imán y la tierra.

[p. 128] Pero sea como sea, se debe negar absolutamente que el hierro es atraído por el imán; más bien debe decirse que el hierro es empujado por el

aire más denso, porque su mayor fuerza impele al cuerpo y lo encamina hacia el imán; pero, según mostramos, en el caso del descenso de los cuerpos pesados desde la zona más alta, sucede lo contrario.

Arguyes 6^a. Según la sana filosofía, la naturaleza es principio del movimiento; por lo tanto no se debe a alguna determinación divina el que los cuerpos tiendan a constituir el centro del globo terráqueo.

Respondo: la naturaleza es principio del movimiento en el sentido de que ningún movimiento está contra la naturaleza de la cosa nudamente tomada. Pues los cuerpos son absolutamente sustancias inertes, e indiferentes tanto al movimiento como al reposo; por tanto, cualquier determinación divina estaría contra la naturaleza misma. De otro modo opinamos que después fueron determinadas por Dios para constituir el globo terráqueo.

*

[p. 267] **Cuestión 4^a**

¿En qué consiste la naturaleza física de los colores, tanto en general como en particular?

Aunque la materia cuyo tratamiento ahora iniciamos es muy divertida, como piensa el autor del *Espectáculo de la Naturaleza*, tomo 4, p. 158, sin embargo es difícil y [muchas cosas] están ocultas en la naturaleza, de tal modo que para entenderlas no se puede intentar ninguna vía libre de numerosas dificultades. [p. 268] Con todo, vamos a explicar las principales hipótesis que se han excogitado sobre el tema, para que una vez conocidas y establecida la falsedad, expongamos la que nos parece más verosímil.

En primer lugar, Descartes afirma que la naturaleza de los rayos de colores deriva de la variada mezcla de movimiento circular y recto que afecta a los corpúsculos lumínicos cuando del cuerpo coloreado llegan a nosotros los rayos de luz. “Mi sentencia, dice Descartes, explica claramente la naturaleza de los colores en cuanto consiste en que las partículas de la

materia sutil, transmisores de la acción de la luz, se mueven con mayor ímpetu por la fuerza de rotación que según la línea recta, de tal modo que cuando giran con más fuerza producen el color rojo, si es más débil el amarillo; [p. 269] el verde donde giran más lentamente y el azul si es mucho más lento”.

Esta opinión no es aceptable; primero, porque si la disparidad de los colores intermedios se debiera a que los corpúsculos lumínicos se mueven más rápido o más lentamente sobre su propio eje que por la línea recta, [no habría] causa de que cuando los rayos de luz pasan por el vidrio, formen siete colores en la parte opuesta, lo que no se puede decir; luego cae toda la hipótesis cartesiana. Se prueba la menor. Si la diversidad de los colores se debiera a la causa invocada, cuando el rayo A, por ejemplo, uno de los siete anteriormente formados, se transmitiera por el prisma, debiera de nuevo formar rayos coloreados en la parte [opuesta] lo que no sucede, conforme lo atestigua una repetida experiencia.

Segundo, en esta hipótesis queda inexplicable por qué un rayo de luz coloreado pasa por un lente de vidrio y refracta sin cambiar el color; pero cambia el foco y [p. 270] y el color ingénito, y si recupera el movimiento, no aparece causa de que sea una u otra cosa según que el movimiento sea en línea recta o alrededor del eje de cada corpúsculo.

Rechazada la hipótesis de Descartes, se presenta la de Gassendi, y otros ilustres filósofos con él, que explican la naturaleza de los colores intermedios por la mayor o menor mezcla de luz y sombra. “Cuando, dice Gassendi, a partir de las diversas incidencias de los rayos entre sí, se producen reflexiones y refracciones, de tal modo que inciden finalmente reflejándose en el ojo mismo, como son diversas entre sí y mezcladas con sombras por perturbaciones y mixtiones, por tanto, dependiendo del número y condición de las reflexiones y refracciones, y de la cantidad de las sombras, el blanco fácilmente muta a pálido y debilitado; y multiplicadas las reflexiones o refracciones y las sombras, por la misma razón, resultando como condensado, entonces [p. 271] al adensarse cada vez más, se pasa del

amarillo al rojo; luego en verde, y si se adensa más al azul, pasando después al color violáceo o púrpura.

Pero muchas cosas son defectuosas en esta posición, pues es cierto que del blanco y el negro diversamente mezclados no surge ningún color intermedio y nunca, dice Boyle, por ninguna mezcla de blanco y negro se puede producir azul, amarillo o rojo, ni otros colores; luego tampoco pueden surgir colores de otras mezclas de luz y sombra. Por eso el mismo Gassendi piensa que si fuera de modo tan simple, cualquier mezcla de luces y sombras, o de blanco y negro, no produciría más colores intermedios que más o menos blanco, más o menos negro, más o menos fosco o gris. En esta teoría no resulta explicado por qué un rayo de luz previamente separado de los otros, si incide en otro prisma por refracciones, y varias sombras, [p. 272] no cambia su primitivo color, que retiene constantemente; luego.

Poco discrepan con esta teoría aquellos que, como Rizzetto, dicen que todos los colores no son sino luz cubierta por un velo oscuro, o sombra cubierta por un velo lúcido. Pero aunque esta hipótesis sea ingeniosa tiene, al igual que la anterior, obstáculos que cualquiera que reflexione puede advertir.

Finalmente aparece la teoría de Newton, actualmente tan aceptada que en ella concuerdan los físicos modernos; para entenderla es necesario indicar algunas nociones previas. 1º según Newton todo rayo de luz consta de muchos poros, y así como no tienen la misma magnitud ni figura, tampoco el color es igual en todos. Por lo tanto, cada rayo de luz, por propia naturaleza, produce éste o aquél color, y así un rayo se llama rojo, otro celeste, etc.

[p. 273] Adviértase 2º que todo rayo simple u homogéneo conserva su color propio; de tal modo que, siendo observado, no una sino muchas veces, no cambia el color, siendo un rayo simple, o sea, perfectamente separado de otros. En cambio, la blancura surge de la mezcla de todos los demás colores en determinada proporción; así que los rayos coloreados de rojo, amarillo,

verde, azul, etc. mezclados en proporción adecuada producen la luz blanca resplandeciente.

Los rayos de luz que difieren en color, también tienen distinta refractabilidad; esto es, que los mismos rayos de luz bajo el mismo ángulo, incidentes en el mismo medio, padecen diversa refracción. Por lo tanto, si se introduce un rayo de luz por un agujero de la ventana y se pasa por el prisma, de siete a dieciséis pies de distancia, se formarán los colores separados entre sí, el primero de los cuales será el rojo, último el violeta. La diversa refracción de los rayos no proviene sino de la menor [p. 274] o mayor capacidad de los rayos para refractar en la mole opuesta, pues la introducción es progresiva, pasando del rojo al violeta. Supuesto esto, sea

Conclusión. En el sistema newtoniano, según el cual los colores consisten en rayos intrínsecamente disímiles y dotados de diversa refractividad y reflexividad, se explican óptimamente todos los fenómenos de los colores.

La verdad de este aserto se patentiza si repasamos algunos experimentos. 1º si por un pequeño agujero de la ventana se introduce un rayo de luz, y se dirige hacia un papel blanco colocado en la pared opuesta, aparecerá un color blancuzco en figura circular; pero si este rayo de luz se refracta por medio de un prisma y se coloca a dieciséis pies otro papel blanco [p. 275] ya no aparecerá el color albo sino que se formará una imagen de siete colores, y tales colores son intrínsecos a tales rayos; luego, en el sistema newtoniano, según el cual los colores consiste en rayos, etc.

Se muestra la menor: la fortaleza de esos colores no cambia por ninguna refracción; pues si incide en otro prisma, y de nuevo en otro prisma, constantemente se forma la misma imagen, un poco más debilitada por las sucesivas refracciones, sin cambiar el primitivo color; por eso, si a un vidrio de color verde se le introduce un rayo rojo, no aparecerá verde sino rojo; lo mismo sucede en los demás rayos; luego los rayos luminosos poseen un color peculiar, de tal modo que, etc.

2°. Que los rayos de luz son heterogéneos y de diversa refractabilidad, se constata claramente por la diversa situación que los rayos conservan constantemente, como dijimos arriba [p. 276] respecto a que unos padecen mayor refracción que otros; luego el argumento concluye que los rayos son heterogéneos y dotados de diversa refractabilidad.

Por esto resulta claro por qué a determinada distancia un cuerpo sólido aparece constituido de siete colores, cuando los rayos mezclados entre sí forman el color blanco, si no fueran todos refractables de diverso modo, separándose entre sí por refracción; y por la misma razón unidos todos, pintan en el extremo el color más próximo, por lo que al ingresar en el ojo desde distintos lugares producen en la retina [distintos colores] por la condición de los rayos singulares.

Segundo, se aclara el origen de la blancura, pues los rayos separados por el prisma, y coloreados, si se recogen en un lente de vidrio y se juntan en su foco, exhibirán un resplandor cercano a la blancura, así como el haz de rayos, antes de ser separado por el prisma, era blanco, así [p. 277] reunidos en el foco, de nuevo producen el blanco. Por eso, según los newtonianos, el blanco no es propiamente un color, sino un compuesto de todos los colores o rayos. Que lo mezclado en el foco no es destrucción de los colores se evidencia en que, si se saca el papel fuera del foco, aparecen los mismos colores pero en orden inverso. Si no estuviesen mezclados los rayos de todos los colores, no se producirá el blanco, y será mayor el apartamiento de éste, cuantos más rayos heterogéneos se intercepten y menos queden unidos.

Tercero, se explica de qué modo se hace visible la diversidad de los colores. Pues un cuerpo opaco se nos debe aparecer de aquel color que reflejen rayos más fuertes del objeto. Por tanto, se ven blancos los que reflejan la luz pura o la mezcla de todos los géneros de colores juntos. Los demás cuerpos, aunque contengan el género de todos los rayos, sin embargo sólo reflejan más copiosamente un género de rayos; [p. 278] los demás rayos de que constaba el lumen incidente, son en su mayor parte interceptados y como sofocados o también transmitidos. A partir de esto, sostiene Newton

mismo, refleja los mínimamente refractables, o rojos copiosos, y por eso se ve rojo; del mismo modo, aparecen en los cuerpos azules en mayor cantidad más aptos para reflejar.

Por qué algunos cuerpos pesados reflejan los rayos de luz antes que otros, por qué algunos cuerpos son más aptos para reflejar a partir de la composición de sus partes insensibles, disposición y figura: ambas cuestiones explicadas con las palabras de Newton, pueden verse en Brixia, donde trata los colores.

Resolución de objeciones

Arguyes 1°. Sólo hay tres colores primarios; azul, rojo y amarillo; los restantes [p. 279] surgen de la mezcla de estos; en consecuencia [no se puede admitir] con Newton que en todo haz de luz haya siete colores intrínsecos. El antecedente es evidente, pues el color violeta se compone de rojo y azul, el verde de azul y amarillo, y esto consta por experiencia; luego.

Respondo. Se equivoca el P. Castel, de quien es el argumento, de que sólo hay tres colores primarios, de la mezcla de los cuales se originan los demás. No negamos aquí que en muchos casos la composición de muchos heterogéneos pueda producir violeta, rojo, amarillo, etc., aunque menos vívido; pero de este principio de ningún modo se infiere que sólo se den tres colores primarios. Por lo cual del azul y el amarillo se compone el color verde, esto es, un color, que aparece verde, pero no se infiere que nunca el verde se componga de otros.

Newton, como previendo la objeción del P. Castel, pasó a los siete colores [p. 280] tomados individualmente por otro prisma, y de cualquier modo y cuantas veces que el verde o cualquier otro pasara por el prisma, permanecía totalmente el mismo que incidía en el prisma; esto es, el verde, luego de otra refracción por el prisma, permanecía verde, el amarillo permanecía amarillo, luego el verde no se compone de azul y amarillo.

Mediante experimentos de exacto rigor geométrico, Newton demostró que el azul y el amarillo difieren entre sí en refractabilidad; por lo tanto, si pasaran por otro prisma debieran separarse, lo que no ocurre.

Tampoco el P. Castel prueba que Newton, colocado a ciertos pies de distancia del prisma, recoge los colores refractos [p. 281] y además por el agujero bien estrecho se introducen sólo rayos. El P. Castel, buscando ser escrupuloso al hacer el experimento, va por otra vía; existe una imagen coloreada a sólo cinco o a lo más seis pies de distancia del prisma, no por un pequeño agujero, del cual se separa tanto, sino más amplio, y ve algo muy distinto a lo que Newton veía; en el medio siempre la imagen blanca, sobre el blanco el amarillo y el rojo, debajo del blanco el azul y el violeta. Véase su carta en relación a algunas de sus afirmaciones, en las *Memorias de Trévoux* del año 1740, art. 111, pág. 2563. Añado que de otra parte de la carta resulta que, si se recoge la imagen coloreada más lejos del prisma, aparecen también otros colores sin que los que enumera el propio Newton con la blancura apenas desaparezcan. [p. 282] Desaparecerían en cambio si se enfocaran más lejos del prisma. Pues son necesarias muchas cosas para evitar defecto en los experimentos de Newton, porque por el más mínimo defecto no ocurre el efecto.

Arguyes 2°. En el sistema newtoniano de los colores no se salvan los principios de Dióptrica según los cuales los rayos igualmente incidentes, refractan también igual. Se prueba el antecedente. El violeta, que es más refractable que el rojo, a igual incidencia, refracta más que el rojo. Se confirma. Los rayos paralelos pasando de un medio diáfano a otro de diversa densidad, también en el otro, después de la refracción, quedan paralelos y la dirección de los rayos no cambia; y esto de ningún modo se salva en nuestra teoría; luego.

Respondo. Los mencionados principios dióptricos deben entenderse en relación a los rayos homogéneos, no [p. 283] de los heterogéneos, lo que sucede en los experimentos mencionados. Lo mismo con respecto a la

confirmación de todo esto; pues estas cosas solo son verdaderas con respecto a los rayos homogéneos que constituyen un color en algún medio.

Arguyes 3°. Ni el pintor más perito pudo, hasta ahora, conseguir el color blanco a partir de los colores rojo, amarillo, verde, azul etc., con ninguna combinación de colores mezclados con blanco; luego el principio de Newton según el cual el blanco es un compuesto de todos esos colores es falso.

Respondo. No sin motivo se puede dudar de la verdad del antecedente, pues como indica el célebre Musskenbroek, en sus *Elementos de Física*, parágrafo 1178, los pigmentos de muy diversos colores pueden mezclarse en tal determinada cantidad, de modo si los polvos de esos cuerpos más gruesos que el papel fueran mirados a una distancia de 18 pies, aparecen blancos como el papel; pero esto de ningún modo permite inferir que tales [p. 284] partículas coloreadas que, por otra parte, no son indivisibles, de cualquier modo que sean mezcladas nunca adquieran la textura requerida para reflejar la luz, de modo que aparezca el color blanco; pues esas partículas individuales, incluso mezcladas, conservan su propia textura, que no es otra que aquella por la cual consideradas individualmente como rayos de luz singulares reflejados desde sí, afectan los ojos; otra razón muy distinta es la de los rayos coloreados, que sólo aparecen blancos cuando se mezclan entre sí de tal modo que de cualquier punto del objeto la incisión de rayos de todos los colores a la vez juntos se refleja simultáneamente; pero en este caso cada uno de los rayos se compone de muchos radiolos de diversos colores, y por eso son impulsados con diversos movimientos, de modo que puedan causar la sensación propia del blanco.

Arguyes 4°, conforme a aquel célebre [p. 285] experimento de Juan Bautista de la Congregación del Oratorio, solo con el cual se pretende derrumbar la teoría newtoniana sobre la naturaleza de los colores y se persuaden de ello con firmeza; el célebre escritor atestigua que él mismo experimentó haciendo pasar un rayo rojo separado de los otros por el lente convexo incidiendo en una caja forrada de color blanco, mostraba color

blanco y perdía su propio color: según este experimento, entonces, el color blanco no surge de la mezcla de los otros,

Respuesta. En vano se fatigan los adversarios intentando probar que los rayos no son intrínsecamente coloreados, cuando esto lo comprueban claramente los muchos experimentos; y como las experiencias de Newton cumplen bien los múltiples [requisitos] necesarios, según atestigua el expertísimo Nollet, es razonable sospechar que en realidad el experimento hecho por Juan Bautista falló en algo. En efecto, Newton realizó la experiencia repetidas veces y fue examinada por los académicos de París [p. 286] y de Londres, así como en Alemania, Holanda e Italia, sin fallar nunca, sino siempre exitosamente; el propio Abate Nollet, por más de veinte años repitió con suma diligencia los experimentos y nunca halló disconformidad con los de Newton.

Por eso no debemos admirarnos de que Almeida y todos cuantos siguen los pasos de los newtonianos, aseveren que el experimento de Juan Bautista no fue hecho cuidadosamente y que el rayo de luz no fue totalmente separado de los otros, lo que se colige, dice Almeida, de que el color observado en la caja no es perfectamente blanco sino rojo blancuzco, es decir, proveniente de la mezcla con otro rayo heterogéneo.

Es posible persuadirse de que ésta es la mejor respuesta, porque es más creíble que sólo uno falle; principalmente cuando muchos [requisitos] son [p. 287] necesarios para que las experiencias newtonianas resulten válidas y el más mínimo defecto no permite llegar al resultado; primeramente, que absolutamente ningún otro rayo ingrese en la habitación salvo el que va a sufrir la refracción del prisma. Segundo, el prisma debe ser de vidrio purísimo para que las refracciones no sean irregulares y puedan distinguirse de las otras y –lo que es igual– separarse. Tercero. Que la experiencia se realice con cielo sereno y no lluvioso, pues en este caso los rayos ya soportan otras refracciones.

Arguyes 5°. Si después que el rayo de luz ha pasado por el prisma hacia un plano un tanto movido del prisma, se observa una claridad circular cerca de la punta o extremidad tanto superior como inferior; sus límites son los colores violeta y verde. [p. 288] Pero como los rayos cambian su color se toma el papel o papiro, y se eleva desde ahí hacia arriba, cortando los rayos de luz. Hecho esto se ve el rojo ascender por el plano fijo de tal modo que el color rojo se introduce donde antes estaba el violeta; y si el mismo papel o papiro se empuja desde arriba hacia abajo, el violeta desciende por el plano, y aparece el color violeta donde antes estaba el rojo; luego no son intrínsecamente coloreados ni conforme a nuestra teoría se salvan todos los fenómenos del color.

Respondo. Reconocemos honestamente que la dificultad puesta no es pequeña; sin embargo todos [los sistemas] deben resolverla, y ella presiona menos al sistema newtoniano que a otros. Pues la claridad redonda observada en el plano, no surge de ningún otro principio que de la escasa distancia entre el plano [p. 289] y el prisma, la cual hace que los rayos no puedan separarse debidamente, para que cada uno ostente su propio color. Por tanto, debe aparecer alguna claridad en medio, debida a la mezcla de los rayos de ambas partes, es decir, de los rayos violetas y rojos, porque estando en las extremidades se separan más fácilmente de los otros y muestran su color propio.

Sin embargo, debe considerarse atentamente que los rayos rojos y los violetas se mezclan más por esa parte más cercana a los otros rayos que, por la otra parte, donde ninguno es refracto; de lo cual resulta que cerca de los extremos, tanto inferior como superior, aparezca algún color, que de algún modo se asemeja al verde y al violeta, aunque no sean perfectamente tales. En efecto, los rayos pasados por el prisma, apenas comienzan a separarse, por falta de una distancia proporcionada, se mezclan con otros y así aparecen colores intermedios, pero no con la vivacidad que tendrían si mediara la distancia debida.

[290] Pero [no se ve] cómo –si los rayos no están absolutamente separados, sino mezclados con otros– allí no aparece el color blanco, según los newtonianos, la mezcla [perfecta] de algunos o todos los rayos produce el color albo o blanco perfecto.

Respondo. Si los rayos de la mencionada experiencia anterior hubieran sido exactamente separados, pero confusos con otros, aparece con suficiente evidencia –dice Almeida– que si el agujero mínimo se abriera en la extremidad superior o inferior, o en el medio, se formarían los siete colores a determinada distancia, lo que no sucedería si fuesen separados exactísimamente de los otros; por lo cual, según los newtonianos, en la mencionada experiencia no aparece el color blanco porque los rayos rojos y violetas son más fuertes que los otros con los que están mezclados, y por tanto allí deben prevalecer y formar su color, aunque no de tal modo propio que no haya ahí confusión de rayos, pero de algún modo [proporcional] a la adecuada separación.

[291] Además, tampoco del segundo argumento concluyen algo los adversarios contra los newtonianos. En efecto, la inmutabilidad de los colores en los rayos de luz está comprobada por innumerables experimentos, lo que dista mucho de lo que afirman los contrarios. En la experiencia citada los rayos no mutan, sino que sufren refracción en la parte en que comienza el ascenso, o depresión del color rojo y violeta, en cuanto el papel o la hoja aglutinada se lleva de abajo hacia arriba o viceversa.

En efecto, es sabido por todos que los rayos luminosos, cuando llegan a los cuerpos, a veces reflejan, a veces refractan, en cuanto es distinto el sitio o la posición del cuerpo en el cual inciden; también donde los rayos caen en el plano, no pueden retroceder por la misma línea, sino que forman un ángulo igual al ángulo de incidencia. Así, si los rayos luminosos que pasan por la ventana inciden en una fuente llena de agua, no retroceden por la misma vía, sino que siguen otra similar a la incidencia; se constata que se forma [p. 292] cierta imagen no semejante a la observada en las tablas superiores.

De esto resulta obvio que la desviación de la luz respecto a la primera línea que tenía, por los varios [sitios] en los cuales incide en el plano. Blanqueada de diverso modo, falta explicar de qué modo el color rojo asciende por el plano y en qué lugar estaba el color violáceo, por interposición del papel aglutinado el color rojo ascendería de a poco, y aquella extremidad violácea se observará teñida del mismo color, sin que los rayos padezcan mutación.

Pues los rayos rojos, más fuertes que los otros, incidiendo en el papel compacto, mostraban color similar a los otros rayos separados; no porque ellos hubieran perdido su color natural, sino porque reflejaban más vívidamente que los otros, por cuya causa, al haber ahogado el color de los otros rayos, sólo este mismo se hacía patente.

[p. 283] Por lo cual, si en un plano fijo, por interposición de un papel compacto, el color rojo ascendía, esto era porque el cuerpo plano interpósito ya más cerca al horizonte, sucesivamente asciende a la vertical. Por eso era necesario que los rayos rojos ascendieran más o menos, pues la desviación o aproximación a la perpendicular era mayor o menor. Razono del mismo modo en relación al rayo violáceo, descendiente por interposición del mismo cuerpo.

6°. Si la teoría de Newton fuese verdadera, dondequiera se diera refracción de los rayos, allí necesariamente habría color; pero se observa lo contrario, pues los rayos pasan por el vidrio y padecen en consecuencia refracción sin que muestren algún color; luego. Además, al menos los lentes ustorios cóncavos y convexos, en cuanto hacen pasar de distinto modo a los rayos de luz, debieran necesariamente mostrar algún color, lo que no sucede, [p. 294] como lo muestra la experiencia; luego.

Respondo: o la segunda refracción corrige la primera, o la confirma. Si la corrige, de tal modo que sea hacia la parte opuesta, entonces los rayos de luz no pueden separarse entre sí, porque una refracción destruye lo que la otra consiguió. Pero si la segunda refracción aumenta y confirma la primera, y

hacia la misma parte, como sucede en el prisma, entonces en la parte opuesta se forman los colores. Vean Teodoro Almeida, *Recreaciones filosóficas*, 6ª parte, p. 124 al final.

Los lentes ustorios [p. 295] cóncavos esparcen los rayos, pero sólo promiscuamente, es decir, haciendo que unos rayos refracten más y otros menos, debido a la oblicuidad de la superficie cóncava del vidrio; de tal modo que la mejor refracción no se da entre los rayos que descienden de igual manera en la misma superficie inclinada del mismo modo, sino que la diferencia de refracción surge de la diversa inclinación de las partes de la superficie convexa; y esto no sólo hace que los colores no se separen, sino que más bien se confundan, porque los rayos violáceos que ingresan por una parte del lente, se mezclan con los rojos; por lo tanto, si volviera a ingresar por otra parte, se seguiría que los rayos separados se confundirían, también que los rayos amarillos se mezclarían con los rojos y no exhibiría [cada uno] un color diverso.

Arguyes 7º. Según la teoría newtoniana, el prado (y dígase lo mismo de cualquier otro cuerpo) se nos aparece verde porque refleja rayos verdes mientras que absorbe los demás. Pero si se mirara tras un vidrio rojo, amarillo o violeta, el prado exhibiría el color rojo, amarillo o violeta [p. 296] con lo cual sin duda se destruye el sistema newtoniano.

Respondo. El prado, sin ser mirado a través de un vidrio coloreado se nos aparece verde, porque emite rayos verdes hacia nuestros ojos en mayor cantidad que otros cualesquiera, siendo que muchos rayos de cualquier especie se dirigen hacia nuestros ojos, rojos, amarillos, púrpuras; por lo tanto los ojos captan más vívidamente los rayos verdes y la impresión de los otros es mucho más débil; por eso cuando se mira aquel prado a través de un vidrio rojo, se desvanece su color verde, no porque el prado no emita la máxima cantidad de rayos verdes, sino porque estos son absorbidos o disipados por el vidrio rojo.

Por lo tanto, el prado aparece teñido de color rojo, porque los rayos rojos se reflejan con los verdes en número mucho menor y los poros del vidrio rojo [p. 297] dispuestos de esa manera pasan libremente y llegan a los ojos.

De eso se sigue que, por ejemplo, el vidrio rojo no refleja ningún rayo de otra especie, y a los otros les permite pasar por los poros. La parte de los rayos que refleja por el impulso llena las [partes] sólidas hacia el ojo que mira el vidrio, y lo muestra bajo el color rojo; en cambio la parte que se transmite fuera del vidrio hacia el ojo que está situado detrás del vidrio, ve también al objeto de color rojo del cual partió y pinta al vidrio mismo.

Arguyes finalmente: Mariotte, en el Tratado sobre la naturaleza de los colores, observó cierto color violáceo en la parte del color azul y que el rojo se había trasmutado [cuando] a la distancia de aproximadamente 30 pies por la muesca del trayecto de las dos líneas, estando el otro prisma muy inclinado. Lo mismo, Rizetti en el Libro 1º sobre las propiedades de la luz, cap. 2º, experiencia 4ª –citado en el P. Ferrari– atestigua que, si la tabla en la que se pinta el espectro de los colores se acerca más al prisma, el color cambia a blanco, y que si se separa –aunque muy poco– del prisma, se pierde; [p. 298] por lo tanto los rayos no son intrínsecamente coloreados.

Respondo. Wolf, en los Elementos de óptica, cap. 4º, número 25º, folio 35, replica con razón que en el experimento de Mariotte no hubo absoluta separación de los rayos, lo que era necesario para que se probara algo contra Newton y los newtonianos. Si después de la primera y no perfecta separación, o refracción, se veía la mayor cantidad de color violeta, esto es porque el color violeta, como más fuerte, se separa más de los otros, por lo cual, cuando mayor cantidad de rayos de luz refleje, más vívido aparece a los ojos, y se lo ve solo; por la misma razón donde estaba el lugar del color violeta no aparecía el color blanco, porque los rayos violetas, más fuertes y vívidos que los otros, mezclados con estos debían prevalecer y mostrar su color.

Además, el color observado en la experiencia de Rizzetto, que cuando llegaba cerca del prisma cambió a blanco, es porque cerca del prisma los rayos p. 299] están más mezclados; luego, cuando el sistema newtoniano explica que el color blanco resulta de la mezcla de rayos, es necesario que haya determinada mezcla para que se diluya el primer color observado en la tabla y sea sustituido por otro en el mismo lugar.

He explicado los principales argumentos contra la tesis de los newtonianos, quedan otros que omito por falta de tiempo; pero –para usar las palabras del. P. Nollet– “por más que se diga en contra, hemos de confesar que es ingeniosa, simple y natural”.

Tertia Philosophiæ pars, scilicet Physica generalis.	1 2
Supra in vocem naturalium con- tatione versatae =	3 4
Supra mentionum Philosophorum placita elucidata =	5 6
A Domino Doctore Marianno Medrano, hujusce Caroli Collegii artium Cantabrigiæ Magistro Doctore.	7 8 9 10
Tomus 3. ^o	11
Incepto die 82 mensis Aprilis anno 1724.	12
M. Medrano, Salutem dicitur.	

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

DIEGO ESTANISLAO DE ZAVALAETA

Elementa Philosophiae Universae
Secunda pars seu Physica Generalis

Gravedad

[p. 111] **Cuestión segunda. Qué es y en qué consiste la gravedad de los cuerpos¹**

Suele haber mucha agitación, tanto entre los hombres imperitos como entre los filósofos, al disputar sobre la causa de la gravedad. Pero si la respuesta para resolver la disputa según a ellos les parece, fuera tan obvia, esto no se entiende. Pues tampoco los físicos estudian así esta propiedad del cuerpo, no solo [p. 112] ellos sino también todos los peritos, examinando desesperadamente con un examen físico, los fenómenos que no quieren inquirir históricamente para resolver ulteriormente la cuestión filosófica. Pero como este tema es digno de un tratamiento filosófico, procederemos intentando aproximar alguna luz, e ingresamos [en el tema].

Lo pesado, como dijo Aristóteles, es lo que va naturalmente al centro, mientras que lo leve es lo que se aleja del medio. Por esto los filósofos peripatéticos consideran que la gravedad es una tendencia natural sólo hacia el centro de la esfera, mientras que la levedad es la tendencia contraria. Centro de gravedad es el lugar al que descienden los cuerpos pesados. La gravedad y la levedad parecen ser propiedades intrínsecas de los cuerpos, y por eso estos autores suponen que la gravedad se recibe de lo exterior. Así, se llama pesado al cuerpo que dejado a sí mismo tiende a un cierto centro común. La gravedad es la potencia por la cual el cuerpo tiende al centro de su esfera, y [la levedad] la que se aleja del centro hacia arriba, prescindiendo

¹ Las páginas del manuscrito en esta sección están dañadas en los bordes y muchas palabras son ilegibles, incluso frases. Se traduce por el sentido general, que sí se entiende [NE].

un tanto de si la tendencia y el movimiento se fundan en una fuerza intrínseca, o son movidos desde el exterior.

Se han dado seis definiciones de la gravedad, o sea, la causa por la cual a los cuerpos pesados corresponden dos efectos, es decir, la tendencia actual o movimiento y conato o gravitación. Pues cuando algún cuerpo se mueve o rota o, [p. 113] para usar los términos escolásticos, tiende en acto segundo al centro, tender o procurar descender, no es efecto del peso, lo que apreciamos cuando sostenemos dos piedras. Por lo tanto, se debe considerar la gravedad como efecto y la gravedad como causa. Segundo, no todos los pesados tienden al mismo centro, sino que uno lo hace al centro de su esfera a la cual fue ordenado por el supremo autor de todas las cosas; así todos los cuerpos sublunares tienden al centro de la tierra, pero una parte del cuerpo lunar, separada, no gravitaría sino a la luna, como afirman los autores más importantes.

Adviertan, al margen, que en un cuerpo deben distinguirse estos dos [aspectos]: la gravedad y el peso. Es así que, según lo dicho, la gravedad es la tendencia de los cuerpos hacia el centro, a lo cual corresponde cada parte natural; en cambio el peso es la misma gravedad total. Y aquí el peso del cuerpo puede variar sin variar la gravedad del cuerpo, como se ve en la igualdad del descenso de los cuerpos en el vacío. La gravedad de los cuerpos es doble, una **absoluta**, otra **relativa**. Absoluta es la que corresponde a la materia del cuerpo según sí misma, y el cuerpo por eso se denomina pesado sin ninguna otra razón; relativa es la que corresponde a un cuerpo en relación a otro. [p. 114] Por ejemplo, el agua considerada en sí misma es absolutamente pesada, pero en relación al aire es relativamente más pesada, y en relación al oro es relativamente más liviana.

La gravedad relativa es de dos clases, específica e individual. Gravedad específica es la propia de cierta especie, de tal modo que siempre es la misma correspondiente al volumen, por lo cual un cuerpo se dice específicamente más grave si a igual volumen pesa más que el otro. Así se dice que el oro es específicamente más pesado que la madera, que el agua, el

aceite, etc., porque a igual volumen pesa más. Gravedad individual es la que corresponde a un cuerpo considerado individualmente, cualquiera sea su mole o la especie de cuerpo. Así un fruto de una palma grande es más pesado individualmente que otros del palmar, conservando la misma magnitud.

En el cuerpo se considera un doble centro físico: uno de magnitud y otro de gravedad. El centro de magnitud es el punto que dista igualmente de los extremos de las partes, punto por el cual, si el cuerpo se divide en línea recta, resultan las partes de igual magnitud, En cambio se llama centro de gravedad al punto sobre el cual se equilibran las partes del cuerpo, de tal modo que si el cuerpo se dividiera en línea recta, ambas partes gravitarían igualmente. Es así que en un globo perfecto cuyas partes fueran de la misma gravedad específica [p. 115] el centro de magnitud coincidiría con el centro de gravedad; si en cambio aquellas partes tuvieran gravedad específica distinta, entonces el centro de magnitud quedaría en medio del cuerpo, pero el de gravedad quedaría del lado de mayor gravedad.

Sin embargo debe advertirse que no es necesario que el centro de gravedad esté dentro del cuerpo, porque a veces puede existir fuera de él, como es evidente en el caso de un anillo de oro puro, cuyo centro de gravedad quedaría en el centro del espacio anular. Además, para completar esta información sobre la línea de dirección que estamos tratando, es necesario determinar según qué el cuerpo se mueve o lo intenta Esta línea se concibe llevada del centro de gravedad común, es decir, que pasa por el centro de gravedad del cuerpo y se extiende hasta el cénit. Por lo cual, en cualquier movimiento progresivo continuo, la línea de dirección resulta la que responde en los momentos sucesivos del cuerpo movido en dirección al cénit. Es oportuno presentar ciertas observaciones previas que son adecuadas en relación a la indagación sobre la causa de la gravedad.

Obsérvese pues, primero, que la gravedad es proporcional a la cantidad de materia, [p. 116] y que la gravedad de dos cuerpos no muy distantes de la tierra sería de la misma razón en la cual están en cuanto pesados; por

ejemplo, si la densidad de uno de los cuerpos es de ocho, y la de otro de cuatro, también su relación de gravedad es una proporción de ocho a cuatro. Obsérvese segundo, que todos los cuerpos, cualquiera fuera su diversa gravedad específica, descienden con igual celeridad si no hay un obstáculo; así, en la máquina pneumática, extraído el aire, la pluma y la piedra y el oro, tardan el mismo tiempo en llegar al fondo, y también aceleran su movimiento, o lo que es lo mismo, el cuerpo se mueve más velozmente al fin que al principio.

Obsérvese tercero, que todos los cuerpos dejados a sí mismos tienden al centro de la tierra por una línea –al menos sensiblemente– recta, de tal modo que la línea de dirección horizontal aparente forma un ángulo recto, por lo cual a esta línea de dirección se la llama perpendicular. Obsérvese cuarto: en todo cuerpo, cuando se hace una experiencia, se nota su dirección hacia abajo en un recipiente exhausto, excepto el fuego, por lo cual ninguno de los cuerpos conocidos es absolutamente leve, sino de la levedad relativa [p. 117] que se observa en cualquier cuerpo por la variedad de circunstancias. Así, el mismo fuego pesado desciende en el aire, pero se mantiene flotando en el agua y así también cualquier cuerpo pesado, pero el oro licuado se mantiene. Mas aún cualquier metal sólido y consistente asciende sobre otro metal de la misma especie licuado, por ejemplo el plomo sobre plomo.

Estos son los principales fenómenos de gravedad patentes a los sentidos. “La naturaleza de la gravedad, dice Boerhaave, nadie la alcanzó, pero muchos lo intentaron; los primeros, a los que siguieron muchos, no entendieron nada”. Los físicos se precipitaron no tanto a explicar qué es, sino qué puede ser la gravedad. Pero todos pueden reducirse a dos clases, la primera de las cuales es la de aquellos que encuentran la gravedad en algo intrínseco; la segunda, la de quienes la refieren a algo extrínseco. Lo explicaremos y lo refutaremos.

Entre las hipótesis que refieren la gravedad a un principio intrínseco a los cuerpos está la peripatética, si es permitido usar este nombre para referirse a ella. Los Peripatéticos ponen la causa de la gravedad en una cualidad real

existente en el cuerpo. Esta gravedad de la materia o (como gustan decir) ímpetu innato [p. 118] no es causa inmediata sino mediata, por eso la gravedad produce o exige un ímpetu elícito o cualidad activa, por la cual, eliminado todo impedimento extrínseco, los cuerpos son llevados hacia el centro de la tierra. No parece ser sino una diferencia verbal. Los más antiguos de los atomistas sostuvieron que la propia naturaleza pesada de los átomos es la causa de la gravedad. Diremos a continuación qué pensamos acerca de esta opinión.

Primera conclusión. La gravedad no es una fuerza intrínseca a las partes de la materia, en el sentido aceptado por los antiguos Atomistas y Peripatéticos. ¿Cómo podría variar esta fuerza, haciéndose mayor o menor según la diversidad de los lugares donde se encuentran los cuerpos? Por cierto, cuidadosas observaciones de Bouguer, Maupertuis y La Condamine muestran que el péndulo es más veloz hacia los polos y en cambio hacia el ecuador sus oscilaciones se retardan. Esta variedad de oscilaciones se relaciona con la gravedad, de tal manera que según los cálculos de Gravessande y Musschenbroeck, es posible determinar la cantidad de su peso que se modifica. Luego, como de estos efectos [p. 119] no dan ninguna razón los Peripatéticos y los Atomistas más antiguos, y los físicos actuales rechazan estas fuerzas innatas, no hay por qué abundar en los motivos de rechazo.

Isaac Newton halló un cálculo de la atracción, pero no explica claramente qué quiere significar con este nombre, y entre sus seguidores la conformidad mayor sobre el pensamiento del maestro es que la atracción es un fenómeno universal acerca de cuya causa se preguntan, aunque otros de entre ellos consideran difícil llegar a una respuesta. Pues muchos dicen que Newton usa los términos “impulso”, “propensión” en sentido empírico, ya que en sus *Principios matemáticos de la filosofía natural* concluye con estas palabras: “explicamos de este modo los fenómenos celestes y nuestros por la fuerza de la gravedad, pero no las causas de ella por razones [argumentos] sino las propiedades de la gravedad a partir de los fenómenos y sólo declaro que no

imagino hipótesis”. Por estas palabras consta que Newton sólo la investiga en cuanto fenómeno, sin asignarle alguna causa.

Nada más claro que esto de Newton y los suyos. No cesan, sino que continuamente afirman que en su sistema de gravedad, se toma atracción como un principio motor natural intrínseco a los cuerpos, sin referencia a nada extrínseco. Esto corresponde a las opiniones de Newton, que en su *Filosofía natural*, libro II, Proposición 69, habla de tal modo que comprendemos aquellas fuerzas como indicando con coherencia hacia dónde se dirigen los cuerpos, dependiendo de su natura y canridad, de tal modo que es claro lo que dice, aunque no es tan claro el pensamiento de Newton en cuanto a lo que sus discípulos le atribuyen.

Las partículas de todos los cuerpos gravitan entre sí, es decir, se impelen mutuamente, o se mueven. Esta fuerza de gravedad o atracción es relativa a la extensión, es decir a la relación de los cuerpos colocados en el universo. Y con relación al tiempo universal, es decir, restando iguales las demás condiciones, no aumenta ni disminuye en ningún tiempo. La cantidad [p. 121] de esta gravedad o atracción en los cuerpos gravitantes es proporcional a la cantidad de materia; por eso, si un cubo de oro de un pie pesa mil libras cerca de la superficie de la tierra, otro de la misma materia y de dos pies tendrá un peso de fuerza de dos mil libras.

La gravedad de los cuerpos también equivale a la mayor o menor distancia de los cuerpos en relación a la tierra. Así, una piedra que cerca de la superficie terrestre resulta pesada, si se elevara a la altitud de la luna sería levísima, porque la fuerza de atracción disminuye en razón doble a las distancias. Así explica el sistema de Newton el famoso Clarke, cuyos fundamentos son: primero, los fenómenos celestes se explican correctamente, luego también los terrestres; pues la razón es la misma en ambos casos y la naturaleza obra con uniformidad. Segundo: muchos fenómenos, especialmente los de los tubos capilares, en esta hipótesis se explican fácilmente, mientras que en otros no se pueden explicar. Tercero: las leyes demostradas por Newton responden continuamente a los

fenómenos, luego se da en la naturaleza esta ley. Con respecto a estos principios admitidos por los newtonianos, que él mismo presenta como hipótesis, declara la siguiente sentencia.

Segunda conclusión. No puede admitirse la hipótesis de las fuerzas gravitacionales de las partes de la materia con incremento.

[p. 122] Se prueba la conclusión. No debe admitirse una hipótesis que admita inexplicables. Segundo, que no satisfaga los fenómenos cuya explicación se asume; pero así es la hipótesis newtoniana; luego no debe admitirse. Las dos partes de la mayor deben probarse. Se prueba la primera, es decir, que se asumen inexplicables: ¿esta fuerza gravitante inherente a las partes de la materia reside en el centro de los [cuerpos] pesados, o en el cuerpo a cuyo centro tiende, o en ambos? Lo primero es inexplicable, pues el centro de los graves es un centro imaginario de atracción incapaz [de accionar], conforme el propio Newton. Si lo segundo, no se puede explicar de dónde surge tanta fuerza cuanta es necesaria para atraer otro y otro cuerpo, cuando sin embargo las propias partes deben atraerse entre sí. Y si es lo tercero, es decir que en ambos cuerpos –o sea la tierra y la piedra– inhiera constantemente, ¿de dónde [surge] una tal determinación de la diversa gravitación por la diversidad de la distancia, salva la masa de ambas, donde no hay ninguna resistencia insensible extrínseca? Luego el sistema de los newtonianos asume inexplicables.

Se prueba la segunda parte de la mayor. En efecto, esta hipótesis no explica la tendencia de los cuerpos hacia el centro, ni la variedad de gravitación según las diversas distancias como para ser causas de las fuerzas gravitacionales. Por otra parte [p.123] consta que las potencias existentes en los cuerpos se propagan a los cuerpos en relación de modo inmediato, de manera tal que la nueva situación mecánica se deriva visiblemente de las [fuerzas] gravitacionales; por lo tanto la tierra mueve a la piedra sin contacto, sin interrupción o disminución de las fuerzas. En consecuencia, la novedad que introducen los newtonianos no es suficiente como causa. Explicaciones de estas modificaciones han sido dadas por otros, porque es

necesario explicar otros efectos de la gravedad, y me concentro en aquellos que lo hacen refiriendo estos casos a principios extrínsecos; entre ellos los Cartesianos.

Descartes tiene su propia teoría sobre el mundo, en la cual pone como causa de la gravedad el impulso de la materia celeste. Pues la materia celeste de la que habla consta de un primer y un segundo elemento con movimiento perenne de occidente a oriente, constituyendo una ley constante de los cuerpos en giro hacia su centro, con conato de retroceso conforme a la fuerza motora según la cual se mueve; por lo cual, el movimiento de las partículas celestes, cuando son movidas, por su figura y magnitud, son aptísimas para explicar también el conato y la celeridad [p. 124] con que tienden hacia la circunferencia, y las de partes más gruesas impulsan hacia los vórtices, de tal modo que, si por ejemplo un bastón fuera conducido alrededor, las partículas heterogéneas, como piedra o cera, cada una, según su sustancia, sería apta para impulsar hacia los vórtices. Esto es lo más importante del sistema de Descartes que admiten todos los cartesianos, con pocas variantes; pero al admirtir el movimiento vorticoso de la materia celeste, unos lo ponen de occidente a oriente, y otros en cambio sostienen que se mueve hacia el polo, o bien que la marteria misma se mueve en círculos dispuestos por todas partes. Qué se debe decir acerca de este sistema se expone en lo siguiente.

Tercera conclusión. La gravedad de los cuerpos no surge del movimiento vorticoso de la sustancia fluída movida hacia la tierra. Se prueba primero. Según esta opinión la gravedad debe ser proporcional a la superficie, que resulta mayor en la columna líquida de los cartesianos que corresponde a [cada] cuerpo, que la fuerza hacia el centro de la tierra, lo que contradice la experiencia. Segundo, en esta [hipótesis] los cuerpos terrestres no debieran descender hacia el centro de la tierra, es decir el movimiento vorticoso [p. 125] también sería impulsado hacia los vórtices; en los cuerpos celestes, la materia fluida es inmutada por ella misma a girar, pero [sus partículas] no impulsadas hacia el centro, según opina el propio Descartes. Tercero, ese movimiento vorticoso de los cartesianos no explica la verdad de la causa que supone; por tanto es inepta para explicar lo que antes se había sostenido, que

todo movimiento curvilíneo supone fuerzas centrípeta y centrífuga. La fuerza centrípeta es la misma gravedad, luego se supone la gravedad que debe causar. Hay muchas otras objeciones, porque [las dificultades] aparecen repetidamente.

Menos famosas son las teorías de Gassendi, Leibniz y Duhamel, de las cuales el primero sostiene que la tierra es como un gran imán que posee fuerza de atracción sobre todo, pues los efluvios magnéticos del globo terráqueo se extienden ampliamente y donde impactan algo, como son ganchudos y garfiosos, los alcanzan y los captan, llevándolos velozmente hacia la tierra, con mayor o menor velocidad conforme a la relación de cantidad de masa que se da en los cuerpos. Y se pone como ejemplo la acción del imán que atrae al hierro. Contra esto se sostiene lo que sigue.

[p. 126] Cuarta conclusión. El sistema de Gassendi no explica suficientemente la gravedad de los cuerpos terrestres.

Se prueba, primero: no se explica la determinación de los corpúsculos o efluvios para ascender. Pues si provinieran de la fuerza intrínseca podrían provenir de la gravedad misma. Y si es una fuerza extrínseca, entonces se derivaría de otras [partículas] ganchudas y unguosas. Y con respecto a las cuales quedaría de nuevo la pregunta ¿se supone que esos efluvios son elásticos, o no? Si lo primero, después del impacto en el cuerpo habría alguna resiliencia y no atraerían al cuerpo consigo hacia la tierra. Si no son elásticas, parece imposible que se comuniquen en el cuerpo según la forma en que se movieran los efluvios, y desde tan lejos como están los cuerpos de la tierra, por lo cual más bien deberían impulsar a los cuerpos hacia arriba. Luego el sistema de Gassendi debe ser rechazado por los físicos.

Tampoco fueron más exitosos Leibniz y Duhamel; el primero al asignar la causa de la gravedad a una materia sutilísima que rodea la tierra, retirándose del centro de ella según líneas rectas protraídas de los rayos como emisiones del cuerpo, que deprimen a los cuerpos según la misma línea, de modo que ocupen el espacio abandonado por la materia ascendente,

de manera que se conserve el equilibrio inicial. Por su parte Duhamel sostiene que la gravedad de los cuerpos sublunares [p. 127] se debe a la presión del aire desde donde esté o sobrevenga el impulso del aire.

Contra Leibniz y los que imaginan un fluido etéreo que curva a los cuerpos hacia la periferia: más bien debería impedir el descenso de los cuerpos, así como el agua de la fuente eleva el globo que se coloca en el orificio de salida. Con respecto a Duhamel, según su sistema, en un recipiente evacuado del aire, restarían muy pocas fuerzas de gravedad en los cuerpos, y en un lugar donde no existe ninguna cantidad [de aire] se hace evidente que la presión no produce la gravedad. Expuestas brevemente estas teorías, se presenta una posición que refiere la gravedad a una causa en parte extrínseca.

Los Padres Castel, Zanchi y otros pocos, como novedad, asignan como principio extrínseco de la gravedad, la acción etérea en línea recta, que suponen ser [partículas] tanto sólidas como fluidas, y que constituyen los grandes cuerpos del mundo tomando una forma esférica [p. 128]. Este sistema supone que los espacios entre la tierra y los cuerpos celestes están llenos de éter, y que es una materia tenuísima y sutilísima. Supone, tercero, que esta materia tiene impresa una fuerza motriz o ímpetu, que mantiene el sistema sea estable, sea comprimido violentamente. El éter se caracteriza por la estructura de sus moléculas y por la fuerza elástica por la cual tiende a expandirse, mientras los cuerpos impenetrables se le oponen comprimiéndolo hacia el centro. Es decir, en este sistema la estructura gravitacional de los cuerpos terrestres se debe por una parte a la fuerza de la materia sutil o éter y a su ímpetu, y también por la estructura opuesta en mayor o menor medida a dicho ímpetu. Dicho en términos escolásticos, aunque la gravedad se debe a la estructura materia, el ímpetu es la **gravedad activa**, que este sistema expone como se dijo. Frente a ello se suscribe lo siguiente.

Quinta conclusión. El sistema de los Padres Castel, Zanchi y Hauser no es adecuado para explicar la gravedad. Se prueba la conclusión con una y

muy eficaz razón. Conforme al sistema expuesto, los cuerpos colocados a cierta distancia de la tierra no debieran descender; luego no explica la gravedad. Se prueba el antecedente; conforme al sistema expuesto los cuerpos no pueden descender si la fuerza de la materia que impele hacia abajo se equilibra con alguna fuerza opuesta; pero esto debe suceder conforme a este sistema, luego. La mayor es cierta, puesto que un cuerpo no descende sino por recibir un impulso, que puede ser equilibrado por una fuerza opuesta produciendo un efecto nulo. Se prueba la menor: los fluídos elásticos de esta materia suponen que la restituirían al mismo estado anterior a que fuera comprimida o, lo que es lo mismo, que las partes inferiores del fluído producen una fuerza hacia arriba; por lo tanto, en la parte inferior del cuerpo hay tanta fuerza de restitución elástica, como es la presionante de la parte superior. Luego la fuerza compresora superior se elimina con la restitutiva inferior.

Y no vale responder que la fuerza inferior no es igual a la superior, porque la elasticidad de las columnas etéreas inferiores, por estar mezcladas con partículas heterogéneas, es más débil; porque aunque el aire de la columna inferior se componga de muchas partículas heterogéneas, no es nada menos elástico que el aire circundante; luego, de la misma manera [p. 130] el aire de la columna inferior se mezcla con partículas heterogéneas, y sin embargo su elasticidad resulta igualada a la del impulso [contrario]. El antecedente es inconcuso entre los físicos, conforme a sus textos y en lo que estatuye la aerometría, al tratar el aire. La consecuencia se deduce por paridad: así como se admite la elasticidad del aire, se debe admitir un éter aún más elástico. ¿Qué hay entonces con los principales trazos de este sistema sobre la causa de la gravedad, si no son suficientes? Creo que en primer lugar hay una causa natural; en segundo lugar, que su esencia se nos oculta y no parece tener solución para la comprensión humana. Sin embargo, con Almeida y otros que no nombro, citados por Altieri, propongo lo siguiente.

Última conclusión. La gravedad de los cuerpos celestes surge inmediatamente de las leyes naturales establecidas por Dios, para formar la unidad terrestre.

Podemos mostrar la solución del único argumento contra esto, que resulta oportuno. Pues es verdad que todos los cuerpos y sus partes poseen una fuerza tal que en conjunto se unen para formar este universo, o constituir el globo terráqueo. Pero si tomamos estas fuerzas libres separadas se diluiría esta estructura del mundo dispuesta conforme a leyes generales por las cuales los cuerpos terrestres se juntan; resultaría que cuando sostenemos una piedra en realidad intentaríamos elevarla de la tierra. De modo que para explicar la conservación general de la tierra no es suficiente la sentencia expuesta de la mayor o menor [fuerza] por lo cual fue necesario que Dios pusiera una ley general, de modo que los cuerpos separados del globo terráqueo, cesando la fuerza que los retiene, tiendan a la tierra; y de esta ley general surge la tendencia de los cuerpos hacia la tierra.

Con respecto a esta solución doctrinal, Almeida afirma que para muchos filósofos es aceptable, aunque primero debería repensarse; pues se dice que es indigno del filósofo recurrir a la causa primera como explicación [inmediata] especialmente cuando se trata de un fenómeno general recurriendo no a otras [causas inmediatas] sino a Dios. Pero ¿qué es si no lo que dice Descartes del movimiento mismo de la materia sutil? [p. 132] Y si Newton pregunta quién comunica el movimiento a los planetas, responderás que Dios. Pero proceder así, si es indigno de un filósofo, que recurre a Dios para explicar los efectos naturales, ¿resulta que no se puede asignar ninguna causa primaria a estos efectos? Luego es válido recurrir a Dios en este caso y ésta es la respuesta al principal argumento sólido contra la conclusión. Los demás son débiles y le es fácil al oponente resolverlos.

*

[p. 322] **Sección última**
La luz y los colores

Cuestión 1ª
Qué es la luz

La luz es una afección por la cual los cuerpos en proximidad resultan visibles. Hay además una gran analogía entre la luz y el sonido; pues la luz, así como el sonido. se dice **primitiva**, que es la luz en sentido absoluto, y **derivada**, que los modernos llaman lumen. Se llama luz **primitiva** la que se da en un cuerpo luminoso; luz derivada, en cambio, la que se propaga a través de un medio. Son **lúcidos** aquellos cuerpos que por su propia naturaleza emiten luz, por ejemplo la llama y todos los cuerpos ígneos, y principalmente el sol. Se dicen iluminados los cuerpos que tienen luz extrínseca, o que presente el sol o una llama son visibles para nosotros, por ejemplo una pared. Luz radiante se llama aquella parte mínima tanto de los cuerpos lúcidos como iluminados por la cual la luz misma llega a nosotros en línea recta. Rayo luminoso es la misma luz propagada en línea recta.

Indagamos la naturaleza física de la luz a través de las variadas opiniones propugnadas tanto por los antiguos como por los modernos. Algunos escolásticos, con Galeno, piensan que la luz es cierto accidente absoluto que, producido por el cuerpo luminoso, atraviesa un medio diáfano. Otros, hacia fines del siglo pasado, enseñaron que la luz no es cuerpo ni espíritu, sino una cierta cosa de naturaleza desconocida intermedia entre cuerpo y espíritu. Muchos, con Gassendi y Newton, pretenden que la luz es una sustancia o llama sutilísima salida del cuerpo lúcido y difundida a todas partes, al modo como el olor se produce por el efluvio de partículas producidas por el cuerpo oloroso. Esta opinión es la seguida por muchos de los modernos.

Descartes pone la luz en la presión en línea recta de los glóbulos del segundo elemento, es decir en su tendencia [conato] a retroceder el medio hacia el centro del cuerpo lúcido según la línea recta. Pues como esta materia está totalmente carente de elasticidad (los glóbulos mínimos, vg.), no puede

ser movida, porque ambos glóbulos con su derredor (puesto que también ellos están privados de elasticidad, de tal manera que les atribuimos incapacidad de compresión), resistirían con igual fuerza. Por lo cual concluye Descartes [p. 324] que las partículas de la misma materia pueden **tender** simultáneamente hacia diversas partes, pero no puede **moverse** simultáneamente a ellas. Por lo cual resulta que la luz no es tanto movimiento, cuanto propensión al movimiento.

Muchos modernos estiman que la luz consiste en el movimiento vibratorio de cierta substancia sutilísima, fluidísima y difusa por todos los espacios del cielo y nuestra atmósfera; cuyo movimiento agitado por las partes del cuerpo luminoso, le imprime y se propaga, porque las partes ínfimas partes del cuerpo luminoso se agitan continuamente. En el compendio expuesto tendrán ustedes las principales teorías de los filósofos sobre la luz y la luminosidad; ahora a partir de lo que sigue se expondrá lo que acerca de esto debe pensarse o qué juicio debe hacerse sobre esto.

Conclusión 1ª. La luz no es un accidente absoluto en el sentido de los peripatéticos.

Se prueba con una única y suficiente razón. Si la luz fuera accidente absoluto, nunca debiera reflectar, sino que siempre continuaría su movimiento en línea recta. Por lo tanto todos los cuerpos serían transparentes. Se prueba el antecedente: la luz que incide en la superficie más exterior del cuerpo, necesariamente se recibe en esta superficie y se compenetra con ella; luego también puede compenetrarse con la segunda, la tercera, la cuarta y las demás [capas del cuerpo]... [ya que] ellos mismos admiten que la luminosidad se constituye en los [cuerpos] penetrables

[p. 325] Según Descartes, esto sucede por las partículas ínfimas de las cuales consta la segunda superficie, la tercera y las demás, son por sí mismas, de acuerdo a los principios de ellos, no menos aptas para recibir la luz que la séptima superficie. Pues si se separara la primera superficie del cuerpo, entonces, según la doctrina de ellos, toda luz que incida en la

segunda superficie puede compenetrarse con ella sin aquella reflexión que se produciría primero en la tercera superficie; luego la luz puede compenetrarse con todas las superficies del cuerpo.

Conclusión 2ª: La luz no consiste en el solo conato o inclinación de todo el fluido circundante a retroceder del centro del cuerpo luminoso, o en glóbulos no elásticos, como quiere Descartes.

Se prueba primero, porque con solo este conato no se explica la reflexión del fluido, como muestran los experimentos, que un cuerpo, incluso elástico, no refleja por la interposición de la superficie elástica, aunque sin embargo sea fortísimamente tomada y con gran impulso se intente penetrarla. Segundo. El solo movimiento trémulo como conato en la superficie del aire no basta para producir el sonido; luego tampoco la luz. Se confirma. Enseña Descartes que la luz se propaga más rápidamente por un medio más denso que por el más enrarecido; por tanto la luz en el instante se difunde en amplios intervalos, que todos (las palabras son de Pedro de Martino, en Fortunato Brixia)² [p. 326] de modo que apenas parecen poder ser llevados por un hombre.

Conclusión 3ª. La luz no consiste en el movimiento vibratorio celerísimo y en la presión rectilínea, por la cual los glóbulos de una materia sumamente fluida y elástica se concentren hacia el ojo y afecten vivamente la retina.

Se prueba con el argumento que presenta el Sr. Sigaud de Lafont. Si la luz consistiera en el movimiento vibratorio celerísimo de una materia sumamente fluida y elástica, no debería observarse ninguna sombra tras un cuerpo opaco; y esto contradice la experiencia, luego. Se prueba la mayor. No debería observarse ninguna sombra tras un cuerpo opaco si tras el mismo hubiese una materia sumamente fluida y elástica agitada con un movimiento vibratorio igual a aquel que se agita en el espacio iluminado por la luz; pero estando tras el cuerpo opaco una materia sumamente fluida y elástica,

² Un renglón ilegible [NE].

agitada con tal movimiento, si la luz consistiera en un movimiento vibratorio, etc. La mayor es evidente por sus mismos términos. Se prueba la menor; y primero que tras el cuerpo opaco haya una materia sumamente fluida y elástica ni los mismos adversarios lo defienden ni pueden defenderlo, como que antes que el cuerpo opaco se interponga, todo el espacio habría estado iluminado, y ni por la interposición del cuerpo se destruiría alguna parte de la materia.

[p. 327] Y esa materia debe agitarse con un movimiento vibratorio igual al movimiento con el cual se agita lateralmente en el espacio; luego se prueba que los laterales deben quedar plenamente iluminados. Y la materia que pasa por los lados del cuerpo debería comunicarse con la materia [que está] detrás del cuerpo opaco [confiriéndole] un impulso y un movimiento tal, que estando con ella en equilibrio, coexistiendo con estas así fluidas y la propiedad de los fluidos, sea general; pero para componer el equilibrio, cuando no se mueve localmente sino que consiste en un equilibrio, no puede la materia tras el cuerpo [opaco] constituida con los laterales, si éstas no comunicaran a aquella un movimiento igual al suyo vibratorio. Por tanto, también por parte del movimiento vibratorio de la materia, constituida tras el cuerpo por su interposición lateral, prevalecería en relación a la materia de los lados del cuerpo existente; luego, la fuerza que comunicaría ésta a aquella [materia] lo haría más lentamente cuando [mientras] se equilibrara con ella.

Conclusión. La luz parece consistir en partículas o corpúsculos sustanciales que fluyen del cuerpo luminoso y se difunden desde él como desde un centro.

Se prueba la conclusión. La luz primigenia o aquella que reside en el cuerpo luminoso, es de la misma materia que la luz **secundaria derivada**, o **lumen** [luminosidad], pues la luz **derivada** colectada en un espejo urente [p. 328] produce todos los efectos que produce el fuego o cuerpo luminoso; pero la luz primigenia en cuanto a sus constituyentes físicos más propios, consiste en corpúsculos sustanciales del cuerpo luminoso; luego lo mismo debe

decirse de la luz secundaria. Y el fuego obra en la emisión de corpúsculos, como opinan todos los autores, y el sol como sustancia, lo que por otra parte conceden. Luego el sol obra en los ojos por la emisión de sus partículas; dígase lo mismo de los demás cuerpos luminosos; luego la luz está constituida, etc. Accede a los cuerpos luminosos e ígneos en común, se disipa [y] extingue; luego emiten partículas sustanciales que producen la sensación de luz y calor. Y en ellas se constituye la luz.

Se resuelven las objeciones

Primero contra la primera conclusión. El ímpetu refleja y refracta aunque sea accidente; luego también la luz. Respondo: distingo el antecedente; el ímpetu refleja y refracta en forma inmediata y por [propia] razón, lo niego. Mediatemente y solo en razón de los cuerpos, concedo el antecedente y niego la consecuencia. El ímpetu es indiferente a toda dirección tomada de la determinación del móvil deferente por la línea recta, y no por esto posee la razón de su reflejar, sino que se determina por otra vía o razón del objeto en el cual el móvil impacta, o en razón de otro cuerpo cuyo impulso lo tuerce a otra vía. [p. 329] De lo cual se infiere que la reflexión y la refracción son propiedades que sólo corresponden al cuerpo.

Objetas segundo, contra la cuarta proposición. Si la luz consistiera en el efluvio actual emanado del cuerpo luminoso, luego de seis mil años el sol debería haber disminuido sensiblemente; luego. Se prueba el antecedente, estos efluvios deben ser increíblemente muchos, porque a nosotros y a todos los planetas (como que los ilumina la luz solar) una vez emitidos fluyen por todos los espacios en los que evolucionan los planetas, que en su amplitud contiene la esfera de Saturno y de los otros planetas en cuyo centro existe el sol, cuyo [espacio] es millones de veces mayor que la esfera del sol. Por lo cual, aunque el sol sea un cuerpo mayor que Saturno, sin embargo comparado a tal espacio es mucho menor. Y este punto solar, llenando el espacio con sus exhalaciones ¿cómo sería suficiente?³.

³ Siguen varias palabras ilegibles [NE].

En verdad los que investigan acerca de la naturaleza de la luz, deben necesariamente admitir su increíble sutilidad; de tal modo que un rayo tenuísimo pasando del espejo al aire percutido por el péndulo, no comunica ningún movimiento igual; y la delicadísima retina “ve” sin ningún dolor. Esto, según un cálculo lato de los efluvios emitido por el Sol en una hora por el espacio, si se concentrase en una materia sólida, [p. 330] apenas un grano de arena, se igualaría en cuanto al modo, y por un íntegro día saldría del Sol una materia luminosa igual a cuatro granos de arena, en el año íntegro 8760, y seis millones equivaldría a 52560000 granos, de modo que sería insensible en relación a la masa y volumen del Sol. Sé que este uso del cálculo no es aprobado por todos los [autores] modernos; pero sin embargo la sutilidad de la luz tornaría más precarias las hipótesis, al inspeccionar la divisibilidad física de la materia, la existencia del éter penetrando todos los poros de los cuerpos y los espíritus animales, ellos mismos enseñarían el ataque a los suyos.

Sea entonces este sol de pérdida notable igual al globo terráqueo, la pérdida de tal parte sería millonésima parte del sol; por lo tanto insensible respecto a la masa solar; sea esta masa perdida del Sol una sustancia igual a cuatro mil globos terrestres; o que esta materia fuera expulsada de la superficie solar y entonces el Sol disminuiría solamente un número de su diámetro, como muestra Grimaldi: si lo expulsado se considerara en relación a la masa íntegra solar, sin duda la disminución sería mucho menor. Por tanto, si el Sol requiere que se nos aparezca de la misma mole y apogeos, aunque la diferencia física equivalga a un semidiámetro terrestre, tampoco sería sensible para nosotros la disminución en el sol, si acontece como flujo de la luz. Nada se muestra acrecer que no se haga por circulación de la luz en cuanto a los cuerpos celestes, [como sucede] la circulación del agua a partir de la evaporación del mar y luego [p. 332] se deposita la misma en los ríos: una vez puesta se repara continuamente la luz que sale del sol a partir del circuito de esta luz refluente; también podría ser reparada por la atmósfera del sol mismo, o también por los cometas que a veces caen en el sol, como muestra Newton.

A lo tercero, por el apagamiento de la luz, quitado el cuerpo luminoso o separado, la luz de la habitación debería rápidamente desaparecer o menguar la intensidad, al modo de los efluvios de otros cuerpos, como los olorosos, en los cuales, quitada la causa, perduran por lo menos un tiempo, y presente el cuerpo oloroso se intensifica siempre más y más. Por cierto, se puede imaginar que por causa de la luz, así como con los contrarios, tanta cantidad de partículas se disipen casi instantáneamente y abandonen la línea recta. Respondo que las partículas de luz, quitado el cuerpo luminoso, pueden permanecer mostrando el primer color, indistinto de la materia de luz. Segundo, que muchos animales e incluso hombres distinguen objetos en la oscuridad por la especial configuración de los ojos, y por tanto no se sigue que siempre deba haber la misma sensación de luz.

Pues para tenerla son necesarias tres [condiciones]. Primera, que haya gran cantidad de partículas de luz. Segunda, que se muevan con un movimiento tal, que reciban del cuerpo luminoso su fuente, un movimiento sea rectilíneo, sea circular y vibratorio; y [tercera] más probablemente que este movimiento sea [p. 332] sensible. Que estas tres [condiciones] son necesarias es evidente; primero, por la paridad con los otros sentidos que están constituidos por corpúsculos: sus objetos no se perciben donde faltan las tres [condiciones] expuestas. Es evidente, segundo, porque no por otra causa el ojo a plena luz apenas distingue todas las prominencias y cavidades que existen en alguna superficie plana, sino porque las partículas reflejadas desde ellas en los ojos carecen de cantidad, movimiento e intensidad del movimiento. Así, quitado el cuerpo luminoso cesa el efluvo de los corpúsculos, por lo cual disminuye su cantidad y son absorbidos por los obstáculos, el movimiento se extingue o al menos languidece porque falta la causa impulsora, por una parte; por otra parte, disminuir les ocurre a los objetos cuya fuerza mínima se destruye aquí, y [entonces] falta la sensación de luz. Y no vale la paridad con los olores; pues para la sensación de olor basta que las partículas olorosas, dotadas de cualquier movimiento, ingresen en la nariz, lo que puede suceder habiéndose quitado el cuerpo oloroso.

Para una más durable iluminación, se requiere en el tiempo una más copiosa emanación de partículas, y sin embargo por esto no podría ser más vívida la sensación de luz que no es exitada por todos los glóbulos circundantes, sino que de ellos, en un tiempo dado, solamente [algunos] llegan a la pupila del ojo, o que en parte del tiempo sean emitidos por el cuerpo luminoso; otros efluvios, dispersos aquí y allá, le confieren fuerza al sentido visivo.

Insistes. Un cuerpo, por la rápida velocidad conserva por un tiempo la dirección [p. 333] incluso separado del impulsor más potente, pero los corpúsculos luminosos, en el sistema que propugnamos, reciben del sol una velocidad casi infinita: luego. Se prueba: la conservación de la fuerza en velocidad y dirección es proporcional a la masa de los cuerpos; pero la masa de las partículas singulares luminosas es casi infinitamente pequeña; luego por cualquier –incluso mínima– resistencia se varía su velocidad y dirección. Pero si quedara algún corpúsculo, no por ello sería sensible al ojo; pues mientras el ojo pasa de mucha a poca luz, como la pupila entonces contraída sufre poca afección y así la luz emitida no es captada por el ojo en un cuarto oscuro. Y tanto como se separa el cuerpo luminoso, languidece notablemente la dirección y velocidad de la luz, porque la acción en los radios cesa y entonces el ojo pasa de mucha luz a poca, de modo tal que las impresiones de luz no pueden retroceder por la pupila contraída; pero cuando, con el tiempo, la pupila se dilata, retorna la dirección de los corpúsculos de luz a causa de innumerables reflexiones, refracciones, y se debilita la resistencia; por lo cual quitado cualquier cuerpo luminoso, se elimina la sensación de luz.

Preguntas de qué modo se produce la propagación de la luz. Respondo primero, que la propagación de la luz no es instantánea, como pensó Descartes, sino sucesiva. La razón deriva de la naturaleza misma de la luz. Pues como la luz no difiere de los efluvios sustanciales [p. 334] efluyentes del cuerpo luminoso, para que se genere sensación de luz, es necesario que los corpúsculos lumínicos emanantes del cuerpo luminoso sean llevados hasta el punto a iluminar; pero el movimiento de cualquiera de ellos es

sucesivo, aunque sensiblemente muchos movimientos parezcan instantáneos; luego la propagación de la luz es sucesiva. Pero esta razón es válida si se admite que la luz consiste en vibraciones del éter, pues la comunicación del movimiento por compresión y restitución no puede hacerse en el instante.

Se prueba, segundo. La luz que se percibe, se propaga en línea recta, primeramente. Si por un pequeño agujero se introduce luz en un cuarto oscuro, tiende a la pared opuesta en línea recta. Segundo. Si los rayos de luz se oponen, mostrarán las partes del objeto puestas en directo, quedando las demás oscuras. Tercero, si se hacen muchos agujeros sobre planos paralelos con una vara, va en directo el rayo rectilíneo de luz, de modo que la luz pasará por todos los agujeros. Luego la luz se propaga en línea recta. Dije que la luz se propaga ante el sentido o sensiblemente en línea recta; pues matemáticamente no puede demostrarse que la luz transita una línea recta, como prueba Boshobi [¿sic por Boskovich?]; entre otras razones, porque aunque se demostrara la propagación rectilínea en una habitación, ¿cómo podría concluirse para lo abierto nuboso, o en tanto espacio cuanto hay entre la tierra y el sol?

Se prueba, tercero. Los rayos de luz se propagan a partir de cualquier punto radiante, de tal modo que, en su paso por un espacio homogéneo, la luz que no puede propagarse decrece en razón recíproca doble de las distancias al punto luminoso. Se prueba con un experimento. En un cuarto oscuro con una única candela, un papel escrito se coloca a una distancia en que apenas pueda leerse; colóquese el mismo papel a una distancia doble de la candela, los caracteres no pueden leerse, incluso si las dos primeras candelas son totalmente iguales y encendidas están próximas, y solamente se leerán si a las tres primeras [se añade] una cuarta [candela]. Si la primera distancia es la mitad de la segunda. del experimento se infiere que esta luz generada por una simple candela en la distancia de diez pies es igual a la luz de dos similares llamas a una distancia de veinte pies; pero la luz emitida por las candelas a una distancia de veinte pasos es cuádruple en relación a la luz a la misma distancia emanante de una sola candela, como efectos proporcionales a sus causas. Luego la luz que fluye de una sola candela a

una distancia de diez pasos es cuádruple de la luz de la misma candela a una distancia de veinte pasos, o sea una distancia doble.

Cuestión segunda

De qué modo se explica la transparencia, le reflexión y la refracción de la luz

[p. 336] Los antiguos invocan una cualidad especial para explicar la transparencia. Pero esta teoría se refuta primeramente con un argumento negativo: pues no se prueba necesariamente tal cualidad. Segundo, a veces no se da una causa productora de esta cualidad; pues si, por ejemplo, en un vidrio se extraen algunas astillas con la ayuda de un diamante, el vidrio pierde transparencia en esa parte; el vidrio y las gemas pulverizadas agitadas en agua hacen una espuma con los transparentes antes opacos; el agua transparente si se transforma en vapor adquiere cierta opacidad, y si el vapor se condensa en nieve adquiere aún mayor opacidad, y lo mismo sucede en muchos otros casos. Pero en estos casos no varía la naturaleza del cuerpo, ni aparece una causa productora de tal nueva cualidad y destructora de la anterior; luego. Se confirma. Todas las superficies son aptas para transmitir la luz, pues incluso cuerpos opacos ante una luz intensísima son transparentes, como atestiguan Newton y otros físicos; luego aquellas láminas así conjuntas no son opacas por una cualidad.

Respondo: muchos que consideran la luz como un movimiento vibratorio del éter, o –con nosotros– en un efluvio emitido por el cuerpo luminoso, explican la transparencia por esa estructura de los cuerpos, por la cual sus poros se comunican todos perfectamente entre sí, y la serie de poros resulta rectilínea. Por ello, para muchos, aquí se dan los poros rectilíneos por los cuales la luz atraviesa más libremente estos cuerpos [p. 337] y puede propagarse, y mayor será la transparencia; [en cambio] si los poros no se colocan congruentemente, el cuerpo será opaco.

El P. Fabri, con muchos peripatéticos que consideran a la luz un accidente absoluto, dice que la transparencia consiste en las partículas

homogéneas en densidad y porosidad, dispuestas continua o al menos contiguamente, de modo recto. Esto coincide con la teoría de algunos modernos, para quienes, con Euler, los cuerpos transparentes deben ser considerados como cuerpos lúcidos sin polvo, que no solo no reflejan, sino que también comunican con sus partes interiores, de tal modo que se propagan por su sustancia, como el aire, el agua, el vidrio. Y si el polvo que corresponde a estos cuerpos comprime algo las partículas extremas, esta compresión inmediatamente se transfiere a todas las partículas interiores. Así, la transparencia de los cuerpos exige partículas elásticas y comprimibles, conectadas mutuamente de modo que unas comuniquen a otras su compresión y puedan transferirla en línea recta.

Los cuerpos opacos, piensa Euler, aunque no sean iluminados de otra parte y aunque lleguen a nosotros, sin embargo no se propagan por rayos reflejos, sino por rayos que producen [p. 338] las partículas de estos cuerpos, agitadas por un movimiento trémulo. Es decir, los rayos que ellas producen inciden en la superficie de los cuerpos opacos, desde donde no reflectan, sino que inducen a las partículas de los cuerpos un movimiento vibratorio, que circula en un medio lúcido igual y agitado del cuerpo por sí lúcido. por lo cual puede formar rayos visibles. Luego, la diferencia entre los cuerpos luminosos por sí y los opacos, sería que los cuerpos son luminosos por sí, emiten los propios rayos por una cierta fuerza, mientras que los opacos producen lo mismo por una fuerza ajena que se da en los rayos iluminantes. Aunque esta teoría parece ingeniosa, hay sin embargo muchas cosas que no convencen.

Primeramente, hay que anteponer que rechazamos la suposición de la teoría, de que la naturaleza de la luz está constituida por el movimiento del éter. Segundo, se rechaza que el agua purísima se asimile a los cuerpos transparentes, considerando la teoría común de los físicos, de que es tenuemente elástica. También de muchos líquidos se piensa que su gran aptitud para transmitir rayos crece por el agua introducida, no obstante la heterogeneidad, lo que podría aumentar la elasticidad. Tercero, en los globos elásticos, de oro, marfil, madera, dispuestos a lo largo, no solo las partículas

singulares impelidas desde cualquier parte pueden recibir compresión [p. 339] sino que también están entre sí conectadas de tal modo, que comunican a otros su compresión y pueden transferirlas según línea recta; sin embargo tampoco estos cuerpos se tornan transparentes. Luego para la transparencia no basta esta textura de las partes elásticas homogéneas que pueden transferir la vibración por todo el cuerpo.

Para los newtonianos, el cuerpo transparente consta de láminas tenuísimas, en cuyos intermedios no se da ninguna reflexión de la luz incidente, ni ninguna refracción, y en el opaco sucede al contrario. Esta teoría la enseña Newton mismo, cuando en el Libro Segundo de la *Óptica*, proposición tercera, dice que la opacidad resulta de la multitud de reflexiones que se producen en las partes interiores de los cuerpos; y allí mismo [afirma] que la interrupción de la propagación por interrupción de las partes es la causa principal de que los cuerpos sean opacos. Por lo cual el famoso Clarke, conforme al pensamiento de Newton, dice que todos los cuerpos naturales se conectan por tenuísimas y perlúcidas laminillas que, si están convenientemente dispuestas, de modo que en sus intermedios no se produzcan reflexiones o refracciones, entonces dicho cuerpo se torna transparente. Si en sus intersticios hubiera tanta y tal cantidad de materia densa, o tan vacía, por la densidad de las partes mismas, de modo que en ellas no se produzca ninguna reflexión o refracción dentro del cuerpo, entonces el cuerpo sería opaco. En verdad, este modo de opinar no satisface plenamente.

[p. 340] Pues, en primer lugar, o esas laminillas tenuísimas se suponen transparentes, o no; si son transparentes, hay que explicar de dónde surge su transparencia. Si son opacas, no se puede disimular sino explicar, cómo por la unión de ellas surge el cuerpo transparente. Se afirma lo mismo más ampliamente. Como las laminillas –sean opacas o transparentes– de las cuales se componen los cuerpos itinerantes, recorrerían los rayos luminosos (pues dice que la luz sufre muchas reflexiones y refracciones en sus intersticios, que hacen opaco al cuerpo) debe ponerse en cuestión cómo es que aquellas laminillas permiten el paso de la luz, de modo que tengan cada

una singularmente [una propiedad] tal que sean transparentes. Segundo, debe darse también la razón por la cual en los intersticios de las laminillas de las cuales surge el cuerpo transparente, la luz no padece ninguna o casi ninguna reflexión o refracción que incide en ese cuerpo, a la inversa de las innumerables reflexiones y refracciones que el mismo sufre en los intersticios de las laminillas que constituyen inmediatamente el cuerpo opaco. Pues como la causa por la cual la luz en esos intersticios no refleja ni refracta, es la misma por la cual el cuerpo es diáfano y la causa por la cual ella refleja y refracta es la misma por la cual el cuerpo es opaco, siendo que los cuerpos naturales no tienen opacidad o transparencia [p. 341] hasta que se dé esa causa oculta para nosotros, ella sería la causa por la cual ninguna reflexión incide en el paso por lo transparente, y muchas en paso por lo opaco, [y por eso] se dan continuamente reflexiones o refracciones de la luz. Sea entonces.

Conclusión. Los cuerpos sensibles, para ser formalmente transparentes, comunican sus poros en posición recta en toda dirección, mientras que en los opacos se comunican entre ellos en posición torcida entre sí.

Se prueba la conclusión. Los cuerpos sensibles son transparentes porque en ellos la luz incidente transita libremente en toda dirección, y son opacos porque la luz incidente no puede penetrar libremente la mole de ellos; y los cuerpos son lúcidos de tal modo que la luz transita libremente, porque sus poros están colocados en directo en toda dirección y se corresponden perfectamente entre sí; en cambio se obstaculiza el tránsito cuando, o bien los poros no comunican entre sí o, si comunican, tienen sin embargo una posición torcida; luego. Se confirma, en cuanto a la segunda parte, consta [p. 342] que la luz no puede penetrar los cuerpos sensibles si no puede entrar y pasar libremente por sus partículas, o propagarse libremente por sus intersticios; y que la luz primitiva no puede penetrar los átomos de las cosas es evidente por sus mismos términos; luego. En cuanto a la segunda [parte] de la menor, consta también por el axioma: la **causa** de la negación es la negación misma, así como la afirmación es causa **de la afirmación**.

Para que conste más claramente la verosimilitud de lo propuesto, daremos razón de ello con algunos fenómenos. Primero, el vidrio, el cristal y otros cuerpos similares transparentes, si se parten en trozos muy menudos, se transforman en un polvo opaco. Pues como el polvo consta de corpúsculos irregulares, de figura y magnitud desigual, y no están dispuestos en ningún orden, no puede constituirse en ellos una serie recta entre sus meatos. Además, cualquier pequeña cantidad de aire que llene los espacios intersticiales de esos corpúsculos, impediría la recta posición de los poros que hubiera en aquella materia. Pues así como el aire y el vidrio tienen naturalezas totalmente diversas, así si se mezclan sus partes desordenadas, sus poros [p. 342] no podrán corresponderse entre sí, ni comunicarse entre sí según una línea recta.

Segundo. El agua, y otros líquidos transparentes, se transforman en una espuma opaca si son agitados. La razón de esto es que resulta alterada la preexistente textura, especialmente por causa del aire que produce la espuma. Pues aquí se produce una masa aero-acuática que no responde directamente y de tal modo que ningún [rayo] de luz incidente puede transitarla libremente, sino que, o bien las anfractuosidades la absorben completamente, o retrocede frente a la totalidad de la superficie escabrosa; por lo cual se estrecha no poco, de tal modo que si hablamos de dos lugares, es por aquellas, y por eso la espuma se ve alrededor. El agua y la trementina, como también el agua y el aceite, previa agitación, constituyen un cuerpo mixto opaco. Aunque de ninguna manera la trementina y el aceite sulfúreo y las partículas de tierra ocupan los poros del agua, cuando se disuelven por agitación y ellos se mezclan, como tienen muchas opacidades, impiden que [p. 344] la luz incidente avance libremente por él.

Cuarto. Un papel logra mucha transparencia si se unta con agua o aceite. La razón es que cuando se moja, sus poros se dilatan, de modo que por la transparencia de las partículas de agua y de aceite, que se reciben en él, se comunican entre sí con sus meatos correspondiéndose mutuamente en forma directa. La sal disuelta en agua no le quita totalmente su transparencia, pero sí la disminuye mucho y también se diluyen partículas de tierra, si se

mezclan con ella. La causa es que los poros de las partículas salinas, que se diseminan cuando se disuelven en el agua, se colocan indirectamente en relación a los poros del agua. Al contrario, los muy opacos corpúsculos de tierra iinterrumpen la serie rectilínea de los poros.

Sexto. El vidrio es menos transparente cuanto más grueso, y si se junta un vidrio con otro resulta un cuerpo opaco. La razón es que –según explica Gassendi– como el vidrio consta de vacuolos por los poros totalmente insensibles de los corpúsculos, colocados estos en línea recta en todas direcciones, podrían [conservar la transparencia] hasta alguna distancia, pero luego ellos oscurecerían a causa de los corpúsculos entrantes, por lo cual [p. 345] finalmente se produce la opacidad del vidrio. Aquí añadido para que quede claro todo como es, si no parece plenamente cierta, al menos verosímil: pones el ojo a cuatro pulgadas de distancia, con las manos [tocarás] algún hiato; verás por esos hiatos o grietas el cuerpo colocado más allá y algunas de sus partes; mueve cuatro pulgadas a la izquierda y entonces, si ellos se anteponen [algunas] pulgadas a la derecha, observarás – no habiendo ningún obstáculo– que el cuerpo se ve; si le opusieras aquellas grietas los hallarás obturados. Por la misma razón, en el caso de un tamiz o una tela ligera, verás algo por los agujeros; añade otro [tejido similar] al tamiz o a la tela, entonces, si unos agujeros se corresponden con otros agujeros, no dejarás de ver el cuerpo puesto detrás; sin embargo, si añadieras más tamices o telas, y si las partes densas o películas en el tamiz o la tela fina no responden a los agujeros, entonces no verás nada, o tanto menos en cuanto los pocos agujeros no sean obturados, o quedaran [obturados] en todo o en parte. Lo mismo debe decirse del vidrio grueso, o de los vidrios superpuestos.

Resolución de objeciones

Objetas primero. No se distingue en el aire ninguna parte [p. 346] que no sea transparente; por lo tanto el cuerpo transparente no se conforma de partículas opacas dispuestas de tal modo que sus poros resulten colocados en línea recta. Respondo que aunque no haya ninguna parte de aire que no sea

transparente, también la experiencia persuade que es así. Pues la luz pasa tanto por el vidrio como por otro objeto. O bien por esa repercusión en un papel blanco, excepto las casi innumerables y como delgadísimas varillas, o puntos de ennegrecimiento que se observa por doquier; por lo tanto es necesario que el cuerpo diáfano se forme a partir de partículas opacas. Pues ellas, así como se produce el tránsito lumínico desde el sol, así pueden hacer que la luz que cae sobre el vidrio, transite en él, sea puro o no puro, y repercuta. “Porque el vulgo piensa –dice Gassensdi– que el vidrio es todo transparente por ser fino y puede transmitir todos los rayos, tal como se ponen al sol y al papel blanco, tanto antes cuanto se pueda, los rayos ya pasados, ya reflejos, y como lo que sucede exige trayectorias, como una especie de paraguaitas [varillas], que los intercepte y los reflejos, así exhibe un espacio encajonado, requerido primeramente, por lo cual ¿qué impediría a aquellos paraguas transitar, sino los corpúsculos que inciden en ellos? Por lo cual aquellos ¿cómo se darían sino por los rayos que no transitan con [p. 347] los demás reflejos de las partículas? ¿Cómo, si el vidrio es así transparente, sus partículas constituyentes son opacas como para ser incompatibles con el aire diáfano?”.

Objetas segundo. Parece imposible que los poros de los cuerpos insensibles puedan disponerse en directo según toda dirección y comunicarse perfectamente entre sí. Luego. Se confirma. Aunque pueda explicarse la transparencia de los cuerpos sólidos por la recta disposición de los poros, no [se explica] en el caso de los fluidos, pues como los fluidos están dotados de partes de figura esférica o casi esférica, la cosa es clara: habiendo muchos glóbulos en el vacío, si por sí mismos se retuvieran, no se dispondrían de tal modo que los espacios intersticiales se comuniquen entre sí en toda dirección y se continúen en serie rectilínea según toda dirección. Luego, o bien el fluido no consta de tales partículas, o no hay ningún fluido que a la vez sea transparente. Respondo: niego el antecedente. Pues, como dice Newton, es difícil o casi imposible, incluso en un cuerpo densísimo, observar las condiciones como las observó el propio Newton, ya que muy fácilmente [p. 348] cualquier objeto, impedimento, fuerza magnética, transforma por sí y recibe el mercurio en sus intersicios, y de tal modo que una vara de oro

sumergida en mercurio por una extremo, al ser sumergida toda aparece toda la vara plateada.

Se darían por tanto algunos cuerpos cuyos poros comunican entre sí de tal modo que no sólo permitan el paso del éter, sino también de otros cuerpos más gruesos. Por lo cual, entonces, parece imposible que la naturaleza, suma productora, produjera también tales cuerpos que, como dijeron Leucipo y Demócrito –según Aristóteles– tuvieran poros tan exiguos e invisibles, sino que, al contrario, quedan colocados y ordenados en [sus] sitios, cuanto más transparentes son. A la confirmación. Respondo que si las partes que constituyen inmediatamente los fluidos se consideran como permanentemente sólidas, pueden corresponderse entre sí de tal modo que formen un cuerpo diáfano, salvo que ellos no tengan sus poros dispuestos en línea recta. De lo cual se sigue que la transparencia u opacidad de los cuerpos sensibles depende únicamente de la figura y situación de sus partes componentes. Basta con esto.

Antes de investigar la causa de la reflexión y la refracción [p. 349] es necesario anteponer algunas nociones generales. La refracción de la luz es la inflexión del rayo, o su desvío del curso recto, cuando pasa de un medio a otro de diversa densidad. Tal es la inflexión del rayo A.B.D (tab. 2ª, fig. 8ª)⁴: **rayo incidente** es la recta según la cual se mueve la luz antes de la refracción, la recta A.B. **Punto de refracción** es aquel punto común a ambos medios, en el cual sucede la refracción, es decir el punto B. **Eje de refracción e incidencia** es la recta trazada desde el punto de refracción refractante de la superficie hacia la perpendicular, es decir, la recta G.E. El ángulo que se forma entre el eje de incidencia y el rayo incidente, es decir el ángulo A.B.G. se llama ángulo de inclinación, que con el eje de refracción forma el rayo refracto, es decir el ángulo D.B.E. se llama ángulo de refracción. Finalmente, qué es la reflexión de la luz, qué (es) el ángulo de incidencia y reflexión, etc., queda suficientemente expuesto con lo dicho sobre el movimiento reflejo.

⁴ El manuscrito tiene dos tablas al final, pero no está dibujada esta figura [NE].

Todos convienen en que: 1° La luz pasando perpendicularmente de un medio a otro de diversa [p. 350] densidad continúa en forma recta y no refracta. 2° La luz que pasa oblicuamente del aire al agua, y en general de un medio más leve a otro más denso, refracta hacia la perpendicular o acercándose a la línea perpendicular; al contrario [sucede] si pasa de uno más denso a otro más leve. 3°. El rayo de luz incidente oblicuamente en un plano pulido, refleja de tal modo que el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia. Estas mismas reglas o leyes se observan cuando la luz, en la reflexión y en la perpendicular transita de un medio a otro, y es constante en cualesquiera cuerpos; de modo contrario refracta en todos, como lo muestra la experiencia general admitidas por todos.

Pero no todos los físicos concuerdan en cuál sea la causa de la reflexión y sobre todo de la refracción de la luz. Hablaremos primero de la reflexión y luego de la refracción. La mayor parte de los físicos considera que la causa de la reflexión de la luz, así como de otros cuerpos, es la elasticidad que se manifiesta por el impacto en las partes de una superficie pulida. Especialmente se usa un argumento por analogía con lo que los físicos estudian sobre esta fuerza. En cambio, otros físicos, como Newton, sostienen que la reflexión de la luz [p. 351] mínimamente se produce (o no se produce) en las superficies distantes. Acerca de esto, opinan que no es la elasticidad de la luz sino la fuerza repulsora de los cuerpos (que ningún experimento prueba ni intenta probar) lo que causa la reflexión o, mejor dicho, la inflexión del rayo luminoso. Fundan su teoría en la reflexión ordenada de la luz, que tal como es no aparece [explicada] en la teoría contraria, atento a que la superficie de las partes de cualquier cuerpo, incluso por más pulido que sea, es una superficie despareja y con escabrosidades.

En segundo lugar, y principalmente, porque la reflexión en la superficie de los cuerpos pulidos se produce necesariamente sin impacto y por la sola fuerza repulsora, pues si un rayo de luz incide en una superficie tal bajo un ángulo de 40 grados y casi 30 minutos, sólo una parte mínima del rayo se transmite al aire; en cambio la mayor parte inflexionada curvamente cerca de la base del prisma, sale reflejada por la superficie opuesta. Además, si

retenido este ángulo de incidencia, se sumergen partes del prisma en aceite o agua, la parte mayor de la luz incidente se trasmite por el agua o el aceite: y lo contrario sucede con la reflexión más vívida y fuerte, si luego se quita el aire de la base del prisma. Al contrario, si la reflexión de la luz sucediera por el impacto [p. 352] se daría allí donde por eso el vidrio se supondría más copioso, por lo cual, por esto que es más denso, en el experimento sucede lo contrario; luego la reflexión de la luz no sucede por el impacto en las paertes sólidas de la superficie.

Para probar las principales teorías de los físicos sobre la reflexión de la luz con sus principales argumentos, suelen añadirse algunas otras [consideraciones] a cada parte [de la discusión]. Considerado todo esto, opino sinceramente que la causa de la reflexión es muy oscura. Debemos atenernos al argumento por analogía y a la primera teoría expuesta, salvo que se oponga algún experimento especial; pero no asentimos al experimento del prisma vítreo de los newtonianos, impedidos por tales y cuales razones sobre las cuales ellos enuncian sus explicaciones, especialmente porque los newtonianos suscriben la sentencia sólo como hipótesis.

Quinto, sobre la reflexión, así como sobre la refracción, no hay una única opinión entre los filósofos. Los cartesianos piensan que la luz refracta acercándose a la perpendicular cuando pasa oblicuamente del aire al agua y en general de un medio más leve a otro más denso, porque la luz se mueve más rápidamente por una línea perpendicular por un medio más denso que por otro más leve. [p. 353] Pero ¿quién no capta que es difícil que esta teoría pueda asumirse en primer lugar, mostrando la experiencia –sin repugnar a la razón– que los fluidos densos resisten más que los leves el movimiento progresivo de los cuerpos? Pues por esta causa resulta que un cuerpo inmenso en ellos se mueve más lentamente que otros, siendo iguales las demás circunsrtancias.

Esta teoría explica también porqué el movimiento de la luz es más lento en el aire que en el agua y el vidrio. Pues la desigualdad de los medios no indica que esto pueda suceder; de otro modo, no [sólo] en el paso del aire al

agua, sino en general en el tránsito de cualquier medio más leve a otro más denso, también el paso de aceite de oliva al bórax, siempre accede por la perpendicular. Y las experiencias muestran que [el cuerpo] refractante siempre refracta algo de luz accediendo a la perpendicular en el paso de un medio más denso a otro más leve, y no se produce ninguna refracción cuando la densidad sea media entre aquellos en los cuales se propaga de uno a otro, y sin embargo la experiencia contraria muestra que la luz que pasa del alumbre al vitriolo gedanense refracta a la perpendicular, aunque [p. 354] la densidad de ambos cuerpos es la misma.

El P. Maignam elucubró otra teoría que expone ampliamente, y que es aceptada por el P. Dechales y casi todos los filósofos, exceptuando a los Newtonianos. Según ella, la refracción de la luz surge de la desigual facilidad con que se cumple aquella propagación por los diversos medios. Cualquiera sea el ornamento [argumentativo] que se asigna a esta hipótesis, en general es nimio: pues de ella se sigue que la luz debería refractar acercándose a la perpendicular en el tránsito de cualquier medio más enrarecido a otro más denso, y a la inversa alejándose de la perpendicular en el tránsito de cualquier [medio] más denso a otro más enrarecido; en cambio no se daría ninguna refracción si los medios fuesen iguales; pero todo esto es contrario a la experiencia, como se ha indicado arriba; luego. Y si alguien dijera que la mayor facilidad de propagación no surge de la enrarecida materia del medio, sino de otra causa ignota, no se ve tal causa oculta por la cual la luz refracta.

De la refracción de la luz acercándose a la perpendicular en el tránsito oblicuo de un medio más enrarecido a otro más denso por la mayor desviación, sin que la luz obre en partes más densas del medio, [p. 355] deriva Newton que tales fuerzas atrayentes y repelentes deben incluirse en la cantidad de las ocultas. Sea como sea, al menos podría afirmarse que explicar en qué consistirían esas fuerzas atractivas implica considerar las de las cosas difíciles. Por otra parte, admitidas por los Newtonianos, pueden de algún modo explicar principalmente estas dificultades por las cuales la teoría de Newton no satisface.

Cuestión última

Qué debe pensarse sobre los colores

Se dice coloreado un objeto que, bañado por la luz, afecta de tal modo al órgano visivo, que excita en nosotros lo que llamamos sensación de color. **El color fundamental** es la textura misma del cuerpo. O sea, aquella afección del cuerpo en razón de la cual el cuerpo en general se da de tal modo que si fuera iluminado aparecería coloreado. **Color general** es aquel que mediante el órgano de la visión excita en el alma lo que llamamos sensación de color. **Colores** permanentes y reales se llaman los que afectan en forma constante al sujeto, por ejemplo la blancura en la leche, la negrura en el cuervo. Colores **aparentes** o **enfáticos** se llaman los que no adhieren en forma estable [p. 356] sino que aparecen dadas algunas circunstancias, por ejemplo, se ven desde determinado sitio del cuerpo. Tales son los colores que se ven en el cuello de las palomas en oposición a los rayos solares. **Colores** extremos se llaman el blanco y el negro, aunque, como se dirá luego, más que colores deberían llamarse luz y sombra. Los otros colores se llaman mezcla.

Objetas 1°. No se observa ningún color en los cuerpos si la luz no se difunde por ellos. 2°. Los cuerpos transparentes, que no tienen ningún color, y también todos los cuerpos blancos, si fueran bañados en luz, aparecen dotados de algún color. 3°. Ciertos cuerpos diáfanos, si son fuertemente agitados, producen el color blanco; por ejemplo el agua produce espuma blanca. Los licores también coloreados, siendo agitados producen una espuma blancuzca; los cuerpos sólidos dotados de diversos colores, inclusive un mármol negrísimo, al ser pulverizados son privados de su color y blanquean mucho.

Quinto [sic] los colores permanentes muchas veces cambian por la diversa incidencia de la luz y por el diverso sitio del ojo visivo. Así, primero, un cuerpo que a la luz del sol se ve verde, aparece azul a la luz de una vela. 2°. Si se hace un tejido de hilos negros, y se embebe el paño con atramento ante una lámpara el rostro de un hombre [p. 357] se ve negro. 3°. La llama

sulfúrea y también la que produce el vino encendido mezclado con sal, muestran un color lúcido al que mira el rostro. Del mismo modo variadas incidencias de luz y de diversos sitios, contrinuyen mucho al cambio de color. El agua de leño nefrítico teñida cambia de color si se cambia el sitio: pues si el agua se pone entre la ventana y el ojo aparece roja; si en cambio el ojo queda en medio del agua y la ventana, aparece azul. El agua en la cual se hubiera disuelto heliotropo en menos densidad de cuatro líneas aparece negra, de una línea aparece violácea, y bajo media línea de densidad aparece azul.

Finalmente, si se cambia la textura de las partes de un cuerpo sólido, muchas veces cambia simultáneamente el color de los cuerpos. Se colige de lo dicho, tercero, que el cuerpo pulverizado cambia de color. Segundo, el óleo de hierbas o flores, si fuera comprimido con el dedo cambia de color. 3º. Las escamas del cangrejo enrojecen si se exponen al sol, o si se hierven en agua caliente adquieren un vivísimo color rojo; si se mesclan sal fuertísima con aceto, como que son cuerpos corrosivos, mucho más. Figura 5⁵, véase también un cuerno [p. 358] que concilia en sí mismo el amarillo y el negro. También un paño blanco o rojo embebido en agua determina una mancha negruzca hasta que se seca.

Por último, si hubiera en algunos de estos cuerpos algo más respecto a los colores, debe añadirse que, sin embargo, poco varía la naturaleza de los colores. Apenas merece una mención la opinión de los que distinguían la luz de los colores; tanta afinidad de propiedades y asociación individual, si del testimonio de los sentidos pudiera concluirse algo, no se podría sino inferir la perfecta identidad entre el color y la luz. En esto coinciden los más agudos de los antiguos maestros peripatéticos con respecto a la conordia entre color y luz, de tal modo que no abandonarían sus cualidades mencionadas, considerando a la luz como el vehículo mismo que constituye los colores. En cuanto a los otros filósofos, son concordes en la sentencia que no distingue la luz de los colores: no hay ninguna necesidad ni signo de duda.

⁵ No está dibujada esta figura [N.E].

Sin embargo, aquellos que no distinguen los colores de la luz, tienen diversas opiniones en cuanto a cómo se modifica la luz, o a aquellas partes con varias afecciones y dotadas de movimientos, lo cual suponen más que prueban. Ya es conocido un antiguo axioma: “los colores existen en la luz y la sombra” [p. 359], la cual sentencia se atribuye –y su difusión se debe– a Santo Tomás, considerada verdadera por el P. Fabri, para quien la modificación de los colores por la luz propiamente consiste en cierta modificación de la luz, del sitio y conjugación de las partes, de tal modo que, como las partes lúcidas, o son continuas, por lo cual comparten el candor, o si no son continuas sino con sombra interpuesta de partes no lúcidas, su conjugación, cuando es inmutada, puede representar innumerables colores. Por lo cual, si tantas son sombrías, dice la proposición 9^o [de Fabri], que las partes de luz roja o rosada hacen luz; si en cambio dos partículas iluminadas están junto a singulares sombrías, esta modificación produce el amarillo, y así en los demás casos.

El instrumento de modificación y diversa conjugación es una reflexión y refracción de la luz, tal que con una única refracción, o incluso dos, si los rayos provenientes del mismo punto irradiante continúan progresando paralelos, y apenas, al menos visiblemente, cambia su conjugación, sin embargo produce una doble refracción por la cual los rayos de luz se diversifican y otros, que provienen de distintos puntos, se mezclan, lo cual explica la serie de colores del iris y la espuma. En cambio, los colores de los cuerpos opacos que llamamos fundamentales se constituyen por la variada textura, el diverso grado de porosidad y densidad, etc. Sin embargo no puede admitirse que tras las sombras, las partes de luz que se encuentran al interior tengan también refracción de luz [p. 360] como si hubiera una mayor o menor cantidad de radios incidiendo en el mismo espacio.

Por cierto que tampoco la sombra parece apta para constituir el color, ni varias refracciones por sí mismas son suficientes, ni la razón de la diversa conjugación –si las mutaciones son homogéneas en la luz– parece valer para inferir los colores. Se prueba el primer miembro: ¿o la sombra, como luz mixta, interrumpe la continuidad de los rayos luminicos con lo umbroso, o

los mismos rayos umbrosos y luminosos de la luz se consideran por partes? Dígase lo que se diga, por la mezcla de luz y sombra no puede haber sino intensión y remisión de la luz. Por lo tanto, la sombra no es apta para constituir los colores. Se prueba la menor: si los rayos son homogéneos, toda la diversidad de afecciones que aprecia el ojo consisten, o en la multitud o escasez de los rayos, o de su debilidad; y en ambos casos solo puede haber intensión y remisión, como piensa el P. Fabri mismo; de otro modo la afección aparecería sin causa. Luego los colores no se producen por la mezcla de sombra y luz.

Se prueba en cuanto al segundo miembro: la refracción no cambia nada en el rayo, ni se mezcla con pocas o muchas sombras, sino que solamente, como siempre hay reflexión, una parte de los rayos interceptan por la parte luminosa y la luz debilitada se evade por ahí, [p. 361], pero por no haber ningún cambio que conlleve un color, en verdad la refracción por sí sola, cualquiera sea, no basta para el cambio colorífico; de otro modo cualquier refracción debería producir color, lo que sin embargo no sucede, porque no cualquier mezcla de sombra basta para formar un color. Se prueba la mayor. Si confiriera algo más, entonces un rayo con repetidas refracciones debería sufrir repetidos cambios de color; pero la experiencia muestra lo contrario; si los colores del prisma se refractan muchas veces, permanecen los mismos colores, aunque cada vez más débiles y diluidos; por lo tanto la refracción, incluso con reflexión, no basta para constituir el color.

Se prueba el tercer miembro. Así como la mezcla de sombras no produce sino remisión de alguna luz, así tampoco la diversidad conjugada de los rayos, sea de uno, o sea de diversos puntos concurrentes, si no produce nada más que mera mezcla de sombras, valdría para producir un color diverso, y tal conjugación nada añade sino quizá una mezcla diversa de sombras; o si por otra parte, los rayos son homogéneos, qué les confiere a los rayos fluyentes a partir de un punto el que refrinjan de nuevo; y si vinieran desde otro punto, por cierto que no cambiarían por eso, ni tampoco otro cualquiera, sino el punto suyo desde el cual se extendieron; y si refracta, eso

pintan en el ojo. Y tampoco se ignora en óptica [p. 362] que, si los rayos de otros puntos se mezclan en el ojo, más bien producen una visión confusa.

Descartes, para quien la luz se constituye por glóbulos, les atribuye dos movimientos, uno por el cual son llevados en línea recta, otro por el cual cada uno de los glóbulos rota sobre su propio eje. Este modo de rotación en los glóbulos no es único sino varios, y por esto explica la diversidad de los colores. Es decir, cuando los glóbulos constituyentes giran rapidísimamente sobre su eje, la sensación que a que da ocasión este movimiento, excita en nosotros la sensación de blancura; si fuera más remiso daría el color rojo, y así los demás. Pero esta teoría no satisface.

Pónganse pues, dos colores diversos, azul y verde, pintados en un muro; los rayos de estos [colores] incidentes en cada ojo transitan fuera de los ojos antes de llegar a ellos, y de este modo ninguno de estos colores distintos podría verse, pues los glóbulos del rayo de color verde, el contacto con los glóbulos del rayo azul turbaría su rotación, y necesariamente alteraría su movimiento. Por lo tanto, conforme a esto, no puede haber sensación de color azul ni verde, puesto que los glóbulos alteran su movimiento; por lo cual no parece que por este movimiento giratorio se compongan los colores azul y verde y tampoco los otros.

Descartes responde a este argumento [p. 363] que ya antes le oponía el jesuita de Flandes; los glóbulos realmente no rotan, sino que solo ejercen un impulso al movimiento y a su tendencia, Pero este mismo impulso se elide por el impulso contrario, y así resta íntegra la dificultad de explicar la diversidad de colores en la visión; y no hay quien no vea que esta respuesta es totalmetne gratuita. Pues quién puede concebir tal impulso en la materia movida en acto sin que haya algún efecto. Tampoco se puede decir que esta dificultad sea común a todas las teorías. Pues los poros e intersticios que los newtonianos admiten en los rayos mismos, permiten que por ellos transitan a millares. Otros en cambio opinan que los glóbulos de luz son elásticos, pudiendo comunicar varias y diversas impresiones en las partes receptoras comunicadas por contigüidad. Pero si en determinado movimiento rotatorio

o impulso a él se reportara diversidad de colores, perturbado éste, se perturbaría la sensación de determinado color, porque no de otra manera sino por la colisión de muchos glóbulos compuestos se pueden comunicar a los glóbulos siguientes.

Malebranche, queriendo corregir a Descartes, sustituye la rotación de los glóbulos mínimos de materia por multitud de vortículos que desde todas partes pueden comprimirse y de nuevo dilatarse. De donde por estos vortículos de varias vibraciones [p. 364] surgen los diversos colores, y no de otro modo que como los diversos sonidos se producen por la diversa vibración del aire. Debe añadirse que no se puede determinar la razón y proporción exacta de estas vibraciones que se encuentran entre sí, lo que también aceptan fácilmente, por la analogía que defienden entre el sonido y el color. Por cierto estos vortículos de luz parecen envolver una evidente contradicción. Pues siendo impartibles, estos vortículos no podrían mezclarse entre sí y además implicaría que esta mera adición debería provocar una visión confusa.

El P. Ludovico Castel, para salvar a Descartes del naufragio, como dice él mismo, supone glóbulos perfectamente redondos, tocándose por un solo punto, y por esto mismo dispuestos en línea recta conforme a todas sus partes, siendo más bien rígidos y no comprimibles. Estos glóbulos que individualmente se fusionan a modo de colas, son los rayos que impresionan los ojos, así como el sonido a los oídos. Luego, así como la impresión de los sonidos y de los tonos consiste en cierta modificación del oído, del mismo modo la impresión de los colores no sería otra cosa fuera de cierta modificación del ojo. Por lo cual, así como los diversos tonos [del sonido] formalmente consisten en las variadas modificaciones del aire, así también el color formal sería una variada modificación de la luz. Pero la modificación consistiría en la variada orbitación de los rayos.

[p. 345] Por tanto, del mismo modo que los tonos, los colores deben explicarse por vibraciones más fuertes o más débiles, más lentas o más rápidas. El color blanco mismo parece constituirse por vibraciones muy

rápidas y uniformes, o uniformemente perturbadas y confundidas entre sí, cuyo movimiento es estrictamente rectilíneo. En cambio los demás colores producen vibraciones compuestas y ondulantes. Asigna una doble causa de la modificación en los rayos, de cuyas diversas vibraciones y ondulaciones surgen [los colores]. En los colores primarios, observa, un cuerpo cualquiera y de cualquier color que esté teñido, no es visto sino por sus extremidades coloreadas, y puede ser circundado por una parte con rojo y amarillo, por otra con azul y violeta.

Por lo cual, si algunas partes de tal cuerpo son prominentes, como las letras negras en el papel blanco, o los ojos en el rostro humano, resultaría contrastado en cuanto a cualquiera de sus partes extremas en relación a las que estén teñidas del mismo color. De esto arguye, casi sin fundamento, que los antiguos estatuyeron que **los colores se producen en los confines de la luz y la sombra**. Aunque niega que el color pueda surgir de una mezcla de luz y sombra, sin embargo afirma que la sombra es causa, porque inmuta y retarda la vibración del rayo luminoso. Pero dice además que en los cuerpos coloreados no es necesaria [p. 366] la diversa textura de las partes, por modo de esta diferencia en rispidez, longitud y densidad, pues si el movimiento vibratorio de estas partes fuera diverso, algún rayo luminoso impactando en estas partes se comunicaría, produciendo diversos colores, así como las cuerdas y las flautas producen diversos tonos sonoros.

Algunas de las afirmaciones de este sistema son inaceptables por poco firmes y tampoco se muestran consonantes con las leyes de la mecánica y las experiencias. En primer lugar, no se entiende de qué modo no se debe propagar en forma instantánea puesto que los rayos compuestos por glóbulos rígidos y solidísimos unidos entre sí se impulsan a modo de bastón o pértiga; sin embargo se da una cierta propagación sucesiva de la luz, como sufraga un célebre Autor; luego. Segundo, si se da tal solidez de los glóbulos que por ninguna razón puedan comprimirse, tampoco los poros de su materia admitirían el vacío; la misma objeción es solucionada por Castel, la cual fue propuesta por Descartes: en el traslado se puede producir pluralidad de

rayos, sin que se alteren las vibraciones y en este caso en ninguno de los objetos inferiores [p. 367] se puede concebir un color distinto.

La dificultad máxima es que la sombra interfiere el movimiento vibratorio de los rayos luminosos. ¿Estos rayos luminosos quizá obran lateralmente? Sin embargo esto tampoco puede admitirse, ni puede suceder sin elasticidad de los glóbulos. Pero además la sombra no modifica el color de los cuerpos, de modo que, si los colores primigenios son rojo, amarillo y azul, y ellos no surgen de una mezcla de luz y sombra, nada les confiere la sombra a estos colores que solemos considerar primarios, ni aparecerán al ojo colores similares. Sería largo el referir todo el sistema de la naturaleza de los colores. En consecuencia, aunque se omitan otros [sistemas], corresponde exponer el newtoniano, admitido hoy como el más firme por los modernos físicos, en cuanto la fragilidad de las fuerzas lo permita.

La hipótesis newtoniana estatuye tres principios fuertísimos, que son los siguientes. Primero: cualquier sutilísimo rayo de luz consta de muchas partículas, las cuales, así como no tienen la misma magnitud ni figura, tampoco son del mismo color. **Pues unas se llaman rojas, otras amarillas, otras azules y otras violetas.** [p. 368] Si bien por la desigual y disímil magnitud y figura de que están dotadas, algunas impresionan al sentido del color como amarillas, otras como verdes, otras como azules y otras como violetas, cuando son impresas en los nervios reticulares del ojo, excitan en nosotros las fibras de las membranas sensibles. Considero que este hombre insigne no habla propiamente como filósofo cuando llama luz a los rayos coloreados, sino solamente de acuerdo con ideas que habitualmente tiene el vulgo. “De hecho, dice, propiamente no son coloreados: en ellos no hay nada sino cierta potencia o disposición, por la cual, cuando son comparados, producen en nosotros el sentido de éste o aquel color”. Aquí se afirma que los rayos de luz que constan sólo de un color, son **homogéneos**, en cambio, los que se componen de partículas de diversos colores simultáneamente mezclados, se llaman heterogéneos.

El segundo principio es; ningún radiolo homogéneo nunca puede cambiar de color, sino que permanece perpetuamente con él, aunque no de la misma manera, pero reiterado incluso cuando el rayo refracta o refleja. El último principio es: los rayos se discriminan entre sí por el color que difunden con su refractabilidad y reflexividad. Pues el rayo rojo [p. 369] lo hace menos que el amarillo, éste menos que el verde, un poco más el azul, y el máximo el violeta, cuando pasan oblicuamente de un medio a otro, declinando de la dirección recta. Se dice que más rápidamente y en mayor cantidad reflectan los violetas que los azules, y ambos más copiosamente que el verde y así siguiendo; y por esto los que son más reflexibles son dotados de mayor refractabilidad. Puestos estos principios.

Explica primeramente Newton los colores que se generan en el prisma. Puesto que los rayos que mezclados simultáneamente constituyen la luz, no son todos igualmente refractables, es necesario que en el proceso de refracción se separen entre sí, en tantos rayos cuantos son los géneros componentes de los mismos rayos; pero tales rayos elementales tienen su propio color, por lo tanto no pueden separarse como blanco, sino que cada uno de ellos muestra su propio color. Por consiguiente hay certeza de que las partes en las cuales inciden homogéneamente esos rayos, de allí reflejan su color, el que se nos aparece y del cual gozan. Es evidente también por qué los rayos coloreados tienen una fuerza latente, de tal modo que por la misma obra [de la refracción] nuevamente unidos [p. 370] y eliminado el obstáculo, resulta el blanco, apareciendo en ellos una vivísima blancura: pues el lente vítreo [el prisma] separa los rayos que se conjugan. De la misma manera explican los newtonianos todos aquellos colores que se llaman fugaces y transeúntes.

En segundo lugar explican los colores permanentes. Según esta hipótesis, estos colores aparecen en los cuerpos opacos, puesto que en ellos el color consiste en los corpúsculos de luz que se encuentran en la superficie del mismo cuerpo y se recibe en los ojos. Pues solo los cuerpos que nos parecen blancos, se reciben en los ojos como una luz pura y mezcla simultánea de todos los géneros de rayos coloreados. En cambio los demás, aunque reciban

todos los géneros de rayos cuando se funden en la luz, sin embargo no reflejan sino principalmente uno, es decir, solo rojo los rayos rojos, y amarillo los amarillos, verde, azul o violeta los que se nos presentan verdes, azules o violetas; los demás géneros de rayos de cuya incidencia se compone la luz, resultan interceptados en su mayor parte y como sofocados o exprimidos. “Así surgen los colores permanentes de los cuerpos, dice en suma el propio Newton, de que ciertos cuerpos naturales de cierto género de rayos reflejan más que otros de otros”.

Ni los mismos antineutonianos repudian, al menos muchos, la hipótesis de Newton pero intentan explicar mejor el origen de los colores intermedios. Sobre esto opina Brixia con estas palabras: “aunque el origen de los colores intermedios y sus fenómenos se resuelve más clara y expeditivamente en la teoría newtoniana que en otras especulaciones, deben explicarse hipótesis ocultas y por tanto tampoco ella puede ser admitida como verdadera por el filósofo sincero sin admitir ninguna duda”. La última suele concederse fácilmente. Pero el filósofo cuando busca la certeza no puede dejar de compararlas. Se puede llegar a ella en relación a la hipótesis de Newton y con esta sola relación se insinúa y persuade de las siguientes, considerando ya probados los tres principios cardinales de la doctrina newtoniana.

Primera conclusión. Los rayos del sol se componen de radiolos de diversa refractabilidad.

Se prueba la conclusión. Sea el prisma de cristal A.C.B. (tabla tercera, figura 1)⁶; de un único ángulo [p. 372] sólido **ba**; e ingresen los rayos del sol por el agujero redondo Z.F: en la oscuridad de la habitación, de tal manera que los rayos incidan perpendicularmente con sus puntos en el eje del prisma, como con los rayos refractos, sosténgase un papel blanco a algunos pies de distancia, allí aparecerá pintada la imagen oblonga P.T. cuya anchura GA, es igual a la anchura de la imagen que formaría en un plano un rayo que no pasara por ningún prisma. Y la longitud es el quíntuplo de la

⁶ No está dibujada esta figura; no se conserva, si existió, la tercera tabla [NE].

anchura. Esta imagen oblonga se compone de los siete del mismo diámetro del círculo incidente sobre sí, de los cuales resultga la imagen de lados rectos AC.GL, siendo entre sí paralelos; D.T termina las extremidades de los dos semicírculos.

Entonces, si parte de los radiolos componentes de la luz introducidos del mismo modo fueran refractables, pintarían una imagen redonda así como es el agujero por el cual ingresaron; por tanto pintarían una imagen oblonga con los que refractan máximamente, y describen un círculo superior, los otros que refractan mínimamente, producen el círculo inferior; y los de refractabilidad intermedia van apareciendo por grados, dando lugar a dos imágenes intermedias; por lo tanto el sol se compone de rayos refractables de diverso modo [p. 373]. Esta variada refractabilidad de los rayos de luz parece atribuible a la desigual masa de los rayos y de la velocidad, de lo cual surge una disposición natural intrínseca a tener refracción distinta.

Tasm poco la forma oblonga de esta imagen puede atribuirse, con Grimaldi, a la inflexión de la luz que, incidiendo en las caras sólidas del vidrio, se separa en muchos radiolos divergentes; ni [puede atribuirse], con Rizzetti y Cominale [sic], a las distintas inclinacioens con las cuales los rayos inciden en los lados del prisma. Pues si la imagen oblonga pasa por otro prisma no se dilata, sino que conserva la misma anchura y se proyecta apareciendo un poco inclinada; lo cual muestra brillantemente que la divergencia de los rayos surge de su congénita refractabilidad. Más claramente lo demuestra Newton: hace un agujero en un plano blanco en el cual se pinta la imagen oblonga refractada de la luz, y coloca próxima a ésta una tabla agujereada y delineada; y después de ella coloca otra marmórea. Si primeramente se producía una leve convexidad en el prisma colocado cerca de la ventana, para que no se transmita la imagen completa sino partes a través del agujero de la tabla, entra al otro prisma bajo igual ángulo [p. 364] incidente. Y observa los rayos refractados por segunda vez: en el último tanto como en el primero demuestra igual refractabilidad.

Segunda conclusión. Toda luz homogénea tiene su propio color que responde a su refractabilidad, que no cambia ninguna refracción ni reflexión.

Se prueba. La mencionada imagen oblonga pintada por el rayo refracto exhibe los siete colores principales; son el rojo en la parte más inferior, después el anaranjado, tercero el amarillo, cuarto el verde, quinto el azul, sexto el púrpura, mientras que en la parte superior aparece el violeta; fuera de los colores intermedios cuyas diferencias son casi insensibles. Por tanto, como estos colores no pueden ser interceptados por el prisma, pues no cualquier luz puede ser recibida por el vidrio, por el cual se trasmite, sin refracción y separación, se sigue que tales colores son rayos intrínsecos con su refractabilidad proporcional, porque el rayo rojo ocupa la parte inferior de la imagen y el violeta la superior [p. 375] lo cual hace evidente que todos los rayos rojos son mínimamente refractables y los violetas al máximo, mientras que los colores intermedios están dotados de una refractabilidad intermedia.

Los colores que corresponden a un rayo homogéneo son totalmetne inmutables, cualquiera sea la cantidad de refracciones o reflexiones que sufran los rayos. Pues si un rayo de luz homogéneo, por ejemplo, verde, o algún otro de la imagen oblonga pintada, producido en el papel por el agujero por el cual transita él solo, sea que refracte una vez o muchas por el prisma, siempre permanece con el mismo color en sí mismo, y también persevera constantemente, si por obra de un lente se juntan todos los rayos que inciden en el papel, y después se desvían, de nuevo aparecerá el rayo homogéneo con su color, aunque se transmita por un cuerpo transparente de otro color. Más todavía, permanece el mismo color cualesquiera sean los rayos expuestos a refracción, lo que de hecho fue observado por Newton: los cuerpos que por propia naturaleza son, por ejemplo, verdes homogéneos, sometidos a la luz aparecen constantemente verdes; pero como los cuerpos requieren la luz refleja para ser visibles, se hace evidente que los rayos de luz homogénea [p. 376] conservan su color ingénito, cualquiera sea la reflexión que sufran.

Tercera conclusión. El color blanco consiste en la mezcla de todos los rayos heterogéneos.

Se prueba. Como los rayos son coloreados por propia naturaleza y no pueden cambiar por ninguna refracción o reflexión, lo mismo sucedería con el rayo, sea mezclado, sea separado de otros. Ni tampoco los rayos, aunque sean entre sí decurrentes, obran entre sí de tal modo que produzcan un cambio. Por lo tanto, se infiere que los rayos refractados por el prisma y separados, al ser unidos por obra de un lente, si concurren en un foco se formará una sola imagen blanquísima sin ningún otro color, y esto no se produce por ninguna mutación de los rayos, pues divergentes otra vez por el foco, de nuevo exhiben los colores que estaban primero, así como se los veía, y forman la imagen coloreada en el papel opuesto, en orden inverso de colores, de modo que el rojo queda en la parte superior. Incluso si uno de los colores, por ejemplo el rojo, se intercepta con un papel negro, se desvanece el blanco en el foco, dice Gravessande, y el color vira a azul; [p. 377] en cambio interceptado el azul con el violeta, el blanco enrojece. Por lo tanto, la blancura misma no consiste sino en la mezcla de todos los rayos heterogéneos.

Segundo. La espuma de los líquidos en ebullición, como el agua, que muestran de cerca los variados colores, para un ojo más lejano emblanquece; los rayos coloreados decurrentes y mezclados no pueden exhibir su color propio. Tercero, Newton, con el polvo de los colores mezclados, que suelen usar los pintores, a partir de la mezcla de los pigmentos purpúreos, azules y verdes, toma los colores pintados individualmente expuestos en un papel blanco y colocado en una zona en penumbra, a un intervalo de 12 pies de dicho papel, también el blanco viraba cuando éstos se interceptaban con una luz roja puesta en la parte más umbrosa.

Resolución de argumentos

Arguyes primero. Las experiencias de Newton referidas en lo anterior, con las cuales se ha querido confirmar, han sido rechazadas por muchos

hombres célebres, como Mariotte, Rizzetti y otros reputados, que [p. 378] criticaron a Newton; luego. Respondo: Orlando, en Altieri, afirma que los experimentos de Newton no se hicieron una o dos veces, sino casi innumerables veces, en presencia de hombres muy ilustrados, y con la máxima diligencia, en las Academias de Londres y París. Luego fueron repetidas en Holanda, Italia, Alemania y siempre con el mismo resultado que Newton describe clarísimamente; por lo cual debe reputarse como falsa lo que se rechaza privadamente, porque se pudo errar fácilmente al preparar esas experiencias. En cambio, el éxito de las experiencias newtonianas ha sido debidamente observado, por lo cual quizá el desaire de Mariotte y Rizzetti se deba a que erraron en sus experiencias.

En primer lugar se requiere un vidrio purísimo, sin mácula; además las reflexiones de los rayos que se den en la misma saliente de los prismas, mezclando la luz de [rayos] homogéneos con heterogéneos, perturba al máximo el experimento. Segundo, debe cuidarse que ninguna luz, fuera del rayo simple, entre por el pequeño agujero de la ventana a la habitación; pues si ingresan otros muchos, [p. 379] y estos se mezclan con los que producen la imagen, el experimento apenas puede avanzar. Tercero, debe cuidarse que el experimento no se haga cuando el cielo no está suficientemente sereno; pues entonces, entre los mismos rayos procedentes del sol, hay muchos otros derivados de refracciones, lo que acontece especialmente cuando hay nubes que reflejan demasiado vívidamente la luz.

Segundo, arguyes contra la primera proposición. Primeramente, supuesta diversa refractabilidad en los rayos de luz, cómo se unirían en los humores del ojo que están a diversa distancia en la retina, puesto que refractan de diverso modo; pintarían una imagen confusa y por tanto la visión sería confusa. Segundo: los rayos refractados por los vidrios de las ventanas se observarían separados en los radiolos coloreados. Tercero, lo mismo sucedería cuando los rayos pasaran por el aire o algún otro medio reverberante, por lo cual los rayos de luz siempre se verían coloreados. Respondo a la primera objeción diciendo que los rayos de luz refractan al pasar por los humores del ojo, pero, como hay mínima distancia entre el

lente del cristalino y los humores vítreos, los rayos refractos se unen inmediatamente, por lo cual no sufren una refracción sensible. Sin embargo, cuando se aumenta esta distancia, por ejemplo por obra del telerscopio, aplicándolo [p. 380] al ojo, aparece una visión confusa.

A lo segundo respondo con Newton, que en los vidrios de la ventana no se aprecia el movimiento de los poros, porque debido al pequeño intervalo en la superficie de la lámina de vidrio, los colores son tan tenues y delgados y reunidos en tan exiguo espacio, que el sentido no puede captarlos de ningún modo. Por cierto, si se adjuntara algo más grueso al vidrio, o mejor un vaso vítreo oblongo lleno de agua muy limpia, los colores se distinguirían en forma manifiesta. A la tercera objeción: para que los rayos coloreados se distingan no basta cualquier refracción, sino que es necesario que sea tal que separe los rayos heterogéneos. Por eso se usan los prismas, en los cuales los rayos sufren una doble refracción que, por la diversa inclinación de la incidencia, es muy apta para separar los rayos; en cambio el aire es muy poroso y lleno de vapores heterogéneos, por lo cual, o bien se produce solo una refracción, y ésta basta, o se producen varias, pero de tal modo que los rayos se mezclan entre sí y se confunden debido a la desigual densidad.

Tercero, arguyes que si un plano blanco separa los rayos solares del prisma colocado a poca distancia de él, [p. 381] la blancura en el plano aparece casi redonda, terminando con una franja por una parte roja y por otra violeta; lo mismo se observa si se refracta el agua contenida en un vaso blanco; y esto no puede conciliarse con lo sostenido arriba. Respondo: niego la menor, pues esto se explica fácilmente en el sistema de Newton. En efecto, los mencionados colores aparecen porque los rayos se reciben a una distancia exigua o insuficiente del plano. Y por esto, antes que se produzca una mala separación de ellos, también los rayos de luz de igual inclinación inciden en la superficie del vidrio, haciéndose evidente que refractan desigualmente cuando pasan del vidrio al aire, lo que debería suceder por líneas rectas, las que divergen más entre sí, o se separen en cuanto estén más distantes de la superficie del prisma.

Por lo tanto no es de extrañar aquí, que cuando la distancia del prisma fuera poca, no sería suficiente para separar los rayos heterogéneos entre sí y exhibir la blancura o una ablancura casi redonda. Esta se termina en una doble franja, roja y violeta, porque como los rayos rojos y violetas distan al máximo en su refractabilidad, por eso, aunque en cuanto les sea posible están unidos a los demás rayos, son sin embargo mutuamente separados, de tal modo que puedan verse así. Todo esto se confirma, porque los rayos de luz que estén en el medio de las dos franjas coloreadas, es decir, blanco, por ejemplo, hecho un agujero en el plano, se verán más lejos [p. 362] en otro plano de siete colores, siendo evidente que la blancura exhibida de ningún modo había sido separada todo lo posible.

Replicarás: al menos este experimento convence de que el rayo rojo y el violeta no tienen un color propio transmisible; luego. Se prueba el antecedente. En el mismo lugar en el cual se produce la incidencia del rojo o del violeta en el agujero por el cual pasan, en el otro plano que está más lejos no sólo se ve el rojo o el violeta, sino que se observan todos los colores. Luego el rayo rojo o el violeta no tienen un color propio y peculiar. Respondo: en tal caso, los rayos de todos los colores se observan en el segundo plano, dado que los rayos rojos o violetas no estaban separados de los otros en cuanto es posible. Por eso, aunque en ese lugar, en el cual el color rojo se observa en un plano cercano al prisma, se da mayor cantidad de rayos rojos que de los otros, estos otros de algún modo concurren, puesto que a mayor distancia mayor divergencia padecen, y representan los siete colores en el segundo plano.

Arguyes que cuando los rayos de luz son refractados por el prisma, y de nuevo reflejos desde el plano, algunas veces cambian el color de tal modo que [es falso que] los rayos luminosos tengan un color propio, tal que ninguna reflexión o refracción pueda cambiar. [p. 383] Se prueba el antecedente: si después de la separación por el prisma, se formó una imagen oblonga coloreada, cualquiera de esos colores, por ejemplo el rojo, transmitido al plano por un agujero y observado dentro de un paño blanco con agujeros, tal rayo rojo aparece un tanto blancuzco; luego el rayo rojo

puede cambiar el color, o hacerse blancuzco a partir del rojo. Respondo: niego el antecedente; y en cuanto a la prueba, niego la consecuencia. El rayo rojo en ese caso se ve un tanto blancuzco porque no transita puro, e incide en el paño blanco un poco mezclado con otros rayos; pues cuantas veces sea que refracten los rayos, nunca se separan completamente y por eso el rayo rojo aparece en la imagen oblonga, porque en ese lugar incide la mayor cantidad de rayos rojos. Pero cuando solo incide en la superficie blanca, por la peculiar textura del cuerpo reflejante, el rayo rojo se refleja un tanto mezclado, y debido a esa mezcla su color se genera casi como mixto, prevaleciendo siempre la rojez, porque los rayos rojos prevalecen en la unión.

Quinto, arguyes que [p. 384] de la mezcla de los polvos coloreados que usan los pintores no surge el color blanco; luego tampoco de la mezcla de los colores heterogéneos. Respondo con estas palabras de Newton; “los efectos, como los polvos de los colores principales que se generan en el prisma, es decir, rojo, amarillo, verde, azul y púrpura, mezclados en cierta proporción y aunque no produzcan una blancura perfecta, sin embargo estos colores se desvanecen sensorialmente y producen algún genero de blancura aunque amarronada o mediocre”. El P. Almeida coincide con esto, en la *Víspera* 6, parag. 30, cuando el dialogante Teodosio induce: “En fin, si mezcláramos tinta en polvo de los siete colores, pero con proporciones desiguales, proporcionales al espacio que ellos ocupan en la imagen oblonga del prisma, queda un color blanquecino; pintemos un plano oblicuo con ella, de suerte que quede la mitad pintada y la otra mitad con un color natural; hecho esto pongamos este plano al sol de manera que toda la parte que no fue pintada quede en la sombra, visto de lejos este plano parecerá todo blanco”.

Luego si el arte puede producir el efecto de que los colores mezclados entre sí imiten una blancura natural, qué de extraño si los géneros de todos los rayos [p. 395] perfectísimamente mezclados entre sí contengan la perfecta blancura. Y además la blancura artificial no puede ser tan perfecta; pues los polvos mezclados y unidos por el arte no pueden unirse así [tan perfectamente], y producen grumos y proyectan sombras que

imperfeccionan la blancura. Y en esto, si la mezcla colisionara con mucha luz de modo que las rugosidades de la superficie y las sombras no se discernieran aparecería totalmetne blanca, como testifican Newton y Almeida.

Sexto, arguyes que en este sistema los cuerpos se nos aparecen azules, por ejemplo, porque son aptos para reflejar rayos azules, absorbiendo los otros colores; pero esto repugna a la experiencia, porque los cuerpos, de cualquier color que sean, aparecen rojos a los rayos rojos homogéneos, y aparecen azules en los azules. Por lo tanto es falso el principio, en el cual se basa toda la hipótesis, es decir que de todos los colores de los cuerpos opacos, sólo uno de los géneros de color se refleje en determinado cuerpo. Respondo: en el sistema de Newton los cuerpos se dicen aptos porque lo son más que otros para reflejar uno que otro género, pero no en forma **absoluta** sino solo **comparativa**, en cuanto reflejan mayor cantidad y más vívidamente ese género de color que los otros. Pero esto no impide que también una exigua cantidad de los otros rayos reflejen en el mismo cuerpo [p. 386] de donde muestran el color débil que adquieren los cuerpos colocado bajo un rayo heterogéneo a sí, prevaleciendo sin embargo el rayo que reflejan los cuerpos más vívida y copiosamente y la superficie del cuerpo reflejante se exhibe teñida de su color.

Séptimo, arguyes que, si se mira un objeto por un vidrio puro y coloreado de verde, éste parece transmitir luz verde, y aparece verde a la visión; luego no refleja los rayos verdes más copiosamente que los otros, y a los ojos con ictericia, todos aparecen amarillos, cualesquiera rayos homogéneso se diga que reflejan. Respondo a lo primero: cuando se produce la reflexión y refracción de los rayos, en cuanto a la disposición de las partes componentes, puede suceder que el vidrio verde, debido a la peculiar disposición de sus partes, transmita algunos rayos verdes, pero refracte algunos otros, y así los cuerpos observados a través del vidrio y de la luz refleja transmitida, aparecen verdes.

Antes de lo anteriormente dicho, todos los cuerpos reflejaban cualesquiera radios en poca cantidad, y por tanto, si por ejemplo, se mira por un vidrio verde, los rayos verdes provenientes del cinabrio, aunque reflejos en poca cantidad, solo pasan el vidrio verde, y los rayos de cinabrio reflejados unidos por el vidrio llegan al ojo, al cual [p. 387] exhiben cinabrio verde. A lo segundo respondo que los ojos de los hombres con ictericia, debido a la enfermedad, trabajan de tal modo que reflejan más fácilmente los rayos amarillos y los transmiten, así como dijimos del vidrio coloreado; por eso a los ojos enfermos todos los objetos aparecen amarillos.

Arguyes octavo: si el cuerpo apareciera blanco, los rayos del cuerpo, observados a través de otro prisma, exhibirían los colores primigenios en cualquiera de sus partes, lo que de ningún modo sucede. Segundo, un cuerpo pintado con todos los colores de la mezcla, dispuestos ordenadamente, aparecería blanco. Respondo a lo primero: un cuerpo blanco visto a través del prisma no exhibe en cada una de las partes su color primigenio, porque la imagen coloreada de una parte sensible se conjuga con la contigua, de donde surge la mezcla que es causa de la blancura; pero en las partes extremas refulgen las fibrillas coloreadas. como la imagen extrema de ellas, que exhibirían cualesquiera partes distintas, si no se confundieran entre sí. A lo segundo: en la hipótesis, los colores son distintos y separados, y en consecuencia los rayos no impregnan, sino que se presentan separados en la retina; pero si dicho cuerpo apareciera modificado, de tal modo que se siguiera la composición refleja de los rayos, [p. 355] se produciría en el alma la sensación de blancura.

Por último arguyes: algunos cuerpos aparecen negros, por lo tanto reflejan luz. Segundo, en esta teoría no se establece ninguna distinción entre los colores permanentes y los aparentes; luego. Respondo a lo primero: los cuerpos absolutamente negros de ninguna manera son visibles, sino que ellos se distinguen de las superficies coloreadas que los circundan; pues la luz refleja a modo de espínula cuando las partes negras responden a una luz desde un punto negro, para nada presenta al alma la presencia del negro. Además, ningún cuerpo es perfectamente negro a la presencia de la luz, o

bien el cuerpo a veces de algún modo refleja alguna exigua luz, de donde surge en los cuerpos negros variados grados de negrura.

A lo segundo: esta diferencia entre los colores aparentes y permanentes solo significa que, cuando en algunos cuerpos, debido a la diversa situación del ojo, sea reflejada o transmitida la luz, se ven colores que parecen mutables; esto sucede con los componentes que tienen muchos colores, y están dispuestos de tal modo que cuando un solo género de partículas se cierne sobre las otras partículas las modifica. A la inversa, se llaman permanentes los colores que están en los cuerpos que, por toda su superficie [p. 389] producen de igual modo la reflexión de la luz. Con esto se ha dicho suficiente sobre los colores.

8218	
ELEMENTA	1
PHILOSOPHIE UNIVERSE	2
IN	3
GRATIAM	4
<i>studiorum Juventutis Regii S. Caroli Domini</i>	5
<i>populitani Conventus Scholasticorum</i>	6
<i>summatim</i>	7
<i>et</i>	8
<i>A. Pedro Sarmiento de Tapia, Sumo Espiritual</i>	9
<i>Conventus, auctoritate utriusque in curiam</i>	10
<i>Philosophie Superioris</i>	11
PARS III	12
<i>seu</i>	13
PHYSICA PARTICULARIS	14
<i>Tempore die 16. Julii anno Domini 1796.</i>	15
<i>me audiunt</i>	16
<i>Lesore Emanuel Fernandez de Aguirre.</i>	17

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

FERNANDO BRACO OFM

Pars tertia Philosophiae scilicet metaphysica

[p. 251] **Cuestión Octava**

En qué consiste la solidez de los cuerpos

Antes de resolver la cuestión, debe advertirse que cuerpo sólido, firme o consistente se dice de aquél que resiste mucho la separación de partes, así como el hierro y otros retienen la figura propia mientras que alguna otra fuerza corporal sólida no resulte apta para disminuirla. Por tanto, sólido es aquel estado de un cuerpo en virtud del cual sus partículas tienen determinada situación o nexo mutuo, y dejadas a sí mismas no se dispersan ni se apartan espontáneamente entre sí, sino que una parte atrae a la otra si son movidas de cierto modo causado por algunos otros.

Da mucho trabajo a los filósofos [físicos] determinar la razón de la solidez. Descartes sospecha que la solidez de los cuerpos se funda en el reposo de las partículas; por tanto piensa que los cuerpos cuyas partículas están en reposo mutuo son todas duras, esto es, sólidas. Roberto Boyle y otros consideran que para la consistencia sólida basta que las partes, especialmente las que son muy sutiles, se toquen inmediatamente y gocen de reposo; casi en la misma teoría coinciden quienes atribuyen la solidez y adhesión de las partes a la materia fluida etérea sutil misma, que da a todos permanencia y cohesión.

Los newtonianos por su parte, opinan que [se debe] a la mutua atracción de las primigenias y sutiles partículas de la materia etérea, de tal modo que pierde la solidez el cuerpo cuyas partículas tengan mayor superficie entre sí. Los newtonianos añaden a esto otras leyes de atracción, pero para nuestro propósito, en cuanto a lo necesario en relación a esta opinión, afirmo que de ella se sigue la improbabilidad de la teoría. Gassendi y los atomistas [afirman] que la firmeza de los cuerpos parece surgir de que los átomos o partículas de las cuales consta el cuerpo sólido, se relacionan entre sí de manera que cada

una de ellas de ningún modo se separan, o apenas. Establecido esto, paso a la resolución de la cuestión.

Primera conclusión. Contra Descartes, afirmamos que la solidez o firmeza no consiste en el mero reposo de las partes. Se prueba: el solo reposo de las partes en un cuerpo [no] exige la fuerza de resistencia a la disociación, cuando el nexo desaparece en lo soluble; luego. Se prueba: si reduces a polvo maderas, metales o mármoles, tienen reposo pero ceden fácilmente a la división y se separan entre sí; [p. 252] luego. Segundo: la separabilidad y la solidez difieren del mero reposo de las partes; luego no se identifican. Se prueba el antecedente: según Descartes, si un mármol se calienta intensamente, no puede suceder sino porque sus partículas se agitan con fuerza, y a pesar del intenso calor determinado por el movimiento, permanece la solidez del mármol; luego.

Segunda conclusión. Para explicar la solidez de los cuerpos no basta el contacto inmediato, el reposo de las partículas y la presión del fluido externo. Se prueba: por una parte, puesto el reposo y el contacto de las partes de ningún modo se obtiene tal firmeza y cohesión; luego el cuerpo verdaderamente continuo, no existente división y adquiriendo una figura distinta –por ejemplo como se ve en el conjunto de los mínimos cubos– y por otro lado la presión de los fluidos exteriores no suple las conexiones estables de hecho. Lo que se prueba así: si el fluido etéreo por su presión constituyera la solidez, entonces cesando dicha presión cesaría, o si la acción del aire variara notablemente, desaparecería la firmeza de los cuerpos; pero esto no sucede, al menos no universalmente, lo que se ve en las maderas, metales y otros cuerpos más firmes en un recipiente al vacío, en que la mayoría de sus partes no cambian notablemente de situación, aunque la presión aérea varía notablemente, o se elimina totalmente; también el oro líquido vuelve a la solidez en un recipiente al vacío. Por lo tanto la natural cohesión de cualquier cuerpo se pierde por otros motivos distintos del aire.

Se confirma 1º: dos mármoles pulidos, comprimidos por el aire, cuando en un recipiente son liberados de la presión del aire, se juntan espontáneamente;

luego al menos lo mismo debería suceder con otros sólidos, si la causa es similar. Se confirma 2º: cuando hay cielo lluvioso las partes fluidas más copiosas entre sí se aproximan a los sólidos, por ejemplo, la madera; esto lleva a la separación de las partes y no a una conexión más fuerte. Luego, aunque la fluidez del éter se presente internamente, no produciría más bien cohesión que disolución de las partes, salvo que sea impedida por otra cosa, por ejemplo, por la figura de las partículas.

Tercera conclusión. La solidez de los cuerpos no se debe a la atracción newtoniana. Se prueba 1º: la fuerza atractiva es proporcional a la cantidad de materia; ésta es la ley de Newton. Luego, los cuerpos más densos, en los cuales necesariamente hay más materia atractiva, serían igualmente más sólidos, y esto es contra la experiencia, por la cual consta que el mercurio es fluido y sin embargo es el más pesado de los metales (excepto el oro), el más denso y sin embargo no es un cuerpo sólido a pesar de su densidad, y en cuerpos de materia sólida hay una fuerza atractiva que no se da en el mercurio; luego.

Segundo. La primera ley de la atracción es que a igual masa hay igual fuerza de atracción; luego dos cuerpos [p. 253] iguales, por ejemplo cilindros de plata, se cohesionarían siempre y esto es contra la experiencia, pues según Musschenbroek, sean dos cilindros de plata, uno en la parte baja unidos con sebo a 125 puntos y añádase calor equivalente a 1250 libras; pefro la fuerza atractiva no parece responder suficientemente a las leyes indicadas, ni [ser] proporcional a la masa.

Tercero. Según los newtonianos la potencia atractiva es una propiedad general, y corresponde a las partes de cualquier materia; luego en los cuerpos inmóviles se debiera notar una mutua potencia atractiva; y la experiencia muestra que el más denso no adhiere, y tampoco el hierro al mercurio; luego tanta cohesión de las partículas como la solidez de los cuerpos no se debe a la atracción.

Conclusión cuarta. La solidez y la consistencia firme de los cuerpos [se explica] por el encaje de las partes, y el nexo del movimiento dependiente del

conjunto de las partículas implicadas y de las superficies planas en contactos múltiples. Se prueba: en esta teoría se explican de modo óptimo el efecto formal de la firmeza y el fenómeno natural, y debe preferirse a las demás. Se prueba en cuanto a los efectos de la firmeza. El primer efecto de la unión y la continuación o continuidad del fluido es otorgar alguna unidad a las partes, en virtud de la cual no están juntas en acto, sino a la vez unidas y esto se obtiene por el encastre de las partes; luego es probable que ella origine la unión, de modo que no parezcan moverse sensiblemente, en cuanto a que al movimiento de una parte se sigue el movimiento contrario, de modo que una parte se aleja de la otra; luego. Se prueba la segunda [parte] del primer antecedente. Las observaciones microscópicas muestran en los animales diferentes huesos, membranas, nervios, etc.; en las plantas hay raíces, médulas, etc.; en los metales, piedras y otros cuerpos más sólidos, un plexo de múltiples fibras de las partes, configuraciones intrincadas, etc., de tal manera que cuanto más firmes se presentan, se sigue tanto mayor encastre y mutua cohesión de las partes y mayor contacto de la multiplicidad de partes.

Se prueba 2º. En esta teoría se explican los fenómenos según los cuales los cuerpos fluidos se vuelven sólidos, o varían la solidez; luego. Se prueba el antecedente 1º: los jugos alimenticios están en la carne firme, en las membranas, los huesos, etc. También en los vegetales que se endurecen, la madera, las cortezas, etc., produce múltiples cambios, separación de las partículas, etc., que implican de diversos modos a las moléculas y las retienen en una sola masa sólida.

Se prueba 3º, por el experimento del albúmen que sometido a fuerte agitación se contrae dos veces, y si se mezcla con espíritu de sal [ácido de sal marina] se endurece en un coágulo de masa sólida. Tales admirables efectos se prueban repetidamente en el caso del agua helada por simple contracción, sea que se expongan al aire por algunas horas, se modifica la masa de hielo. La razón de estos y similares [efectos] proviene de la variada [p. 254] cohesión de las partículas, que produce el encastre de las partes, la complexión, el cambio de figura, o el contacto, la conservación etc.; luego cuando estas las operaciones naturales y el ambiente son muy uniformes, de

tal modo que se capte tanto la vía natural evidente y el modo de operar, se sigue que la solidez natural depende del nexo, etc.

[p. 258] **Cuestión Décima**
Qué es y qué provoca la elasticidad de los cuerpos

Para percibir más claramente lo propuesto, se deben explicar algunas cosas cuyo conocimiento es conveniente; por lo cual, para comenzar, digo que un cuerpo puede ser duro o blando. Se llama duro aquel cuyas partes, si se toman con fuerza, ceden mutuamente poco o difícilmente. Si es totalmente incapaz de comprimirse, se llama perfecta o absolutamente duro. Si en cambio sus partes más fuertes ceden a la presión, es relativamente duro. Los newtonianos en general niegan que haya cuerpos perfectamente duros. Se llama blando el cuerpo cuyas partes oprimidas ceden fácilmente a la introducción y cambian con facilidad de figura, reteniendo después la modificada o al menos conservando los vestigios de alguna anterior impresión.

Cuerpo elástico es aquel que por sí vuelve al estado inicial cuando cesa la violencia, por lo cual elasticidad o fuerza elástica, se llama aquella propiedad por la cual un cuerpo violentamente comprimido o tenso, tiende a restituirse a su primer y natural estado. La elasticidad es, o bien perfecta, siendo aquella por la cual un cuerpo conserva su figura luego de haber sido modificada por fuerza. O es imperfecta, aquella que no vuelve a adquirir su primera figura.

La elasticidad es una afección general sensible de los cuerpos, que manifiestan muchos experimentos en la fuerza, sea de los cuerpos sólidos, sea de los fluidos, de los cuales elijo sólo dos. El primero: con un cuerpo sólido, sobre una plancha de mármol arrójese desde algunos pies de alto un globo cuya materia se recubra de un color o con cera, o aceite, y se verá que el globo deja una impresión de color en el mármol, tanto más amplia cuanto más alto sea el lugar desde donde se arrojó. La explicación de esto es la siguiente: un globo en reposo sólo deja un punto o una pequeña [marca] en el plano que toca, luego para que imprima un [rastros] tan amplio y un círculo coloreado, el globo arrojado necesariamente ha variado su magnitud; pero como [luego] no

queda ningún aplanamiento, la fuerza elástica llevó al globo a su primera figura.

Experimento para fluidos: si una vejiga flácida. se lleva a un monte elevado, rodeando la vejiga con un hilo delgado, se experimenta que la vejiga se dilata; y la razón es que [el aire] en la vejiga estaba comprimido por nuestra atmósfera densa, pero en un lugar más alto disminuye la presión [p. 259] y el aire, por su fuerza elástica, se expande y allí se torna mayor.

Por lo tanto, esta tendencia a volver a la primitiva figura, también es natural y supone que en el cuerpo elástico hay un punto de compresión y [otro] de expansión, sea intrínseco o extrínseco; el primero ejerce coacción donde el cuerpo es tensionado violentamente; el otro opera dilatando donde el cuerpo está constreñido y comprimido. Las dos formalidades constituyen la fuerza elástica. Esta fuerza no presenta dificultad, pero con respecto al compresor se pregunta cuál es la causa de este principio de elasticidad, problema éste que muchos físicos no superaron. Así, algunos piensan que al ingenio humano le está vedado alcanzar la verdadera causa de las fuerzas elásticas, especialmente lo profundo de la naturaleza. Sin embargo, dice Hauser, corresponde a un vestigio ínsito en la naturaleza escrutada con cuidado, y no admiramos tanto las causas de la potencia elástica percibida como [sus] efectos. Por lo tanto exponemos lo que otro sostuvieron. Y dejando de lado el modo de pensar de los Peripatéticos como indigno de un filósofo, los autores pueden reducirse a tres clases. La primera es la de aquellos que derivan la elasticidad de un principio extrínseco. La segunda, los que asignan un principio intrínseco al cuerpo. Reduzco a la tercera los que sostienen que la elasticidad deriva tanto de un principio intrínseco como extrínseco.

Descartes con sus actuales seguidores, explica [la elasticidad] por el éter comprimido en los poros, cuyas partes, comprimidas violentamente, vuelven a su prístino y ordinario estado y se reducen al solo equilibrio, por ejemplo una lámina de cobre, una rama verde, etc., se dilatan por la parte convexa constriñendo a la parte cóncava, efecto que se ve también en la cápsula, a causa del éter compresor violento antes mencionado, interfiriendo el orden

[normal] las partes del cuerpo elástico ahora por fuerzas conectadas, irrumpiendo un movimiento apropiado dilatador de los poros, mientras opera [hacia afuera] el dilatador, hasta que supere al ímpetu violento y vuelvan las partes de la lámina a su figura inicial.

Roberto Boyle adscribe la expansión elástica a las partículas de los cuerpos en forma de espiral formal. Éstas se curvan y comprimen, se cohesionan en los cuerpos, en los cuales las espiras se conservan comprimidas, y nuevamente contrayéndose resulta una fuerza violenta liberadora de la compresión. Las fuerzas prevaecientes vuelven las partes al lugar original y restituyen a la mole comprimida del cuerpo la tendencia a su expansión original.

Algunos newtonianos asignan como causa de la restitución elástica las partículas primarias que, por compresión de sus contactos naturales, separadas de dichos contactos [p. 258] vuelven velozmente a ellos. Contrariamente, otros newtoniano y no pocos [físicos] sostienen que la elasticidad se debe a una notable cantidad de fuego, que si está dotado de fuerza repulsiva y se introduce en los intersticios de los cuerpos, como la potencia repulsiva del fuego en los intersticios angostos se hace más fuerte por disminución de la distancia, y por su incremento se suponen más débiles y amplios, no encuentran fácilmente la salida del globo comprimido, por ejemplo, las partes ebúrneas, la fuerza se ejerce sobre lso lados y restituye el perdido equilibrio y por eso mismo, la figura.

Gassendi, además de la figura intrínseca idónea de las partículas asuma la fuerza extrínseca; pues piensa que la elasticidad es resultado de un movimiento reflejo y la fuerza compresora del cuerpo es una fuerza que reduce las partes del mismo cuerpo, de manera que donde el ímpetu se ejerce de modo directo, cediendo a la fuerza extrínseca con un movimiento reflejo, retornan y recuperan el primitivo estado; y por la misma causa, que comprime violentamente las partes del cuerpo elástico, proporciona el ímpetu, sea compresor, sea retornante.

Inspeccionadas tantas opiniones, no quisiera permanecer en la incertidumbre, como demostraremos luego; tomo las palabras del Padre Hauser, cuya teoría suscribimos invocando la confidencia de la naturaleza y la verdad, para que el misterio de la elasticidad me sea aclarado Añado mi hipótesis a los sistemas de otros. En el cuerpo elástico se distinguen dos: 1. Estado elástico, reducción actual de las partes al estado conveniente al cuerpo. 2. La aptitud al movimiento elástico, consistente en la estructura mecánica del cuerpo elástico como principio pasivo de la elasticidad. Aquella exige la fuerza motriz o ímpetu, o principio activo de la elasticidad, la debida estructura elástica. Llamo elasticidad pasiva a la fuerza motriz necesaria para el movimiento elástico que provoca la elasticidad activa.

En la estructura mecánica del cuerpo elástico concibo configuraciones de las partículas elementales, y un sitio o espacio tal, sea proveniente de la naturaleza misma, o procurada por el arte, de modo que la materia física y cohesionante, cuando obra en el plexo de las partes por cuya fuerza salva la cohesión de ellas, que pueden distar más o menos, ubicándolos en ciertos límites. De este modo actúa la potencia y no creo que sea necesariamente ubique. El Cardenal Ptolomeo considera que la causa suficientemente apta para [explicar] los fenómenos elásticos es la disposición del cuerpo, que surge habitualmente de muchas y mínimas armillas, fibrillas espiraladas, anulares y mecánicas de acero, como en los relojes y similares. Otros, con Cristian Crusio [sic] opinan [p. 261] que las partículas ínsitas en los filamentos son llevadas lejos de modo que intercepten los poros frecuentes y notables, y supeaen la conjunción de piedras de la pared. Expuesto lo cual

Sea la primera conclusión. La sola fuerza de la materia sutil no puede explicar suficientemente la elasticidad. Se prueba 1º: o se afirma un éter él mismo elástico, o no. Si lo primero, queda la pregunta: de dónde [surge], si de otro fluido más sutil que él mismo. Si lo segundo, no se puede explicar ese fuerte movimiento en todas las partes, de ese modo como, por ejemplo, se da en un globo elástico por los lados opuestos; pues es cierta esta ley del movimiento: **los cuerpos no elásticos impulsados en dirección opuesta, si las fuerzas aplicadas fueran iguales, después del impulso, reposan;** luego

el éter que ingresa, por ejemplo, en el globo y él mismo está impulsado por sus propias fuerzas, se determinaría al reposo, o a seguir su movimiento natural.

Se confirma: según las leyes del movimiento de los fluidos, éstas obran en todas las partes, de tal modo que una pequeña cantidad de aire, por ejemplo, contenida en un globo, por equilibrio resiste tantas atmósferas intentando entrar en el globo; luego el éter residente en el cuerpo elástico debería impedir el regreso de los expulsos.

Se prueba segundo. El éter permea los poros de la pólvora, por ejemplo, antes del encendido; luego debería penetrar con mayor facilidad los poros en la parte más laxa. Por tanto no hay razón de la impetuosa irrupción, y una elasticidad tan horrenda y tumultuosa como vemos en los cubículos. Tal fuerza torna insoluble la cuestión de cómo el éter tiene tanta fuerza e ímpetu y porqué en el vacío apenas produce violencia si se enciende pólvora con un espejo ustorio.

Segunda conclusión. La fuerza elástica de los cuerpos no se tiene por la sola estructura espiralada de las partes o mecanismos similares. Se prueba 1º: la figura espiralada, en cuanto estrictamente considerada en sí misma, es separable de la elasticidad, pues las espirales de plomo, de cera, de hierro, si llegan a un cierto grado de calor, no muestran ninguna fuerza propia de la elasticidad; luego. Se prueba segundo: o se da en estas espirales mismas la elasticidad, o no. Si no, no se ve que ellas requieran tanta fuerza como la que muestran los cuerpos elásticos. Si se da, queda la pregunta ¿de dónde aparece la fuerza en estas espirales? Si en otras, se iría al infinito.

Tercera conclusión. La elasticidad no puede consistir en la fuerza atractiva o repulsiva de las partes, según los newtonianos. Se prueba 1º: admitida la fuerza atractiva de las partes, por ejemplo, en un globo de marfil comprimido por un tapón, lo mismo dos globos de acero muy comprimidos entre sí, tienen una cohesión más fuerte que tenían en la posición original, [por]que el mayor contacto de las partes produce una cohesión y atracción más fuerte; y más

compresión hace mayor contacto. Luego la mayor cohesión de las partes en un cuerpo pesado más bien disminuiría la compresión por mutua atracción, pero no [p. 262] retrocederían entre sí; luego. Además, se seguiría que los cuerpos sólidos y firmes tienen mayor elasticidad, lo que es contrario a la experiencia, pues hay fluidos de gran elasticidad e incluso el acero; y el vidrio tiene gran firmeza sin notable elasticidad, luego.

Se prueba 2°. Si la fuerza repulsiva fuera un principio intrínseco a los cuerpos y causa de la elasticidad, las partes de un continuo tenderían a separarse, y la unión se disolvería, al menos en el vacío, donde falta la presión externa no se salvarían la cohesión y la firmeza; luego cuanto mayor fuera la elasticidad, menor cohesión de las partes se daría en el cuerpo. Y en el caso de la cuerda elástica habría tanto de impulso cuanto de retroceso por la misma fuerza repulsiva. Por esto puedes colegir y deducir fácilmente lo que se desea; en un sistema que atribuye la vía repulsiva solo al fuego oculto se cae en las dificultades antes expuestas.

Conclusión Cuarta. Tampoco el sistema de Gassendi parece suficiente para explicar la elasticidad. Se prueba: como en los principios de Gassendi no se acepta el accidente absoluto, no puede explicar el ímpetu mismo, especialmente en el caso en el cual la causa compresora desaparece antes de completarse la restitución, lo mismo que las oscilaciones. Además, mientras el aire encerrado en una vejiga se dilata en el vacío, no aparece una causa extrínseca productora del movimiento reflejo; también, cuando la pólvora se enciende son una llama, etc.

Conclusión Quinta. La estructura mecánica de los cuerpos es suficiente para explicar la indicada elasticidad pasiva. Se prueba: puesta la estructura se tiene una fácil y clara explicación de los fenómenos y la causa adecuada del movimiento elástico; luego. Se prueba el antecedente 1°. Por lo captado y dicho es fácil negar o ver la aptitud para el movimiento elástico, cuando se da o se completa la configuración de las partículas adecuada a la primitiva elasticidad, e inmediatamente; luego. Se prueba 2° el antecedente: el hierro carece de elasticidad, así como otros cuerpos y de otro modo no se elimina la

primera incapacidad sino añadiendo cierta configuración; por tanto, la sola estructura mecánica proporciona aptitud para los movimientos elásticos; luego por analogía legítima se extiende la elasticidad natural a otros.

Por esto coliges que un cuerpo se dice verdaderamente elástico si se da en efecto tal estructura y así el cuerpo posee disposición próxima al movimiento elástico, una disposición motora, o causa de tal movimiento, una determinación variada y múltiple, que a partir de varias causas, condiciones y otras [texto cortado].

[p. 283] **Cuestión Undécima**

Qué es y en qué consiste la gravedad de los cuerpos

Tratemos gravemente de la gravedad, expresa el P. Fabri, pues esta propiedad de los cuerpos se convirtió en cruz de los físicos por varios siglos. El tema está envuelto en densas tinieblas, pero es digno de que los filósofos intenten dar alguna luz, según indica la ciencia. Grave [pesado] es aquello que dejado a sí mismo tiende a un cierto centro común. La gravedad es la potencia que impulsa hacia abajo, o fuerza por la cual el cuerpo, o móvil, retrocede desde arriba hacia el centro. Por esto se comprende que a la gravedad corresponden dos efectos. El primero es la tendencia actual o movimiento; el segundo la tendencia al movimiento, o gravitación, pues donde el cuerpo es retenido por un obstáculo, al menos tiende al movimiento. Segundo, todos los cuerpos pesados no exigen el mismo centro, sino hacia el centro de ese globo o esfera a la cual fue ordenado por el Autor; así los cuerpos sublunares tienden al centro del globo terráqueo, los planetas tienden al Sol. Tercero, la gravedad de los cuerpos también suele llamarse peso, de modo que llamemos a todo cuerpo grave o pesado, aunque en esto discrepa Nicolás de Mario, que parece designar por “peso” la gravitación misma del cuerpo.

Pero el autor consiente en que el peso de un cuerpo crece o decrece según crece o decrece la densidad y solidez del mismo, de modo que la gravedad de los cuerpos se dice proporcional a la cantidad de materia. Las formas de la gravedad son dos: absoluta y relativa. Se llama absoluta aquella que

corresponde a la masa misma considerada estrictamente, por la cual un cuerpo se llama pesado sin comparación con otro. Relativa es la que corresponde a un cuerpo relacionado con otro, de modo que el cuerpo no se denomina absolutamente pesado, sino en cuanto se relaciona con otro. Además la gravedad es específica o individual. La primera es la propia de una especie de cuerpos distinta de otras. La segunda es el peso mismo en un cuerpo, en este individuo o cuerpo que existe con tal mole o especie. Por lo tanto, la gravedad específica es la que, a igual volumen supera al otro. [p. 264] Individuo pesado es simplemente el que tiene más peso en relación a otro individuo.

En casi cualquier cuerpo se suele distinguir un doble centro. El primero es el centro de gravedad y es el punto alrededor del cual se equilibran todas las partes de dicho cuerpo, de tal modo que, si se atraviesa un plano por el centro de gravedad, el cuerpo se divide en dos partes de igual gravedad. El segundo es el centro de la masa, y es aquel del cual distan por igual todas las partes de dicho cuerpo, por el cual, si se atraviesa un plano, se divide al cuerpo en magnitudes iguales. Nótese sin embargo que el centro de gravedad es algo fuera del cuerpo, así con respecto a los ángulos homogéneos; por ejemplo, el centro de gravedad de un anillo elaborado con oro puro está en medio del espacio angular.

Finalmente algunas nociones: quiero que sepáis que hay una línea de dirección, para entender que según ella el cuerpo se mueve o intenta moverse. Esta línea se concibe llevada desde el centro de los graves, por ejemplo el centro de la tierra, a modo del globo en reposo, y continuada hasta su vértice o cénit, se extiende hasta donde [va] cualquier movimiento progresivo continuo; la línea de dirección varía porque en cada uno de los momentos del movimiento el cuerpo alcanza un nuevo cénit. Estas nociones parecen suficientes para este conocimiento, de modo que exponemos ahora lo que hasta el presente se anduvo en el tema.

La primera [teoría] que aparece es la de los Peripatéticos, quienes enseñan que en los cuerpos pesados hay un principio intrínseco de impulso o movimiento hacia abajo. Los más estrictos afirman que este principio es una

cualidad realmente separable del cuerpo, y [proviene] inmediatamente de la forma del cuerpo, pero el medio generante mismo es la fuerza activa y determinante del movimiento del cuerpo. Otros consideran que fue impresa en la primera creación de la materia como las formas accidentales y según una ley, de modo que sea perpetua en el cuerpo. Pero otros exponen el mencionado principio de distinta manera; de los demás [físicos] algunos coinciden con los Peripatéticos en que la gravedad innata no es causa inmediata del movimiento sino en cuanto la gravedad produce aquella cualidad activa que inmediatamente exige el movimiento local y eliminado todo obstáculo [p. 268] encamina al cuerpo hacia el centro. Epicuro, con los atomistas antiguos y algunos de los modernos, atribuyen el peso intrínseco de los cuerpos a la naturaleza de los átomos que reconocen como de muy pesados.

La fuerza por la cual los cuerpos pesados se mueven hacia abajo, la consideran dada inmediatamente por Dios. Pues los newtonianos, entre los cuales se cuenta el sabio Samuel Clarke, enseñan que la gravedad o peso de los cuerpos no es un movimiento adventicio, o efecto de alguna materia sutil, sino una ley originaria y general de la materia impresa por Dios, y conservada en ella perpetuamente por una fuerza eficiente, que penetra su sustancia sólida conforme a una ley. Según el citado autor, es la atracción misma por la cual las partículas singulares de todos los cuerpos gravitan hacia las partículas singulares de los cuerpos; es decir, que se impulsan entre sí por gravitación; o sea, que se atraen mutuamente. Así exponen generalmente los newtonianos, aunque qué pensaba Newton mismo sobre este tema no es suficientemente claro.

El sistema de Descartes es más o menos como sigue. Concibe a la tierra colcada en un gran vértice del sol o centro común de los [cuerpos] graves, con movimiento anual, y diurno sobre su propio eje, del orto hasta el ocaso. El globo terráqueo, según dice Descartes, está rodeado de una materia fluida y celeste, sea de los glóbulos del segundo elemento, sea sea de la materia del primer elemento, sea de aquellas partículas terrestres que son agitadas con celeridad, como todas las que constituyen el aire. Este fluido celeste circula con movimiento verticoso de occidente hacia oriente, de modo que las partes

singulares de ciertos vórtices suyos, tienen fuerza para retroceder a la periferia estando en el centro de la tierra y en cuanto es posible en la región superior del vórtice; pues es una ley constante y universal de los cuerpos, que cerca del centro, al ser agitados, tienden a alejarse del centro en línea recta, tendencia que se llama fuerza centrífuga, y si en cambio tiende al centro se suele llamar fuerza centrípeta.

Y como la materia celeste tiene [p. 266] mayor fuerza centrípeta por una especial aptitud a recibir el movimiento, que no se da en los cuerpos gruesos que dificultan la movilidad, por ejemplo la piedra; la superficie obstaculiza toda la fuerza. Y como esta fuerza no puede hacer surgir su efecto sino cuando esas partículas celestes ascienden, algunas partes terrestres, en las cuales se suceden los movimientos, se aplastan y empujan, y eso produce que sean tomados los cuerpos menos aptos; al contrario, la materia de ellos cede al impulso hacia el lugar superior, gravitando en descenso y así todo cuerpo se considera pesado en razón de la materia misma y de la mayor o menor aptitud para recibir presión o impulso.

Esta hipótesis cartesiana junta a todas; sin embargo algunos la cambian un poco, o proponen una doble materia fluida vorticiosa alrededor de la tierra, de las cuales una se dirige de un polo al otro y la otra va de occidente a oriente según [los puntos] del ecuador a los polos circulando alrededor del eje del mundo. En cambio otros consideran una materia constando de muchos círculos y dispuestos por todas partes alrededor de la tierra.

Gassendi y muchos atomistas, si les damos fe [sostienen] que de la tierra salen y giran efluvios magnéticos ganchudos, que se encuentran en los cuerpos, tomándolos en sus ganchos y arrastrándolos hacia la tierra. Otros, con Leibniz, proponen una materia sutil que circunda a la tierra, saliendo desde su centro en líneas rectas y dejando en el centro los cuerpos más gruesos. Pero Cl. Duhamel apunta a la opinión de ellos, que la gravedad reporta a la presión del aire, aceptando la existencia de una fuerza [que está] donde quiera hay movimiento; ella o el impulso de este aire produce en el cuerpo [el

movimiento de gravedad], o por la sustancia etérea que lo lleva hacia abajo, o por el peso innato.

El P. de Lana, Castel y otros Menores en la nota de la Física a los cuales suscribe C. [?] ponen el principio de la gravedad en la acción rectilínea extrínseca de la materia etérea. Pues suponen: primero, que Dios estableció la materia primigenia en partes sólidas y fluidas y dio a los más grandes cuerpos del mundo un lugar conveniente; o sea, asignó a toda la esfera o sistema su parte, por ejemplo el sistema del sol, el sistema de la tierra, etc. Suponen segundo, que los espacios intermedios están llenos de éter, o materia sutilísima y fluidísima. Suponen tercero, que en esta materia fue impresa una fuerza motriz o ímpetu estable y simultáneo hacia el centro, como en un estado de violencia de compresión, constituida ésta por el éter, tanto por la estructura de las moléculas, o por aquel ímpetu consiguiente a la fuerza elástica, cuando tiende a expandirse por todas partes en los cuerpos de otro modo impenetrables, comunicando la fuerza y el ímpetu por el cual, o bien se comprimen, o bien tienden al centro de su sistema por la vía más breve, para conservar esa estructura.

Por lo cual, según este sistema, la gravedad de los cuerpos terrestre se da, ya por la fuerza motriz y el ímpetu comunicado por el éter, ya por la estructura del cuerpo más o menos apta para recibir el impulso. Por tanto, si se permite acomodar este sistema a la terminología escolástica, la estructura de los cuerpos sería la gravedad pasiva, y el impulso de la materia la gravedad activa o causal. Estas son las principales hipótesis que hasta ahora se han elucubrado para explicar la gravedad; lo que nosotros admitimos se declarará en las siguientes conclusiones.

Primera conclusión. La gravedad no es una propiedad innata del cuerpo o de la materia, en el sentido de los antiguos atomistas, a lo que adhieren los peripatéticos. Se prueba 1º. Esta teoría que postula un principio intrínseco de gravedad en los cuerpos no resuelve la cuestión física. Pues decir que los cuerpos gravitan descendiendo hacia la tierra porque tienen una fuerza interna gravitante y descendiente, sin duda es decir nada, y explicar algo por lo

mismo. 2º si el descenso de la gravedad fuera una fuerza intrínseca a la materia, ya la materia tendría un incremento de movimiento desde el principio y por tanto no estaría inerte e indiferente al movimiento y al reposo, como muestran las experiencias. Además, los cuerpos [p. 268] en cualquier lugar tendrían la misma gravedad en cuanto tuvieran igual masa, pero es cierto que el mismo cuerpo gravita más en el polo que en el ecuador; luego la gravedad no es, etc.

Segunda conclusión. La hipótesis newtoniana de las fuerzas gravitacionales inherentes en las partes de la materia no puede admitirse. Se prueba 1º, porque la fuerza gravitacional ¿está en el centro de los [cuerpos] pesados, o en el cuerpo que tiende al centro, o en ambos? Y en ninguno de estos [supuestos] es explicable; pues según Newton el centro es un punto imaginario incapaz de [tener] fuerza gravitatoria. Además es mutable, pues es relativo al movimiento de los planetas. Si en las partículas del cuerpo se diera esta fuerza ingénita y simultáneamente fuera del cuerpo, la superficie nunca permanecería cuando tendiera al centro, o a cuerpos a distancia. Finalmente, si a ambos cuerpos, es decir, la tierra y la piedra, les fuera inherente constantemente esta determinación ¿cómo se explicaría la diversidad de la gravitación según la diversidad, salvo la masa de cada uno, en proporción de la gravedad en el cielo vacío donde no hay ninguna –al menos sensible– resistencia externa?

Se prueba 2º. Esta hipótesis no explica este fenómeno: la tendencia de los cuerpos hacia el centro con diversa gravitación según la diversidad de las distancias. Pues la nueva [moderna] mecánica declara la fuerza o acción gravitacional en tantas y tan diversas distancias, y consta que las fuerzas ínsitas en los cuerpos se propagan a los cuerpos cercanos con los cuales entran en contacto inmediato. Por lo tanto, la nueva mecánica deriva la ley para las fuerzas gravitacionales válida; en consecuencia la piedra mueve a la tierra sin contacto y sin cambio de fuerzas.

Se prueba 3º. Según el principio newtoniano las fuerzas gravitacionales o atractivas degeneran sin embargo en separadoras y repulsivas; luego las

pedras tenderían al centro y sin embargo tenderían a ascender cuando comenzara la repulsión. Por lo tanto, en un mismo cuerpo habría fuerzas latentes opuestas, o la atractiva, o la repulsora, no serían fuerzas congénitas. Además los newtonianos rechazan las cualidades ocultas, pero su fuerza de gravitación tiene todas las propiedades [p. 269] de las cualidades oculta; pues según Wolff, la cualidad oculta carece de suficiente razón por la cual inhiere en el sujeto, o al menos puede inherir; pero los newtonianos afirman que la fuerza de gravitación está en el cuerpo en razón de la masa, causa ínsita desconocida para nosotros y puesta solo por voluntad del creador; de modo que, según Gravessande, no puede deducirse de las leyes que conocemos.

Tercera conclusión. La gravedad de un cuerpo cualquiera no puede surgir del movimiento vorticoso de la sustancia líquida. Se prueba 1°. Consta por el sentido que el movimiento de los [cuerpos] pesados se produce por líneas sensiblemente rectas, y en la hipótesis cartesiana se debería dar [de otro modo] porque el movimiento vorticoso es circular e inhiere fuertemente en los cuerpos, las virutas de madera o polvo de cenizas tienen un giro circular en el río. Descartes sostiene que la materia celeste se desplaza en la parte del vórtice de los planetas en círculos imperfectos; luego. Además, cuanto mayor sea la velocidad de un cuerpo que describe el mismo círculo, mayor será la velocidad de caída, menor en los círculos polares y se dará mayor presión del éter bajo el ecuador; por lo tanto, habría mayor gravedad de los cuerpos, o al menos las piedras o el péndulo ejercerían mayor gravitación bajo el ecuador que en los polos, y esto es contrario a la experiencia, luego.

Finalmente, omitiendo otras cosas, el movimiento vorticoso y curvilíneo supone la gravedad que debiera causar; luego, se asigna mal y se produce petición de principio. Se prueba el antecedente: todo movimiento curvilíneo incluye una fuerza centrífuga y una centrípeta, y la centrípeta es la misma gravedad. Luego el movimiento curvilíneo incluye la gravedad que debería causar.

Es evidente lo que debe pensarse de las teorías de otros cartesianos. Pues si se admitieran dos vórtices, o muchos círculos que intersectan entre sí, habría

más movimientos opuestos, y si admites direcciones de los vórtices en la materia etérea, de los cuales surgiera alguna destrucción de los vórtices, no habría descenso de los graves a la tierra por línea recta; añade Nollet el experimento de las fuerzas cenitales suficientes para extender los cuerpos en una doble razón para no dirigirse a todos los vórtices o esferas, sino a algunos puntos.

Cuarta conclusión. [p. 270] Tampoco las hipótesis de Gassendi, Leibniz y Duhamel bastan para explicar la gravedad. Deben probarse las tres partes de esta conclusión. Se prueba 1°. En esta hipótesis no se puede explicar la determinación de las partículas al ascenso y al retorno, si se refiere a una fuerza intrínseca; luego. También la gravedad puede ser extrínseca. Si es extrínseca a los otros átomos ganchudos, por ejemplo, o a la tierra misma [no se aclara] cómo son llevados, y así queda la cuestión. Además, ¿las partículas emitidas inciden en las partes sólidas del cuerpo, o tal vez pasan por los poros? Si lo primero, más bien deberían ir hacia arriba que hacia abajo, porque allí el efluvio sería una fuerza bastante poderosa como para mover suficientemente los grandes ejes. Además, la gravedad sería proporcional a la superficie del sólido y a la tierra considerada, en la cual inciden primeramente los átomos. Pero si lo supones repleto de efluvios, entonces los cuerpos más porosos serían más pesados, lo que contradice todas las experiencias.

No menos falsa es la hipótesis de Leibniz, pues en ella no puede explicarse qué causa mecánica determina la tendencia a alejarse del centro sin recurrir al movimiento circular y los vórtices, que la hipótesis leibniziana pretende evitar. Además, este alejamiento hacia la periferia más bien impediría el descenso de los cuerpos, en los cuales incide la materia eyectada hacia arriba, más o menos como el agua desde una fuente móvil eleva el glóbulo puesto en el orificio.

También la hipótesis de Duhamel debe ser rechazada, en primer lugar porque aunque sostenga (en su obra de Física) buscar la causa inmediata suficiente para los fenómenos indicados, sin embargo la coloca mal en una cualidad desproporcionada, que es la presión del aire. Pues la gravitación, según la experiencia, es proporcional a la masa de los cuerpos, no a la

superficie o figura. Pero en esta suposición sería proporcional a la superficie o figura; pues la gravitación sería tanta cuanto fuera la presión, pero la presión es tanta cuanto es la del aire que cae sobre la superficie sólida; luego. Segundo, la experiencia reclama que se reciba lo evacuado [y] restituido el modo del aire ambiente, [p. 271] pero donde hay gravedad los cuerpos serían iguales que la mayor cantidad de aire que cae sobre eso mismo, siendo la manifestación más veloz de los graves en descenso; luego la gravedad o el descenso de los graves no surge del aire.

Quinta conclusión. Entre las hipótesis tratadas hasta aquí para explicar la gravedad de los cuerpos sublunares, parece satisfacer los fenómenos y los experimentos la hipótesis del Padre de Lana, Castell y Hauser, quienes sostienen que la gravedad se debe tanto a la estructura de los cuerpos como al ímpetu recibido en ellos, impreso por el éter. Se prueba la conclusión analizando los principales fenómenos de gravedad.

Se analiza primeramente el descenso de los cuerpos terrestres hacia la tierra. El cuerpo que está sometido a la vez a muchas fuerzas, cede a la mayor y va por donde la resistencia es menor; por ejemplo, un globo distante 230 pies de la tierra y suspendido en el aire, es presionado a la vez por el éter circundante y recibe un múltiple impulso, y el más fuerte es el que proviene de la columna ABC (tabla 1, figura 1¹) y menor a la correspondiente a la columna DEF; luego la correspondiente a la columna E irá a la tierra con fuerza. Se prueba. La columna correspondiente es más breve que el tracto del éter dentro de la tierra (muy repartido en la atmósfera interceptada por las partículas más gruesas) por lo cual se debilita su actividad ascendente, luego. La columna de aire que incide directamente en G prevalece o está realmente alto; o bien otra causa suple su altitud equivalente, por ejemplo, un tubo muy grueso, que sujeta al éter así comprimido, cuando contiene una altísima columna de aire descendente.

¹ El manuscrito no tiene figuras en el texto y si las tablas estaban al final, no se conservan [NE].

Se confirma: La columna de aire, en cualquier hipótesis –no obstante su equilibrio– gravita más en el termómetro de mercurio al pie de un monte que en su cima, por la diversidad de la actividad de los cuerpos aéreos elásticos, etc. Además, el aire en equilibrio que tiene su [propia] fuerza expansiva se muestra así en los poros de la tierra; por ejemplo, si se abren al calor y superan la resistencia del aire, [la fuerza] obra allí reactivamente. Luego del mismo modo, estando debilitadas las fuerzas del éter o llegado a un equilibrio, el globo de piedra puede caer hacia la tierra. De modo que [p. 272] la columna sujeta al globo de piedra, ni es tanta ni tan libremente activa para que, debido a la atmósfera más gruesa de la tierra impenetrable, se produzca una notable intercepción con las fuerzas de la columna llevada hacia el centro.

Se explica, segundo. El descenso de la perpendicular al centro del cuerpo que es impelido hacia todas partes, debe ser ayudado a todas las determinaciones por la dirección media, es decir, la diagonal perpendicular al centro de la tierra, porque la dirección perpendicular es impulsada al centro menor de la tierra. Es evidente por lo ya dicho y por las leyes del movimiento compuesto que se demostrarán luego.

Se explica tercero, por qué la gravedad es proporcional a la masa. La fuerza motriz del éter que permea todos los poros comunica un impulso a las partículas de toda la masa, dotadas de impenetrabilidad, a las cuales se aplica; luego, la fuerza que tienen los cuerpos, se considera como número de las partículas, no sólo las que están en la superficie, sino las que constituyen y cohesionan la masa interna. En consecuencia, la gravedad es proporcional a toda la masa, de tal modo que donde hay más moléculas aplicadas de los cuerpos, más se imprimen, inmediatas o mediatas al menos, con un implso proveniente de la materia gravitante, a las cuales a la vez cooptan, y por eso se deprime la masa más fuerte, al ejercer mayor tendencia y gravitaciònm, esto es, se considera cuerpo más grave al dotado de mayor gravedad. Esto es claro porque la figura extrínseca nada le confiere a la gravedad absoluta; y cambiado el cuerpo de globo a cubo, no cambia el peso del éter, pues permea los poros así como el agua a la esponja, y las partículas singulares añaden fuerza motriz; pero sin embargo la figura puede aumentar la resistencia.

Se explica cuarto. La diferencia específica de gravedad [peso específico]. Sean dos globos del mismo diámetro, A de oro y B de madera; como A contiene mayor número de partículas de oro que B partículas de [p. 275] madera, porque el oro es más denso que la madera; se sigue que como el globo A recibe a la vez más impulsos de la materia gravitacional y B menos, por ello la gravedad específica de diversos cuerpos de un mismo volumen será proporcional a su densidad, y el oro será tanto más pesado que la madera cuanto más denso sea en relación a la madera, y al contrario, será tanto más liviano cuanto más enrarecido el mercurio en relación al mercurio con la mole de aire o volumen ecuante.

Se explica, quinto, por qué en el mismo cuerpo, a la misma distancia del centro, a veces se observa diversa gravedad. Las razones pueden ser varias: primero, si aparece una nueva materia que contiene algo de la restante materia propia; [segundo] o si al evaporar transpirando se avientan partes de la propia materia; [tercero] o conexas con el primer cuerpo. Es claro que varía la gravedad como que varía la masa o número de partículas; por lo tanto también el impulso de la materia específica según la variación de la estructura interior, que puede alguna vez inmutar la acción del éter, por ejemplo cuando las más laxas evaden los poros del cuerpo, el éter fluye más libremente, se cuida el equilibrio con el éter circundante con una comunicación menos impedida y por tanto puede ser menor su tendencia en todo el cuerpo sujeto a sí, como que la gravitación del éter se relaciona a cualquiera de las partes así como se relaciona la presión del aire o el agua con respecto al cubo y a las [a modo de] redes de poros.

Tercero, parece que la acción de la materia gravitatoria tiende a –o puede– disminuir por razón de la causa extrínseca o éter; o un cuerpo, por ejemplo, cuando la atmósfera tiende a la fuerza elástica con reacción y resistencia más fuerte, puede tender al éter sin que por su elasticidad las fuerzas tendientes sean más fuertes o gruesas; en ese caso el impulso infligido al cuerpo le otorgará mayor gravedad, al menos por accidente. Sucede lo contrario en el caso en que la reacción, o estructura mecánica de los cuerpos receptores experimente un impetu más apto. La analogía se da porque por la mutación de

su elasticidad aumenta o disminuye la presión en la columna mercurial del barómetro. Por lo cual es más verosímil que exija una razón –al menos parcial– de la mutua celeridad de los péndulos en el ecuador y en los polos, y [por tanto] el cambio de gravedad.

Se explica, sexto, el diverso peso de un mismo cuerpo por la natural diversidad de los lugares en relación a la distancia del centro. Pues como la gravedad no es inata a los cuerpos, sino que depende de la fuerza de un agente extrínseco, se comprende fácilmente que, mutada la fuerza extrínseca, sobrevendrá el cambio del cuerpo grave, y que por la diversidad de los lugares y la distancia al centro varía la acción de la fuerza extrínseca gravitacional del éter; luego también la gravedad es la gravitación de los cuerpos. Y la conclusión es que por esta hipótesis [se puede explicar] el efecto de la gravedad. De modo que es sostenida como hipótesis, sobre todo porque es simple, porque evita los obstrusos movimientos vorticales, estatuye un único principio universal proporcionado de los movimientos, y para [explicar] el ímpetu impreso al movimiento no recurre al Autor de la naturaleza, sino en la necesidad común a todos, en cuanto a la primigenia imposición del impulso; no trabaja con supuestos falsos, como el que haya espacios inmensos conectados fuertemente entre sí, y que el mundo esté dividido en varias esferas, como también la materia etérea y él mismo recibido en ella para demostrar el movimiento.

Resolución de argumentos

Arguyes primero. Dios otorgó la fuerza motriz a la materia etérea misma; luego la misma debería ser común a toda la materia restante. Se prueba la consecuencia. No hay repugnancia ni por parte de Dios ni por parte de la materia el que carezca de esa aptitud, ni la experiencia o la razón muestran lo contrario; luego. Se confirma. Es innata a toda materia y cuerpo la aptitud al movimiento hacia abajo, o gravedad pasiva; luego también le sería innata la fuerza activa hacia abajo. Respondo: niego la consecuencia; para probarlo, niego el antecedente.

Aunque ni la experiencia ni la razón demuestran el principio extrínseco de la gravedad, sin embargo más favorecen al principio extrínseco, pues el Creador obra de modo totalmente uniforme cuando moviéndose la fuerza extrínseca llega a todos los cuerpos y [los mueve] hacia determinados lugares, no recurre a nada, tampoco al éter, pues éste por propia naturaleza es indiferente a todo lugar, incapaz de moverse por una fuerza propia. Por lo cual el movimiento del éter no es sino comunicado de fuera, y el ímpetu inmediatamente impreso por Dios resulta en una dirección hacia los [lugares] inferiores, Tampoco Dios [obraría] del modo más simple si diera a todos los cuerpos [p. 275] el [mismo] ímpetu. Pues el orden de toda la naturaleza enseña que todos los movimientos naturales de los sólidos surgen de los fluidos, y los de los fluidos de los fluidos, entre los cuales uno, llamado éter, resulta por su propia naturaleza ser el más adecuado para permear los restantes cuerpos compresores de las aguas, y es aplicable de modo constante.

Arguyes segundo. En esta hipótesis cualquier cuerpo, por ejemplo una piedra colocada en el aire, debería permanecer inmóvil, ni arriba o abajo, ni empujada por una fuerza de gravedad. Pues la piedra con la fuerza de por sí tendería a un lugar que se supone indiferente, y por el principio activo, carente de impulso del éter, desde todas las partes sería igual, lo que pruebo así. Mientras se mantiene el equilibrio del éter elástico, la materia etérea cercana a la tierra y la piedra sujeta reacciona hacia arriba con las fuerzas de la piedra que se eleva, con las cuales fuerzas obra hacia abajo la materia [gravitadora] bajando a la piedra: pues la acción y la reacción son iguales; luego. Respondo: niego el antecedente; para probarlo niego el segundo miembro del antecedente.

Cuando la materia etérea cercana a la tierra se mezcla con la atmósfera heterogénea llena de partículas, y la acción gravitacional de la globalidad de la tierra se expande, o la misma ordenada resulta intercepta, es verosímil que el éter obre sobre la piedra sujeta con menos fuerza hacia arriba, porque prevalecerá el éter que cae por la acción de los otros y en realidad se relaciona del mismo modo a la otra parte en la tierra cercana, después de padecer la disminución del éter elástico, como lo notamos en el otro [volumen] aéreo.

Dices: la madera es específicamente más leve, por las columnas laterales de agua y sus fuerzas, con la presión de las columnas de agua sujetas a la madera uniéndolos, [la] llevan hacia arriba. Luego también la piedra debería sufrir la gravedad siendo impulsada hacia arriba, ya sea por la cooperación simultánea por los laterales a las columnas, ya por las inmediatas sujetas. Como consecuencia, las fuerzas así aunadas superarán a los impulsos de una sola columna incidente. Respondo: niego la consecuencia, porque el agua no puede conectar los poros más sutiles de la madera, y la columna de agua con la madera evade más débilmente las restantes columnas laterales, es decir, las de agua pura. En consecuencia, siendo más grave en los constantes, no extraña que las fuerzas unidas superen a la madera y la columna incidente.

[Cuarto] el éter puede permear la piedra conservando libre permanecer en las columnas laterales e intermedia y el primer equilibrio no variará notablemente; luego también las fuerzas conjuntas separarán del éter incidente en el acto, y si esto sucede el impulso en la piedra ya recibido continuará un poco [por poco tiempo] y puede hacer resistencia en la columna sujeta superar la de la piedra venciendo la resistencia hacia arriba imbuida en el agua, como en el caso de hundimiento, la madera puede [resultar] no de otro modo que la esponja al recibir agua.

Dices 5º: si el éter se toma como causa al menos mediata de los [cuerpos] pesados, entonces una piedra colocada en un recipiente profundo y grueso pesaría menos que al aire libre; y esto es falso; luego al aire libre el éter obraría más en el recipiente de lo que obraría la materia gravitacional. Respondo. Niego la mayor con sus pruebas. El éter, por su sutileza, permea cualesquiera poros. De modo tal que si, por su impenetrabilidad tuviera poco ingreso, y más bien [fuera] excluido, disminuiría en ambos [casos] el peso de la piedra. Además, nuevamente las columnas etéreas interceptarían el paso aquí, y el mismo contiene suficiente éter más elástico y favorece la actividad mientras suple la fuerza de gravedad en relación a la columna etérea derivada, incidente en otras.

Además, al menos en el recipiente, por el aire alejado, el mercurio debería sostenerse hasta la suspensión del éter, tanta es la fuerza gravitatoria, pues el éter es causa proporcionada a la gravitación en el mercurio; y esto es contrario a la experiencia; luego. Respondo, niego la mayor [p. 277] y pruebo así la distinción. El éter es la causa parcial mediata de la gravitación cuando descende el barómetro de mercurio, concedo; causa inmediata y adecuada, niego. La columna de éter gravitante sobre el mercurio y con la gravedad misma del mercurio conjunta, prevalece a la sola columna de éter reactiva, de donde resulta que ésta se removerá en la porción mercurial y descenderá el mercurio en el recipiente; y si a la columna de éter le añades la columna de aire, ambas fuerzas obrarán en igualdad y el líquido permanecerá suspendido.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

BIBLIOTECA NEWTONIANA

Presentación Biblioteca Newtoniana

La tarea ha incluido la transcripción y traducción de los textos analizados. Se ha prescindido de la transcripción latina considerando que no es necesaria a los efectos de exponer los contenidos; la edición latina queda como un proyecto a más largo plazo. La identificación de las fuentes se ha resumido, tanto en el capítulo quinto como en la sección “Biblioteca newtoniana” (ya adelantada en la Introducción). En esta Sección de textos newtonianos con el mismo título de Biblioteca newtoniana, se presentan fragmentos de la obra de Newton *Principia mathematica*, y de diez autores que directa o indirectamente tratan sus teorías y que fueron conocidos y citados por nuestros profesores. Del elevado número que registra el análisis cuali-cuantitativo se han seleccionado diez: Almeida, Brixia, Duhamel, Feijóo, Ferrari, Nollet, Pluche, el Cardenal Ptolomeo, Tosca y Wolff, que se pueden considerar en conjunto un muestreo representativo de los diversos tipos de fuentes mencionadas en los cursos. No se reproduce en forma completa todo el texto de estas obras que trata temas newtonianos, porque esto excedería una dimensión razonable para este libro, sino que se han escogido fragmentos que sirven como ejemplo del tipo de tratamiento que cada autor dispensa al tema y permite diferenciar adecuadamente los estilos de abordaje de cada uno.

En primer lugar **Isaac Newton**, como es lógico, cuya vida –extendida entre 1642 y 1727– coincide con un período de avances decisivos en las ciencias experimentales, y la clara consolidación del proceso de mundialización científica. Su especialidad inicial fue el estudio de las fluxiones y en general las matemáticas puras, derivando luego a la investigación de otros fenómenos acerca de los cuales escribió numerosos ensayos, incluyendo temas teológicos y religiosos. Pero las dos obras por las cuales fue conocido por el mundo culto europeo fueron *De Motu. Philosophia Naturalis principia mathematica* (2 volúmenes, 1686-1687) y *Optica* (1704). Sus obras completas fueron publicadas por Samuel Horsley en 1779 con el título *Isaaci Newton Opera quae extant*. Célebre fue su polémica con Leibniz por la primacía del descubrimiento del cálculo infinitesimal, así como la defensa de su amigo

Samuel Clarke frente a los ataques de los cartesianos, gasendistas y otros teóricos, tanto contra su teoría de la gravedad como por su novedosa concepción de la estructura de la luz y el color.

A mediados del siglo XVIII ambos temas eran de inexcusable consideración en cualquier curso de física o filosofía natural. De allí que eso haya sucedido también en nuestro medio donde, sin embargo, fue más receptada la teoría de la luz y los colores que la gravitatoria, tal vez por la mayor facilidad de exposición sin instrumental matemático. La explicación de la teoría de la gravedad que nuestros profesores recogen, tiene en general los mismos defectos que sus fuentes, acerca de lo cual ya se ha dicho lo suficiente en la parte expositiva de este libro. De los *Principia* se transcribe el Prólogo y las primeras 20 páginas de la edición inicial de 1687. Puede apreciarse la diferencia entre su tratamiento y el de otros expositores, y cómo nuestros profesores se basaron en las fuentes secundarias porque, en primer lugar, no parecen haber accedido al texto original, y aunque así hubiera sido, es claro que sin el manejo del instrumental matemático necesario no podían entender cabalmente las fórmulas propuestas, y sin los cuidadosos gráficos newtonianos tampoco se podía apreciar el grado de abstracción analítica de los fenómenos motrices.

Inicio el grupo de texto de interés newtoniano (expuesto en orden aproximadamente cronológico de su recepción rioplatense) con **Juan Bautista Cardenal Ptolomeo**, un jesuita del siglo XVII, profesor del Colegio Romano, donde enseñó todas las materias de filosofía y teología. En filosofía su obra capital es *Philosophia mentis et sensuum secundum utramque Aristotelis methodum pertractata, metaphysice et empirice*, que tuvo varias ediciones. Comprende todas las partes de la filosofía, enfocados desde el aristotelismo tradicional, pero con referencias importantes a las novedades filosóficas y científicas. La parte correspondiente a la filosofía natural se divide, como ya era bastante común, en Física General y Física especial.

Nuestros profesores jesuitas citaron al Cardenal Ptolomeo considerándolo una fuente de primer nivel. Como muestra del tipo de tratamiento de esta

última etapa jesuita, se transcribe una parte de la Sección IV de la Primera Parte, sobre el movimiento de los cuerpos pesados y livianos.

Juan Bautista Duhamel, también citado como Juan Bautista Oratoriano, fue un sacerdote francés nacido en 1624, perteneciente a la Congregación del Oratorio. Se dedicó al estudio y la investigación de temas científicos; durante muchos años fue Secretario de la Academia de Ciencias y prácticamente escribió hasta su muerte en 1706. Su voluminosa producción abarca tres tipos de obras. En primer lugar, las específicamente científicas, como *Astronomia physica*, *De meteoris et fossilibus* (ambas de 1660) y otras similares. El segundo grupo son las obras de conjunto para los estudios universitarios de la Facultad de Artes: *De consensu veteris et novae philosophiae* y *Philosophia vetus et nova*, también denominada *Philosophia Universalis*. En ellas busca concordar las teorías de Platón, Aristóteles, Epicuro y Descartes, por lo que fueron muy usadas por los profesores simpatizantes del cartesianismo. El tercer grupo son las obras de tipo teológico o religioso, como *Theologia speculatrix et practica* y *Theologia clericorum accomodatae Summarium*, *Institutiones biblicae* y varias ediciones de la *Biblia Vulgata*, todas ellas publicadas en el decenio anterior a su muerte.

La obra que nuestros profesores conocieron y citaron es *Philosophia vetus et nova*, que tuvo varias ediciones *post mortem*, como la de Venecia en 1736, de la cual tomo como ejemplo dos partes del *Compendium* que se incorpora al texto amplio. Dan una idea de los resúmenes temáticos que servían a los profesores para exponer y a los alumnos para estudiar. Aun cuando no hay muchos ejemplares conservados en repositorios, puede pensarse que fragmentos del *Compendium* corrían en copias manuscritas; de hecho, estas exposiciones simplificadas eran siempre bienvenidas.

Tomás Vicente Tosca, fue un matemático español que vivió entre 1651 y 1723; autor del famoso plano general de la ciudad de Valencia y de otros edificios, pues era muy buen arquitecto. Su obra principal es el *Compendio matemático*, en 9 tomos, que tuvo varias ediciones y que luego completó con otros tomos: *Arquitectura civil*, *montea*, *contería de relojes* (1674). De esta

obra hizo una versión reducida, *Compendio mathematico*, en un tomo, que fue muy difundido. Escribió también compendios y estaba redactando el de Teología cuando murió. Su *Compendium Philosophicum. Precipuas Philosophiae Partes Complectens* incluye todas las partes de la filosofía. Su filiación doctrinaria es difícil de determinar; podría decirse que tiene una cierta inclinación gassendista (es la opinión de Menéndez y Pelayo) pero también aparece como ecléctico. En la edición póstuma de 1754 se incluye la obra de Mayans. Debe tenerse en cuenta que fue colaborador de la Escuela Valenciana, que en el siglo XVIII representó un espíritu a la vez tradicional y progresivo; de todos modos, sin duda representa un hito fundacional en la renovación científica española.

El *Compendium Philosophicum* es la única obra citada por nuestros profesores, aunque no asiduamente. Se trata de un texto bastante denso, con un estilo redaccional que se aleja de la forma tradicional de la disputación, y se acerca al tipo de abordaje de las obras matemáticas, con definiciones, numerosas proposiciones, corolarios, y otros desarrollos. Es también un texto bastante largo sobre el tema gravitatorio, a diferencia de otros manuales de la época. Se transcribe, de la edición de 1754, una parte del Libro III, capítulo 1, sobre lo grave y lo liviano, y una parte del Libro IV sobre la luz.

Christian Wolff, filósofo alemán que vivió entre 1679 y 1745, fue partidario y difusor de la obra de Leibniz, sobre todo en Alemania y Francia. Se dedicó a enseñar filosofía y matemáticas en Jena, pero la publicación de una obra sobre filosofía china en 1721, le valió un proceso y fue destituido con la acusación de ateísmo, de lo cual se defendió con su obra *Theologia naturalis*, donde sostiene el teísmo. Exiliado de Prusia, enseñó en la Universidad de Marburgo (de filiación protestante) hasta 1740, cuando fue llamado por Federico II de nuevo a Prusia, permaneciendo en Halle hasta su muerte. Por todos estos episodios, por su filiación religiosa y su filosofía leibniziana, no tuvo mucha acogida en España, con excepción de su obra *Elementa Matheseos Universae* en 4 volúmenes, versión latina de la edición alemana de 1710 y publicada en Italia (1713-1715).

Nuestros profesores citan a Wolff de modo general y resulta difícil establecer que verdaderamente lo leyera de primera mano. Las referencias halladas en los manuscritos estudiados muestran más bien un interés en la información que Wolff brindaba sobre teorías filosóficas y científicas y autores del pasado. Por eso se transcribe, como muestra de este uso de su obra, que considero el más posible, el capítulo octavo del tomo quinto, en la edición de Génova de 1752, que es un ejemplo de este aporte erudito.

José Antonio Ferrari de Modoetia, de quien se poseen muy pocos datos biográficos, fue un fraile franciscano escotista, que vivió en Italia en el siglo XVIII, y ejerció su ministerio en la Provincia de Milán, dedicándose sobre todo a la enseñanza en cursos de filosofía y teología de su Orden en esa Provincia Franciscana, de la que fue también Superior Provincial. En su producción se destacan dos obras relativas a la filosofía y la teología respectivamente: *Veteris et Recentioris Philosophiæ Dogmata Ioannis Dunsii Scoti*, (Venecia, 1767) y *Theologia scholastica critico histórica Dogmata Ioannis Dunsii Scoti* (Venecia 1768). Ambas obras fueron muy apreciadas por los franciscanos de su tiempo y usadas como bibliografía básica de sus cursos.

Su obra filosófica fue también conocida y apreciada en nuestro medio, donde es citada repetidamente por los profesores franciscanos, si bien en los últimos años coloniales parece haber cedido el lugar preferencial al manual de Brixia, más moderno en su concepción y contenido. De esta obra se transcribe un largo fragmento relativo a las teorías sobre la gravedad. Pueden apreciarse dos características de su estilo expositivo: formalmente, la estructura de disputación escolástica aunque bastante simplificada; en cuanto al contenido, el criterio erudito de elencar todas las teorías sin mayores distinguos de sus respectivos marcos epistemológicos, lo que resulta –como es claro– en desmedro de la comprensión de un sistema epistémicamente muy diferente a los postulados del experimentalismo del siglo XVII, como es el sistema newtoniano. De todos modos, está visto que nuestros profesores hicieron uso positivo de este manual, sobre todo por su claridad expositiva.

Fortunato Brixia (o Brescia), de quien hay muy pocos datos biográficos, fue un fraile franciscano conocido por sus obras *Philosophia Mentis methodice tractata atque ad usos academicos accomodata*, editada en Venecia en 1769 y *Philosophia sensuum mechanica methodice tractata atque ad usos academicos accomodata*, en edición veneciana de 1754. Ambas obras se constituyeron inmediatamente en los manuales más usados en su Orden. Su posición consistía en exponer todos los sistemas y teorías sobre cada punto discutido, para extraer lo que le parecía más fundamentado y más conforme con la verdad. Este criterio era compartido por muchos profesores, lo que le valió gran estima; también el hecho de nunca haber sido sospechoso en materia dogmática, por lo cual estas obras eran recomendadas siempre en los Capítulos de la Orden.

Ambas obras fueron usadas y citadas por nuestros profesores, especialmente la *Philosophia sensuum mechanica* en los cursos y temas de física, tanto por la claridad de su exposición y un latín muy asequible, como también por la gran cantidad de referencias eruditas, muchas de las cuales eran copiadas y repetidas en los cursos. De allí que, aun en los casos en que no se lo cita ni menciona, es claro que el contenido de los cursos que dictan nuestros profesores han sido tomados en buena medida de estas obras. De la *Philosophia sensuum mechanica* se transcribe, como ejemplo de tratamiento de un tema científicamente complejo, la Primera Disertación de la Segunda Parte de la Física General, sobre el movimiento de los cuerpos pesados. En ella pueden verse las características señaladas: expone casi todas las teorías sobre la gravedad que circulaban en su tiempo, con citas textuales (que pone en cursiva) y numerosas referencias a pie de página. En los repositorios antiguos franciscanos se conserva una considerable cantidad de ejemplares, lo que es prueba de su uso corriente.

Juan Antonio Nollet, también conocido como **Abate Nollet**, fue un clérigo francés que vivió entre 1700 y 1770, dedicándose por entero al estudio de las ciencias físicas, ayudando a Dufay en sus investigaciones sobre la electricidad; él mismo logró algunos descubrimientos sobre los fenómenos eléctricos, acerca de los cuales escribió tres libros importantes. Admirador y

seguidor de Newton, repitió por años sus experiencias sobre la luz y los colores, defendiendo su teoría de las impugnaciones de otros científicos. Escribió numerosas memorias que publicó la Academia francesa entre 1740 y 1767. Perteneciente a una nueva generación de científicos, escribió en francés la mayor parte de sus obras (que fueron publicadas en París), especialmente las más importantes, como sus estudios sobre la electricidad y la física experimental. Gran partidario de la experimentación, escribió al comienzo de su carrera *Programme pour l'idée général d'un cours de physique expérimientale* (1738) y *Leçons de Physique expérimientale* (1743); y a final de su vida retornó al tema con *L'art des expérimientales* (1770).

Nuestros profesores conocieron las *Leçons*, que pudieron leer en una temprana traducción castellana, e incluso han dictado a la letra algunos pasajes. Se transcriben las Lecciones sobre la luz y la teoría de los colores dentro de su marco. Se puede apreciar la claridad de la exposición y la perfecta comprensión de los puntos de vista de Newton.

Teodoro Almeida fue un erudito portugués, nacido en Lisboa en 1722, se ordenó como sacerdote de la Congregación del Oratorio. Fundó la Academia Real de Ciencias de Lisboa y se dedicó al estudio de las ciencias físicas y naturales. Debió emigrar a Francia debido a su posición a favor del Papa, en su enfrentamiento con el Rey José I, y allí vivió 18 años dedicado a la enseñanza. Al regresar a su país se dedicó a la corrección de sus obras, y murió allí en 1803. Su trabajo más importante es *Recreación filosófica o Diálogo sobre la filosofía natural*, aunque también escribió otros libros, de temas religiosos y políticos, destacándose *Armonía de la razón y la religión* (1742), con ideas que implícitamente se incluyen en la *Recreación*.

La *Recreación filosófica* es la única obra de Almeida citada por nuestros profesores y bastante asiduamente, en especial en temas referidos a la ciencia experimental y a las nuevas teorías, incluyendo las newtonianas. Circuló en una versión castellana identificada sólo por iniciales, en la edición de 1790, de la cual se transcriben dos párrafos del Tomo Primero, el III y el IV, relativos a la gravedad. Como puede apreciarse, es una exposición muy

sencilla, y sus dos proposiciones aparecen como bastante elementales. Precisamente por esta simplicidad debe haber sido bastante leído, no sólo por los profesores sino también por los estudiantes; un indicio de esto podría ser la existencia de varios ejemplares en los repositorios conservados.

Benito Jerónimo Feijóo y Montenegro fue un sacerdote español nacido en 1676; estudió en Salamanca y en Oviedo, obteniendo el grado de Doctor en Teología. Perteneció a la Orden Benedictina, dedicándose a la enseñanza, que ejerció por más de 40 años; se jubiló a la inusual edad de 73 años. Al final de su docencia se dedicó más intensamente a escribir, haciéndose conocer inicialmente del gran público culto por su *Carta apologética* de la medicina escéptica del Doctor Martínez. Escribió prácticamente hasta su muerte, ocurrida en Oviedo en 1764. Aunque su producción es voluminosa, hay dos obras que lo señalaron como uno de los escritores más conocidos y discutidos de su tiempo: *Teatro crítico* (en 8 volúmenes aparecidos entre 1726 y 1740) y *Cartas eruditas* (5 volúmenes editados entre 1741 y 1760). Sus ideas a favor de la actualización científica de España y de los novatores le generaron enormes polémicas, en las que también tuvo muchos defensores entre los literatos y los científicos; recibió distinciones del influyente Cardenal Querini y del Papa Benedicto XIV; el Rey Fernando VI lo nombró Consejero del Reino.

Feijóo fue muy conocido y apreciado entre nuestros profesores; aun cuando no siempre se lo cita, es evidente que se lo leía y se tomaban muchas informaciones de sus obras, especialmente el *Teatro Crítico*, del cual se conservan bastantes ejemplares. El estilo de Feijóo contribuía a hacer de sus exposiciones una invitación a la lectura, presentando los temas casi en forma literaria, pero no exenta de informaciones precisas, como se puede apreciar en el fragmento escogido como ejemplo, sobre las propiedades de la luz, donde expone un punto de investigación muy reciente en su tiempo. Gracias a su obra, escrita en castellano y, como dije, de buen estilo y fácil lectura, estos temas pudieron ser tratados en las aulas con toda normalidad, e incorporados al caudal de conocimiento de los cursantes, propiciando desde la propia cultura española los procesos de actualización científica.

Noel Antonio le Pluche, fue un sacerdote francés que vivió entre 1688 y 1761. Tuvo problemas eclesiásticos porque fue vinculado al jansenismo; en 1717 se fue de Reims a Normandía y luego vivió en París. Su obra principal *Espectáculo de la naturaleza* la escribió con fines didácticos. Concebía a la naturaleza como un espectáculo que se presenta a un espectador; su enfoque muestra una teoría del conocimiento de tipo pragmático y utilitarista, y por eso presta especial atención a las artes. No fue propiamente un filósofo ni un investigador, sino un divulgador. Sus dos obras más importantes son *Le spectacle de la nature* (9 volúmenes, 1732-1750) y *Concorde de la géographie des diferentes ages* (1765).

La obra que leyeron y citaron nuestros profesores es *El espectáculo de la naturaleza*, que conocieron en la traducción de Terreros y Pando, editada a partir de 1753. Es una obra dedicada a la elevación espiritual y religiosa, que concibe la ciencia y el conocimiento en función de la vida cristiana. Por eso su tratamiento científico-histórico (ya muy superado por la ciencia del siglo XVIII) se presenta como Preparación Evangélica. Se transcribe el Discurso Preliminar, donde se aprecia este enfoque, que sólo parcialmente pudo servir de fuente informativa, pero que muestra un tipo de acercamiento a la ciencia que sin duda compartían varios de nuestros docentes criollos.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

ISAAC NEWTON

Philosophiæ naturalis principia mathematica, Londini, Ex jussu Societatis Regiæ, 1687

[p. s/n r] **Praefatio ad lectorem**

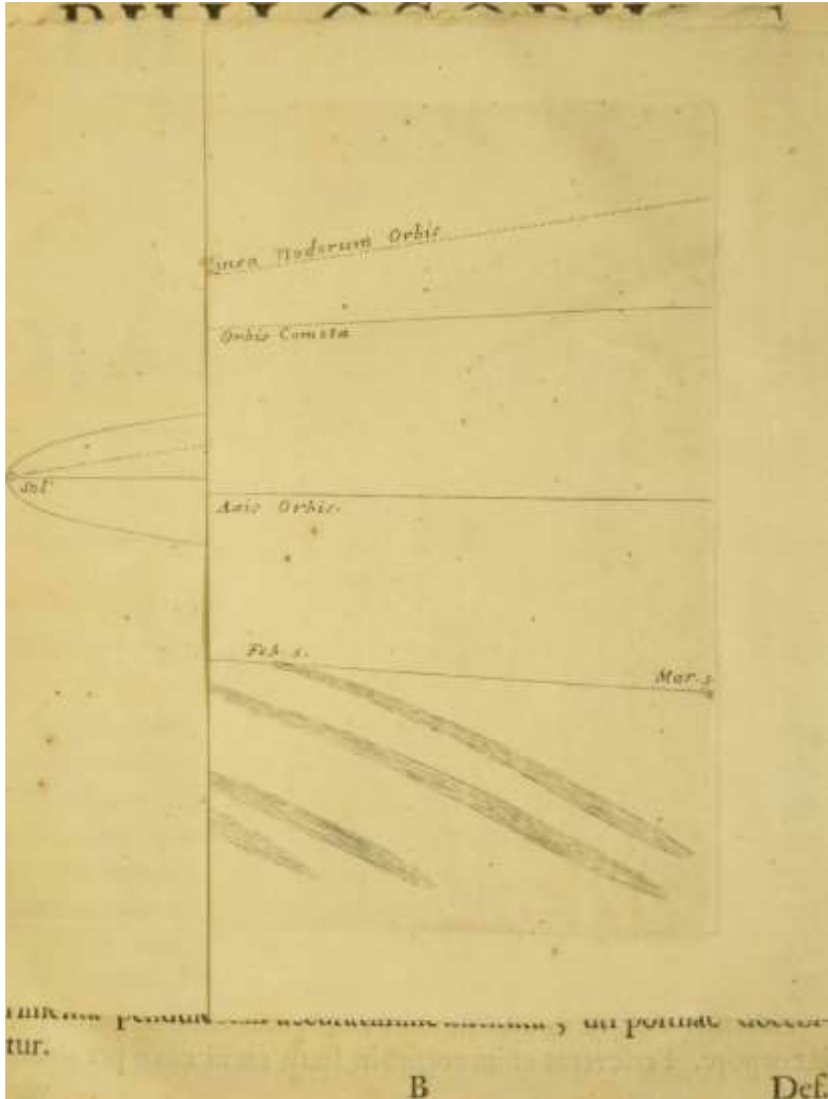
Cum Vetres Mechanicam (uti Author est Pappus) in rerum Naturalium investigatione maximi fecerint, et recentiores, missis formis substantialibus et qualitatibus occultis, Phaenomena Natura ad leges Mathematicas retocare aggressi sint: Visum est in hoc Tractatu Mathesin excolere quatenus ea ad Philosophiam spectat. Mechanicam vero duplicem Vetres consiituerunt: Rationalem qua per Demonstrationes accurate procedit, & Practicam. Ad practicam spectant Artes omnes Manuales, a quibus utique Mechanica nomen mutuata est. Cum autem Artifices parum accurate operari soleant, si ut Mechanica omnis a Geometria ita distinguatur, ut quicquid accuratum sit ad Geometriam referatur, quicquid minus accuratum ad Mechanicam. Attamen errores non sunt Artis sed Artificum, Qui minus accurate operatur, imperfectior est Mechanicus, et si quis accuratissime operari posset, hic foret Mechanicus omnium perfectissimus. Nam et Linearum rectorum et Circulorum descriptiones in quibus Geometria fundatur, ad Mechanicam pertinent. Has lineas describere Geometria non docet sed postulat. Postulat enim ut Tyro easdem accurate describere prius didicerit quam limen attingat Geometriæ; dein, quomodo per has operationes Problemata solvantur, docet. Rectas et circulos describere Problemata sunt sed non Geometrica. Ex Mechanica postulatur horum solutio, in Geometria docetur solutorum usus. Ac gloriatur Geometria quod tam paucis principiis aliunde petitis tam multa praestet. Fundatur igitur Geometria in praxi Mechanica, et nihil aliud nisi quam Mechanica universalis pars illa quae artem mensurandi accurate proponit ac demonstrat. Cum autem artes Manuales in corporibus movendis praecipue versentur, fit ut Geometria ad magnitudinem, Mechanica ad motum vulgo referatur. Quo sensu Mechanica rationalis erit Scientia Motuum qui ex viribus quibuscunque resultant, et virium quae ad motus quoscunque requiruntur, accurate proposita ac demonstrata. Pars haec Mechanicae a Veteribus in Potentiis quinque ad artes manuales spectantibus exculta fuit, qui Gravitatem (cum potentia manualis non sit) vix aliter quam in ponderibus per potentias illas movendis considerarunt. Nos autem non Artibus sed Philosophiae confutentes, deque potentiis non manibus sed naturalibus scribentes, ea maxime tractamus quae ad Gravitationem, levitatem, vim Elasticam, resistentiam [p. s/n v] fluidorum et ejusmodi vires seu attractivas seu impulsivas spectant: Et ea propter haec nostra tanquam Philosophiae principia

Mathematica proponimus. Omnis enim Philosophiae difficultas in eo versari videtur, ut a Phaenomenis motuum investigemus vires Naturae, deinde ab his viribus de monstremus phaenomena reliqua. Et hac spectant Propositiones generales quas Libro primo et secundo pertractavimus. In Libro autem tertii exemplum hujus rei proposuimus per explicationem Systematis mundani. Ibi enim, ex phaenomenis caelestibus, per Propositiones in Libris prioribus Mathematice demonstratas, derivantur vires gravitatis quibus corpora ad Solem et Planetas singulos tendunt. Deinde ex his viribus per Propositiones etiam Mathematicas deducuntur motus Planetarum, Cometarum, Luna et Maris. Utinam caetera Naturae phaenomena ex principiis Mechanicis eodem argumentandi genere derivare liceret. Nam multa me movent ut nonnihil suspicer ea omnia ex viribus quibusdam pendere posse, quibus corporum particulae per causas nondum cognitae vel in se mutuo impelluntur et secundum figuras regulares cohaerent, vel ab invicem fugantur et recedunt: quibus viribus ignotis, Philosophi hactenus Naturam frustra tentarunt. Spero autem quod vel huic Philosophandi modo, vel veriori alicui, Principia hic posita lucem aliquam praebebunt.

In his edendis, Vir acutissimus et in omni literarum genere eruditissimus Edmundus Halleius operam navavit, nec solum Typothetarum Sphalmata correxit et Schemata, incidi curavit sed etiam Author fuit ut horum editionem aggrederet. Quippe cum demonstratur a me figuram Orbium caelestium impetraverat, rogare non destitit ut eadem cum Societate Regali communicarem, Quae deinde hortabibus et benignis suis auspiciis effecit ut de eadem in lucem emittenda cogitare inciperem. At postquam Motuum Lunarium inaequalitates aggressus essem, deinde etiam alia tentare capissem quae ad leges et mensuras Gravitatis et aliarum virium, ad figuras a corporibus secundum datas quascunque leges attractis describendas, ad motus corporum plurium inter se, ad motus corporum in Mediis resistentibus ad vires, densitates et motus Mediorum, ad Orbes Cometarum et similia spectant, editionem in aliud tempus differendam esse putavi, ut caetera rimaneret et una in publicum darem. Quae ad motus Lunares spectant, (imperfectae cum sint) in Corollaris Propositionis LXVI. Simul complexus sum, ne singula methodo prolixiore quam pro rei dignitate propendere, et sigillatim demonstrare teneret, et seriem reliquarum Propositionum interrumpere. Nonnulla fero inventa locis minus idoneis inferere malui, quam numerum Propositionum et citationes mutare. Ut omnia candide legantur et defectus, in materia tam difficili non tam reprehendantur, quam novis Lectorum conatibus investigentur, et benigne suppleantur, enixe rogo.

IN

[p. 1 sic]



[p.1] **Philosophiae naturalis principia mathematica**

Definitiones

Def. I

Quantitas Materie est mensura ejusdem orta ex illius Densitate et Magnitudine conunctiim.

Aer duplo densior in duplo spatio quadruplus est. Idem intellige de Nive et Pulveribus per compressionem vel liquefactionem condensatis. Et par est ratio corporum omnium, quae per causas quascunque diversimode condensantur. Medii interea, si quod fuerit, interstitia partium libere pervadentis, hic nullam rationem habeo. Hanc autem quantitatem sub nomine corporis vel Massae in sequentibus passim intelligo. Innotescit ea per corporis cujusque pondus. Nam ponderi proportionalem esse reperi per experimenta pendulorum accuratissime instituta, uti posthac docebitur.

[p.2] **Def. II**

Quantitas motus est mensura ejusdem orta ex Velocitate et quantitate Materiae conjunctim.

Motus totius est summa motuum in partibus singulis, adeoque in corpore duplo majore aequali cum Velocitate duplus est, et dupla cum Velocitate quadruplus.

Def. III

Materiae vi insita esi potentia resistenti, qua corpus unumquodque, quantum in se est, perseverat in siatu suo vel quiescendi vcl movendi uniformiter in directumm.

Hac semper proportionalis est suo corpori, neque differt quicquam ab inertia Massae, nisi in modo concipiendi. Per inertiam materiae sit ut corpus omne de statu suo vel quiescendi vel movendi difficulter deturbetur. Unde etiam vis insita nomine significantissimo vis inertiae dici possit. Exercet vero corpus hanc vim solummodo in mutatione status sui per vim aliam in se impressam facta, estque exercitium ejus sub diverso respectu et Resistentia et Impetus. Resistentia quatenus corpus ad conservandum statum suum reluctatur vi impressa; Impetus quatenus corpus idem, vi resistentis obstaculi difficulter cedendo, conatur statum ejus mutare. Vulgus Resistentiam quiescentibus et Impetum moventibus tribuit; sed motus et quies, uti

vulgo concipiuntur, respectu solo distinguuntur ab invicem, neque semper vere quiescunt qua vulgo tanquam quiescentia spectantur.

Def. IV

Vis inpressa esi actio in corpus exercita, ad mutandum ejus statum vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum.

Consistit hac vis in actione sola, neque post actionem permanet in corpore. Perseverat enim corpus in statu omni novo per solam [p. 3] vim inertiae. Est autem vis impressa diversarum originum, ut ex ictu, ex praessione, ex vi centripeta.

Def. V

Vis centripeta esl qua corpus versus punctum aliquod tanquam ad centrum trahitur, impellitur vel utcumque tendit.

Hujus generis est gravitas, qua corpus tendit ad centrum Terrae; Vis magnetica, qua ferrum petit centrum Magnetis, et vis illa, quaecunue sit, qua Planetae perpetuo retrahuntur a motibus rectilineis, et in lineis curvis revolví coguntur. Est autem vis centripeta quantitas trium generum, absoluta, acceleratrix et motrix.

Def. VI

Vis centripeta quantitas absoluta est mensura ejusdem major vel minor pro efficacia causae eam propagantis a centro per regiones in circuitu.

Uti virtus Magnetica major in uno magnete, minor in alio.

Def. VII

Vis centripetae quantitas acceleratrix est ipsius mensura Velocitati proportionalis, quam dato tempore generat.

Uti Virtus Magnetis ejusdem major in minori Distantia, minor in majori: vel vis gravitans major in Vallibus, minor in cacuminibus praeltorum montium (ut experimento pendulorum constat) atque adhuc minor (ut post hac patebit) in majoribus distantiiis a Terra; in aequalibus autem distantiiis eadem undique propterea quod corpora omnia cadentia (gravia an levia, magna an parva) sublata Aeris resistentia, aequaliter accelerat.

Def. VIII

Vis centripeta quantitas motrix est ipsius mensura proportionalis motui, quem dato tempore generat.

Uti pondus majus in majori corpore, minus in minore; inque corpore [p. 4] eodem majus prope terram, minus in caelis. Haec vis est corporis totius centripetentia seu propensio in centrum et (ut ita dicam) pondus, et innotescit semper per vim ipsi contrariam et aequalem, qua descensus corporis impediti potest.

Hasce virium quantitates brevitatis gratia nominare licet vires absolutas, acceleratrices ac motrices, et distinctionis gratia referre ad corpora, ad corporum loca, et ad centrum virium: Nimirum vim motricem ad corpus, tanquam conatum et propensionem totius in centrum, ex propensionibus omnium partium compositum, et vim acceleratricem ad locum corporis, tanquam efficaciam quandam, de centro per loca singula in circuitu diffusam, ad movenda corpora quae in ipsis sunt; vim autem absolutam ad centrum, tanquam causa aliqua praeditum, sine qua vires motrices non propagantur per regiones in circuitu; sive causa illa sit corpus aliquod centrale (quale est Magnes in centro vis Magnetica vel Terra in centro vis gravitantis) sive alia aliqua quae non apparet. Mathematicus saltem est hic conceptus. Nam virium causas et sedes physicas jam non expendo.

Est igitur vis acceleratrix ad vim motricem ut celeritas ad motum. Oritur enim quantitas motus ex celeritate ducta in quantitatem Materiae, et vis motrix ex vi acceleratrice ducta in quantitatem ejusdem materiae. Nam summa actionum vis acceleratricis in singulas corporis particulas est vis motrix totius. Unde juxta Superficiem Terrae, ubi gravitas acceleratrix seu vis gravitans in corporibus universis eadem est, gravitas motrix seu pondus est ut corpus: at si in regiones ascendatur ubi gravitas acceleratrix fit minor, pondus pariter minuetur, eritque semper ut corpus in gravitate ei acceleratricem ductum. Sic in regionibus ubi gravitas acceleratrix duplo minor est, pondus corporis duplo vel triplo minoris erit quadruplo vel sexcuplo minus.

Porro attractiones et impulsus eodem sensu acceleratrices et motrices nomino. Voces aures attractionis, impulsus vel propensionis cujuscunque in centrum, indifferenter et pro se mutuo promiscue usurpo, has vires non physice sed Mathematicae tantum considerando. [p. 5]. Unde caveat lector ne per hujusmodi voces cogitet me speciem vel modum actionis causamve aut rationem physicam alicubi definire, vel centris (quae sunt puncta Mathematica) vires vere et physice tribuere si forte aut centra trahere, aut vires centrorum esse dixerit.

Scholium

Hactenus voces minus notas, quo in sensu in sequentibus accipiendae sunt, explicare visum est. Nam tempus, spatium, locum et motum ut omnibus notissima non definitio. Dicam tamen quod Vulgus quantitates hasce non aliter quam ex relatione ad sensibilia concipit. Et inde oriuntur praejudicia quaedam, quibus tollendis convenit easdem in absolutas et relativas, veras et apparentes, Mathematicas et vulgares distingui.

I. Tempus absolutum verum et Mathematicum, in se et natura sua absque relatione ad externum quodvis, aequabiliter fluit, alioque nomine dicitur Duratio; relativum apparens et vulgare est sensibilis et externa quaevis Durationis per motum mensura, (seu accurata seu inaequalis) qua vulgus vice veri temporis utitur; ut Hora, Dies, Mensis, Annus.

II. Spatium absolutum natura sua absque relatione ad externum quodvis semper manet simile et immobile; relativum est spatii hujus mensura seu dimensio quaelibet mobilis, quae a sensibus nostris per situm suum ad corpora definitur, et a vulgo pro spatio immobili usurpatur: uti dimensio spatii subterranei, aerei vel caelestis definita per situm suum ad Terram. Idem sunt spatium absolutum et relativum, specie et magnitudine, sed non permanent idem semper numero. Nam si Terra, verbi gratia, movetur, spatium Aeris nostri quod relative et respecti Terrae semper manet idem, nunc erit una pars spatii absoluti in quam Aer transit, nunc alia pars sejus, et sic absolute mutabitur perpetuo.

III. Locus est pars spatii quam corpus occupat, estque pro [p. 6] ratione spatii vel absolutus vel relativus. Partem dico spatii, non situm corporis vel superficiem ambientem. Nam solidorum aequalium aequalis semper sunt loci; superficies autem ob dissimilitudinem figurarum ut plurimum inaequales sunt; situs vero proprie loquendo quantitatem non habent, neque tam sunt loca quam affectiones locorum. Motus totius idem est cum summa motuum partium, hoc est, translatio totius de ipsius loco eadem cum summa translationum partium de locis suis, adeoque locus totius idem cum summa locorum partium, et propterea internus et in corpore toto.

IV. Motus absolutus est translatio corporis de loco absoluto in locum absolutum, relativus de relativo in relativum. Sic in navi quas velis passis fertur, relativus corporis locus est navis regio illa in qua corpus versatur, seu cavitatis totius pars illa quam corpus implet, quaeque adeo movetur una cum Navi; et Quies relativa est permansio

corporis in eadem illa navis regione vel parte cavitatis. At Quies vera est permansio corporis in eadem parte spatii illius immoti in qua Navis ipsa una cum cavitate sua et contentis universis movetur. Unde si Terra vere quiescit, corpus quod relative quiescit in Navi, movebitur vere et absolute ea cum Velocitate qua Navis movetur in Terra. Sic Terra etiam movetur, orietur verus et absolutus corporis motus partim ex Terrae motu vero in spatio immoto, partim ex Navis motu relativo in Terra: et si corpus etiam movetur relative in Navi, orietur verus eius motus partim ex vero motu Terrae in spatio immoto, partim ex relativis motibus tum Navis in Terra, tum corporis in Navi, et ex his motibus relativis orietur corporis motus relativus in Terra. Ut si Terrae pars illa ubi Navis versatur moveatur vere in Orientem, cum Volocitatc partium 10010, et velis ventoque feratur Navis in Occidentem cum Velocitate partium decem, Nauta autem ambulet in Navi Orientem versus cum Velocitatis parte una, movebitur Nauta vere et absolute in spatio immoto cum Velocitatis partibus 10001 in Orientem, et relative in Terra Occidentem versus cum Velocitatis partibus novem.

[p. 7] Tempus absolutum a relativo distinguitur in Astronomia per aequationem Temporis vulgi. Inaequales enim sunt dies Naturales, qui vulgo tanquam aequales pro Mensura Temporis habentur. Hanc inaequalitatem corrigunt Astronomi ut ex veriore Tempore mensurent motus caelestes. Possibile est ut nullus sit motus aequabilis quo Tempus accurate mensuretur. Accelerari et retardari possint motus omnes, sed fluxus Temporis absoluti mutari nequit. Eadcm est duratio seu perseverantia existentiae rerum, sive motus sint celeres, sive tardi, sive nulli; proinde haec a mensuris ibis sensibilibus merito distinguitur, et ex iisdem colligitur per aequationem Astronomicam. Hujus autem aequationis in determinandis Phaenomenis necessitas, turn per experimentum Horologii oscillatorii, turn etiam per Eclipses Satellitum Jovis evincitur.

Ut partium Temporis ordo est immutabilis, sic etiam ordo partium Spatii. Moveantur hae de locis suis, et movebuntur (ut ita dicam) de seipsis. Nam Tempora et Spatia sunt sui ipsorum et rerum omnium quasi loca. In Tempore quoad ordinem successionis; in Spatio quoad ordinem situs locantur universa. De illorum Essentia est ut sint loca, et loca primaria moveri absurdum est. Haec sunt igitur absoluta loca, et sola translationes de his locis sunt absoluti motus.

Verum quoniam hae Spatii partes videri nequeunt, et ab invicem per sensus nostros distingui, earum vice adhibemus mensuras sensibiles. Ex positionibus enim et distantii rcrum a corpore aliquo, quod spectamus ut immobile, definimus loca universa, deinde etiam et omnes motus affimamus cum respectu ad praedica loca, quatenus corpora ab

iisdem transferri concipimus. Sic vice locorum et motuum absolutorum relativis utimur, nec incommode in rebus humanis: in Philosophicis autem abstrahendum est a sensibus. Fieri etenim potest ut nullum revera quiescat corpus, ad quod loca motusque referantur.

Distinguuntur autem Quies et Motus absoluti et relativi ab invicem per eorum proprietates, causas et effectus. Quietis proprietas [p. 8] est, quod corpora vere quiescentia quiescunt ínter se. Ideoque cum possibile sit ut corpus aliquod in regionibus fixarum, aut longe ultra, quiescat absolute; sciri autem non possit ex situ corporum ad invicem in regionibus nostris, utrum horum aliquod ad longinquum illud datam positionem servet, quies vera ex horum situ inter se definiti nequit.

Motus proprietas est, quod partes quae datas servant positiones ad tota, participant motus eorundem totorum. Nam gyrantium partes omnes conantur recedere de axe motus, et progredientium impetus oritur ex conjuncto impetu partium singularum. Igitur motis corporibus ambientibus, moventur quae in ambientibus relative quiescunt. Et propterea motus verus et absolutus definitur nequit per translationem e vicinia corporum, quae tanquam quiescentia spectantur. Debent corpora externa non solum tanquam quiescentia spectari, sed etiam vere quiescere. Alioquin inclusa omnia, praeter translationem e vicinia ambientium, participabunt etiam ambientium motus veros, et sublata illa translatione non vere quiescent, sed tanquam quiescentia solummodo spectabuntur; sunt enim ambientia ad inclusa ut totius pars exterior ad partem interiorem, vel ut cortex ad nucleum. Moto autem cortice, nucleus etiam, absque translatione de vicinia corticis, seu pars totius, movetur.

Precedenti proprietati affinis est, quod moto loco movetur una locatum, adeoque corpus, quod de loco moto movetur, participat etiam loci sui motum. Igitur motus omnes, qui de locis motis fiunt, sunt partes solummodo motuum integrorum et absolutorum, et motus omnis integer componitur ex motu corporis de loco suo primo, et motu loci hujus de loco suo, et sic deinceps, usque dum perveniatur ad locum immotum, ut in exemplo Nautae supra memorato. Unde motus integri et absoluti non nisi per loca immota definiri possunt, et propterea hos ad loca immota, relativos ad mobilia supra retuli: Loca autem immota non sunt, nisi quae omnia ab infinito in infinitum datas servant [p. 9] positiones ad invicem, atque adeo semper manet immota, spatiumque constituunt quod immobile appello.

Causae, quibus motus veri et relativi distinguuntur ab invicem, sunt vires in corpora impressae ad motum generandum. Motus verus nec generatur nec mutatur nisi

per vires in ipam corpus motum impressas: at motus relativus generari et mutari potest absque viribus impressis in hoc corpus. Sufficit enim ut imprimantur in alia solum corpora ad quae sit relatio, ut iis cedentibus mutetur relatio illa in qua hujus quies vel motus relativus consistit. Rursus motus verus a viribus in corpus motum impressis semper mutatur, at motus relativus ab his viribus non mutatur necessario. Nam si eadem vires in alia etiam corpora, ad quae sit relatio, sic imprimantur ut situs relativus conservetur, conservabitur relatio in qua motus relativus consistit. Mutari igitur potest motus omnis relativus ubi verus conservatur, et conservari ubi verus mutatur, et propterea motus verus in ejusmodi relationibus minime consistit.

Effectus quibus motus absolute et relativi distinguuntur ab invicem, sunt vires recedendi ab axe motus circularis. Nam in motu circulari nude relativo hae vires nullae sunt, in vero autem et absoluto majores vel minores pro quantitate motus. Si pendeat fitula a filo praelongo, agaturque perpetuo in orbem donec filum a contorsione admodum rigescat, dein impleatur aqua, et una cum aqua quiescat; tum vi aliqua subitanea agatur motu contrario in orbem, et filo se relaxante, diutius perseveret in hoc motu: superficies aquae sub initio plana erit, quemadmodum ante motum vasis, at postquam, vi in aquam paulatim impressa, effecit vas, ut haec quoque sensibilius revolvi incipiat, recedet ipsa paulatim e medio, ascendenteque ad latera vasis, figuram concavam induens, (ut ipse expertus sum) et incitatioe semper motu ascendet magis et magis, donec revolutiones in aequalibus cum vase temporibus peragero, quiescat in eodem relative. Indicat hic assensus conatum recedendi ab axe motus, et per talem conatum innotescit et mensuratur motus aquae circularis verus et absolutus, motuique relativo hic [p. 10] omnino contrarius. Initio ubi maximus erat aquae motus relativus in vase, motus ille milium excitabat conatum recedendi ab axe Aqua non petebat circumferentiam ascendendo ad latera vasis, sed plana manebat, et propterea motus illius circularis verus nondum inceperat. Postea vero ut aquae motus relativus decrevit, ascensus eius ad latera vasis indicabat conatum recedendi ab axe, atque hic conatus monstrabat motum illius circulaem verum perpetuo crescentem, ac tandem maximum factum ubi aqua quiescebat in vase relative. Igitur conatus iste non pendet a translatione aquae respectu corporum ambientium, et propterea motus circularis verus per tales translationes definiri nequit. Unicus est corporis cujusque revolventis motus vere circularis, conatui unico tanquam proprio et adequato effectui respondens; motus autem relativi pro variis relationibus ad externa innumerati sunt, et relationum instar, effectibus veris omnino destituuntur, nisi quatenus de vero illo et unico motu participant. Unde et in Systemate eorum qui Caelos nostros infra Caelos fixarum in orbem revolvi volunt, et Planetas secum deferre; Planetæ et singulae Cælorum partes, qui relative quidem in Caelis suis proximis quiescunt, moventur vere. Mutant enim

positiones suas adinvicem (secus quam sit in vere quiescentibus) unaque cum caelis delati participant eorum motus, et ut partes revolventium totorum, ab eorum axibus recedere conantur.

Igitur quantitates relativæ non sunt eæ ipsæ quantitates quarum nomina præseferunt, sed earum mensuræ illæ sensibiles (veræ an errantes) quibus vulgus loco mensurarum utitur. At si ex usu definiendæ sunt verborum significationes, per nomina illa Temporis, Spatii, Loci et Motus proprie intelligendæ erunt hæ mensuræ, et sermo erit insolens et pure Mathematicus si quantitates mensuratæ hic fubintelligantur. Proinde vim inferunt Sacris literis qui voces hasce de quantitatibus mensuratis ibi interpretantur. Neque minus contaminant Mathesim et Philosophiam qui quantitates veras cum ipsarum relatiombus et vulgaribus mensuris confundunt.

[p. 11] Motus quidem veros corporum singulorum cognoscere, et ab apparentibus actu discriminare, difficillimum est; propterea quod partes spatii illius immobilis in quo corpora vere moventur, non incurrunt in sensus. Causa tamen non est prorsus desperata. Nam suppetunt argumenta partim ex motibus apparentibus, qui sunt motuum verorum differentia, partim ex viribus quæ sunt motuum verorum causæ et effectus. Ut si globi duo ad datam ab invicem distantiam filo intercedente connxi, revolverentur circa commune gravitatis centrum, innotesceret ex tensione fili conatus globorum recedendi ab axe motus, et inde quantitas motus circularis computari posset. Deinde si vires quælibet æquales in alternas globorum facies admotum circularem augendum vel minuendum simul imprimerentur, innotesceret ex aucta vel diminuta fili tensione augmentum vel decrementum motus; et inde tandem inveniri possent facies globorum in quas vires imprimi deberent, ut motus maxime augetur, id est facies posticæ, sive quæ in motu circulari sequuntur. Cognitis autem faciebus quæ sequuntur et faciebus oppositis quæ præcedunt, cognosceretur determinatio motus. In hunc modum inveniri posset et quantitas et determinatio motus hujus circularis in vacuo quovis immenso, ubi nihil extaret externum et sensibile, quo cum globi conferri possent. Si jam constituerentur in spatio illo corpora aliqua longinqua datam inter se positionem servantia, qualia sunt stellæ fixæ in regionibus nostris: sciri quidem non posset ex relativa globorum translatione inter corpora, utrum his an illis tribuendus esset motus. At si attenderetur ad filum et inveniretur tensionem ejus illam ipsam esse quam motus globorum requireret; concludere liceret motum esse globorum, et tum demum ex translatione globorum inter corpora, determinationem hujus motus colligere. Motus autem veros ex eorum causis, effectibus et apparentibus differentiis colligere, et contra, ex motibus seu veris seu apparentibus, eorum causas et effectus,

docebitur fusius in sequentibus. Hunc enim in finem Tractatum sequentem composui.

[p. 12] **Axiomata sive leges motus**

Lex I

Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

Projectilia perseverant in motibus suis nisi quatenus a resistentia aeris retardantur et vi gravitatis impelluntur deorsum. Trochus, cujus partes cohaerendo perpetuo retrahunt sese a motibus rectilineis, non cessat rotari nisi quatenus ab aere retardatur. Majora autem Planetarum et Cometarum corpora motus suos et progressivos et circulares in spatiis minus reficientibus faclos conservant diutius.

Lex II

Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, et ferri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Si vis aliqua motum quemvis generet, dupla duplum, tripla triplum generabit, sive simul et semel, sive gradatim et successive impressa fuerit. Et hic motus quoniam in eandem semper plagam cum vi generatrice determinatur, si corpus antea movebatur, motui ejus vel conspiranti additur, vel contrario subducitur, vel obliquo oblique adjicitur, et cum eo secundum utriusque determinanonem componitur.

[p.13] **Lex III**

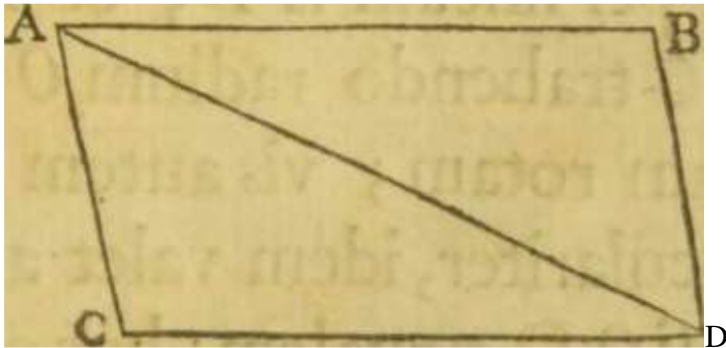
Actioni contrariam semper aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.

Quicquid premit vel trahit alterum, tantundem ab eo premitur vel trahitur. Si quis lapidem digito premit, premitur et hujus digitus a lapide. Si equus lapidem funi allegatum trahit, retrahetur etiam et equus aequalitet in lapidem: nam funis utrinque distentus eodem relaxandi se conatu urgebit equum versus lapidem, ac lapidem versus equum, tantumque impediet progressum unius quantum promovet progressum alterius. Si corpus aliquod in corpus aliud impingens, motum ejus vi sua quomodocunque mutaverit, idem quoque vicissim in motu proprio eandem mutationem in partem contrariam vi alterius (ob aequalitatem pressionis mutuae)

subibit. His actionibus aequales fiunt mutationes non velocitatum sed motuum, (scilicet in corporibus non aliunde impeditis): Mutationes enim velocitatum, in contrarias itidem partes factae, quia motus aequaliter mutantur, sunt corporibus reciproce proportionales.

Corol. I

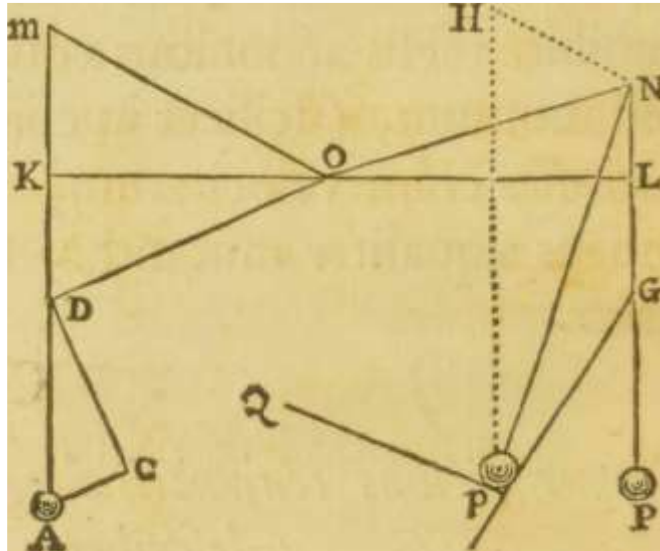
Corpus viribus conjunctis diagonalem parallelogrammi eodem tempore deferre ibere^a quo latera separat.



Si corpus dato tempore, vi sola M , ferretur ab A ad B , et vi sola N , ab A ad C , compleatur parallelogramum $ABDC$, et vi utraque feretur id eodem tempore ab A ad D . Nam quoniam vis N agit fecundum lineam AC ipsi BD parallelam, haec vis nihil mutabit velocitatem accedendi ad lineam illam BD a vi altera genitam. Accedet igitur corpus eodem tempore ad lineam BD sive vis N imprimatur, sive non, atque adeo in fine illius temporis reperietur alicubi in linea [p. 14] illa BD . Eodem argumento in fine temporis ejus idem reperietur alicubi in linea CD , et idcirco in utriusque lineae concursu D reperiri necesse est.

Corol. II

Et hinc patet compositionis directae AD ex viribus quibus vis obliquis AB et BD , et vicissim resolutio vis cujusvis directae AD in obliquos quascumque AB et BD . Quae quidem et resolutio abunde confirmatur ex Mechanica.



Ut si de rotae alicujus centro O exeuntes radii inaequales OM , ON filis MA , NP sustineant pondera A et P , et quaerantur vires ponderum ad movendam rotam: per centrum O agatur recta KOL filis perpendiculariter occurrens in K et L , centroque O et intervallorum OK , OL majore OL describatur circulus occurrens filo MA in D : et actae rectae OD parallela sit AC et perpendicularis DC . Quoniam nihil refert utrum filorum puncta K , L , D affixa sint vel non affixa ad planum rotae, pondera idem valebunt ac si suspenderentur a punctis K et L vel D et L . Ponderis autem A exponatur vis tota per lineam AD , et haec resolvetur in vires AC , CD , quarum AC trahendo radium OD directe a centro nihil valet ad movendam rotam; vis autem altera DC , trahendo radium DO perpendiculariter, idem valet ac si perpendiculariter traheret radium OL ipsi OD aequalem; hoc est idem atque pondus P , quod sit ad pondus A ut vis DC ad vim DA , id est (ob similia triangula ADC , DOK), ut DO (seu OL) ad OK . Pondera igitur A et P , quae sunt reciproce ut radii in directum positi O et OL , idem pollebunt et sic consistent in aequilibrio (quae est proprietas notissima Librae, [p. 15] Versis et Axis in Peritrochio) fin pondus alterutrum sit majus quam in hac ratione, erit vis ejus ad movendam rotam tanto major.

Quod si pondus p ponderi P aequale partim suspendatur filo Np , partim incumbat plano obliquo pG : agantur pH , NU , prior horizonti, posterior plano pG perpendicularis, et li vis ponderis in deorsum tendens, exponatur per lineam pH , resolvi potest haec in vires pN , HN . Si filo pN perpendicularare esset planum aliquod pQ secans planum alterum pG in linea ad horizontem parallela; et pondus p his planis pQ , pG solummodo incumberet; urgeret illud haec plana viribus pN , HN perpendiculariter, nimirum planum pO vi pN et planum pG vi HN . Ideoque is tollatur planum pQ ut pondus tendat filum, quoniam filum sustinendo pondus, jam vicem praestat plani sublatis, tendetur illud eadem vi pN , qua planum antea urgebatur. Unde tensio fili hujus obliqui erit ad tensionem fili alterius perpendicularis PN , ut pN ad pH . Ideoque si pondus p sit ad pondus A in ratione quae componitur ex ratione reciproca minimarum distantiarum filorum suorum AM , pN a centro rotae, et ratione directa pH ad pN , pondera idem valebunt ad rotam movendam, atque adeo se mutuo sustinebunt, ut quilibet experiri potest.

Pondus autem p planis illis duobus obliquis incumbens, rationem habet cunei inter corporis filii facies internas: et inde vires cunei et mallei innotescunt; utpote cum vis qua pondus p urget planum pQ sit ad vim, qua idem vel gravitate sua vel ictu mallei impellitur secundum lineam pH in plano, ut pN ad pH ; atque ad vim qua urget planum alterum pG ut pN ad NH . Sed et vis Cochleae per similem virium divisionem colligitur; quippe quae cuneus est a vecte impulsus. Usus igitur Corollarii hujus latissime patet, et late patendo veritatem ejus evincit, cum pendeat ex jam dictis Mechanica tota ab Authoribus diversimode demonstrata. Ex hisce enim face derivantur vires Machinarum, quae ex Rotis, Tympanis, Trochleis, Vectibus, radiis volubilibus, nervis tensis et ponderibus directe vel oblique ascenduntibus, caeterisque potentiis Mechanicis [p. 16] componi solent, ut et vires Nervorum ad animalium ossa movenda.

Corol. III

Quantitas motus quae colligitur capiendo summam motuum factorum ad eandem partem, et differentiam factorum ad contrarias, non mutatur ab actione corporum inter se.

Etenim actio eique contraria reactio aequales sunt per Legem 3; adeoque per legem 2, aequales in motibus efficiunt mutationes versus contrarias partes. Ergo si motus fiunt ad eandem partem, quicquid additur motui corporis fugientis subducetur motui corporis ipseque sic ut summa maneat eadem quae prius. Sic corpora obviam eant,

aequalis erit subductio de motu utriusque, adeoque differentia motuum factotum in contrarias partes manebit eadem.

Ut si corpus sphaericum *A* sit triplo majus corpore sphaerico *B*, habeatque duas velocitatis partes, et *B* sequatur in eadem recta cum velocitatis partibus decern, adeoque motus ipsius *A* sit ad motum ipsius *B* ut sex ad decern: ponantur motus illis esse partium sex decern, et summa erit partium sexdecim. In corporum igitur concursu, si corpus *A* lucretur motus partes tres vel quatuor vel quinque corpus *B* amittet partes totidem, adeoque perget corpus *A* post reflexionem cum partibus novem vel decern vel undecim, et *B* cum partibus septem vel sex vel quinque existente semper summa partium sexdecim ut prius. Sin corpus *A* lucretur partes novem vel decern vel undecim vel duodecim, adeoque progrediatur post concursum cum partibus quindecim vel sexdecim vel septendecim vel octodecim; corpus *B* amittendo, tot partes quot *A* lucratur, vel progredietur cum una parte, amissis partibus novem, vel quiescet amisso motu suo progressivo partium decern vel regredietur cum una parte amillb motu suo et (ut ita dicam) una parte amplius, vel regredietur cum partibus duabus ob detractum motum progressivum partium duodecim. Atque ita summae motuum conspirantium $15+1$ vel $16+0$ differentia; contrario [p. 17] $17-1$ et $18-2$ semper erunt partium sexdecimut ante concursum et reflexionem. Cognitis autem motibus quibuscum corpora post reflexionem pergent, invenietur cujusque velocitas ponendo eam esse ad velocitatem ante reflexionem ut motus post ad motum ante. Ut in casu ultimo, ubi corporis *A* motus erat partium sex ante reflexionem et partium octodecim postea, et velocitas partium duarum ante reflexionem invenietur ejus velocitas partium sex post reflexionem, dicendo, ut motus partes sex ante reflexionem ad motus partes octodccim postea, ita velocitatis partes duæ ante reflexionem ad velocitatis partes sex postea.

Quod si corpora vel non Sphaerica vel diversis in rectis moventia incidant in se mutuo oblique, et requirantur eorum motus post reflexionem, cognoscendus est situs plani a quo corpora concurrentia tanguntur in puncto concursus; dein corporis utriusque motus (per Corol. 2.) distinguendus est in duos, unum huic plano perpendicularem, alterum eidem parallelum: motus autem paralleli, propterea quod corpora agant in se invicem secundum lineam huic plano perpendicularem, retinendi sunt iidem post reflexionem atque antea, et motibus perpendicularibus mutaticnes æquales in partes contrarias tribuendæ sunt sic, ut summa conspirantium et differentia contrariorum maneat eadem quæ prius. Ex hujusmodi reflexionibus oriri etiam solent môtus circulares corporum circa centra propria. Sed hos casus in sequentibus non considero, et nimis longum esset omnia huc spectantia demonstrare.

Corol. IIII

Commune gravitatis centrum ab actionibus corporum inter se non mutat statum suum vel motus vel quietis, et propterea corporum omnium in se mutuo agentium (exclusis actionibus et impedimentis externis) commune centrum gravitatis vel quiescit vel movetur uniformiter in directum.

Nam si puncta duo progrediantur uniformi cum motu in lineis rectis et distantia eorum dividatur in ratione data, punctum dividens [p. 18] vel quiescet vel progreditur uniformiter in linea recta. Hoc postea in Lemmate xxiii demonstratur in plano, et eadem ratione demonstrari potest in loco solido. Ergo si corpora quotcunque moventur uniformiter in lineis rectis, commune centrum gravitatis duorum quorumvis, vel quiescit vel progreditur uniformiter in linea recta, propterea quod linea horum corporum centra in rectis uniformiter progredientia jungens, dividitur ab hoc centro communi in ratione data: similiter et commune centrum horum duorum et tertii cujusvis vel quiescit vel progreditur uniformiter in linea recta, propterea quod ab eo dividitur distantia centri communis eorum duorum et centri corporis tertii in data ratione. Eodem modo et commune centrum horum trium et quarti cujusvis vel quiescit vel progreditur uniformiter in linea recta, propterea quod ab eo dividitur distantia inter centrum commune trium et centrum quarti in data ratione, sic in infinitum. Igitur in systemate corporum qua actionibus in se invicem, aliisque omnibus in se extrinsecus impressis, omnino vacant, adeoque moventur singula uniformiter in rectis singulis, commune omnium centrum gravitatis vel quiescit vel movetur uniformiter in directum.

Porro in systemate duorum corporum in se invicem agentium, cum distantia centrorum utriusque a communi gravitatis centro sint reciproce ut corpora, erunt motus relativi corporum eorundem vel accedendi ad centrum illud vel ab eodem recedendi, aequales inter se. Proinde centrum illud a motuum aequalibus mutationibus in partes contrarias factis, atque adeo ab actionibus horum corporum inter se, nec promovetur nec retardatur nec mutationem patitur in statu suo quoad motum vel quietem. In systemate autem corporum plurium, quoniam duorum quorumvis in se mutuo agentium commune gravitatis centrum ob actionem illam nullatenus mutat statum suum; et reliquorum, quibuscum actio illa non intercedit, commune gravitatis centrum nihil inde patitur; distantia autem horum duorum centrorum dividitur, a communi corporum centro, in partes summis totalibus corporum, quorum [p. 19] sunt centra, reciproce proportionales, adeoque centris illis duobus statum suum movendi vel quiescendi servantibus, commune omnium centrum servat etiam statum suum; manifestum est quod commune illud omnium centrum, ob actiones binorum corporum

inter se, nunquam mutat statum suum quoad motum et quietem. In tali autem systemate actiones omnes corporum inter se, vel inter bina sunt corpora, vel actionibus inter bina composita, et propterea communi omnium centro mutationem in statu motus ejus vel Quietis nunquam inducunt. Quare cum centrum illud ubi corpora non agunt in se invicem, vel quiescit, vel in recta aliqua progreditur uniformiter, perget idem, non obstantibus corporum actionibus inter se, vel temper quiescere, vel semper progredi uniformiter in directum, nili a viribus in systema extrinsecus impressis deturbetur de hoc statu. Est igitur systematis corporum plurium Lex eadem quae corporis solitarii, quoad perseverantiam in statu motus vel quietis. Motus enim progressivus seu corporis solitarii seu systematis corporum ex motu centrīs gravitatis aestimari semper debet.

Corol. V

Corporum dato spatio inclusorum isdem sunt motus inter se sive spatium illud quiescat, sive moveatur idem uniformiter in directum absque motu circulari.

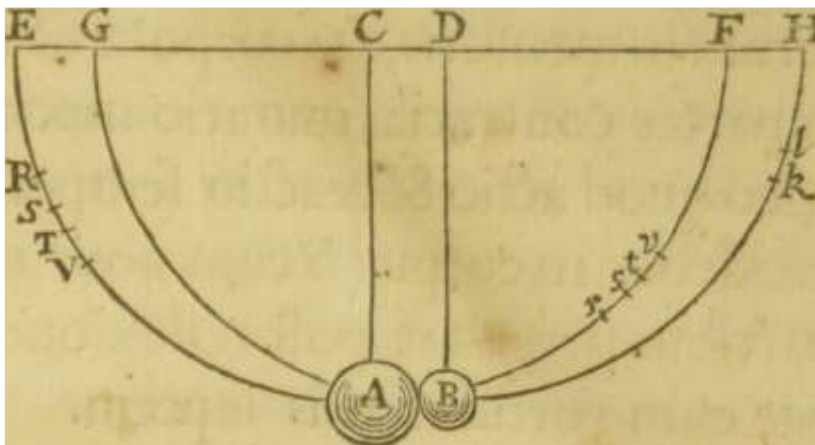
Nam differentia motuum tendentium ad eandem partem, et summa tendentium ad contrarias, eadem sunt sub initio in utroque casu (ex hypothesi) et ex his summis vel differentiis oriuntur congressiis et impetus quibus corpora se mutuo feriunt. Ergo per Legem 2 aequales erunt compressuum effectus in utroque casu, et propterea manebunt motus inter se in uno casu aequales motibus inter se in altero. Idem comprobatur experimento luculenro. Motus omnes eodem modo se habent in Navi, sive ea quiescat, sive moveatur uniformiter in directum.

[p.20] **Corol. VI**

Si corpora moveantur quomodoque inter se et a viribus aequalibus secundum lineas parallelas urgeantur; pergunt omnia eodem modo moveri inter se ac si viribus illis no essent incitata.

Nam vires illae aequaliter (pro quantitibus movendorum corporum) et secundum lineas parallelas agendo, corpora omnia aequaliter (quoad velocitatem) movebunt per Legem 2.) adeoque nunquam mutabunt positiones et motus eorum inter se.

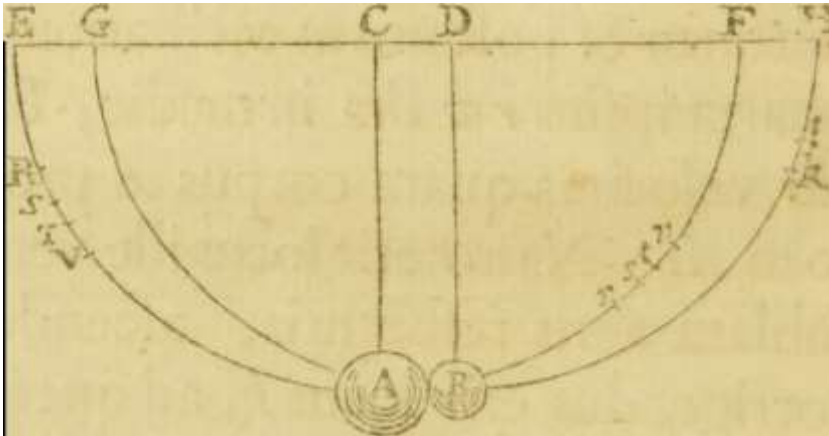
Scholium



Hactenus principia tradidi a Mathematicis recepta et experientia multiplici confirmata. Per leges duas primas et Corollaria duo prima adinvenit *Galileus* descensum gravium esse in duplicata ratione temporis, et motum projectilium fieri in Parabola, conspirante experientia, nisi quatenus motus illi per aeris resistantiam aliquantulum retardantur. Ab iisdem Legibus et Corollariis pendent demonstrata de temporibus oscillantium Pendulorum, sufragante Horologiorum experientia quotidiana. Ex his iisdem et Lege tertia *D. Christopherus Wrenius* Eques auratus, *Johannes Wallisius*, S. T. D. et *D. Christianus Hugenius*, hujus aetatis Geometrarum facile Principes, regulas congressuum et reflexionum duorum corporum seorsim adinvenierunt, et eodem fere tempore cum *Societate Regia* communicarunt, inter se (quoad has leges) omnino conspirantes. Et primus quidem *D. Wallisius*, deinde *D. Wrenius* et *D. Hugenius* inventum prodidit. Sed et veritas comprobata est a *D. Wrenno* coram *Regia Societate* per experimentum Pendulorum, quod etiam *Clarissimus Mariottus* Libro integro exponere mox dignatus est. Verum ut hoc experimentum cum Theoriis ad amussim congruat, habenda sit ratio tum resistantiae aeris, tum etiam vis Elasticæ concurrentium corporum. Pendeant corpora *AB* filis parallelis *AC*, *BD* a centris *C*, *D*. His centris et intervallis [p.21] describantur semicirculi *EAF*, *GBH* radiis

CA bisecti. Trahatur corpus *A* ad arcus *EAF* punctum quodvis *R* et (subducto corpore *B*) demittatur inde, redeatque post imam oscillationem ad pundum *V*. Est *RV* retardatio ex resistantia aeris. Hujus *RV* fiat *ST* pars quarta sita in medio, et haec exhibebit retardationem in descensu ab *S* ad *A* quam proxime. Restituatur corpus *B* in locum suum. Cadat corpus *A* de pundo *S* et velocitas ejus in loco reflexionis *A*, absque errore sensibili, tanta erit ac si in vacuo cecidisset de loco *T*. Exponatur igitur haec velocitas per chordam arcus *TA*. Nam velocitatem penduli in puncto infimo esse ut chorda arcus quem cadendo descripsit. Propositio est Geometris notissima. Post reflexionem perveniat corpus *A* ad locum *s*, et corpus *B* ad locum *k*. Tollatur corpus *B* et inveniatur locus a quo si corpus *A* demittatur et post unam oscillationem redeat ad locum *r*, sit *st* pars quarta ipsius *rv* sita in medio, et per chordam arcus *tA* exponatur velocitas quam corpus *A* proximo post reflexionem habuit in loco *A*. Nam *t* erit locus ille verus et correctis ad quem corpus *A*, sublata aeris resistantia, ascendere debuisset. Simili methodo corrigendus erit locus ad quem corpus *B* ascendit, et inveniendus locus *l*, ad quem corpus illud ascendere debuisset in vacuo. Hoc pado experiri licet omnia perinde ac ii in vacuo constituti essemus. Tandem ducendum erit corpus *A* in chordam arcus *TA* (quae velocitatem ejus exhibet) ut habeatur motus ejus in loco *A* proximo ante reflexionem, deinde in chordam arcus *tA* ut habeatur motus ejus in loco *A* proxime post reflexionem. Et sic corpus *B* ducendum erit in chordam arcus *B*, ut habeatur motus ejus proxime post reflexionem. Et simili methodo ubi corpora duo simul demittuntur de locis diversis, inveniendi sunt motus utriusque tam ante, quam post reflexionem; et tum [p. 22] demum conferendi sunt motus inter se et colligendi effectus reflexionis. Hoc modo in Pendulis pedum decern rem tentando, idque in corporibus tam inaequalibus quam aequalibus, et faciendo ut corpora de intervallis amplissimis, puta pedum octo, duodecim vel sexdecim concurrerent, reperi semper sine errore trium digitorum in mensuris, ubi corpora sibi mutuo directe occurrerant, quod in partes contrarias mutatio motus erat corpori utrique illata atque adeo quod actio et reactio semper erant aequales. Ut si corpus *A* incidebat in corpus *B* cum novem partibus motus, et amissis septem partibus pergebat post reflexionem cum duabus, corpus *B* resilliebat cum partibus istis septem. Si corpora obviam ibant, *A* cum duodecim partibus et *B* cum sex et redibat *A* cum duabus, redibat *B* cum octo, facta detractioe partium quatuordecim utrinque. De motu ipsius *A* subducantur partes duodecim et restabit nihil; subducantur aliae partes duae et fiet motus duarum partium in plagam contrariam, et sic de motu corporis *B* partium sex subducendo partes quatuordecim fiunt partes octo in plagam contrariam. Quod si corpora ibant ad eandam plagam, *A* velocius cum partibus quatuordecim et *B* tardius cum partibus quinque, et post reflexionem pergebat *A* cum quinque partibus, pergebat *B* cum quatuordecim, facta translatione partium novem de *A* in *B*. Et sic in reliquis. *A*

congressu et collisione corporum nunquam mutabatur quantitas motus quae ex summa motuum conspirantium et differentia contrariorum colligebatur. Namque errorem digiti unius et alterius in mensuris tribuerim difficultati peragendi singula satis accurate. Difficile erat tum pendula simul demittere sic, ut corpora in se mutuo impingerent in loco infimo *AB*, tum loca *s*, *k* notare ad quae corpora ascendebant post concursum. Sed et in ipsis pilis inaequalis partium densitas, et textura aliis de causis irregularis, errores inducebant.



[p. 23] Porro nequis objiciat Regulam ad quam probandam inventimi est hoc experimentum in praesupponere corpora vel absolute dura esse, vel saltem perfecte elastica, cujusmodi nulla reperiuntur in compositionibus naturalibus; addo quod experimenta jam descripta succedunt in corporibus mollibus aequae ac in duris, nimirum a conditione duritiei neutiquam pendencia. Nam si conditio illa in corporibus non perfecte duris tentanda est, debet solummodo reflexio minui in certa proportione pro quantitate vis elastica. In Theoria *Wrenni* et *Hugenii* corpora absolute dura redeunt ab invicem eadem velocitate congressus. Certius id affirmabitur de perfecte Elasticis. In imperfecte Elasticis velocitas reditus minuenda est simul cum vi Elastica; propterea quod vis illa, (nisi ubi partes corporum ex congressu laduntur, vel extensionem aliqualem quasi sub malleo patiuntur), certa ac determinata sit (quantum sentio) faciatque corpora redire ab invicem cum velocitate relativa quae sit ad relativam velocitatem concursus in data ratione. Id in pilis ex lana arcte conglomerata et fortiter constricta sic tentavi. Primum demittendo Pendula et mensurando

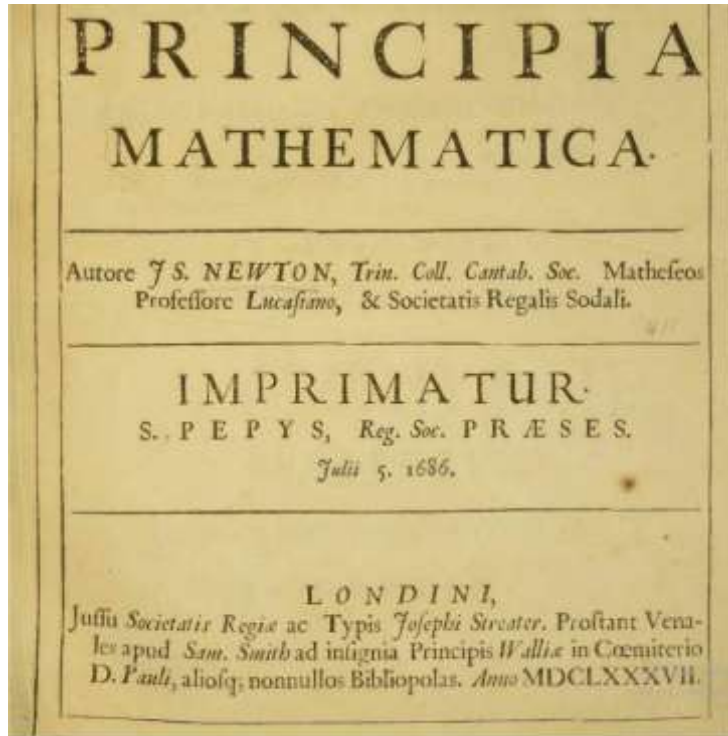
reflexionem, inveni quantitatem vis Elastica deinde per hanc vim determinavi reflexiones in aliis casibus concursuum, et respondebant experimenta. Redibant semper pilae ab invicem cum velocitate relativa, quae esset ad velocitatem relativam concursus ut 5 ad 9 circiter. Eadem fere cum velocitate redibant pilae ex chalybe: alia ex subere cum paulo minore. In vitreis autem proportio erat 15 ad 16 circiter. Atque hoc pacto Lex tertia quoad ictus et reflexiones per Theoriam comprobata est, quae cum experientia plane congruit.

In attractionibus rem sic breviter ostendo. Corporibus duobus quibus vis *A*, *B* se mutuo trahentibus, concipe obstaculum quodvis interponi quo congressus eorum impediatur. Si corpus alterutrum *A* magis trahitur versus corpus alterum in quam illud alterum *B* in prius obstaculum magis urgebitur pressione corporis quam praessione corporis *B*, proindeque non manebit in aequilibrio. Praevalebit pressio fortior facietque systema corporum duorum [p. 24] et obstaculi moveri in directum in partes verius motuque in spatiis liberis semper accelerato abire in infinitum. Quod est absurdum et Legi primae contrarium. Nam per Legem primam debet systema perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, proindeque corpora aqua si ter urgebunt obstaculum, et idcirco aequaliter trahentur in invicem. Tentavi hoc in Magnete et ferro. Si hac in vasculis propriis sese contingentibus seorsim polita, in aqua stagnante juxta fluisent, neutrum propellet alterum, sed aequalitate attractionis utrisque iustinebunt conatos in se mutuos, ac tandem in aequilibrio constituta quiescent.

Ut corpora in concursu et reflexione idem pollent, quorum velocitates sunt reciproce ut vires insita: sic in movendis instrumentis Mechanicis agentia idem pollent et conatibus contrariis se mutuo sustinent, quorum velocitates secundum determinationem virium affirmata, sunt reciproce ut vires. Sic pondera aequipollent ad movenda brachia Librae, quae oscillante Libra, sunt reciproce ut eorum velocitates sursum et deorsum: hoc est pondera, ascendunt et descendunt, aequipollent, quae sunt reciproce ut punctorum a quibus suspenduntur distantiae ab axe Librae; in planis obliquis aliisque admotis obstaculis impedita ascendunt vel descendunt oblique, aequipollent quae sunt ut ascensus et descensus quatenus iacti secundum perpendicularum: id adeo ob determinationem gravitatis deorsum. Similiter in Trochlea seu Polyspasto vis manus funem directe trahentis, quae sit ad pondus vel directe vel oblique ascendens ut velocitas ascensus perpendicularis ad velocitatem manus funem trahentis, sustinebit pondus. In horologiis et similibus instrumentis, quae ex rotulis commissis constructa sunt, vires contrarie ad motum rotularum promovendum et impediendum si sunt reciproce ut velocitates partium rotularum in quas imprimuntur,

sustinebunt se mutuo. Vis Cochleae ad premendum corpus sit ad vim manus manubrium circumagentis, ut circularis velocitas Manubrii ea in parte ubi a manu urgetur, ad velocitate la progressivam Cochleae versus corpus pressum. Vires quibus cuneus [p. 25] urget partes duas ligni fiddi est ad vim mallei in cuneum, ut progressus cunei secundum determinationem vis a mallo in ipsum impressae, ad velocitate qua partes ligni cedunt cuneo, secundum lineas faciebus cunei perpendiculares. Et par est ratio Machinarum omnium.

Harum efficacia et usus in eo solo consistit ut diminuendo velocitatem augeamus vim, et contra: Unde solvitur in omni aptorum instrumentorum genere Problema, *Datum pendus data vi movendi*, aliamve datam resistantiam vi data superandi. Nam si Machine ita formentur ut velocitates Agentis et Resistentis sunt reciproce ut vires, Agens resistantiam sustinebit, et majori cum velocitatum disparitate eandem vincet. Certe si tanta sit velocitatum disparitas ut vincatur etiam resistantia omnis, quae tam ex contiguorum et inter se labentium corporum attritione, quam ex continuorum et ab invicem separandorum cohaesione et elevandorum ponderibus oriri solet; superata omni ea resistantia, vis redundans accelerationem motus sibi proportionalem, partim in partibus Machinae, partim in corpore resistente producet. Caeterum Mechanicam tractare non est hujus instituti. Hisce volui tantum ostendere quam late pateat, quamque certa sit Lex tertia motus. Nam si aestimetur Agentis actio ex ejus vi et velocitate conjunctim; et Resistentis reactio ex ejus partium singularum velocitatibus et viribus resistendi ab carimi attritione, cohaesione, pondere et acceleratione oriundis erunt actio et reactio, in omni instrumentorum usu, sibi invicem semper aequales. Et quatenus actio propagatur per instrumentum et ultimo imprimitur in corpus omne resistens, ejus ultima determinatio determinatione reactionis semper erit contraria.



JUAN BAUTISTA CARDENAL PTOLOMEO SJ

Philosophia Mentis et Sensuum [...] a Joanne Baptista a Ptolemaeo in Collegio Romano, Romae 1696.

Pars Prima Physices Sectio IV

[p. 287] **Caput X**

De Motu gravium et levium, ubi de Gravitate et Levitate

Nihil vulgo in Scholis Peripateticis familiarius est, quam asserere *gravitatem esse vum quamda, seu potentiam, aut causam naturalem, qua corpus grave truditur deorsum: levitatem vero qualitatem, aut causam qua sursum nititur*. Unde ut extate apud nos scientiam, seu certam notitiam rerum per causas primo Philosophiae limine demonstrent, illud solent in exemplum afferre: scilicet, scire nos lapidem deorsum ferri, quia gravis est, flammam vero sursum, quia levis. Attamen nulla fortasse in tota Physica difficilior occurrit quaestio, quam quae est de gravitate et levitate corporum: in qua quia sentiendum sit, ambigunt adhuc, qui Naturae arcana curiosius rimantur.

Neque vero recens nata est in Scholis opinio quae gravitatem corporibus insitam esse statuit. Nam Epicurus cum suis sectatoribus atomos omnes, utpote solidissimas, graves esse, et ponderosas; atque ita suapte natura deorsum ad lineam perpendiculari ferri autumant. Quare duplex esse apud Epicurum atomorum motus; alter naturalis, quo deorsum; alter violentus, et a sola aliarum impulsione aurt compressione irtus, quo sursum tolluntur. Addi potest tertius, qui declinationis dicitur, ad evigandam scilicet fati necessitatem, et libertatem hominis explicandam; quod minus caverat Democritus, teste Cicerone, Lib. I de Natura deorum. Verum hic declinationis motus potest etiam conferi naturalis. Violentum autem atomorum motum illustrat Lucretius exemplo trabis, quae licet sit admodum gravis, non potest, nisi magni vi, in profundum aquaeum a nobis demergi, quod ab iisdem aquis continuo remittatur. Sic autem loquitur, lib. 2 de Rerum Natura, V 199.

*Nonne vides etiam quanta vi togna trabesque
Respuat humor aqua? Nam quam magni mersimus alter
Directa, et magnavo multi pressimus agre,
Tam cupide sursum erevomit magis, atque remittit,
Plur ut partes foras emergfant, exiliantque.*

*Nec tamen, hac, quantum est in se, dubitamus, opinor,
Quin vacuum per inane deorsum cuncta ferantur.*

Eadem Epicuri doctrinam exponit Tullius, lib. I de Finibus, his verbis. *Censet Epicurus illa individua, et solida corpora ferri suo deorsum pondere ad lineam, hunc naturalem esse omnium corporum motum.*

Sed cum nihil neque sursum sit, neque deorsum, nisi comparare: et quae sursum putamus, haec ab Antipodibus nostris deorsum posita concipiuntur, cumque aliunde corpus omne ratione sui ad motum et quietem plane sit indifferens: nulla prorsus ratio, nulla experientia suadet principium illud intrinsicum in corporibus extare, sive id *natura* nomine cum Epicureis, sive *forma*, aut *appetitus*, aut *qualitatis* appellatione designetur cum vulgaribus Scholasticis: imo cum corpora ex se inertia sint, nec moveri possint, nisi ab aliis moveantur, ea sive sursum ferantur, sive deorsum, ab aliis impelli necessarium est.

Quamvis autem illius impulsio causa et ratio multo facilius explicanda esset, si praemissa forent, quae de huius Universi syntagmate dicitur secundi parte Physices, sectione secundi, cap. I, ubi generalem mundi hypothesim ex Cartesii mente proponemus: utcumque tamen intelligi poterit, si modo in antecessum statuamus liquidum corpus, quod circum orbem terraqueum *o*, *fig. 1, tab. 10* circumfusum est, quodque partim ex aëre crassiori, partim ex aetherea subtiliorique substantia conflata, ab Occidente in Orientem vorticoso motus esse circumactum: hinc enim fit, ut quemadmodum capite superiori explicuimus, omnes et singulae istius fluidi corporis partes a centro vorticosae, quod idem est ac Terrae centrum *o*, quantum in se est recedere nitantur, [p. 288] et in summam vorticosae superficiem *abm* rota vi contendunt.

Quamobrem si vortex ille liquidae substantiae in multas columnas, sive, ut accuratius loquamur, in multas pyramides, cujusmodi est *aeb*, vel *aob*, divisus concipiatur: quamvis particulae omnes, ex quibus ex pyramides, vel columnae constant, in supremam vorticosae superficiem eluctentur: non possunt tamen omnes simul extra vorticem elabi, cum a vicinis vorticibus, qui videri possunt, *tab. 20* repellantur. Aliunde una ex iis pyramidibus aut columnis non potest ex eodem vortice effluere potius quam alia, cum omnes aequali vi a centro recedant.

Sed si intra pyramidem *aob* situm sit corpus aliquod solidum; v.g. lapis *c*, cui non insit illa vis a centro vorticosae recedendum, quae nimirum oritur a primi et secundi elementi substantia, in qua corporum fluidorum natae particulae: certe manifestum est

eam pyramidem debiliorem pyramidibus vicinis esse futuram ea motus parte, qua caret corpus *e*, et consequenter pyramidum vicinarum particulas superiorem locum occupaturas esse, ac lapidem versus centrum vorticis remissuras.

Res illustratur exemplo cerae obsigmatoriae in pulverem redactae, et in pelvim aqua plenam injectae. Nam si vel baculo vel digito circumagatur aqua, statim quidem cerae particulae ad pelvis latera ferantur, dum scilicet majore nisu a centro vorticis receditur, quam aqua. Sed cum eae minus solidae sint, ac in superficiebus asperae, motum suum citius amittunt, quam aquae particulae, quae solidiores sunt, fluidae, ac lubricae; unde cum motus vorticosus in aqua perseveret, ipsiusque partes a centro vorticis magna vi proripiant, ceram ipsam, quae hoc motu destituta est, in iddem centrum reducunt.

Quapropter Cartesius, quarta parte Principiorum, num 13, gravitatem corporum repetit a vorticoso motu substantiae liquidae, quam circum Orbem terraqueum perpetuo circumagi ab Occidente in Orientem existimat: ad cuius mentem sic

Propositio Prima

Extat materia subtilis et fluida, quae vorticem circum Terram et Aquam, sive circum Orbem terraqueum constituit.

Probatur. Extat materia quaedam, quae Terrae et Aquae superficiem sic continet, ut iis corporibus formam sphaericam aut sphaericae proximam tribuat: non enim aliam ob causam ea forma vel Terrae vel Aquae contigit, quam quod ea corpora circumquaque aequaliter comprimantur.

Atqui ea materies alia esse non potest quam materia subtilis, cujus nimirum particulae perenni suo motu in orbem cogunt crassiorum corporum partes quas ambiunt et circumquaque comprimunt.

Ergo extat materia subtilis et fluida, quae vorticem circum Orbem Aqua et Terra constantem constituit.

Propositio Secunda

Gravitas corporum a vorticoso liquidae substantiae motu circa Globum terraquem repetenda videtur.

Probatur. Ab ea causa corporum gravitas repetenda videtur, qua posita, quaecumque observatur gravitatis phaenomena, convenienter explicantur, et sine qua explicari hactenus nequi vere.

Atqui, posito circum Globum terraqueum vorticoso liquidae substantiae motu, omnia gravitas phaenomena convenienter explicantur, ac sine ea hactenus explicari non potuerunt.

Ergo ab eo motu corporum gravitas convenientissime repetitur.

Quod autem gravitatis phaenomena sive vorticoso substantiae liquidae motu explicari hactenus nequi erint, constabit ex responsionibus ad objecta, quibus paecipuae veterum ac recentiorum Philosophorum opiniones circa gravitatum continentur. Quod vero per eum motum explicari possint, sic ostendimus.

Tria praesertim observantur gravitatis phaenomena. Primum in eo situm est quod corpora gravia in Terram decidunt. Secundum quod per lineam perpendicularem decidunt, saltem comparate ad materiam vorticis in quo sunt. Nam cum illa materies in orbem moveatur punctum ex quo corpus grave labitur, semper respondet ei punto, in quo decidunt. Non tamen haec linea perpendicularis est absolute, quia praeter motum descensus, quo gravia feruntur deorsum, participant etiam motum vorticosum, quo totus vortex abducitur, ut clarius patebit ex responsione ad tertiam objectionem, quae habetur secundi parte Physices, sect. 1, cap. 3, ubi agitur de systemate Copernicano. Tertium gravitatis phaenomenon est, quod corpora gravia decidendo motum suum, saltem ad certam distantiam, accelerent.

Sed haec tria phaenomena per vorticoso substantiae liquidae motum circum Terram et Aquam recte exponuntur.

Primo quidem corpora gravia in Terram decidere coguntur, ob continuum istius liquidae substantiae nisum, quo a centro vorticis recedit, et superiores illius partes occupat.

Secundo per lineam perpendicularem necessario decidunt intra eam columnam, seu pyramidem, qui continentur: cum vicinarum et adiacentium columnarum particulae, aequi vi sursum tendentes, in superiorem corporis gravis superficiem undequaque irrumpant, ipsumque intra columnam, seu pyramidem, qua continentur,

descendere, locumque sibi relinquere cogant: non secus ac aquae columnae, quae in stagni vel fluminis fundum aequatis viribus rendunt, habem ligneam in stacnum, aut flumen demersam sursum recta via, saltem comparate ad quas stagni aut fluminis, reflectunt.

[p. 289] Tertio denique motum suum inter decidendum ad certam distantiam accelerare debent, quia novis semper fluidae substantiae ictibus urgentur, donec ad eum perveniant celeritatis gradum, quem a vorticoso liquidae illius substantiae motu, habita ratione resistentiae aëris, possunt acquirere.

Ergo omnia, quae observantur gravitatis phaenomena, per vorticosum circumfusi circa Terram et Aquam corporis liquidi motum commodissime explicantur.

Corollarium 1

Gravitas corporum, non est entitas quaedam, ut Scholastici placet, corporibus inhaerens, qua deorsum moveantur: cum hujusmodi entitas concipi omnino nequeat; nec aliam ob rationem excogitata sit, quam quod vera descensus corporum gravium causa omnino fuerit ignota.

Corollarium 2

Corpora omnia sensibilia quaecumque vel in Orbe terraqueo, vel circa ipsum consistunt, aliqua gravitare, sive majore, sive minore sunt donata, nel ulla proinde absolute dici possunt levia, sed comparate tantum; siquidem omnia subtilioris fluidaeque substantiae pressione sunt subjecta.

Corollarium 3

Ex corporibus sensibilibus, ea graviora sunt, quae fortius in Terram pelluntur, nempe quorum textura compactor est, et difficilius subtili fluidaeque substantiae penetrabilis. Unde cum rarior sit olei, quam aqua textura, hinc fit ut oleum minus grave sit, quam aqua, eique supernatet: cum enim pluribus meatibus pervium sit, quam aqua, plures materiae subtilis particulae per illius meatus transeunt, ipsum proinde minus quam aquam comprimunt.

Similiter lignum plerumque levius est aqua, et aqua lapide est levior. Lapis enim, utpote textura compactoris, majore vi a subtili substantia deorsum premitur, quam

aqua; et aqua quam lignum; quia quo facilius corpus aliquod a subtili illa, fluidaque substantia penetratur, hoc plures illius ictus eludit. Quamobrem in tubo vitreo, *fig. 9, tab. 10*, ubi petroleum, spiritus vini, oleum tertari, et vitrum in tenuissimum pulverem comminutum continentur, quae vulgo quatuor elementa, scilicet relatione facta ad Peripateticorum doctrinam, vocantur, unumquodque ex iis corporibus suum locum quaerit, prout magis vel minus fubelli substantia deorsum urgetur. Infimum, ac velut ipsius *Terra* locum occupat vitrum *1*, in pulverem contusum. Hanc pulverem excipit oleum tartari *2*, id est, sal tartari exsolutus, qui aquam exhibet. Ipsi succedit spiritus vini *3*, qui aerem refert. Summum et velut ignis locum tenet petroleum *4*, quod est bituminis genus, e *petra*, seu rupe defluens, rarissimum, proinde levissimum, aliisque liquoribus supernatans. Quantumvis igitur ea quatuor corpora inter se permiscantur, ipsa tamen simul ac sibi relicta sunt, rursus separantur, et debitum sibi locum repetunt.

Responsiones ad objecta

Objicies 1°. Certi videntur ab Auctore naturae corporibus inditi motus, ut in destinatum sibi locum, scilicet levia sursum, et gravia deorsum ferantur.

Ergo potius ab innata gravitate et levitate, quae sint qualitates corporibus inhaerentes, petendus videtur gravium et levium motus, quam a subtilis fluidaeque substantiae impulsione.

Respondeo distinguendo antecedens. Certi videntur ab Auctore naturae corporibus inditi motus, ut in destinata sibi loca ferantur, habita ratione connexionis, quae inter hujus Universi partes intercedit, concedo; sine hujusmodi partium nexum nego: quare nego consequentiam. Non equidem inficiamur certos ab Auctore naturae motus fuisse corporibus inditos, ut destinata sibi loca petant, quatenus hujus Universi partes ab eo sic inter se devinctae sunt, ut aliae alias comprimant, et in debitum sibi locum compellant. Sed verissimile non est gravitatem ac levitatem meras esse qualitates ab aliorum corporum nexu minime pendentes. Nam corpora ratione sui inertia sunt, nec unam potiusquam aliam hujus Universi partem per se affectant.

Objicies 2°. Aristoteles, lib. 8 *Physicorum*, cap. 4 allegatus et approbatus a S. Thoma, prima secundae, quaest. 76, art. 1, docet gravium leviumque motum a causa generante proficisci.

Ergo non a materia subtili impellente.

Respondeo verissimile non videri lapidem v.g. dum a tecto decedit, a causis generantibus, puta a Sole, qua secundum Peripateticos universalis est rerum sublunarium effectrix causa; vel ab aliis, si quae sint, causas, nonnunquam remotis aut extinctis impelli: liquet gravitatem sumptam pro dispositione partium apta ut corpus deorsum tradatur, ab iis quodammodo acceperit.

Objicies 3°. Probabilissimum esset corpora gravia a profluviis substantialibus a Terra continenter erumpentibus, velut organis quibusdam attrahentes, scilicet tamquam hamis, aut braciolis ad Terram reduci, ut visum est Gassendo, sect.1, Physices, lib. 5, qui est de Motu et mutatione rerum, cap.2.

Ergo illorum gravitas seu nisus in Terram, a vorticoso liquidae substantiae circum Globum terraqueum motu non proficiscitur.

Respondeo negando antecedens. Multis quippe rationibus refelli potest haec opinio. Primo enim hujusmodi brachiolis vel uncini paulo liberius conficti videntur. Secundo, quamvis e Terra continuo erumperent, ac sursum moverentur, id [p. 290] semper explicandum supersset, qua vi aut potentia ingentes quandoque corporum moles ad Terram tanto impetu pertraherent? Quid ipsa determinaret, ut eo unde profecta sunt, reverterentur? An propria gravitas? Sed eadem redieret quaestio, unde illa gravitas oriretur. An nisus in Terram? Sed cur in Terram niterentur, cum modo ab ea sursum evolasse dicantur? Tertio cur ea profluvia non facilius tenue corpus, puta plumam, quam corpus compactum ut plumbum pertraherent? Quarto dum hujusmodi profluvia sursum eluctarentur, ea vel in partes solidas corporis gravis incurrerent, vel illius poros pervederent. Si primum dixeris, non modo ipsum in Terram non raperent, sed potius in partem superiorem id essent sublatura. Si secundum, minime in illud agerent, sed recta essent perrectura, nec corpus grave in Terram reductura. Itaque alia descensus gravium quaerenda causa, quae non alibi melius quam in vorticoso lioquidae substantiae circa Globum terraqueum motu videtur constituenda.

Objicies 4°. Si a solo vorticoso liquidae substantiae motu corporum gravitas reperatur, cum sub medio vorticis circulo *abc*, *fig. 2, tab. 10*, qui *circulus Aequinoctialis* vel *Aequator* vocatur, ut dicemus postea, motus ille sit velosissimus; sub aliis circulis *def* et *ghi*, qui *Polus* nominantur; ac denique sub Polis, seu punctis extremis et immobilibus *n* et *o* *Axis no*, circa quem rotus vortex verti concipitur, nullus: gravitas quoque corporum sub Aequinoctiali exe maxima; sub Polaribus, minor; sub Polis, nulla.

Deinde hinc etiam sequetur corpora gravia non ad Terram centrum, tamquam ad centrum gravium tendere; sed ad *c* entrum circuli Aequatori parallelim sub quo quodlibet corpus grave continebitur; v.g. lapsus corporis sub altero e Polaribus *ghi* collocati ad Polaris istius centrum *h*, non ad Terrae centrum *b* dirigetur.

Atqui verissimile non est lapidem e Terri avulsum celerrime sub Aequinoctiali circulo, minus celeriter sub Polaribus *i* denique nullo modo sub Poli recidere.

Item probabilius multo est copora gravia circa Terram posita, ad ipsius centrum *b* tamquam ad centrum communem omnium gravium dirigi, ut docent communiter Physici, et nos antea tradidimus, cap. 2 praesentis sectionis, quam ad varia parallelorum circulorum centra, puta *c* et *b*.

Ergo incertum adhuc an corporum gravitaas a sola liquidae substantiae rotatione sit desumenda.

Respondeo negando majorem, quoad utramque partem.

Primo enim non minori celeritate decidere debeat corpus gravia sub circuli Polaribus, et sub ipse Polis, quam sub Aequatore, si dum materia fluida circum axem *no* vorticoso motu circumagitur, non possit tota ipsius moles e vortice per partes a Polo remotiores, nemper per Aequatorem *abc* elabi; sed magna illius pars ad dextram et ad sinistram, versus Polos *n* et *o* refluat, aut refluere conetur. Hinc sit, ut non omnem secundum planum Aequatoris, sed etiam utrumque secundum planum alterius circuli, qui per Polos transit, quique Meridianus appellatur, puta *ab* a per *g* in *o*, *fig. 2, tab. 10*, ex una parte, et per *d* in *n*, ex altera convertatur: et consequenter a centro tendat recedere: graviaque corpora non tantum sub Aequatore, sed etiam sub circulis Polaribus et sub Polis ipsis deprimat.

Etenim ut aliquo modo valeret argumentum quod opponitur, deberet tota moles materiae subtilis, ex qua vortex noster componitur, per Aequatorem effluere, et nova materies per Polos subire, quae prioris locum occuparet.

Atqui tota moles liquidae substantiae, ex qua vortex quilibet constat secundum Cartesii systema, effluere non potest per Aequa totis circuli circumferentiam; cum multum in vicinis vorticibus occurrat spatium vacuum quo tota recipiatur, et ejus egressui vortis illi obsistant.

Ergo cum ipsa celerrime sub Aequatore moveatur, magna illius pars niti debet refluere ad dextram et sinistram versus Polos secundum plana circulorum Meridianorum, qui sese in Polis intersecant, ut dicemus; adeo ut agnoscenda sit in ei in quaedam qua circa Polos *reagat*, seu nisum partim Aequatori subjectarum libret ac sustineant nec proinde nisu a centro vorticis recedere, et consequenter gravia corpora versus Terram detrudere nitatur sub circulis Polaribus, et sub ipsis Polis, quam sub circulo Aequinoctialis. Dubium quippe non est quin materia fluida, quae est v.g. circa polum *o*, ex aequo urgeatur tum ab ea materia, quae ab *a* per *g* in parte superiori circuli Meridiani; tum ab ea quae a *c* per *i* in parte inferiori versus polum *o* fluere nititur: adeoque aequaliter ex omni parte resistit, seu *reagit*, ut per se manifestum est.

Secundo ex hac responsione liquet secundum Cartesi systema corpora gravia ex omni parte versus Terrae centrum aequaliter propelli. Ea quippe versus Terrae centrum versus Terrae centrum ex omni parte aequaliter impelluntur, quae in illud tum sub Aequinoctiali circulo, tum sub circulis ei parallelis, tum enim sub Polis detruduntur. Atqui corpora gravia, ex mente Cartesii, in Terrae centrum detruduntur, tum sub Aequinoctiali circulo, tum sub circulo ei parallelis, tum etiam sub Polis: siquidem corpus liquidum ex aëre et aethere subtiliorique substantia constans, ex quo vortex noster componitur, ubique a Terrae centro recedere nititur, et omnes columnae, seu pyramides in quas per mentem dividitur sese mutuo librant, Terramque aequaliter comprimunt, ut dictum est.

Ergo corpora gravia in Terrae centrum ad Cartesii mentem adiguntur.

Objicies 5°. Si columnas *acb*, *fig. 1, tab. 10*, concipiatur dividi in multa filamenta ex tenuissimis [p. 291] materiae particulis constantia, quae particulae a summa vorticis superficie descendant ab *a* per *c* in *e*, ubi Terrae superficie occurrant, hincque sursum reflectantur, et per *a* in *b* redeant: tunc facile quisque intelliget corpus grave quod est in *d*, fortius in Terram detrudi a superioribus et longioribus fluidae materiae, ex qua columna, seu pyramis constat, filamentis, quam sursum reflecti, a brevioribus et inferioribus. Quare si idem corpus *d* multo altius esset collocatum, puta in *c*, id non in Terram movendum, sed in supremam vorticis superficiem ab infimis et longioribus fluidae substantiae filamentis esset extollendum. Ergo gravitas corporum a circum fusi liquidi corporis fluiditate, non a vorticoso illius motu est repetenda.

Respondeo negando ant. Nam in serie particularum, seu granulorum materiae subtilis, quae filamenta, seu columellas constituere intelliguntur, nullum extat vacuum; sed particulae omnes ex quibus constat, iunter se sunt contiguae, et aliae ab

aliis in orbem sic urgentur, ut non minus valide in corpus *d*, suo fluiditatis motu, agere debeant in parte inferiori ad ipsum attollen dum, quam in parte superiori ad ipsum deprimentum. Ut si conciperetur monile ex longa unionum, sive baccharum, serie; vel carena ex multis annulis constans, cujus una pars descenderet, dum ascenderet altera; omnes et singuli illius uniones, vel hujus annuli aequali vi moverentur ad ascendendum ex una parte, et ad descendendum ex altera, sive in propius ad Terram accederent, sive longius ab ea remo verentur. Quocirca in eo extare videtur paralogismus, quod columnae, seu pyramides quae in corpore fluido per mentem distinguuntur, hoc fortiores esse suo liquiditatis motu statuuntur, quo sunt longiores: quod tamen a vero videtur abhorrere. Unde etiamsi corpus *d* longe altiori loco statueretur, id propter vorticosum fluidae substantiae motum rueret in Terram, non vero sursum, propter longiorem, quae ipsi subjecta foret, fluidae substantiae columnam efferretur.

*

Pars Prima Physices Sectio V

[p. 314] Caput II De Lumine

In qualitatum sensibilibum expositione sensuum ordinem observate est animus. Ideoque cum inter eos communi omnium consensu primum locum obtineat visus, qui circa lumen et colores occupatur, a lumine et coloribus initium faciemus; ac de iis qualitativis quacumque physicorum sunt propria, breviter explicare conabimur.

Circa lumen porro tres videmus Philosophorum opiniones in Scholis propugnari.

Prima est Democriti, Epicuri, et inter Recentiores, Gassendi, Epicureorum omnium, qui lumen in profluvio quodam substantiali a corpore lucido jugiter manante consistuunt, ut legi potest appud Gassendum, sectione I Physicae, Lib. 6, qui est de *Qualitatibus* rerum, cap. 11. Sed cum profluvium istud nec tanta copia, nec tam cito possit e corporibus lucidis erumpere, ut in immensum spatium comento pene difundatur, quemadmodum lumini accidit, paulo aliter de lumini natura et divisione sentiendum videtur.

Secunda sententia est Cartesii, et Cartesianorum, qui lumen non in profluvio substantiali e corpore lucido jugiter prodeunte collocant, sed in nisu aut pressione, aut

impulsione aetherae substantiae, sed materiae globosae, quae secundum elementum a Cartesio dicitur, quaeque radiatim a sui vorticis centro ubi primum elementum viget, ad partes extremas perpetuo converionis motu a partibus tenuissimis primi elementi impellitur. Haec sententia legi potest apud Cartesium tertia parte Principiorum, num. 55 et Tractatus de Lumine, cap. 13.

Tertia denique opinio est vulgarium Scholasticorum, qui una cum Arabibus et Galeniis lumen concipiunt quasi *entitatem* aliquam accidentium corpori inhaerentem, Aristotelis, ut putant, auctoritate freti, qui nimirum libro secundo de Anima, capite septimo, lumen definit *actum pellucidi, quatenus pellucidum est*.

Pellucidum vocamus, quod lumen a corpore lucido emissum transmittit: illuminatum vero, quod lumen remittit. Itaque Sol dici debet lucidus, aër pellucidus; Terra illuminata.

Ut vero singulis istis Philosophorum sectis quidpiam concedamus, fit.

Propositio prima.

Lux dici potest qualitas respectu corporis in quo est.

Probatur. Quod corpus denominat tale, dici potest qualitas respectu illius, ut facile concedunt omnes.

Atqui lux denominat corpus tale, nempe, vel lucidum, vel pellucidum, vel illuminatum: lucidum quidem, quatenus lucet, seu lumen emittit, pellucidum, quatenus tralucet, seu lumen transmittit; illuminatum denique, quatenus lumen reflectit.

Ergo lux dici potest qualitas respectu corpus in quo est.

Propositio secunda

Lux in corpore tenui celeriter agitato, quod suo motu aetheream substantiam circumquaque premit et impellit, videtur esse constituenda.

Probatur. Illud in tenui corpore celeriter agitato constituentur videtur, quod mole sua donatur, quodque omnes corporis moti affectiones subit.

Atqui lux sua mole donatur, ut ex eo liquet quid per opaca corpora transire non possit. Deinde omnes corporis moti affectiones subit. Nam modo ab objecto corpore, puta speculo, reflectitur; modo per vitrum aut aquam refringitur, et id quidem secundum naturales motuum leges, quae iun reliquis corporibus observamus.

Ergo lux in corpore tenui celeriter agitato, quod suo motus aetheream substantiam corcu, quaque premit et impellit, videtur esse constituenda.

[p. 315] Confirmatur proposito variis rationibus et experimentis.

1°. Enim lux in sua origine, puta in Sole et stellis fixis, nihil aliud esse videtur quam ignis, cujus particulae celeri admodum perturbatoque motu concitate aetheream substantiam circumquaque exagitant.

2°. Lumen vel per vitrum lenticulare, vel per majorem amopullam ex tenui vitro conflata, et apud plenum, trajectum, et in angustiore spatio collectum, fortiori suarum motu objectam materiam comburit.

3°. Idem in speculo concavo reflexum, et in illius foco, ut aiunt, coadunatum occurrentia corpora inflammat, et in cineres redigit.

4°. Corpora in quibus similis adest partium agitatio, lumen ex se fundunt, iisque idcirco Phosphorum nomen a recentioribus Physicis inditum est. Hujusmodi corpora passim occurrunt; etenim.

5°. Si dorsa felium adversis pilis fricueris, scindillas dabunt. Novi Sacerdotem Armoricum, magnae pietatis et eruditionis virum, sacrae Facultatis Parisiensis Doctorem Theologum, qui dum crines mane pecteret, copioso fortasse sulphure et sale volatili impraegnatos, scintillas, ut ex silice et chalibe fieri solet, excutiebat.

6°. Lampyrides, ligna putrida, carnes piscium, etc. cum putrescere incipiunt, salinaeque ac sulphureae, quae iis insunt, partes evolvuntur; item mare agitato, et saccharum celeri motu concussum, luminosos radios aut scintillas emittunt.

7°. Praeter phosphoros illos pridem notos, alii Chemicorum industria nostris temporibus innotuerunt, qui *artificiales* possunt nominari. Ii vel ex lapide Bononiensi fiunt, vel ex urina, vel ex aliis sulphureis salinisque corporibus educuntur, ut tradunt Chيمي.

8°. Lapis Bononiensis, seu qui in monte *Paterno* prope Bononiam in Italia legitur, postquam fuit calcinatus, ejusque partes sulphureae fuerunt evolutae et exaltatae: si tantisper aëri fuerit objectus, lumen dicitur haurire; quoniam ipsius partes sulphureae nitrosis aëris particulis per patentiores illius meatus ingressis sic agitantur, ut aetheream substantiam circumquaque impellant, et lapis in obscuriore loco positus aliquandiu instar accensi carbonis luceat.

9°. Si creta alba in aqua forti solvitur, et postquam fuit exsiccata, immittatur in cuppellam carbonibus ardentibus circumdatam: partes illius intumescunt: deinde vapor flavus exurget statimque cuppella erit ab igne removenda. Quae autem cuppellae lateribus adhaerebit materia, erit Phosphorus, seu lucis Spongia, non secus ac lapis Bononiensis.

10°. Ex urini pariter, per varias operationes chymicas, separatam exhibent chymici materiam quamdam sulphuream salinis particulis admixtam, quae non tantum in tenebris coruscat, sed et solo partium affricu acceditur, obviamque corpora citissime comburit. Haec materia Phosphorus est siccus, qui in phiala, aut aqua, aut spiritu vini plena servandus est, ne in vapores abeat. In Phosphorum liquidum converti potest, si particula illius aliqua in ampullam vitream qua contineatur oleum e Caryophyllis eductum immittatur, in eaque lenic alore dissolvetur; reclusa enim ampulla, et admissio per temporis punctum intra illam aëre externo, liquor luminosus apparet.

De praeparatione lapidis Bononiensis et utriusque Phosphori artificialia multa scripsit Lamerios, tertia parte Chymiae, cap. 2.

At vir solertissimus, et in rebus physicis versantissimus, Petrus Polinierius, Viriennis, in celeberrima Artium Facultate Parisiensi Magister, et Doctor Medicus Remensis, aliud Phosphori, seu, ut ipse loquitur, phryosphori genus invenit.

Sumantur tres partes aluminis rupei, ut vocant, cum una parte farinae, vel sanguinis animalis, vel mellis, vel sacchari, aut alius cujusvis materiae ad producendum ignem idoneae, quae cum alumine probe misceri queat. Mixtura illa in vase sictili ignem patiente reponatur, ut igne subjecto paulatim exsiccentur. Siccitatem promovebis, et perficies, si misturam identidem extrahas, ac in pulverem in mortario comminuas. Exsiccata materia in matratium, seu ampullam longo collo instructam coniicienda est; tum matrarium, quod chartaceo obturamento laxè tantum obstrietur, ut vaporum eruptioni relinquatur locus, in crucibulo seu catino profundiore, arena referro, qua contegetur matratium, collocabis. Crucibulum ipsum impones furnulo,

seu foculo, accensitque paulatim carbonibus efficies ut totum candescat. Eundem caloris gradum per semiquadrantem horae, aut circiter, servabis; tum crucibulum cum matratio ab igne removebis, et matratium ipsum subere loco papyri obturabis. His refrigeratis extrahes matratium, quod materiam sponte sua in aëre libero in ignem conversim et luminosam suppeditabit.

Quae materia ut servetur, per plures etiam annos, cum efficacia sua, inverso matratio, prompte transfundenda est in lagenulum vitream, deinde prompte obturandam obturamento vitreo.

Ex quibus omnibus colligere licet lucem in tenui corpore, quod suo motu aetheream substantiam circumquaque premit et impellit, esse constitutam.

Propositio tertia

Luminis propagatio per aetheream seu luminosae substantiae pressionem, aut agitationem a corporis lucidi motu profectam, videtur esse explicanda.

Probatur. Per illud explicanda videtur luminis propagatio, per quod intelligi potest cur in immensum spatium, momento pene, lumen radiatim [p. 316] diffunditur, et accensa sacula ingenti cubiculo collustrando sufficiat.

Atqui per solam aetheream seu luminosae substantiae pressionem vel agitationem a lucidi corporis motu profectam, intelligi potest, cur lumen momento pene, in immensum spatium radiatim diffunditur, et accensa sacula puncto temporis ingentem aulam collustret. Nam solo corporis lucidi, puta Solis aut stellarum, aut etiam lucernae accensae motu et nisu, longa illa aetherearum seu luminosarum particularum series a Sole et stellis, aut aliis ignibus, ad nos usque premitur et impellitur, nec tam cito propagari posset lumen, si vel profluvium a lucido corpore erumpens ad quamcumque distantiam moveri, vel qualitatem seu entitatem accidentariam per longa spatiorum intervalla transferri oporteret, ut satis unicuique manifestum sit.

Ergo luminis propagatio per aethereae substantiae pressionem vel agitationem a lucidi corporis motu profectam, videtur esse explicanda.

Corollarium 1

Cum lumen in sua origin e nihil aliud sit, quam ignis; magnam utique primi elementi Cartesiani copiam in se includit: sed in sui diffusionem, qua ad oculos nostros vel transmittitur vel reflectitur, in secundo potius elemento, seu aetherea substantia consistit. Quocirca in lumine reperitur tum motus localis et *transflationis*, scilicet in corpore lucido, cujus partes celeri et perturbato motu commoveatur; tum etiam motus *tonicus*, seu *tensionis*, id est, pressio vel nisus, scilicet in aetherae substantiae particulis per ingentia spatia circumquae diffusis, et a flamma sive a corpore lucido, quodcumque illud sit, radiatim impulsis: quamquam et aliquem motum localem in hisce partibus aetheris, seu radiis in diversas partes inflexis et nitentibus, intercedere nihil vetat.

Corollarium 2

Ex vitris, aliisque corporibus pellucidis, per quorum meatus traducitur lumen, confici possunt *Phaometra*, seu instrumenta, ad metiendos varios luminis gradus idonea. Nam quo facilius et majore copia transmittentur luminis radii, hoc lumen erit intensius: ut e contrario debilius erit, cum pauciores radii per unius aut plurium corporum pellucidorum poros manifestentur.

Corollarium 3

Hinc etiam explicatu facile est, quod docet Scriptura sacra, Geneseos Cap. 1 et 3, lucem scilicet primo die fuisse creatam, cum tamen Sol et astra, a quibus lux oriri vulgo creditur, quarto tantum die fuerint condita. Nam dici potest luminosa, et aetherea substantia cum certa motus quantitate primo fuisse producta. Ii autem, qui lumen nudam tantum qualitatem esse volunt, in omnes partes se versant, ut qualitatem illam ante Solem et stellae creatam fuisse defendant.

Responsiones ad objecta

Objicies primo cum Peripateticis Arabibus. Quod solida corpora pervadit, id minime corpus esse potest: nam duo corpora sese mutuo penetrare mequeunt.

Atqui lumen solida corpora, ut vitrum, et crystallum pervadit.

Ergo lumen esse corpus non potest.

Respondeo negando majorem. Solida enim corpora, si pellucida sint, id est, si lumen transmittant, variis foraminulis seu meatibus fere rectis perfusa videntur. Unde si duo plurave conjungantur: quoniam pori unius com potis alterius non congruunt, luminis viam intercludent. Ex eo autem quod lumen intra solidorum corporum meatus admitti posse, inferre non licet duo corpora sese mutuo penetrare, aut in eodem loco consistere: tunc enim duo corpora in eodem loci spatio non sunt posita, sed unum per alterius poros traducitur. Unde Lucretius, Lib. 2 de Rerum natura v. 388

Praeterea lumen per cornu transit; ut imper

Respuitus: quare? Nisi luminis illa minora

Corpora sunt, quam de quibus est liquor almus aquarum.

Objicies secundo. Lumen in instanti, ut aiunt, seu temporis puncto, ad quamcumque distantiam diffunditur.

Atqui substantiale profluvium in instanti ad quamcumque distantiam propagari nequit.

Ergo lux non est profluvium substantiale.

Respondeo primo negando majorem. Nam ubi motus aliquis, vel pressio multorum partium longa serie positarum intercedit, ibi tempus aliquod aut successionem admittere necessarium est. Sed in luminis propagatione motui aliquis, aut saltem pressio multarum partium in longa serie positarum intercedit. Ergo tempus quoddam seu durationem in luminis diffusionem admittere necesse est. Quae quidem duratio quamvis in minoribus distantibus vix percipitur, in majoribus tamen est sensibilis.

Nam ex observationibus D. Roemer Mathematicis Dani, cum Terra inter Solem et Jovem intercepta est, Eclipsis satellitum Jovis, de quibus postea, cum de corporibus caelestibus agemus, septem aut octo minutis citius accidunt quam secundum Tabulatum calculum accidere deberent: cum vero Sol intra Joven et Terram occurrit, eadem Eclipses septem aut octo minutis tardius apparent quam Tabularum calculo indicatur. Ratio est quod in posteriori casu lumen satellitum Jovis longius quam in primo casu perficiat iter: longius, inquam integra diametro orbis illius quam annuo motu Terra describit. *Vide tab. 18, fig. 1.*

[p. 317] Respondeo secundo distinguendo consequens. Lux non est substantiale profluvium, quod a corpore lucido ad quamcumque distantiam diffundatur, ut Epicurei existimant, concedo: non est substantiale profluvium, hco est, fluida

substantia corporis lucidi aetheream, seu luminosam substantiam circa se positam quoquoersus impellentis, aut prementis, nego. Hoc enim modo, si non unico temporis puncto, certe quam citissime ad magnam distantiam fieri potest luminis propagatio, et quidem longe facilius quam si lux cum Peripateticis Arabibus et Galenicis nuda quaedam qualitas aut accidens esse perhibeatur: cum hujusmodi qualitas vel accidens tanta celeritate ad magnum intervallum propagari nequeat.

Caput III De reflexione et refractione Luminis

Nihil magis naturam luminis in tenuissimorum corpusculorum motu constitutam esse demonstrat, quam quod ceterorum instar corporum durae et opacae molis objectu reflectitur, et diversae raritatis vel densitatis liquida trajiciendo reffringitur.

Quod ad illius reflexionem attinet, ea, ut in reliquis corporibus, sic perficitur, *ut anguli incidentiae et reflexionis semper sint aequales*. Cumque id fuerit superius expositum, et aliunde in *Catoptica* synopsi magna ex parte sit repetendum; nihil opus est de reflexione luminis pluribus hoc loco diflerere, ea tantum de refractione sunt delibanda, quae ad intelligentiam *Dioptrices*, quam suo loco, saltem in transitu salutabimus, necessaria videntur.

Duobus autem modis refractionem fieri advertimus, scilicet, vel *accedendo ad perpendicularem*, vel *a perpendiculare recedendo*. Cum lumen a liquido, seu medio, ut loquuntur, rariore in densius, puta ab aëre in aquam, vel vinum transit; tum refringitur accedendo ad perpendicularem. Sed ubi a medio densiore in rarius, puta a vitro in aquam, aut ab aqua in aërem, com meat; refractione illius sit per recessum a perpendiculari. Cuius rei ratio ex superius dictis de refractione motus est repetenda.

Verum ut luminis refractione accuratius percipiatur, solitis experimentis est illustranda. Sit igitur vas AHBGC, *fig. 1 tab. 15*, quod ex tetra factum fingatur, in cujus fundo sit numisma B: in certe videbitur ab oculo posito in E, per radium BE; non autem ab eo qui fuerit in D: nam radius DH terminatur in H, non ita in B. Sed si vas aqua impleatur usque ad superficiem AC (quae quamvis hic opera panno cernatur, fingi tamen potest ut aperta) tum radius qui a puncto B ferebatur in E, refringetur in opuncto I, ubi aëris superficies occurrit, ac tendet in D recedendo a linea FiG, quae perpendicularis est superficiei AiC. Tumque conspicietur numisma ab eo qui fuerit in D: idque non ad punctum B, sed ad punctum H referetur.

Hujus rei facilis est experientia. Sumatur discus paulo profundior, in cujus fundo nummus ponatur: tum ab eo recedatur, donec vasis labra nummum oculis subducant; affusa aqua in discum, cernetur nummus ex eo loco unde prius videri non poterat.

Si vas AHBGC, *fig. 1 tab 15* vitreum sit; et tam latus CG, quod Soli opponitur, quam superficies AiC panno obducatur, ut per solum foramen exiguum *i* transitus lumini pateat: tunc radius Di ad punctum H tendet. Sed si vas aqua impleatur per tubulum MN; utique radius, qui ferebatur in H, refringetur accedendo ad perpendicularem FiG, et punctum B collustrabit. Quantitas autem istius refractionis innotescet vel aptato intra vas *semicirculo*, aut *circuli quadrante*: vel alia quovis ratione: nam varios metiendae refractionis modos ab eruditis propositos et adhibitos non recensemus.

Ut vero quae deinceps sequuntur, mentem facilius subeant, variorum angulorum definitiones hoc loco sunt ponendae. Consulamus ergo *figura secunda tabula decimaquinta*, in qua radius AB ab aëre in aquam aut vitrum oblique transire fingatur; hic cum in P. dirigeretur, in punctum tamen I propter corporis densioris occursum refractus descendet accedendo ad perpendicularem HBG. Eidemque ratione radius KB, qui in I tendebat, in L detorquebitur jam angulo ABC, qui fit radio AB, et superficie iC, *angulus incidentiae* dicitur. Similiter angulus KBC est *angulus incidentiae*.

Angulus ABH qui sit radio AB et perpendiculari HB est *angulus inclinationis*. Idem sentiendun de angulo KBM.

Angulus GBI qui sit radio BI refracto, et perpendiculari BG, *angulus refractus* vocatur, non secus ac angulus NBL.

Denique angulus IBP, qui sit radio refracto BI, et radio recto AB, per mentem producto in B (idem de angulo LBO statuendum) *angulus refractionis* appellatur.

Nunc illud diligenter tenendum, quod a Cartesius subtilissime fuit observatum Dissertatione secunda Diotrices, non eandem esse semper rationem angulorum inclinationis ad angulus refractus: nam ista ratio pro vera radiorum inclinatione perpetuo variatur. Unde etiam ratio, quae inter angulum inclinationis ABH et angulus refractum GBI intercedit, accurate factu deprehensa, non poterit ad KBM; et NBE traduci: quia magis inclinatus est radius AB, quam KB in superficiem CB. Verum eadem semper est ratio *sinum* angulorum inclinationis ad *sinu* angulorum

refractionem. V.g. si nota sit ratio lineae [p. 318] AH, quae est *sinus* anguli ABH, ad lineam GT, quae *sinus* est anguli refracti GBI; eadem quoque comperta erit inter lineam KM, *sinum* anguli KBM, et lineam NL, *sinum* anguli NBL.

Quod cum nec Alhazenus Arabs, qui undecimo Christi seculo vivetur, nec Vitellio, qui vivebat decimo-tertio, advertissent: ambo angulorum refractionem quantitatem, secundum diversas inclinationes ope instrumentorum observare sunt coacti, ut eos angulos in tabulis redigerent. Sed cum eadem semper intercedat ratio inter *sinus* angulorum inclinationis, et *sinus* angulorum refractorum: idcirco ex unica refractione luminis ab aëre aquam, vel in vitrum, aut vicissim cognita, ceteras omnes per calculum licet deducere.

Ratio autem *sinuum* angulorum inclinationis ad *sinus* angulorum refractorum, cum radii luminis transeunt ab aëre in aquam, est fere ut 4 ad 3 quemadmodum observavit Cartesius Dissertatione octava Meteororum: vel si accuratiorem mensuram quaesieris, est ut 250 ad 187.

Si ergo lineam AH, quae *sinus* est anguli inclinationis ABH, in quatuor partes diviseris; tres partes iis aequales in linea GI, sive in *sinu* anguli refracti GBI comperies. Simili modo linea KM erit ad lineam NL, ut 4 ad 3, ac demum eadem semper futura est ratio inter *sinus* quoscumque angulorum inclinationis, et *sinus* angulorum refractorum.

Si fieri refractione ab aqua in aërem, invertenda esset *sinuum* ratio, scilicet ut 3 ad 4 vel ut 187 AD 250.

Jam autem si radius AB non in aquam, sed in vitrum incidere, major foret illius refractione, seu magis accederet ad perpendicularem; et tunc radio *sinis* AH ad *sinum* GI esset ut 3 ad 2. Idem de omnibus aliis quorumcumque angulorum *sinibus* est intelligendum. Vicissim si refractione fieret a vitro in aërem, esset ut 2 ad 3 quoniam termini forent invertendi, ut clarum est.

Artque haec est refractionem doctrina, quae veteres Philosophos pene latuit, et cujus ope plurimi in Astronomicis praesertim eorum observationibus errores a Recentioribus fuerunt emendati. Sed de iis adhuc inferius in Dioptricae synopsi.

Caput IV De Coloribus

Non minus in explicatione colorum, quam luminis coecutiunt Philosophi. Varias illorum opiniones breviter perstringemus.

Aristoteles libro secundo de Anima, capite septimo, colorem definit *motivum ejus quod actu pellucidum est*. Etenim, inquit, *color sine lumine non videtur*: lumen vero *est actus ejus quod est pellucidum*; b.g. aëris, qui noctu quidem, *potestate*; diu vero, *actu pellucidus est*, et a colore movetur, dum eo intermedio color cernitur. Nam color proprius oculo admotus minime percipitur, sed necesse est ut aërem interjectum moveat; aër oculum. Quibus verbis innuere videtur Aristoteles lumen a coloribus insigni aliquo discrimine esse distinctum. Ceteri tamen Philosophi, sive veteres, ut Democritus, Epicurus, etc. sive recentiores, ut Grassendus, Cartesius, etc. colorum naturam in certo luminis modo collocatam putant. Peculiarem quidem corporibus omnibus dispositionem inesse fatentur, qua lumen vario modo transmittere, vel reflectere possint, ut determinatos colores exhibeant; sed in illo luminis modo, seu modificatione colorum vim ac naturam reponunt. Nec vero interest an ii colores *fixi* sunt, et ex omni loco semper appareant, quales sunt albedo in nive, nigredo in carbone, etc., an sint *fugaces* et mutabiles, ut qui in Iride, vel collis columbarum videntur, quique varii ex variis locis cernuntur: nam eadem est omnium ratio.

Democriti et Epicuri sententiam referunt, Diogenis Laertius, lib. 10 de Vir. Philosophorum, Plutarchus, lib. Adversus Colorem; Lucretius, lib. 2 V. 794, et sequentibus, ubi ait atomis, seu rerum primordiis nullum inesse colorem, sed ex atomorum dispositionibus et ordinibus colores gigni adveniente luce.

*Praeterea, quoniam nequeunt sine luce colores
Esse, neque in lucem existunt primordia rerum;
Scire licet quam sint nullo velata colore,
Qualis enim caecis poterit color esse tenebris,
Lumine qui mutatur in ipso, propterea quid
Recta aut obliqua percussus luce refulgent
Pluma columbarum quo pacto in Sole videtur;
Qua sita cervices circum, collumque coronat.
Namque alias fit, uti rubro fit clara pyripo:
Interdum quodam sensu fit uti videatur
Inter caeruleum virides miscere Smaragdos.*

*Caudaque pavonis, larga cum luce repleta est,
 Consimili mutat ratione adversa colores:
 Qui quoniam quaedam gignuntur luminis ictu,
 Scilicet id sine eo fieri non posse putandum est.*

Cartesius Dissertatione octava Meteororum, colors explicat per motum rectum et circularem globulorum aetherae substantiae, seu secundi elementi. Unde si globuli multo validius circa centrum, quam in rectam lineam moveantur, his rubrum colorem effecturos; si tantum paulo celerius circumagantur, quam motu recto ferantur, flavum eduturos putat. Quod si rectus eorum motus longe velocior sit, quam circularis: tum coeruleum colorem productum iri docet, etc. Adeo et colores omnes ex recto et circulari luminis motibus inter se colletis, si Cartesio credimus, fiat repetendi.

Id vero in trigono vitreo declarate nititur. Sit enim trigonum vitreum NMP, *fig 3.tab. 15* cujus facies, seu superficies inferior NP opus [p. 319] corpore contegatur, relicta tantum angustiori apertura DE, per quam lumen Solis refractum in chartam aut linteum FGH perducatur: tunc punctum F radio DF, rubro colore, et punctum H radio EH, coeruleo tinctum apparebit. Quod spectat ad medium punctum G, id vel flavum erit, si apertura DE angustior remanserit; vel album, si major fuerit apertura: quo casu inter G et F flavus color *i*, et croceus *x*: ac inter G et H flavus itidem *i*, et viridis *o* conspiciuntur; ac in coerulei margine violaceus, seu purpureus *r* erit conspicuus. Quae omnia ex recto et circulari globulorum aetherae substantia motu repetit Cartesius loco laudato, et fusius adhuc explicat Rohaltius, prima parte Physices, cap. 26, num., 67. 58. Etc.

Verum quamvis hujusmodi colorum explicatio magnam ingenii vim arguat non tamen facile cum experimentis conciliari potest. Nam quomodo ex edito quodam et remoto loco, lucente Sole ruber pannus a multis spectatoribus e diversis locis perciperetur? Non enim facile concipimus eos aetherae substantiae globulos, qui pannum rubrum contingunt, ab eo sic reflecti, ut multo validius circa propria centra, quam in rectam lineam moveantur, et cum motum proximis globulis, aliisque deinceps subsequentibus, in longa serie constitutis, diversasque in partes dispositis communicent, quemadmodum tremulus motus, seu fremitus multis partibus ad linguam distantiam communicari facillime intelligitur. Eodem argumento in ceteris coloribus uti possumus: ideoque multo melius in varia luminis pressione, aut potius pressionis vibratione seu tremula conculsione, quam in recti et circularis motus compositione colorum discrimina videntur constituenda, ut recte advertit Auctor Inquisitionis veritatis, colloquio 12 Metaphysico. Quocirca sit cum eo

Propositio prima

Colores omnes in varia vibratione plurium pauciorumve radiorum luminis oculos nostros moventium, seu prementium, non male constitui videntur.

Probatur. In eo consistere videntur colores, quod eorum naturam satis apte designat, et sine quo vix ulla coram reddi potest ratio.

Atqui varia vibratio, sive tremula concussio plurium paucioreme radiorum luminis oculos nostros agitantium aut tremulo motu prementium, satis apte colorum naturam designat. Ex enim cum Natura eodem semper tenore operetur: quemadmodum in tremulo et reciproco aëris motu positus videtur sonus, ut postea dicemus: iis colores in reciproco luminis motu, seu plurium, vel pauciorum radiorum vibratione probabilissime collocantur. Ideoque prout lumen modo fortius, modo debilius; modo pluribus, modo paucioribus radiis, modo promptius, modo lentius in oculos nostros vibrabitur, varii in nobis colorum sensus excitabuntur, quorum aliunde nulla reddi potest ratio.

Ii porro sensus etiam remotis corporibus lucidis et coloratis nonnunquam supersunt. Ut si quis visus aciem aliquantulum in Solem intendas, ac repente clausis oculis sese intra seipsum colligat, et contineat; tum lucem candidam ex forti luminis impressione residuam cernere sibi videbitur. Sic viridis color sentietur ab eo qui in libro Soli exposito aliquandiu legerit, ut a pluribus est observatum.

Ergo colores omnes in varia plurium vel pauciorum radiorum luminis pressione, seu potius pressionis vibratione positi videntur.

Quid si quis dubitet na radii luminis repetitis ictibus vibrentur, ac veluti subfulsent, dum visus organum feriunt: monendus tantum est, ut oculos in corpus lucidum, puta flammam conjiiciat: hujus quippe particulas perturbato motu agitata percipiet; sicque aetherae substantiae radios ab illis quoquo versus vibrari, hoc est, repetitis ictibus impelli facile intelliget. Idem advertes in Sole, a quo radii, sive recta, sive per refractionem, sive per reflexionem ad oculos nostros perveniunt.

Deinde quod spectat ad reflexionem radiorum, si infiniti radii qualis *Di, Ei, Fi, fig. 1 tab. 15*, in corpus coloratum incidere, ab eoque reflecti concipiantur: cum in illius superficie, quae nunquam ita plana est, quia variis prominentiis seu monticulis sit exasperata, continuo fluxu tum *abn A* in *C*, et vicissim; tum *ab* omni similiter parte in

oppositam fluat materia subtilis, ac propter prominentes in superficie particulas fluendo subses: necesse quoque est, ut radios in istam superficiem, sive recta, sive oblique incidentes subfultim repercutiat, atque ad oculos vibret.

Ex hac porro radiorum vibratione quae varia est, et ad diversi generis, seu diversae rationis radios pertinere potest, repetenda videntur colorem discrimina. Sed qualis esse debent ita singulis coloribus illa vibratio, hactenus ignoratur. De albedine tamen et nigredine, si non vera, altem vero proxima possunt afferri. Sit igitur

Propositio secunda

Albedo ex forti omnium fere radiorum vibratione ob corporis reflectentis aspectarem, nigredo vero ex nulla, aut admodum debili paucorum radiorum repercussione exoritur.

Probatur prima pars, quae est de albedine. Hic color ex forti omnium fere radiorum vibratione profiscitur, qui in corporibus admodum corporum illorum asperitas non fuerit complanata.

Atqui albedo in iis dumtaxat corporibus apparet, [p. 320] quae multis partibus prominentibus exasperata sunt; tamdiuque solum in iis cernitur, quamdiu illorum asperitas non fuerit complanata. Nam subtilis materia in aspera corporis superficie omne ex parte fluens et subfultans, quemadmodum aqua in calculoso rivi fundo fluens subfultat, incidentes in eandem superficiem luminis radios magni copia regerit: sed si admodum laevigata, aut etiam pluribus foraminibus perfusa sit superficies, nec materia subtilis in ea fluens subfultet: tum radios luminis in eam incidentes aut nullos aut paucos vibrabit. Id patet in argento, quod tum album percipitur, cum multis partibus prominentibus, veluti monticulis asperius est; scilicet ubi in aqua fervida sale communi, et sale tartari impraegnata fuit aliquandiu relictum et exesum, idem candorem suum exuit, magisque offuscatur, cum lapide haematite perpolirtum est, et ipsius partes asperae ac prominentes, sive monticuli sunt depressi.

Ergo albedo ex forti omnium fere radiorum vibrationes ob solam corporis reflectentis asperitatem profisciscitur.

Probatur secunda pars, quae est de nigredine. Ille color ex nulla aut debili paucorum radiorum repercussione exoritur, qui ibi apparet, ubi radii luminis aut nulli, aut pauci admodum reflectentur.

Atqui nigredo ibi apparet, ubi radii luminis aut nulli aut pauci admodum reflectuntur: nam in subterraneis specubus, locisve tenebrosis, in quibus aut nulli, aut pauci radii ad oculos perveniunt, nigredo percipitur, quae tenebras, sive umbram refert, vel potius nihil est praeter umbram ac tenebras, ut albedo fere a luce non discrepat. Item in aperta cubiculi fenestra foris et eminus spectata apparet nigredo, quando radii luminis intra cubiculum admittantur, nec foras eremittantur.

Ergo nigredo ex nulla, vel admodum debili pauciorum radiorum reflexione nasci videtur.

Confirmatur utrumque pars variis experimentis.

Primo. Si duo marmora Soli exponatur, alterum candidum, alterum nigrum, id quod candidum est non tam facile incalescet, quam nigrum, nec tamdiu calorem retinebit; nam candidum omnes fere luminis radios in omnem partem propter superficiei asperitatem reflectit, hincque illius albedo; nigrum vero propter laevorem pauciores regerit, plures intra se, sive intra meatus, quibus ubique perforatum est admittit; unde ater istius color perendus.

Secundo. Ut pannus albus nigro colore ab infectoribus tingatur, vitriolum, et aliae partes corrodentes adhibentur, quae pannum deterunt, et ipsius meatus aperiunt, ut luminis radii intra ipsos absorbeantur, non regenerantur, hinc niger pannus minus firmus est, quam albus; nec album colorem rursus induere potest, cum reliqui colores in nigrum facile mutantur.

Tertio. Vitrum, et vitriolum contusa colorem album exhibent, cum illud antea diaphanum, seu pellucidum, hoc coeruleum foret; quoniam ipsorum particulae non comminutae radios luminis, non secus ac arenae Stampensis grana, ex omni parte regerunt: ideoque albedo, seu candor colorum aciem radiorum multitudine defatigat.

Ergo albedo ex forti omnium fere radiorum vibratione; nigredo ex nulla aut infirma paucorum radiorum repercussione proficiscitur.

Propositio Tertia

Ceteri colores inter album et nigrum interjecti, ex varia quoque luminis vibratione orti videntur: sed qualis esse debeat in singulis coloribus vibrationis modus, non facile est definire. Nonnulli ex recentioribus Physicis innumera per mentem puncta in

corporum sensibilibus superficiebus distinguunt, quorum alia, utpote plena et solida, lumen regerant; alia vero, scilicet cava et penetrabilia, lumen intra se absorbeant. Unde ex prioribus, *luminosos*; ex posterioribus, *tenebrosos*, vel *umbrosos* radios prodite concipiunt.

Igitur si ex omnibus fere cujusdam superficiei punctis, luminosi radii vibrentur, nec ulli fere prodeant tenebrosi: superficiem illa sentietur *alba*, seu *candida*, ut modo dictum est.

Si plures ex ea superficie radii *luminis* quam *umbræ* vel *tenebrarum* erumpant: erit superficies vel *flava* vel *rubicunda*.

Si tot fere ex illa luminosi veniant radii quot tenebrosi: color ejus aparebit *viridis*; qui cum nec fortior sit nec debilior, oculos recreat, non fatigat.

Quod si plures ex ea emittantur tenebrosi radii, quam luminosi; cernetur *coeruleos* color, vel violaceus.

Denique si nulli fere vibrentur luminosi radii, sed omnes fere sint tenebrosi: *nigra* percipietur superficies.

At magni vir nominis Mathematicus Isaacus Newton, Anglus, experimentis accurate factis contendit lumen ex heterogeneis, seu diversis rationis radiis constare, quorum alii majores, alii minores patiuntur refractiones.

Etenim radii coerulei magis refringuntur quam radii rubri; ideoque coerulei a rubris per lentem vitream trajecti separantur. Postquam vero separati sunt, tam hi quam illis uum constanter colorem retinent: sive illi semper ad coerulei, hi vero ad rubri coloris sensum in nobis excitandum sunt idonei. Exempli causa radii qui colliguntur in H, *fig. 3 tab. 15*, quinque coeruleum exhibent colorem magis refringuntur, quam qui congregantur in F, et rubrum referunt. Quod si vel coerulei seorsim, vel rubri, rursus colligantur ope lentis vitreae, prout cerni potest, *fig. 3, tab. 30*, hincque divergentes, seu distracti prodeunt, [p. 321] eundem tamen singuli contrario situ dispositi, primigenium colorem retinent. Verum hoc postremum experimentum non admittitur ab iis omnibus, qui illud tentarunt. Utcumque illud sit, hoc semper inquirendum restat, quae sit figura, quis situs aut motus, seu quae vibratio particularum radii coerulei discernatur. Nam id non docent experimenta Newtoniana; sed ex iis tantum sequitur colores saltem primarios, qualis nobis videntu coeruleus,

flavus et ruber, non ex varia radiorum permixtione aut temperatione proficisci; sed suis quosque soeciebus luminis radiis esse productos. Quae vero sit radiorum illorum ratio velmodus, seu modificatio nobis non innotescit.

Ceterum sentit insignis Mathematicus systema suum non modo in radius refractis locum habere, sed etiam in reflexis. Nam qui radiis facilius refringuntur, eos pariter facilius reflecti, cum oblique in corpus solidum et durum impingetur, experimentia compertum dicit. Itaque si pannum, aut aliud corpus rubro vel coeruleo, vel alio quovis colore tinctum cernamus, id ex accidere putandum est, quod corpus illud aptum sit ad regerendos radios, qui ad illos colores in nobis excitandos sint comparati: ceteros vero majori ex parte vel sistat vel absorbeat, quemadmodum certi liquores ampullis vitreis contenti radios tantum coeruleos, vel rubros, vel violaceos traducunt, reliquos non admittunt.

Sin [sic?] autem corpus quoddam omnis generis radios fortiter reflectat, id, si eidem auctori fidem habeamus; album seu candidum cernetur, si nullo, aut admotum paucos referat, plures absorbeat, nigrum erit.

Verum etiamsi Newtonianum admittantur systema quoad certos colores, puta rubrum, flavum, coeruleum, et si qui sint alii, quos radii quidam speculiales in nobis excitent, quique *primitivi* dici possunt, alios tamen ex eorum permixtione oriundos esse, quos nominare licet *secundarios* negari vix potest, ab iis praesertim, qui cum Newtoni colorem album ex forti radiorum omnis generis concursu prodite existimans, Sit igitur

Propositio Quarta

Praeter albumet nigrum, qui non tam colores, quam lux et umbra multis videntur, flavus, ruber et coeruleis inter ceteris primitivi merito habentur.

Probatur. Illi colores merito habentur primitivi, ex quibus inter se permixtis ceteri oriuntur, urt clarius eset.

Atqui ex flavo, rubro et coeruleo inter se permixtis ceteri colores oriuntur. Nam ex flavo et coeruleo fit viridis, ut pictores norunt. Unde in trigono vitreo *fig. 3, tab. 15*, inter radium *i* flavum, et radium, H coeruleum, intercedit radium viridis *o*; ex flavo itidem et rubro fit croceus. Unde ibidem inter radum *i* flavum, et F rubrum, croceus *x* interjacet. Denique ex rubro et coeruleo purpureum fieri docet experientia.

Quamobrem si vitrum flavum cum coeruleo jungas, et per utrumque respicias, colorem viridem senties. Item si pannum coeruleum per vitrum flavum, vel pannum flavum interfeceto vitrum flavum inspixeris, ambo pannes virides apparebunt. Si rubrum vitrom cum flavo jungas, croceum; si rubrum cum coeruleo, purpureum colores cernes: sed si rubrum pannum per vitrum etiam rubrum intuearis, leucophaeum fere colorem, sed dilutiores percipies.

Omitto ceteros colores qui ex aliorum mixtione et temperatione prodire videntur, ut sunt color cinericus, color fulcus, color caefae, olivi, olei myrtini, aliique innumeri, quos nemo valeat recensere.

Ergo flavus, ruber, et coeruleus tamquam primigenii inter ceteros colores merito habentur.

Responsiones ad objecta

Objicies primo, vix credibile esse colores qui *fixi* dicuntur, a sola lumini vel reflexi, vel refracti vibratione duci, sed eos potius in rebus ipsis, sive corporibus, tamquam entitates quasdam inhaerere dicendum est, ut Peripatetici Arabes existimant.

Respondo negando propositionem. Nihil quippe extat in corporibus coloratis, praeter eam partium texturam, ordinem, et situm, quibus lumen diversa ratione ad oculos nostros sive per reflexionem, sive per refractionem vibratur, ut diversi colorum sensus secundum variam radiorum luminis modificationem in nobis excitentur: idque tum ex iis, quae modo allata sunt, tum etiam ex multis in hanc rem factis experimentis, maximeque ex subita colorum mutatione demonstrari potest.

Primo quidem, solutio mercurii limpidissima est, et luminis radios facile transmittit: sit enim ex mercurio, seu hydrargyro *sublimato*, in aqua soluto. Sublimatur vero mercurius, non solus, sed acidis nitri spiritibus, quibus penetratur, admixtus, ut salis formam induat, et una qua solvatur. Cum autem oleum tartari, quod nihil est, nisi sal fixum *alkali* ipsius tartaru fusum, ut antea diximus, in eam solutionem immittitur, quoniam ipsius pori ad excipiendo acidis nitri spiritibus magis accomodati sunt, quam hydrargyri meatus: idcirco spiritus illi acidi nitri relinquunt: *alkalinam* mercurii, seu hydrargyri substantiam, et cum oleo tartari conjuunguntur: atque ita praecipitatur mercurius, et flavum saturum, seu croceum colorem exhibet.

Quod si sal *alkali* volatilis loco salis fixi: puta spiritus salis ammoniaci loco olei tartari, in solutionem [p. 322] mercurii fuisset infectus: praecipitatio mercurii non flavum, ut antea, sed album colorem dedisset: idque fortasse quod sal *alkali* volatile, quod tenuis est; et consequenter latiores relinquat meatus in hydrargyro, quod postea nec tanta vi, nec tanta copia radios luminis remittit, quam si per *alkali* volatile fuisset praecipitatum.

Secundo. Coerulea est tinctura heliotropi. Vocamus *heliotropium*, massam ex contusis heliotropii granis, calci et urinae admixtis, complectam; quae amylo coeruleum tribuit colorem. Sin [sic?] autem spiritus acidus, qualis est spiritus vitrioli vel nitri in eam tincturam infundatur, ipsa statim rubicundum colorem induet, qui immisso liquore vel sale alkali, puta oleo vel sale tartari, protinus abibit, ac prior restituetur: propterea quod spiritus acidus, eo *alkali* exceptus, solutionem dimittat, quae ad priorem statum revertitur. Idem accidit charta coeruleae, scilicet heliotropo tinctae. Nam ea infuso acido rubrum ostendit colorem; adjecto autem alkali, ut oleo tartari coeruleus chartae color revertitur.

Simili ratione sirupus violaceus infusus aliquot spiritus acidi guttis intensius rubet. Sed immisso alkali ruber color mutatur in viridem. Item infusio rosarum siccarum, quae pene est decolor, injecto liquore acido rubicunda fit: adjectio alkali fit viridis.

Tertio. Si in aqua communi solvatur vitriolum viride, quod vitriolum Maris dicitur, quia maturam Martis, seu ferri participat; sive, quia est sal falsus ex acidis spiritibus vitrioli, et alkalina ferri materia constans: haec solutio nitida erit et pellucida, nec ipsis oculis aliter apparebit quam aqua communis. At si alkali quoddam ei admisceas, puta oleum tartari, quo spiritus acidus vitrioli excipiatur, et alkalina ferri materiam relinquat: ferrum illud, ut de mercurio dictum est, praecipitabitur, et colorem viridem exhibebit. Si liquor acidus rursus injiciatur, redibit pelluciditas.

Quarto. Solutio vitrioli coerulei, quod vitriolum Veneris dicitur, quoniam ex alkalinis Veneris, seu cupri, et acidis vitrioli particulis constat, sub coerulea cernitur. Si cum eo confundas solutionem salis ammoniaci, fiet liquor viridis. Sed si loco solutionis salis ammoniaci in eam immittas oleum tartari per defectum, accidit praecipitatio cupri: eaque cyaneum, seu exquisitissimum colorem, coeruleum dabit. Acidus liquor pelluciditatem restituet.

Quinto. Si infuso gallae et solutio vitrioli viridia, seu Martis seorsim sumantur, nihil illis limpidius. Sed si eas una misceris, in atrum liquorem repentini particularum

ferrearum praecipitatione degenerabunt. At si huic mixtioni spiritum vitrioli affunderis, liquor ex atrofiet perspicuus; quod spiritus acidus vitrioli alkalinas Martis particulas rursus exagitet. Si salem tartari adjicias, color ater redibit, quod spiritus acidi particulae alkalinis tartari partibus excipiantur, et ferream materiam relinquunt, quae idcirco praecipitatur, et quoniam radios luminis adsorbet, nigrum reddit colorem.

Sexto. Si ampulla vitrea ligni nephritici solutione impleatur, ac inter oculum et cubiculi fenestram interponatur; radii luminis per eam refracti aureum colorem exhibebunt. At si oculus phialam inter et fenestram sit interjectus, ita ex radii a phiala in oculum reflectantur: coeruleum percipietur color; qui infuso liquore acido evanescet, ac aureus apparere incipiet. Sed adjecto oleo tartari, coeruleus color restituetur, aureusque abibit.

Ex quibus omnibus, aliisque innumeris experimentis colligi potest colorum mutationes ex eo petendas esse, quod coloratorum corporum textura, et ordo partium immutetur; ac consequenter luminis copia, vel motus, aut vis, seu presso diversa ratione se habeat.

Objicies secundo. Multi ex Philosophis recentioribus docere videntur album et nigrum ex sola luminis reflexione, ceteros colores ex sola refractione proficisci.

Ergo ii in diversa radiorum pressione, aut pressionis vibratione non sunt reponendi.

Respondeo, quidquid sit de antecedente, negando consequentiam. Primo enim albus color non per solam reflexionem, sed etiam per refractionem luminis producitur: ut in lumine per lentem vitream trajecto, et in brevius spatium collecto, et albicante observatur.

Deinde nec ceteri colores per solam luminis refractionem, verum etiam per reflexionem in corporibus scilicet coloratis percipiuntur. Unde sive per lumen reflexum, sive per refractum producat color, ii semper ex eo ducantur quod luminis radii vel majore, vel minore copia; vel fortius, vel debilius, vel promptioribus, vel lentioribus vibrationibus oculos feriant: hincque fit, ut idem corpus, prout varie luminis radii exponitur, diversis quandoque coloribus pictum apparet, cujusmodi sunt colla columbarum, et aliarum etiam avium plumae.

Objicies tertio. Colores ex elementis, aut certe ex primis qualitatibus elementorum Peripateticorum et Chymicorum, puta ex calore, frigore, humiditate, et siccitate, aliisque potius oriuntur, quam ex varia modificatione luminis; nam aër v.g. in spuma, et in nive album colorem efficit, etc.

Respondeo negando propositionem. Nam etiam si aër, ceteraque elementa suo modo ad colorum productionem concurrant, non id aliter, quam suarum partium figura et contextu praestare videntur. Ubi quippe in eorum partibus lumen valide, et quoquoersum et magna copia reflectitur; tum candidus color apparet: si alia ratione modificetur radii, tum alii colores, prodibunt. Idem prorsus Chymicis est respondendum, si colores a [p. 323] suis elementis, sale praesertim ac sulphure repetendos velint: nam hujusmodi elementa per solam luminis modificationem variis ortum praebent coloribus, ut satis hactenus comprobatum arbitramur.

*

Physica particularis - De corpore animato Dissertatio XIII- De visu

[p. 637] **Sectio V**

De lumine controversia

I. Proposui sectione 2 quae apud eruditos fere sunt indubitata tum quo ad lumen ipsum tum quo ad affectionem oculi, et visionem; illa tamen nituntur postulatis, quibus opponuntur radii luminis esse velut lineae rectae reflexioni et refractioni idoneae et aptae: aut etiam pro clara magis, et distincta explicatione argumenti caetero quo satis implexi ponuntur radii luminis tanquam singuli essent totidem rivuli luminosi liquoris recta via diffusi a lucido usque ad obicem: in quem pars quaelibet liquoris illius ita censetur quasi urgeri a tergo a succedente, eaque velocitate et impetus premi; ut inde determinentur refractiones et reflexiones radiorum. Obscurissimum quidem est intellectu quid revera sit lumen, quod ad praesentiam corpori lucido circumquaque posita corpora opaca illuminat: attentis enim et expensis quibusdam eius proprietatibus videtur esse effluvium quoddam, ut praedixi, localiter circumquaque fluens quasi per canales, et meatus institutos a natura in corpore diaphano; alisi vero ex eius proprietatibus consideratis impossibile hoc ipsum et absurdum videtur: nempe lumen esse corpoream substantiam localiter diffusam. Hinc in tres sententias super hac re discesserunt Eruditi.

II. Prima lumen esse effluuium statuit, seu halitum undequaque diffusum a exhalationem e.g. a Sole, quemadmodum a mari vapor concinenter exhalatur. Sic tamen ut incredibile velocitate lumen diffundatur, et insinuetur in poros directos corporis diaphani; si vero ad corpus opacum, cuius pori inordinati, et implexi sunt; pervenerit, ex parte effluuium illud sistatur, et sufflaminetur atque ex parte reflectatur; simili ratione observatum est, corpuscula et effluvia vere ignea incurrentia in speculum concavum vere reflecti et coffigi [?], atque ita speculi illius opera calorem intendi. Illud tamen interest discrimen, quod igneum illud effluuium diffundatur ac reflectatur irregulariter: lucidum vero secundum lineas rectas: quod ipsum experieris, si ad foramem cubiculi candelam accensam, et mox titiorem ignitum admoveris: lumen enim intro perget per lineam rectam: calor vero in partes omnes cubiculi spargetur. Haec porro directio lineae et radii luminosi refertur ab his authoribus immo velocitatem incredibilem, qua lumen diffunditur ac fluit per vias nunquam impeditas: nempe per poros semper expositos et perfusos medii diaphani: ducta analogia a mobile e.g. globulo qui maximo impetu proiectus, idque per viam non impeditam recta semper procurrit iuxta primam determinationem a proijiente impressam. Si adversus huiusmodi sententiam opposueris novitatem; respondere solent illam esse Platoniam, immo Aristotelicam in problematis praesertim sectione 2. Ubi saepius ait lumen pertransire meatus diaphani directos, praeterea Divum Augustinum lib. I de Genesi ad literam cap. 15 et plerosque Patres ita sensisse, qui de luce prima die creatura commentata sunt. Si secundo opponas lumen in instanti propagari, concedent sensu physico non vero metaphysico; sed brevissimo tempore, et physice instantaneo luminis vel ab ipso Sole diffu[sio]nem vel usque ad terras fieri dicent. Contendunt autem nullum experimentum in contrarium afferri posse si res haec attente et acute examinetur: quoniam nulla humanitus superit mensura, unde scire possit, num eo metaphysico instanti, quo e.g. Sol oritur, illum ex orientem videam, adeoque radii illius tunc omnino ad me pertingant: an potius post plura sensu metaphysico instantia ab ipso ortu Solis, appellat eius radii ad terras. Etenim sonus exinde certo evincitur non instantanee, sed successive propagari, quod citius percipiamus oculis lumen quam sonum auribus, licet simul eademque actione communi tum lumen tum sonus aut producat aut determinetur. Ut igitur, deprehendere possemus num lumen instantanee vel successive diffundatur, necessaria esset certa regula vel mensura qua constaret tunc omnino videri Solis lumen, cum Solis oritur: hoc est in eo ipsissimo instanti quo lucidum e regione oculi constituitur, lucum ipsum lumine affici. Si tertio opponas exponi in ea sententia non posse quo modo remoto lucido extingatur illico diffusum lumen. Respondent quemadmodum clauso epistomio fontis cessat atque effluuium; utque si recederet mare, cessaret vaporum exhalatio; ita lumen cessare cum extingui dicitur. Si quarto: ex continua effusione Solem diminutum iri. Respondent,

ut mare non decrescit vaporibus continenter sublatis, ita neque Solem ex perenni luminis effluvio: circulan tur enim etiam effluvia, ut vaporosa: praeterea subtilissima esse luminis substantiam, unde incredibiliter minima est Solis iactura, et diminutio. Si quinto: in refractione et reflexione cum plures radii in eundem locum colluguntur sumtam corporum penetrationem, si lumen esse corpus. Respondent non in eandem locum sensu metaphysico, sed sensu physico convenire radios illos: hoc est vicinissimos esse, et videri physice esse in eodem loco ut cinis et aqua, dum haec insunditur in vas plenum cineribus.

III. Altera sententia Cartesii est, et familiarium exposita in eius systemate differt, et 4 physicae gener. Scilicet lumen non in effluvio positum esse, sed in nisu effluendi, quo in motum propendent globuli secundi elementi continuato ordine dispositi undequaque a corpore lucido per medium diaphannum: nisuque illo, seu negativa gravitatione ita affici oculus ut exinde videat. Si opponas primo reflexionem luminis ita explicari non posse. Respondent illam inde fieri, quod cum vidimus globulus nissum exercere non possit in corpus opacum obiectum, eum exerit in aliam globulorum seriem ordinatam secundum lineas reflexionis. Si secundo; collectionem radiorum ex refractione, et intensionem luminis cum ea sententia minime consistere. Respondent: totum id praestati per vitrum convexum: quia in series quasdam globulorum ordinatas secundum dispositionem pororum convergentium in eo vitro ita fit nissus, ut urgeantur illi globuli duplici veluti propensione nimirum directa, et refracta, adeoque efficacius oculus affideant.

IV. Postrema sententia vere Aristotelica definitur lumen esse actum vel efficaciam vel modificationem quandam perspicui, ex qua fiat proxime perspicuum: scilicet modificatio est diaphani, cuius ratione ita afficitur organum visus praeaesens: ut anima sentiat et videat non quidem ipsius diaphanum, sed principium unde modificatur, et qualificatur diaphanum: nempe corpus opacum vel lucidum, vel illuminatum: hanc nempe censeo sinceram Aristotelis interpretationem lib. 2 de anima, textu 66., et alibi, ubi passim habet, diaphani non opaci efficaciam et energiam esse lumen. Cum hac vero energia, seu actu adiunctum esse motum localem ipsius diaphani in sententia Aristotelis probabilissimum est ex lib. 8 Physicorum cap. 10 ubi statuit, nullum motum alterationis, vel qualificationis sine motu locali comitante contingere. Porro per analogiam ad impetum, de quo differt, 11 physicae gener. satis explicatur lumen: utrumque enim est accidens mirabile: proprietates habere discrepantissimas ab accidentibus elementaribus: contrario carent: in instanti propagantur; et quemadmodum impetus determinat motum localem; lumen insensibilem motum rarefactionis inducit, ut patet in retina ipsa, quam propterea cum copiosus est, laedit.

Difficillimum perinde intellectu quid sit lumen, quid impetur: et quid in rebus naturalibus facile? Propetrea per hypotheses et postulata de lumine philosophemur, ponimusque radios, lineas, directiones, sphaeras etc. Praeter ista sensu physico consequentes expono.

Proprietates luminis

I. Lumen vel cum calore coniunctum, vel idem cum puro calore est; nam si multum luminis simul congregetur, ut opera vitris convexis sit, summe calet: si vero radii dispersi fuerint, et extenti, lumen sensibile est sine sensibili calore; facilius enim organum visus utpote delicatius afficitur a lumine, quam organum tactus a calore: quoniam etiam organum tactus per se calidum magis est, quam calefieri possit a lumine; idcirco non discernit, nec percipit animal calidum illud esse. Dices quandoque calor sensibilis est sine lumine sensibili. Resp. Tunc calorem purum non esse, ideoque sensibiliter non esse lumen; ira calor solaris residuus post lujmen Solis extinctum vaporibus terrestribus immixtus est. Praeterea effectum formalem utriusque nempe calidi, et illuminati quodlibet subiectum excipere non est capax: diaphanum enim non est illuminatum, sed calidum.

II. Luemn rarefacit tum diaphanum, tum opacum corpus, et potuissimum delicatas mollesque partes oculi, unde huius affectio, quae est a lumine semper cum aliqua rarefactione coniungitur, ex cuius motu fibrillae nervi optici agitantur, et affectio ad cerebrum propagatur.

III. Lumen contrarium non habet: tota enim contrarietas quoad objectum visibile versatur inter colores: lumen vero nisi sit coloratum positivum accidens contrarium non habet: sed vel tenebras, vel umbram, hco est vel primarii, et directi luminis, vel secundarii quoque et reflexi luminis negationem.

IV. Producitur a lucido ab eoque conservatur: unde ab eodem lucido successuve non augetur, neque intenditur, ut augetur impetus ex differt 11. citata. Quare lumen intensum, et remissum non exponendum sic est, ut calor, et frigus, [p. 639] et similes qualitates elementares remisse, vel intensae. Intentio enim, et claritas luminis in eo posita est, quod in eodem spatio subiecti plures radii luminis congregentur.

V. Luminis fere continua productio est, et instantanee durat, nam e.g. si per fenestram subeat in cubiculum directum lumen Solis, aere regione positus lumen excipit; cum vero aer ille ex agitatione corporum subinde commoveatur, vel lumen idem de

subiecto in subiectum transmigrabit, hoc est in novam partem aeris succedentem e regione fenestrae, quod absurdum; vel de novo lumen in illa produceretur. Sic quoque cum perenni motu Sol recedat a quibusdam partibus aeris, et aetheris, et ad alias accedat: atque aliis quoque ex capitibus lioco moveatur circumexpansus aer, dicendum erit singulis instantibus de novo lumen produci a Sole, productumque extingui.

VI. Diffunditur autem sphaerice ex hypothesi, quod lucidum sphaericum sit. Proportio autem diffusionis huius intensionem et extensionem talis est, ut compensentur mutuo extensio, et intentio luminis: adeoque quantum entitatis luminis in parte proxima: tantum in remota produceretur. Imaginamur enim veluti solidam sphaeram ipsam in totidem luminosos conos, aut pyramides dividimus, quarum apices sint totidem punctis sphaerae lucidae: mox in singulis conis triangula imaginatione designamus, quorum latera sint distantia et intervallum corporis lucidi a corpore illuminato, seu a basi et latitudine trianguli: ac tandem geometrice concluditur extensionem, seu expansionem lucis inter latera cuiusque trianguli esse ut quadrata laterum, facta comparatione trianguli maioris, cum minoris; scilicet extensionem luminis esse in duplicata proportione illius quam invicem habet duae inaequales distantiae a corpore lucido. Item ostenditur intensionem luminis diffusi esse quoque in duplicata proportione distantiarum, sed permutando: hoc est in minori triangulo, tanto intensius esse lumen, ac sit in maiori; quanto maius esset quadratum lateris trianguli maioris, et quadratum lateris triangulo minoris, ex quibus omnibus tandem conficitur ut dixi intensionem, et extensionem compensatis in diffusionem sphaericam.

VII. Lumen quadrupliciter effunditur: scilicet directe, reflexe, refracte, et diffracte: circa reflexionem adnotanda divisio luminis in primum, secundarium illudque multiplex pro multiplici reflexione ex quo fit illuminari objecta etiam quae a regione opposita non sunt corpori lucido. Distinguitur autem lumen ad modum liquoris incurrentis in obicem, quem susdeque superscundat, quod patet ex sectione antecedenti parag. 3, num. 23, in fallacia circa opacum, idque expendit diligenter P. Grimaldus. In omnibus autem his observat lumen legis motus localis perinde ac si re vera corpus esse.

VIII. Quoad corpora lucida duo in primis observanda, et admiranda exhibeto: scilicet lithosporum, et phosphorum, quorum perspecta natura ad luminis proprietates intelligendas plurimum faciet. Primus itaque dictat quoque lapis Bononiensis a Chimico quodam casu inventus est, tum per sex horas lapidem pro vulgari habitum *candefecisset*, et mox Soli exposuisset. I. Ut paretur hinc lapis uritur, vel calcinatur

certa ratione et gradu; mox Soli exponitur, ac deinde in obscurum cubiculum delatus lucet ibi ut carbo, donec post certum tempus extinguatur. II. Satis debile fundit lumen: utque clarius videatur, praestat oculos aliquantisper clausos detinuisse: vel ut statim ac evigilat quis in illum intueatur. III. Calorem tenuem emittit mollibus oculorum tunicis perceptum. IV. Per hyemem et prope nives citius extinguitur, ut quoque si quis in illum perfiet. V. Aliquoties ad Solem ita accensus tandem vim deperdit. VI. Si collectis per vitrum convexum radii Solis exponatur citius, aut intensius non accenditur. Ex his proprietatibus sit primo lapidem non conservare lumen illud idem quo illuminatus fuerat a Sole; quia non illuminatur, sed lucidus evadit, hoc est lumen emittens, non vero recipiens, aut reflectens. Secundo: a calore, et Solis lumine accendi sulphur tenuissimum lapidis illius perinde ac naphta accenditur a flamma licet distante: atque inde lapidem fieri lucidum.

IX. Phosphorus, quod inventum est Chimici Germani, alius liquidus, alius durus: longa operatione paratur ex urina, ac creditur ex ipso quoque sanguine fieri posse. I. Solidus est lapillus coloris citrini, quid adservatur aquae immersus, in qua non lucet, nec incalescit; at eductus in aerem in obscuro loco lucet adeo, ut ad illius lumen commode legatur. Si in aquam iterum inieceris extinguitur, iterumque lucet extractus: II. Liquidus in phiala costoditur: si quidpiam illo inunxeris, e.g. chartam, haec tenebroso in loco lucem non mediocrem effundit: sic quoque durus phosphorus affrictus panno, aut chartae lucem imprimit, quae lente deficit; quod si postquam defecerit, digitum ducas per eius vestigium; iterum charta accenditur, et splendet. III. Si solidum admoveas flammae statim ardet ut pyrius pulvis, sic etiam si affrictu valido ducas phosphorum per asperum pannum; inde accenditur, et consumitur. IV. Phosphori flamma proprietates habet miras easque non modo dissimiles, sed oppositas proprietatibus flammae vulgaris; eas tamen digerere huius loci non est. Plura item circa lapidem hunc observantur in dies ab Eruditis, ut videre est in diariis Eruditorum praesertim ad annum 1683. V. Principia ex quibus profluunt huiusmodi proprietates phosphori statuuntur esse subtillissimum nitrum, et sulphur: tum quod flamma phosphori sulphur oleat: tum quod ex vitali nitro digesto in corpore humano phosphorus ipse coalescere quod item in aere luceat, et ardeat, non vero in media aqua videtur esse ex contactu, et allapsu aeri nitri, a quo fermentatur ingenitum phosphori nitri, ut ex analogia pulveris pyrii satis exponitur. VI. Ex affrictu particulae insensibiles agitantur, et colliguntur ad statum physicum lucis, et flamma: sic enim pulvis quoque nitribus solo motu, et agitatione quandoque accenditur cum paratur. VII. Quod vestigium impressum relinquat lucidum, est ab eius particulis, quae facile haerent attractis corporibus. VIII. Denique flamma phosphorem proprietatibus dissimillimae a reliquis flammis analogiam habet in auro fulminantes, cuius accensi

impetus deorsum agit: et ipso quoque igne veri [p. 640] fulminis, qui juxta dicta in loco dolium non comburit, et in eo contentum vinum absumit cum similibus plurimis.

X. Sunt plura corpora, quae lucem ingenitam habent in obscuro conspicuam, ut lampyrides, erucae quaedam, squamae piscium, ligna putrida, fructus quoque maris noctu agitati scintillas emittunt; sic dorsum affricatum: testantur iter Vir Anglus in diario Eruditorum observasse dum caligas exueret ex affrictis cruribus crebras scintillas exiluisse: haec porro omnia confirmant in mistis elementa inesse sensu metaphysico, et potissimum ignem, qui collectus ad statum physicum lucet, et calefacit, perinde ac scitillae ex scilice colliso excussae ut differt de igne observavimus.

Sectio VI

De diaphano et opaco

I. Ad rem colorum maxime pertinet status hic geminus corporum naturalium: per diaphanum erit lumen et color traicitur, ex opaco reflectitur. Porro observanda sunt quatuor ad naturam utriusque intelligendam. Primum, si vitrum perfectissime diaphanum conteratur in minutissimum pulverem evadit opacum et alnum, sic quoque si minutissime misceatur aqua cum aere et fiat spuma: in utroque casu contingit mixtio corporum duorum, nimirum aeris et vitri, aut aeris et aquae, ac praeterea conformatio particularum tum vitri, tum aquae in figuras invicem non congruentes sed interpositas utpote angulosas, aut curvas: unde colligitur quod vitrum cum diaphanum erat particulas suas diversimode dispositas habuerit, et ita continuatas aequae commissas, ut seriem exquisitae ordinatae congruentemque efficerent: quod ipsum observatur in vitri sectione, quae laevigatissima est non aspera, ut divisio vel disruptio ligni. Secundum, si bytirum liquefiat diaphanum fiet: concretum est opacum. Sic plura alia viscosa corpora, quae ex ea ipsa viscositate particulas habent invicem implicatas fere ut lignum. Tertium, vinum opacum et coloratum cum extillatur abit in diaphanum spiritum vini: ea vero distillatio secernit et separat particulas quibus vinum constat, quaeque eterogeneae cum sint, minime aequabili plexu nec uniusmodi innectebantur: sic quoque observant Chimici liquores limpidissimos una immixtos opacari. Quartum, si vitrum asperetur inextima superficie, vel undulosum fiat evadit opacum, nec lucem aut colores transmittit: similiter aqua agitata perspicuitatem amittit: scilicet iuxta observationem primam extimae aquae particulae miscentur, et interpolantur paeticulis aeris.

II. Ex dictis satis probabiliter ponitur, diaphanum esse corpus quod partes suas habeat ordinatas secundum lineam rectam, et ins eriem similem illius, quae diffunduntur luminis raduu: uta ut ordo illarum partium, et horum radorum exquisite congruat nec mutuo perturbetur licet variis decustationibus interxatur. Intellige frequentes arbores dispositas ut dicitur in quicumquem, nempe ordinem istarum se mutuo quidem interfecent, non tamen implicant, aut invicem incurrant: ita ut qucumque ex loco prospicias, directum arborum ordinem videas. Simili pacto dispositas esse partes corporis diaphani postulatur si minus probatur: ex eo tamen posito fit primo poros etiam diaphani esse eodem dispositos ordine, quemadmodum viae et semitae inter arbores praedictas, arborum ordines imitantur. Secundo particulas diaphani esse omnino murtuo similes figuris alioquin perturbaretur ordo prominentibus hinc inc inde veluti tuberculis dissimilium particularum: in vitri porro sectione huiusnodui proprietas manifesta proditur. Tertio, si partes corporis caeteroque aeteregenei non ita congruant; opacitatem inducit quod si aeteregae partes dissimilisque naturae dispositionem tamen praedictam et ordinem mutuo servant, diaphanum evadere mixtum ex opacis miscelibus ortum.

III. Haec omnia iuxta sensum Aristotelis ponuntur qui probl. Sext. 11 et 23 dixit: per humores oculum transpicere posse ex eo, quod illi habeant meatus parvos, spissos, continuatosque ut minime prospectum imperdiant: idque convenit cum afferta luminis qualitate: nam licet revera lumen sit qualitas, proprietates tamen nonnullas communes habet cum mobili localiter corpore, ut patet ex eius reflexione directione etc. Hinc diffunditur, et propagatur non quidem per diverticula, sed quemadmodum monile proiectum moverant inter arbores nemoris dispositas in quincuncem; et perinde ut mobile cum offendiculum incurrit; reflectitur.

IV. Opacum ex opposito illud est, cuius particulae implicatae sunt, et immixtae serie perturbata ut arbores nemorum inordinatae simñque implexae: propterea ex dictis cum lumen non subeat per diverticula, reflectitur ab opaco.

V. Proprietates diaphani recenseo. I. Nullum erst perfectum diaphanum seu cum exactissimi dispositione de qua num. 2 unde ex quolibet diaphano aliquid semper luminis reflectitudo nec totum trajicitur. Hinc ratio cur aqua profundissima opaca videatur: in tanta enim profunditate series propria diaphani alicubi perturbatur: hinc quoque cur coelum caeruleum appareat: nam aeri intermixtae sunt plures opacae particulae, quae licet minimae traiectionem nonnullorum radorum Solis prohibent: unde coniugantur eo ordine radii luminosi cum umbris, ut color caeruleus exhibeatur ex infra dicendis. Hinc etiam fit ut per subtilem laminam vitream plus luminis

traiciatur quam per crassiorem. II. Non est idem perspicuum et opacum, ac densum et rarum, nec quidquam confert raritas aut densitas ad perspicuitatem licet illam modificat iuxta sectionem 2. III. Omne corpus vel opacum est, vel diaphanum, vel mixtum et utroque: hinc si microscopio opacum corpus inspicias aparent in superficie particulae quaedam veluti vitreae; manus ipsa si Soli exponatur nonnihil tanslucet ex mixtura diaphani. IV. Opacitas inducitur non una ratione: vel liquatione ut in cera: vel affusione corporis alterius, ut charta oleo peruncta perspicua redditur: inde enim ordinatur series particularum et villorum chartae: vel separatione et distillatione ut spiritus vini, vel laevigatione, ut vitrum asperum hoc pacto diaphanum sit.

VI. Opaci proprietates consequuntur. I. nullum [p. 641] est perfectum ipacum: in extima enim superficie cuiusque corporis ex dictis se produnt quasi vitrae particulae, per quas traiciantur aliquo usque luminis radii: inde subtilissima lamina auri radios transmittit. II. Non est sola superficie extima, sed ex aliis quoque profundioribus planis reflectitur lumen incurrens in opacum: neque aliter idonea et accommodata ad plures effectus reflexio esse posset: hinc est quod lamina tenuissima vitri apta non est ut adhibeatur in speculum: ad hoc enim petitur nonnulla crassities vitri, praeter laevigatissimam superficiem: scilicet ut radii ordinatim reflectantur, et eadem dispositione qua directi inciderant: nam ordinatio huiusmodi determinatur tum ex tractu profundiore pororum vitri, tum ex laevigata superficie. III. Corpora huiusmodi opaca quae specularia proinde sunt ex quibusdam sui partibus sub nigra apparent ut observare est in speculo, in argento laevigato etc., ratio ex regulis reflexionis repetenda: non enim radii omnes impingentes in speculum reflectuntur in omnem locum ubi forte constitutus sit oculus, sed pro aequalitate angulorum incidentiae et reflexionis certi in certum locum radii pertingunt, at non reliqui ab eodem obiecto profluentes. Hinc fit ut radii ordinati invicem ex ordine quo dispositas fiant in ipso obiecto partes et puncta eius visibilia, ita incidant in argentum laevigatum ut reflectantur duntaxae in eum locum unde videtur splendidum, et luminosum esse argentum: in alia vero loca circumposita ex eodem obice, scilicet argento, reflectatur inordinatum lumen et intermixtum umbris, unde illa nigredo apparet iuxta mox dicenda de coloribus. IV. Opaca corpora quae scabram superficiem habent, lumen reflectunt undequaque, et inde illuminata et colorata undequaque inspiciantur apparent: tubercula enim et cavitates quibus asperatur et inaequalis redditur corprum illorum superficies, sunt velut innumerae aliae superficies ex quibus determinantur reflexiones tam multae tamque variae, ut in omne punctum circumfusi spatii radii reflexi perveniant.

Sectio ultima
De coloribus

I. Colorem definit Aristoteles libro de anima capite 7, *esse motivum perspicui actu seu esse id, quo move, seu actuat id quod actu perspicuum est*. Profunda valde et acuta definitio, quae recte exposita facilem gratamque viam coloribus exponendis aperit: sive enim nomine perspicui intelligatur diaphanum seu visibile; color est motus seu modificatio actus ipsius perspicui, scilicet luminis ex sect. 4.

II. Nulla lux existit sine aliquo colore, saltem candorem fulgidum habet lux vel purissima: alia tamen est candida, rubra alia, caerulea, sanguinea iuxta naturam diversam lucidorum; sic lumen quoque ex opaco reflectens diversimodum coloratum est..

III. Si per nebulam ex parte diaphana Solem inspicias rubescere videtur. Ratio una est, quod a partibus opacis nebulae plures, solaris lucis radii sistantur, aut sursum reflectantur, atque adeo reliqui traecti usque ad oculum non sint continui aut proxime contigui; sed interpolati quibusdam quasi radii umbrosis, et negativis. Ut enim ex sect. 2 postulantur et dantur radii luminis diffusi undequaque per lineas rectas; dandum quoque est radio huiusmodi quandoque diffundi diferentes e interpolatos umbrae radiis. Analogiam paratam tibi habebis si cribrum Soli exponas: radii enim per eius foramina traecti feruntur non continui sed intertexti longe productis umbris: ita igitur cogitandum est subtilibus et insensibilibus radiis evenire. Hinc autem intelligitur, unde lux solaris rubra evadat. Quod si non in ipso medio sed in corpore lucido lux ipsa simili pacto modificaretur et umbris coniugaretur: videlicet lucidarum partes cum non lucidis; lux ipsa in sua origine rubra esset.

IV. A luce ad lumen pergo: si in medio diaphano vel ex refractione, aut reflexione certo modo lumen traectum modificetur: coloratum evadet, et colorabit simili colore quidquid per illud medium diaphanum transpiciatur: ita per vitreum prisma (ex sect. 2) post duas refractiones inficitur lumen coloribus Iridis: nempe ex eo, quod refractione fiat eorundem radiorum in duobus planis non parallelis: id ipsum quoque evenit in ampulla vel sphaera vitrea ut iam expositi disser. 5 de Mundo ubi de Irade, etenim refractione distorquentur radii luminis a recta cuiusque via simulque plures quasi in unam eandemque lineam sensu physico conveniunt: hinc plures mediae semitae, aut lineae rectae relinquuntur sine lumine saltem primario: scilicet hic est effectus refractionis: unde in coniugationem illa linearum et viarum tum illuminatarum, tum umbrosarum iridis colores positi sunt.

V. Itaque si in ipso quoque opaco, quod coloratum est, lumen ex reflexione, et refractione determinetur simili ratione illius, qua diximus modificari in medio: idque proveniat ex natura ipsius opaci, erit hoc diceturque coloratum secundum naturam suam, hoc est proprio colore, non adventitio.

VI. Distinguendi sunt colores apparentes a propriis, itemque transeuntes a permanentibus. Apparentes sunt qui licet perinde visibiles et aspectabiles oculo sunt ac proprii; determinationem tamen, et originem suam non deducunt a corpore iis colorato, sed aliunde determinati corpus colorant; secus proprii colores. Transeuntes illi sunt qui in obiecto et corpore quod colorant, conspicui non sunt; nisi in certo et determinato situ et loco si tum corpus lucidum, tum illuminatum, tum oculus ipse prospiciens: quod si mutetur illa situs et distantiae dispositio certa cessabit color: ut palam est in iride et primate. Permanentes vero colores uu proxime sine invisibiles satis est utcumque a lucido illuminari, et oculum sine obice opaco interposito in determinata distantia hac vel illa constitui.

VII. Concludo itaque ex positis duo: primum, color in actu primo inest in opaco colorato independenter a lumine actu illuminante; secundum, color in acto secundo includit luminis appulsum ad coloratum. Irta diversa placita conci[p. 642]lianrtur, et experimentis respondentes idoneaeque causae statuuntur. Probatur pars prima per Aristotelem ex primis qualitibus tactilibus color existit; est enim secunda qualitas: praeterea omnium sensu opaca corpora etiam cum actum non sunt illuminata, colorata tamen sunt: utrumque autem esse aut intelligi nequit, nisi color in actu primo, seu motivum, quod est aptum movere ac modificare ipsum lumen, seu ut loquitur Aristoteles *actum perspicui* insit opacis etiam cum actu illuminata non sunt, ergo, etc. Profecto quod lumen aut lux e.g. solaris secundum se habeat commune cum primis qualitibus elementaribus, et quomodo ex illarum miscella emergat, intelligentia consequi non possumus; unde color in actu primo lumen non est, cum oriatur ex mixtione primarum qualitatum: quod item opaca in tenebra colorata non sunt saltem in actu primo poetae quidem eleganter dicunt iuxta illud *rebus nos abstulit utra colorem*; non vero Philosophi sapienter.

VIII. Secunda pars probatur; nam iuxta num. 6 salva distinctione colores apparentis et realis; permanentis et transeuntis sine superaddita lumini qualitate haberi potest iuxta n. 4 et 5 modificatio luminis appellentis ad opacum per colorem ipsum in actu primo; ilal autem est color in actu secundo.

IX. Dices lumen conditionem esse ut color sit proxime, et in actu secundo conspicuus, cum videlicet illuminatur. Respondeo duntaxat igitur discrimen opinionem in eo vertit, utrum lumen mera conditio sit ad colorem in actu secundo, an potius veniat in recto ut constitutum: hoc secundum ad tollenda superfluitatem pono.

X. Dices secundo ille color in actu primo est merus plexus et aptitudo ad modificandum lumen, qualis etiam est in primate vitreo, ergo merus color apparens est. Resp. nego intervenire omnimodam similitudinem: in primate enim dispositio est ad modificandum apparentem, et transeuntem colorem non veo realem et permanentem ex n. 7 ideo prisma neque est opacum, neque coloratum ab eo colore: contra vero objecta alia, quae colorata sunt in actu primo.

Parag. Secundus

Natura et proprietates colorum in actu secundo

I. Cum lumen ab opaco ita modificatur, ut iuxta fecit sect. 5 n. 4 reflectas incidentes radios ordinatos in morem speculi, tunc illa pars luminis non ita modificatur ab onice ut fit illius color in actu secundo; sed est mera luminis reflexio ratione ordinatae incidentiae, et reflexionis exhibens imaginem ipsius lucidi corporis, ut palam est in ipso speculo in quod radii directi Solis incidant. Quod si planus obex fuerit non ita levigatus, nec aliquo usque diaphanus: (quale speculum est) radiorum ordinata omnino incidens non est, nec imago lucidi in obice exquisite repraesentatur ut patet in calybe terso aut similibus: etenim aliquo usque turbatur ordo radiorum quantum satis est ut imago distincta non fiat; non tamen tollitur claritas reflexi luminis, quia omnis hi radii licet nonnihil confusi servata tamen semper aequalitate anguli incidentiae et reflexionis in unum certum punctum spatii circumstantiis coincident, ubi si constitutus fuerit oculos claram lumen videbit: si vero ab eo loco dimoveatur fulgorem luminis reflexi amplius non perspiciet: nam extra punctum coincidentiae omnium radiorum reflexorum constitutus est: videbit autem opacum ipsum veluti subnigrum ut patet in speculo et expositum sect. Antec. Hac porro praenotata luminis ordinata reflexione ad singulos colores exponendos pergo.

Parag. Tertius

Albedo

I. Si ex obice opaco lumen ita reflectatur ut in omnem circumquaque parte spatii dispergantur radii: ita scilicet ut ubicumque in distantia proportionata fuerit oculus, in illum incidat reflexum ab eo opaco lumen: praeterea si radii reflexi ab eo opaco sint

prorsus mutuo continui et conmtigui nempe non interpolati radiis umbrosis (ex pàrag. 1 n. 3 et 4) exhibebitur in opaco color ille, qui proximus est lumini reflexo iusta parag. 2. videlicet candor seu albedo, quae licet nona deo fulgerat ut lumen idque ex confusione, proximum tamen illi gvradam inter colores tenet.

II. Unde corpus album in actu primo intelligitur constare ex particulis seu moleculis idoneis ad reflectendum lumen incidens: in omnem undequaque partem: quoniam vero ad hoc ipsum figura sphaerica vel saltem curva idonea et apposita est; ex minimis sphaerulis corpus albnm corpori recte dicitur. Hinc alba corpora superficiem, insensibiliter licet, scabram habent nec omnino levigatam, ex compactione videlicet innumerabilem sphaerularum aut tuberculorum

III. Experimentis hoc ipsum conficitur: nam vitrum minuti fructum albescit, quia minutus pulvisculus minute fractum albescit, quia minutus pulvisculus sit particulis invicem non congruentibus ob curvitatē figurae. Spuma quoque alba est propter sphaerulas aqueas microscopio satis conspicuas. Argentum item albescit, si asperetur et scabra fiat extrema superficies; quod peragunt immergentes aergentum in aquam corrosivam, et fortem eamque ferventem. Si veo laevigetur idem argentum reflectet quidem ordinate lumen sed albedo discedet.

IV, Corpus album totum lumen incidens reflectit in medium, et est luiminis aut extinguit aut intro absorbet eo modo, quo reliqua colores. Hinc albedo disgregat visum: scilicet ob copiam luminis reflexi fibrillas retinae potentius afficit, quam feras recta organi constitutio: lumen tamen ordinat reflexum multo magis disgregat visum.

V. Hinc exponitur cur alba corpora ad Solem exposita minus incalescam quam nigra; cur etiam traiectis radiis aut reflexis per vitrum aut speculum ustorium citius charta nigram quam alba accendatur quia lumen diffusum ex sect. 4 cum sit idem ac calor saltem connexive, ob omnimodam reflexionem et quasi refultum ex corpore albo vix illud afficit, adeoque perparum calefacit: analogia praesto est in reflexione obliqua projectorum super flumen ex dissert. 18 physice gen. [p. 643] de motu reflexo: incidentia enim illa adeo tenuis est, ut vix afficiat comprimendo vel ipsam aquam: ita in re nostra expeditissima reflexio facit ut lumen calorque incidens vix obicem album afficiat calefaciendo: expedita autem reflexio haec luminis et caloris est ratione obicis sphaericis: ea enim figura labi sinit quasi ex lubricitate virtuali quidquid incidit.

VI. In omnes spatii circumstantis partes reflectit album speciem suam. Non tamen ex iisdem singulis particulis eiusdem corporis in singulas partes spatii reflexa species

lumenque pertingit: sed ab omnino quidem similibus diverso modo tamen inclinatis et positis: quod maxime advertes pro reliquis quoque coloribus. Facile autem hoc ipsum intelligitur prismatis vitrei exemplo: si enim ex uno certo loco et situ per illud inspiciatur obiectum in certo item constitutum situ et loco, apparebit hoc coloratum uno colore e.g. viridi: mutato vero positu oculi vel obiecti, vel alius color exhibebitur, vel nullus: ratio est quia radii luminis modificati ut petit color unus in unum certum locum ex reflexione et refractione incidunt: radii vero licet homogenei aliter modificati, scilicet ut ad alium colorem opus est, pertingunt in aliam circumfusi spatii partem. In corpore quidem albo (ut in reliquis unicoloribus opacis) integrantes moleculae sunt: omnes similiter figuratae, et compactae, unde eodemmodo incidens lumen modificant: non tamen omnes illud reflectunt in omnes undequaque partes spatii: scilicet ex uno loco corpus album spectatum apparent per lumen reflexum non ex omnibus sed ex aliquibus duntaxat eiusdem corporis particulis.

VII. Cum per vitrum coloratum traicitur lumen obiectum album, hoc imbuitur vitri colore, sed diluto et albedine mixto, quia ex traiectione modificatur lumen perinde ut in primate: unde incidens ea ratione modificatum obiecto albo, ex hoc reflecti non potest omnino continue (ut ad claram et puram albedinem opus esset) sed radiis nonnihil interpolatis: hinc mixtura extranei coloris inducitur. Ut enim audies reliqui praeter albedinem colores radios luminosos interpolatos et distinctos reflectunt radiis umbrosis.

VIII. Cur in primate vel iride nullus exhibeatur color albus est, quia ob refractiones, et reflectiones in eo medio tollitur continuitas radiorum luminis ex umbris intermixtis.

IX. Flamma eo candidior est quo purior: quia confunduntur quidem et miscentur radii luminis unde candor, non vero interpolatur. Flamma vero rubra vel aliter colorata est a fuligine et vaporibus affusis, qui opacitate sua lucidas flammam particulas intexunt.

X. Objecta quae longe diffita videntur, alba apparent, aliter quamvis colorata sint, quia visio fit sub angulo acutiore et minore atque adeo colligente et inde continuante illabentes radios luminis, qui caeteroquin ab objectis sphaerice diffunduntur interpolati radiis umbrosis.

XI. Corpus maxime album opacum quoque maxime esset, quia radios omnes ita reflectit, ut nullum refringat, aut intro traiciat. Hunc est quod marmor album vel laevigatissimum nunquam ordinate lumen aut imagines objectorum reflectat: ut nigrum marmor favit, hoc enim perspicuitatem nonnullam habet.

Parag. Quartus
Nigredo

I. Nigredo alia negativa, positiva alia; illa revera color non est sed tenebrae et umbra: ex ea tamen exponitur nigredo quam vocant positivam. Etenim cum nulli luminis radii reflectuntur aut reflecti possunt ex circumpositis corporibus opacis in oculum, licet per aerem traiciantur innumeri, tunc sunt tenebrae et perinde dicitur tenebrosus. Cum vero pauci et debiles aut traiciuntur aut aliunde reflectuntur umbrae est, quae sub nigra apparet. Sic cum interposita nube pauci Soli radii traiciuntur et indidunt ita terrae tractum; videtur hic obscuratus veluti ex nigredine superinducta; non dissimile ratione quia ex lect. 2 lumine per vitrum rubrum in parietem album traiecto, quasi tingitur affusa rubedine paries. Hinc nigredo positiva rite in eo censetur posita, quod obiectum nigrum multos licet radios exclupiat luminis, paucos tamen et immixtos umbellis in medium et in oculum reflectat. Dispositio vero quae requiritur in opaco ad hoc ipsum est nigredo in actu primo.

II. Non vero tamen ex capite nigra sunt corpora opaca, neque unius speciei nigredine, positiva licet, imbuuntur: quaedam enim ex accuratissimo laevore nigra fiunt, et quomadis laevigata sunt, eo nigra magis: quorum tamen nigredo apparens ex potiori saltem parte et transiens est, non vero permanens et realis: sic argentum laevigatum, et speculum tersum: sic quoque marmor ipsum nigrum: nam si illud atteratur, pulvisculus albus existet; immo si nigri marmoris facies extima asperetur et scabra fiat, nonnihilo subalbescit: porro ex parag. 2 et sect. 5, num. 5 causa repetenda nigroris huiusmodi, quem conciliat exquisita laevigatio.

III. Veruntamen ut nigredine permanenti in actu primo colorentur corpora, striatga esse debent, et intercisa fibris vel lamellis; inde enim fiet, ut rari et pauci radii cucumquaque inmedium, et in oculum unicumque positum constanter resiliant iisque intercepti crebris umbrosis radiis. Analogiam facilem hanc exhibeo: si media die oculos a longe intendas in palatium, cuius fenestrae plurimae pateant: spatia fenestrarii apparebunt nigra, idque licet radii directi Solis per eas intro subeant, et uberrime illustrent interiora conclavis: etenim illa hinc inde per parietes cubiculorum ita reflectuntur, ut nullus eorum nisi insensibilis per fenestras iterum in aerem exteriorem, exiens usque ad oculum pertingat: ac proinde oculus nigrorem experitur atque videt. Unde si fingas murum alium innumeris undique minoribus fenestellis pertusum et patulum; hic a longe prospectus niger omnino videretur. Quod igitur ex fenestellarum; hoc ipsum in quolibet corpore nigro praestgan innumerabiles meatus et fossulae interceptae striis, et fibris corporum huiusmodi. Equidem nil magis nigrum

videre est qua holofericum ex eo loco spectatum [p. 644] quo ordinatum lumen non reflectit: nigredo autem illa a villis erectis est et filis holofERICI, quae minutissimas fossulas intercipiunt medias, et quarum margines, et spondas obsepiunt illa fila: dum itaque a corpore lucido incidunt, copiosi licet, radii in holofERICUM, ex iis qui impingunt in apices filorum reflectuntur in oculum, quemadmodum incidentes radii partes mari interceptas fenestris: qui vero in fossulas illibuntur reflectuntur quidem, sed hinc inde per latera fossularum, sicuti per parietes interiores conclavium radii subeuntes per fenestras: atque ita repetitis reflexionibus quasi intra fossulas ipsas suffocantur. Interim ad oculum e regione positum radius umbrosus directu ex fossula quasi emissus pervenit associatus et in textus radii luminis reflexis ex apicibus villorum; atque huiusmodi mixtura et coniugatio nigredo est holofERICI in actu secundo. Id ipsum de quolibet alio corpore nigro intelligendum est.

IV. Nigra facile incalescunt Soli exposita ratio fluit ex dictis: quia plurimos radios retinent et intro absorbent. Praeterea cum striata et intercisa sint lamellis nigra corpora calore facilius corripiuntur, quemadmodum stipulam comminutam ignis expeditius invadit. Nigra vero corpora ex laevore propterea ipsa quoque magis incalescunt, quam alba; quod ex nonnulla sua perspicuitate radios excipiant et refringant: ac proinde intra se repetitis refractionibus absorbeant, et imbibant; ut evenit per iteratas reflexionis in nigro propter strias.

V. Ex adustione inducitur nigredo in carbones: quia partes plures absumuntur: reliquae striatae fiunt et mutuo discissae atque exinde nigredo existit. Hinc sit, ut aequali mole, nigra leviora illa constant: ut observatur in carbone: cuius non omnes quidem particulae insensibiles nigrae sunt; nam resolvitur in cinerem subalbidum: nisi dicere malueris ex mutatiope ex alborem illum esse.

VI. Nullus color refractus in iride aut prismate niger est, quia ex refractione radii luminis non adeo dissipantur, aut miscentur umbellis, quantum ad nigreditem opus est.

VII. Nigre vestes atteruntur citius quam alio colore imbutae, quod illae ex nigrore striatae et incisae sint: propterea ad tingendas nigras vestes vitriolum corrosivum adhibetur. Unde nigri quoque panni iterum tingi alio colore nequeunt: contra vero albi vel rubri facile in nigros colorantur, quia incisionem et striae induci quidem possunt sed inductae tincturi tolli nequeunt.

Parag. Quintus
Colores reliqui

I. Sunt quibus placet duos duntaxat primarios colores esse: albedinem, et nigredinem: perinde quasi ex illis diversa ratione compositis et immixtis existant reliqui. Alii sentiunt praeter illos duos tres alios primarios accersendos esse, flavum, rubrum, caeruleum. Utcumque divisio et analysis logica colorum instituenda sit non multum motor, illudque affirmo colores hujusmodi in actu secundo non distingui a lumine diversa modificatione affecto: eaque posita tum in relexione tum in refractione dissimili et dispari, quae fiat in corpore opaco huiusmodi coloribus imbuto.

II. Experimenta quae suadent primarios colores esse quinque praedictos peraguntur traiciecto lumine per plura simul vitra iis coloribus tinctis. I. Si per vitrum flavum unum et aliud caeruleum coniunctum traiciatur lumen proiectum lumen proiectum in chartam apparebit viride. II. Si per rubrum, et caeruleum cvitrum subeat fit purpureum. III. Si per rubrum et flavum, lumen tingitur citreo colore vel aurantii. IV. Si per viride et caeruleum: proiicitur color pavonaceus. In his autem omnibus colorum mixtura et compositio sit eadem ratione, qua lumen ex sect. 2 traiectum per vitrum coloratum colorem illis secum asportat: scilicet ex traiectione determinantur ut certo ordinate serie radii mutuo disponantur et exinde fiat ea coniugatio umbellarum et radioum, quam dum experitur retina oculi, runrum e.g. colorem videmus. Si igitur non in vitris quidem traicientibus lumen, sed in ipso obiecto illuminato fiat constantes ea certa determinatio coniugationis et series radiorum; obiectum illum erit vel rubrum vel viride vel aliter coloratum. Atque hoc verum est, quod ex iis experimentis rectis colligitur: indecisa adhuc perstante super colorum prismatu controversia.

III. Quod vero refractione nonnulla luminis in corpore ipso colorato petatur ad colores reliquos praeter albedinem et nigredinem, experimentis his conficitur. I. Guttula exposita lumini, et multa magis eae bullae ludicae, quas ex aque sapone imbuta conflant pueri ad lumen Solis tinguntur iridis coloribus quod ipsum cernere est in glutinoso illo succo, quem limaces dum repunt in vestigiis relinquunt, apparetque veri color. II. Plumae avium in certo situ ad oppositum lumen Solis iisdem coloribus tinguntur. III. Tertia calybis superficies quasi vitri ña,eñña obducta esset varium item colorem exhibet. Ex his evincitur varietatem colorum referendam esse in certam refractionem luminis in superficie mnonnihil disphana corporus caeteroquin opaci.

IV. Hinc multa probabilitate colligitur, colores omnes permanentes et reales in actu primo positus esse in dispositione corporum idonea ad refractionem simul et

reflexionem tantam talemque, ut inde diversitas colorum in actu secundo determinetur: scilicet ut radii primo refringantur subeuntes per extimam superficiem: deinde reflectuntur ex internis opaci corporis partibus: ut evenit in speculo: quodque secundo modificentur et coniunguntur ira cum umbellis et expositi nu. 2 et 3.

V. Ex positis principiis colores praecipui singillatim explicari possunt. Ruber enim color medius esse videtur inter album et nigrum, inde non improbabiler dices in illo alternis radius lucis, et umbrae. Progignitur autem ex albo admixto nigro: sic flamma alba propter fumum rubescit itemque ob terram carbones rubent. Hinc quoque est quod ex multo lumine in obscurum locum recedentes rubedinem videmur lumen.

VI. Inter rubrum et album flavum est medius, inter nigrum et rubrum caeruleus, uterque ex ra[p. 645]diis certa refractione debilitatis et quasi dilutis esse recte ponitur: ex flavo et caeruleo fit viridis negligens color et plantarum earumque partium nondum ad statum perfectum adularum proprius: gratus tamen est oculis propter idoneam temperiem lucis et umbrae: cum eum colorem noctuae candela lumen spectat, caeruleus videtur: nimirum pauciores radii luminis tunc incidunt, et pluribus umbellis intexti resiliunt.

VII. Umde versicolora quaedam obiecta sint: quae scilicet ex certo loco spectata unius coloris esse videntur: ex alio vero aliter tincta apparent ut ex dictis parag. Albedo nu. 6 facile intelligitur: particulae enim versicoloris corporis, quae species in certum spatii circumfusi locum proiiciunt; non sunt eodem modo affectae et dispositae seu coloratae in actu primo, ut aliae sunt ex quibus in aliam partem radii diffunduntur: hinc vesicolor totum illud corpus exhibetur. Analogia praesto est in telis et vestibus polymitis in quibus stamina unius coloris, et subtegmina alterius intexta sunt.

VII. Observanda demique cum D. Boyle mutandorum color in rebus naturalibus mira facilitas. I. Sic herbae, flores, poma et reliqua ad regnum vegetabilium (ut loquitur Chimici) pertinentia quomodo licet colorata fuerint, si attarantur aut contundantur pristinum colorem mutant, et imbuuntur novo: nil autem illa artritio aut tunsio proxime praestare potuit, quam plexum texturamque particularum immutare. II. In atramenti confectio duo limpidissimi liquores adhibentur: scilicet gallae solutio et vitrioli: qui simul immixti nigerrimum colorem contrahunt. Quod si infunderis atramento nonnihil de spiritu vitrioli, redit pellucidus perspicuusque liquor: cui si rursus saltem tartari immiscueris, nigror restituitur. Scilicet ommutatione plexus, et praecipitatione ac secretionem mutua miscibilium perficiuntur uista: quorum similia sexcenta apud laudatum Authorem et Chimicos occurrunt. III. Expressi herbarum

succi caeruleo tincti, rubescunt si quid acidum affundas; virides autem fiunt cum alkatico sale asperseris. IV. Acies cultri succo limonis nigricat: nimirum particulae acres haerentes inducendae. Sed hactenus ista: quae dum versamus universae Physiologiae exitum finemque nacti sumus.



JUAN BAUTISTA DUHAMEL

Philosophia Vetus et Nova ad usum Scolae accomodaa in Regua Burgundia.
Venetiis 1736

Compendium Physicae

Pars Prima

Pars Secunda. Cap. I

[p. 66] Hae quatuor qualitates, scilicet, *calor, frigus, humiditas, et siccitas*, a Peripateticis et Galenicis dicuntur *primae*: sed perperam, cum ex aliis prioribus oriuntur, nempe ex figura, situ, motu, etc.

Gravitas est *nisus corporis gravis in Terrae centrum*. Iste nisus a materia subtili deorsum premente proficiscitur.

Levitas dicitur *nisus corporis in partes superiores*. Nullum tamen est corpus leve absolute; sed illud leve dicitur quod comparate ad aliud est minus grave.

Viscositas est *qualitas consistens in partibus ramosis et inter se implexis*, ut patet in visco, et oleosis omnibus corporibus.

Ariditas non differt a siccitate.

Asperitas scabro et interrupto corpori.

Levitas polito convenit.

Crassitudo et tenuitas non egent definitione, ut intelligantur.

Raritas est *qualitas consistens in partium dilatatione, quae fit per matgeriae subtilis ingressum*.

Densitas vero consistit *in partium compressione, qua materia subtili abigitur*.

Praeter eas qualitates, quas vulgo *manifestas* nominant, quamvis non sint manifestiores caeteris, recensentur aliae quae vulgo *ocultae* nominantur: cujusmodi

sunt medicamentorum vires, vis magnetica, vis electricam et quarum origo et natura obscurior esse dicitur. Eae autem ad duo capita solent in Scholis revocari, scilicet ad *sympathiam*, et *antipathiam*, unde oritur *antiperistasis*.

Per *sympathiam* quaedam corpora dicuntur amica; per *antipathiam* vero inimica: quod sensu dictum putant a Virgilio lib. I. Georg.

Hic segetes; illic veniunt felicius uvae:

Arbores foetus alibi, atque injussa virescunt gramina

Antiperistasis idem fere ac *circumobsistentia* et definiri solet *resistentia unius corporis adversus corpus contrarius, a quo circumquaque obsidetur, invalescentis*. Sic ajunt vulgo exhalationes [p. 67] calidas ab aere frigido mediae regionis circumquaque obsessas ignem concipere, fulguraque et coruscationes in eo conflictu producere, quod ridiculum est.

Sympathia autem *Antipathia*, et *Antiperistasis* per figuram, motum, aliasque affectiones mechanichae sunt explicandae

Pars Secunda Physicae

De corporibus vitae expertibus

Inter corpora physica quaedam vivere dicuntur, alia sunt vitae penitus expertia: illa ad partem tertiam, hac ad secundam pertinent. De iis igitur dicendum tribus capitibus.

Primum erit de Coelis,

Secundum, de Meteoris,

Tertium, de fossilibus, seu mineralibus

Caput I

De Coelis

Coeli principatum tenent inter hujus Mundi aspectabilis partes: ideoque primo loco ponuntur in Mundi definitione, quam Aristoteles attulit lib. de Mundo c. 2. his verbis

Mundus est *compages e Coelo et Terra coagmentosa, iisque Naturis quae inter ea continentur*: id est, ex iis corporibus naturalibus quae Coelum inter et Terram intercipiuntur, quaedque sunt, ut ipsi quidem videtur, *Ignis, Aer, et Aquae*, ceteraque, quae ex illis naturis seu corporibus naturalibus inter se commixtis oriuntur.

Nam quinque sunt apud Aristotelem libro I de Coelo, capite 2, corpora simplicia, Coelum nempe, quod ipse incorruptibile putat; et quatuor elementa, Ignis, Aer, Aqua, et Terra, [p. 68] quae corruptibilia decernit, et ex quibus mixta coalescere statuit. Coelum ergo apud Aristotelem est corpus simplex incorruptibile, et *quinta* quaedam *essentia* seu substantia a *quatuor elementis*, secundum naturam distincta. Nam *in toto praeterito tempore*, inquit lib. I de Coelo, cp. 3, *per traditam successione memoriam posteris non mutatum ullo pacto fuisse videtur, aut in toto ultimo Coelo, aut in partium suarum ullae*.

Verum in eo deceptus fuit Aristoteles, ut iis constat maculis, quae nonnunquam in Solis disco telescopii ope apparent.

Ex corporibus coelestibus alia lucem ex se emittunt, ut Sol et stellae fixae, quae sunt veluti totidem Soles; alia in se transmittunt, ut Coelum ipsum quod fluidum est, non solidum, quem admodum putavit Aristoteles. Alia denique remittunt, ut Planetae omnes qui suum a Sole lumen mutuuntur. Horum ex numero Cometas esse crediderunt Veteres alioqui: idque Recentiorum observationibus indubitatum nunc videtur.

Quod ad numerum et ordinem Coelorum spectat, tria sunt vulgata Mundi systemata: *Ptolemaicum, Copernicanum, et Tychoenicum*.

Systematis nomine nihil aliud intelligitur hoc loco, quam *praecipuarum Mundi partium dispositio et ordo*.

Inter eos qui stant a Ptolemaeo, nulli sunt qui plures admittant, quam undecim orbis coelestes mobiles; quibus addunt Coelum *Empyreum*, quod est immobile. Ita sentit Clavius in primum caput Sphaerae Joannis de Sacro-Bosco.

Tychoenici vulgo tres Coelos duntaxat distinguunt: *Empyreum*, quod est Beatorum sedes; *Firmamentum*, in quo sunt stellae fixae; ac denique *Planeticum*, in quo planetae periodos suas absolvunt. Quae omnia si Cartesii vorticibus

applicentur, Copernicanae sedu Cartesianae hypothese melius quam Tyconicae conveniunt.

Stella fixae, quae ita vocantur, quod firmamento velut affixae eadem inter se semper distantiam servant, in varias distribuuntur clases, quae vocantur Sudera aut Constellationes, aut Asterismi: [...una línea ilegible] duodecim sidera [p. 69] seu signa Zodiaci ab Ausonio sequentibus versibus expressa

*Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo
Libraque, Scorpius, Arcitenis, Caper, Amphora, Piscis*

In Zodiaco moventur Planetae, seu stellae, ut vocant, erratae, sic dictae quod non semper aequali intervallo inter se distent; nec prope easdem stellae fixas semper versentur; sed ipsum Zodiacum definitis temporum spatiis lustrent.

Septem numerantur Planetae; nimirum *Saturnus, Jupiter, Mars, Sol, Venus, Mercurio, Luna.*

Ex iis Sol videtur eximendus, quippe lucet per sese, non vero lumen aliunde recipit. Sed ejus loco recensendi duntaxat subsidio in conspectum nostrum veniunt. Horumque unque circa Saturnum, et quatuor circa Jovem torquentur, qui Saturni et Jovis satellites appellantur. Terra quoque in systemate Copernicano dici debet Planeta.

Caput II De Meteoris

A Corporibus caelestibus ad elementarem Regionem descendit Aristoteles, quam ex quatuor naturis seu corporibus naturalibus, scilicet Igne, Aere, Aqua, et Terra, compositam putat. Adeo ut quae admodum Globus noster Terraqueus, nempe ex Aqua et Terra constans, ambitur Aeris sphaera: sic sphaera Aeris alia sphaera seu orbe ipsius Ignis contineatur. Sed verisimile est Aristoteles per hujusmodi sphaeram ignis nihil aliud intellexisse quam puriorem *Aethera*, quem in superficie concava coeli Lunarum seu *in concavo Lunae*, ut loquuntur, inclusum censuit. Utramque illud sit, cum de his elementis a nobis dictum sit prima parte hujus Compendii Physicae, consequens est ut ad *mixta* quae vocantur corpora veniamus.

[p. 70] Mixti nomine intelligitur in Scholis *corpus naturale, quod ex certa elementorum inter se permixtione prodit.*

Mixtio vero definitur ab Aristotele ib. I de generatione et corruptione cap. 10 *miscibilium alteraterum unio.*

Per *miscibilia* intelligit elementa, quae misceri simul possunt, dummodo sint *alterata*, seu variata: nam *integra* simul non remanent in mixto; nec omnino corrumpuntur, sed tantum variantur.

Mixtum perfectum appellant Scholae *id quod habet formam substantialem ab elementorum formis diversam*, cujusmodi sunt *fossilia, plantae*, et omnia corpora viventia. Sed melius dixeris mixtum perfectum esse *id in quo elementa adeo variata sunt, et inter se connexa, ut speciem suam in eo non amplius retineant, nec a se mutuo nisi aegre admodum possint divelli.*

Mixtum imperfectum vulgo dicitur *id cujus forma substantialis ab elementorum formis diversa non est*: ut sunt *nix, grando*, et alia *Meteora*. Rectius tamen mixtum imperfectum definimus *id, in quo elementa male inter se colligata facile a se mutuo possunt separari.*

Inter hujusmodi mixta imperfecta recenseri possunt terra exterior quam incolimus, aer crassior quem spirando ducimus; aqua quoque et ignis quibus utimur.

Sed praecipue per mixta imperfecta intelligi solent in Scholis *Meteoros*.

Meteororum autem graece idem est ac corpus in sublimi conspectum. Hinc *Meteora* vocantur *sublimia*: quod eorum pleraque in sublimi aeris regione videantur. Item *Impressiones Emphaticae* nonnunquam appellantur, quia sunt veluti quaedam imagines ima ere impressae, cujusmodi est his, *parelios, parfaselene*, etc.

Definiuntur vulgo *meteora, mixta imperfecta ex fumo et vapore coalita, et in suprema aeris regione ut plurimum formata.*

Dico, *ut plurimum*: nam non omnia mixta imperfecta, seu potius phaenomea in Aere, sed multa [p. 71] in Terra et Maris formantur.

Quae in terra apparent, sunt calor subterraneus, Terrae tremor, fontium origo, *thermae, aquae minerales*, etc.

Quae ad Mare pertinent Maris salitudo, aestus reciprocus: ut ventos aomittam, qui et ad Terram, et ad Aquam referuntur.

Quae in Aere cernuntur, sunt nubes, aura serotina, ros, nix, grando, fulmen, tonitru, Iris, halo, parelion, etc.

Communis horum materia dicitur esse *fums* et *vapor*.

Fumis ex Aristotele lib. I. Meteorologicorum cap. 3 *est tenuis quidem et siccus halitus ex arentibus locis calore solis expressus*.

Vapor ex eodem est *halitus tenuis et humidus ex aquosis locis vi solios evectus*. Non omnia porro Meteora ex sumsi et vaporibus sunt composita, sed multa in iis dumtaxat imprimuntur, et in solo luminis motu consistunt.

Caput III De Fossilibus

Mixta perfecta vel sunt *animata* seu viventia, vel *inanimata* seu vitae expertia, scilicet *fossilia*.

Fossilium nomine intelligantur ea omnia, quae ex terra visceribus *effodiuntur*. Dicuntur etiam *mineralia*, et in quatuor genera distribuuntur, scilicet in *sales*, *sulphura*, *lapides*, et *liquabilia*.

Salium genere continentur *sal communis*, *nitrum*, *alumen*, *vitriolum*.

Succi oleosi seu sulphura in varia distribuuntur genera, cujusmodi sunt *bitumen*, *petroleum*, *maltha*, *naphta*, *gagates*, *succinum*, etc.

Ex oleosis salinisque succis variae exurgunt concretiones, ut *arena*, *argilla*, *bolus*, *silex*, *creta*, *faxum*, etc.

Lapidem definitur *corpus mixtum durum, ex terra, sale, et sulphure inter se compactis concretum, quod neque est ductile, neque liquabilis*.

Hic autem vel est communis, qui passim, [p. 72] occurrit, ut *caementum, creta, silex*: vel est pretiosus, qui ob certas dotes majore est in pretio, cujusmodi sunt *adamas, carbunculus, topazius, smaragdus, sapphirus, sarcoides*, etc.

Inter communem et pretiosum lapiende medius constituitur, qui neque ad gemmarum pretius accedit, nec in lapidum communium vilitatem degenerat, ut *marmor, porphuyius, jaspis*, etc.

Metalla sunt mineralia dura, liquabilia, et ductilia. Nam ignis vi liquescunt, et malleo incude contusa in longum et latum producuntur.

Horum sex asserunt species; *aurum, argentum, cuprum, stannum, plumbum*, et *ferrum*; quibus etiam adunt *hydrargyrum* seu argentum vivum.

Quamquam Chymici plurimi contendunt hydrargyrum metallicam potius materiam, quam metallum appellari oportere.

Inter lapides et metalla constituunt corpora quae *metallica* nominantur, eut *stibium, arsenicum, magnes*, etc.

Pars Tertiae Physicae **De corporibus viventibus**

Corpora viventia spectati possunt vel in plantis, vel in brutis animalibus, vel denique in hominibus. Quamobrem triplici capite nobis dicendum est,

Primo quidem de plantis

Secundo, de brutis animalibus

Tertio, de corpore humano.

Caput I **De plantis**

Plantae sunt corpora viventia quae nutriuntur, crescunt, et generant, non progrediunt, [p. 73] nec sentiunt. Unde anima et vita vegetante duntaxat gaudere dicantur.

Nomen porro *animae* seu *vitae* ambiguum est, atque ad res spirituales, et corporeas aequè pertinet. Unde prius dividi deberet, quam definiri.

Anima tamen generatim definitur ab Aristotele lib. de anima cap. 1. *Actus primus corpòris physici organici potestate vitam habentis*: Id est perfectio prima, seu complementum primum, scilicet *mens* in homine, et *actuosam* quoddam ac vitale *principium* in reliquis corporibus viventibus; quae corpora viventia vario sunt organorum apparatus instructa, vitalesque functiones possunt exercere.

At quid est vitalis functio? certe generatim definiri non potest.

Vita enim rerum spiritualium in cognitione consistit, omnesque earum functiones vitales sunt cogitationes.

Corporum autem vita in motu quodam in motu quodam intrinseco sita est, quo corpora illa variorum ope organorum nutriuntur, crescunt, et generant.

Hinc est quod anima vegetans ab eodem Aristotele definitur lib. 3 de anima cap. 4. *causa cur res augeatur et alantur, aliasque sibi similes generent*. Unde triplex vulgo dicitur esse facultas animae vegetantis, scilicet *nutrix*, *auctrix*, et *genitrix*.

Potentia seu facultas nutritiva definitur in Scholis *facultas animae vegetantis, per quam corpus vivens convertit alimentum in suam substantiam ad suam conservationem*.

Haec facultas nihil aliud esse videtur in plantis, quam certa fibrillarum ad succum alimentum excipiendum dispositio. In animalibus vero nihil aliud est, quam stomachi motus una cum liquoris solventibus, quibus alimenta digeruntur.

Propria huius potentiae functio dicitur *nutritio*, quae definitur *conversio alimenti in substantiam aliti*.

Potentia auctrix definiri solet *facultas animae vegetantis, qua vivens suscepto intus alimento, et in substantiam suam converso, ad debitam [p. 74] staturam se promovet*. Quae facultas nihil esse videtur sive in plantis sive in animalibus, praeter partes organicas. quatenus succum nutritivum retinent, eoque distenduntur, et amplificantur.

Propria hujus functio dicitur *accretio*, seu *augmentatio vitalis*. Differt autem augymtatio vitalis a non vialis. Siquidem augmentatio vitalis per *intus suceptionem* alimenti, ut patet in platis et animalibus, quae suscepto intuitu alimento, eoque in singulas corporis partes, per quosdam interiores meatus, secundum justam propotgionem diffuso, incrementum habent, Augmentatio vero non vitalis siv per *juxta positionem*, seu per positionem partium unius corporis juxta partes exteriores alterius corporis: qua ratione lapides in fodinis crescere vulgo dicuntur.

Potentia genitrix definitur in Scholis *facultae animae vegetantis, per quam corpus vivens producit sibi simile ad conservationem speciei*. Sic plantae semina emittunt, quibus alais sibi similis plantas generant. Nam in hujusmodi seminibus non tantum conformata est planta, omnibusque partibus instructa; sed etiam in illis partibus organicis constinetur spirituosa mobiliosque substantia, quae animae *vegetans* dicitur, quaeque vitgam plantae tribuit.

Partes illae organicae plantarum sunt radix, truncus, rami, folia, etc.

In tronco, radice, et ramis occurrunt medullae, cortezm et corpus *lignosum*.

In corpore lignoso reperiuntur *fibrae*, quibus succus ad plantae verticem ascendere creditur; et *utriculi*, quibus descendere conjucitur. Occurrunt insuper *vasa spiralia*, quibus plantfgae respirant, seu aerem ducunt, quamdiu vitgae sunt participes. Sed variis morburum generibus labefactantur hae partes, et plantae tandem occumbunt.

Caput II

De brutis animantibus

Brutae animantes non solum nutriuntur, crescunt, et generant, ut plantae; verum etiam, [p. 75] progrediuntur, et sentiunt, earumque anima vulgo *sentiens* nominatur.

Definitur autem anima sentiens in Scholis *principium, quo vocunt, et sentiunt animalia ratione destituta*. Diversa enim est sentiendi ratio in brutis animantibus, et in hominibus.

Sensus porro est *facultas sentiendi*; quam sequuntur *appetitus*, et *vis motrix*. Unde tres vulgo statuuntur facultates animae sentientis, nimirum sensus, appetitus, et vix motrix.

Duplicis generis distinguitur sensus: nimirum *internus*, et *externus*.

Sensus internus vocatur, *cujus organum est cerebro*: et quadruplex in Scholios solet recensere, nempe *sensus communis*, *Phronesis* seu vis imaginatrix, *aestimativa*, et *memoria sensitiva*.

Sensus communis dicitur, *qui omnium sensuum externorum sensationes percipit*; eorum objecta discernit. Qui sensus ab anima ipsa distinctus non videtur.

Phantasia seu vis imaginatrix definitur *sensus internus, quo res sensibiles sub imaginibus corporis representantur*: ert hae imagines positae videtur in vestigiis cerebro impressis, et in motu spirituum animalium, qui nihil aliud sunt quam purior sanguinis portio et partibus crassioribus separata, et in cerebro defaecata.

Aestimativa dicitur vis *quaedam naturalis seu instinctus quo belluae res aliquas percipiunt, quae sub sensus non cadunt; eaque discernunt, quibuscum synplathiam vel antipathiam habent aliquam*: ut, cum ovis dicitur inimicitiam et antipathiam lupus deprehendere, artque ab eo fugare.

Memoria sensitiva dicitur *sensus in quo rerum sensibilibus species aservantur, ut earum siat recordatio*. Hic quoque sensus in impressis cerebri vestigiis, ac spirituum motu collocatus videtur.

Sensus externus est ille, *cujus organum est exterius*; sive qui in exterioribus animalis partibus est constitutus; et quintuplex est: nempe *visus, auditus, olfactus, gustus, et tactus*.

Visus est sensus circa lumen, et colores [...ilegible] petus, *cujus organum [...ilegible]* [p. 76] auditus circa sonum versatur, illiusque organum est auris.

Olfactus circa odores; Gustus circa sapes occupatur: ille in naribus; hic in lingua est constitutus.

Tactus denique circa tactiles qualitates versatur, nimirum circa calorem, frigus, humiditatem, siccitatem, etc.

Quatuor in sensu a vulgo Schoalsticorum distinguuntur: scilicet *sensatio, sensorium, sensibile* et *species intentionales*.

Sensio sive sensatio est *affectio sensus ab objecto sensibili excitata*.

Sensorium est *organum seu instrumentum sensus* cujusmodi sunt oculus, auris, etc.

Sensibile est *objectum sensus*, quod vel est *proprium*, si unico sensu externo percipiatur, ut colores visu, soni auditus, etc. vel est *commune*, si pluribus sensibus externis percipi possit, ut magnitudo, figura, motus, etc.

Species intentionalis dividitur *imago puncti vicaria*, seu qualitas quae objectum potentiae sensitivae repraesentat, vicemque illius quodammodo gerit.

Appetitus sentiens definitur *facultas animae sentientis, quae repraesentatum a phantasia bonum sensibile persequitur, malum vero refigit*. Hic rursus dicitur in Scholis vel *concupiscens*, vel *irascens*, etc. ut videbimus capite sequenti.

Vix motrix definitur vulgo *potentia, qua animal seipsum a loco in locum transfert*: quae potentia consistit in spiritibus animalibus, quatenus ii per nervos in partes organicas defluunt, easque movent.

Iam vero major occurrit difficultas circa naturam animae sentientis, circa quam Philosophi in tres classes dividuntur.

Prima classis eos continet Philosophos, qui belluis rationes tribuunt: iique vel in Pythacorae vel in Epicurii sententiam descendunt.

Epicurei rationem belluis non secus ac hominibus inesse volunt: eamque in atomorum mota collocant: quo nihil absurdius fingi potest.

Phytacoraei quoque Metempsychosin propugnantes, [p. 77] sive transitum animarum ex hominibus in belluas et vicissim, belluarum animam compotem esse rationis contendunt. Hanc autem sententiam tamquam haereticam pestem rejicit S. Augustinus lib. de gestis Pelagii n. 18, alais cap. 6.

Secunda classis eorum est Philosophorum, qui seunsum quidem belluis cum Aristotele, et Peripateticis concedunt, sed iis rationem detegunt. Quae classis in duas adhuc haerfeses est divisa.

Etenim Scholasticorum vulgus docet, animam sentientem in belluis esse substantiam materialem, quaedam tamen non sit materia: quod certe contradictionem involvit.

Gassendus vero et recentiores Epicurei vim illam sentiendi belluarum in sanguine, et spiritibus animalibus, hoc est, in purissima sanguinis portione constituunt. Unde belluarum sensus a nostro in hoc discrepat, quod noster consistat in motu spirituum animalium conjuncta cum cogitatione; sed sensus belluarum solam spirituum motionem includat. Hic tamen latet ambiguitas: apud Gassendum, quam sustulerun Cartesiani. Unde

Tertia demum classis est Cartesianorum, qui non tantum ratione monnt, sed etiam sensum pro quadam cogitationis specie sumptum a belluis removent. Quanquam si sensus nomine impressio quaedam in organis tum exterioribus tum interioribus facta, et spirituum animalium motu contenta intelligatur, belluas sentiendi vi pollere fateantur.

Quemadmodum autem Plantae omnes ex semine, ita belluae ex ovis foecundatis, id est, vel spiritu masculino impraegnatis. vel animalculo instructis, ducunt originem. Nec alia ratione animalia *vivipara* secernuntur ab *oviparis*, quam quod vivipara intuis, ovipara foris ova foveant.

Dividuntur animalia in terrestria, aquatilia, et volatilia: quorum omnium vita certis temporum spatiis, sive longioribus, sive brevioribus definita, variis morborum generibus tentata mortem tandem terminatur.

[p. 78] **Caput III**
De corpore humano

Homo ex mente, et corpore constans, intelligendi vim habet cum Angelis communem, corpus vero organicum cum belluis.

In corpore organico spectatur partes *similares*, et *dissimilares*. Similares vocant quarum substgantgia ubique apparet *homogenea*; seu ejusdem rationis, suntque decem. Nempe

Os, cartilago, membranaque, fibra, cutisque. Atque ligamentum, caro, nervi, arteria, vena.

Dissimilares sunt, quae ex variis partibus similaribus sunt contextae, ut sunt praesertim *caput*, *truncus*, et *artus*. In capite continentur *cerebrum* et *cerebellum*. In trunco *pectus*, et *venter inferior*, seu *alvus* includuntur. Artuum nomine *brachia*, et *crura* intelliguntur.

In cerebro expurgatur sanguis, et in spiritus animales convertitur.

Spiritus animales in nervos influunt; tum musculos subeunt, et corpori motum ac sensum largiuntur.

Motus autem vel voluntarius est se spontaneus, qui in corpore humano excitatur ad imperium voluntatis, qualis est motus brachii, capitis, etc, vel est naturalis, et necessarius, quia est motus cordis, arteriarum, etc.

Cum autem ad easdem corporis partes saepius determinatus, fuit spirituum motus, et ii sibi vias liberiores aperuerunt, nascitur habitus corporeus, seu operandi facilitas, ut patet in iis qui pagana musica saepius pulsarunt, etc.

Quod si motus ille spirituum sit insolitus, a quamdam uin corpore mutationem inducat, oritur *affectus animi*, seu *passio*.

Passio, quippe seu affectus animi definitur in Scholis *motus appetitus sentientis oertus ex imaginatione boni, vel mali sensibilis cum aliqua insolita corporis mutatione*. Quae definitio ut intelligatur, meminisse oportet duas esse hominis partes: alteram *superiorem*, alteram *inferiorem*.

[p. 79] Pars superior spiritalis est, nempe mens ipsa cuius duae sunt facultates ab ea minime distinctae; scilicet *Intellectus*, et *Voluntas*, quae voluntas *appetitus* rationalis nominatur.

Pars inferior est corporea, sive est ipsum corpus organicum, in quo duo pariter statui solent facultates, scilicet *phantasia*, quae in imaginibus aut vestigis cerebro *impressis*, et *appetitus sentiens*, qui in spiritus motibus consistit.

At phantasia et appetitus sentiens dici etiam possunt spiritalis, si sumantur pro mente seu anima rationali, quatenus occasione motuum corporeorum cognoscit, et objectis corporeis afficitur, in eaque prorumpit.

Appetitus sentiens definiri solet facultas animae quae fertur in bonum sensibile, et malum refugit a phantasia perceptam: et duplex adhuc distingui solet a Scholasticis ex doctrina Platoniorum, scilicet *concupiscens*, et *irascens*: sive, ut ipsi loquuntur, concupiscibilibus, et irascibilibus.

Appetitus conciscens bonum sensibile prosequi, et malum refugare dicitur, quatenus neutrum exhibetur ut arduum seu difficile

Appetitus irascens prosequi dicitur bonum, et refugere malum sub ratione ardui seu difficilissimi spectatum.

Motus igitur appetitus sentientis tam concupiscentis quam irascentis, vocantur passiones seu affectus animi, et undecim post S. Thomam recensentur in Scholis, nempe sex in appetitu concupiscente, et quinque in irascente.

Affectus appetitus irascentis sunt *spes* et *desperatio*, *audacia* et *timor*, ac demum *ira*.

Cum autem affectuum numerus non magis pretendendus sit ex eo quod *mens*, seu appetitus sentiens vim habeat concupiscendi et irascendi; quam ex eo quod habent vim admirandi, amandi, spernandi, etc., ideo alia ratione potest affectuum numerus iniri.

Cartesius Tractatus de passionibus, I parte, ar. 2 definit *affectus animi, motus animae, qui ad ipsam referuntur, quique a spiritu commotione* [p. 80] *procreantur, foventur, et roborantur.*

Inter caeteros autem huiusmodi affectus, sex ab eo vocantur *primarii*, et simplices: nimirum *admiratio*, *amor*, *odium*, *cupiditas*, *gaudium*, et *tristitia*.

Ex motu quoque spirituum animalium pendent sensus, videlicet *visus*, *auditus*, *olfactus*, *gustus*, et *tactus*, de quibus cap. superiori diximus. Haec continentur in cerebro.

Jam vero in pectore continentur *cor*, et *pulmones*, quibus respiratio, et ipsi adjunctus *sanguinis* circuitus perficiuntur.

Respirationem vocamus alternam thoracis expansionem et contractionem, qua aer per tracheam seu asperam arteriam in pulmones inducitur, ab iisque egeritur.

Respirationis organa sunt musculi thoracis motores, diaphragma, pulmones, et trachea seu aspera arteria.

Circulatio sanguinis est sanguinis motus a corde per arterias ad extremas corporis partes, et ejusdem a partibus extremis per venas ad cor reditus.

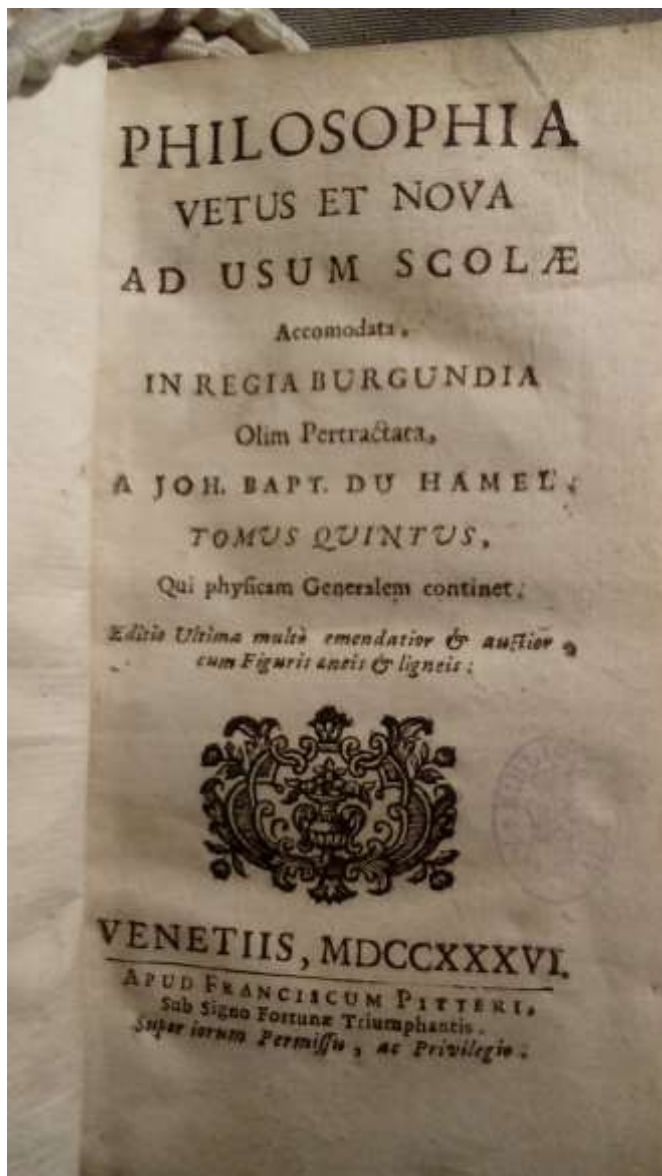
Circulationi sanguinis causae sunt respiratio, de qua modo diximus; et motus *systoles*, ac *diastoles*, sive contractionis et dilatationis cordis. Haec de pectore.

Tandem in ventre inferiori occurrunt *ventriculus, jecur, lien, intestinus*, etc.

In ventriculo coquantur ac diferuntur cibi, postquam ore excepti, dentibus contriti, saliva conserti, et in stomachum seu ventriculum per canalem oblongum, qui *aesophagus* vocatur, sunt immissi. Digestionem praesertim promovent succi dissolventes in ventriculo sive stomachi residui.

Cum ii succi stomachum vellicant, excitatur *fames*. Quod si ventriculi tunica aut *aesophagus* sit aridior, nascitur *sitis*. Id saltem magis magis aridet, quam quod ait Aristoteles ib. 2 de anima cap. 3 famen esse *appetentiam cvalidk et sicci, sitim vero appetentiam frigidi et humidi*.





CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

TOMÁS VICENTE TOSCA

Compendium Philosophicum. Precipuas Philosophiae Partes Complectens; Nempe, Rationalem, Naturalem, et Transnaturalem; sive Logicam, Physicam, et Metaphysicam. Auctore Thoma Vincentio Tosca, Valentino, Sacrae Theologiae Doctore, Archiepiscopatus Synodali Examinatore, et Congregationis Oratorii S. Pbhilippi Ntrii Presbítero. Tomus Quartus. Valentíae Hedetanorum. Apud Viduam Hieronymi Conejos, Ann. 1754

Liber III De gravi, et levi

[p. 71] Multa de Motu Corporum Gravium, et Levium in nostro *Comp. Mathem.* pertractavimus *traci.10. Statices*: non pauca tamen ibi fere intacta relinquimus, quod potius ad Philosophiam, quam ad Mathesin pertinerent: haec itaque in prassenti potissimum pertraetanda suscipimus: vasta, quidem se se offert Theorematum sylva, quam non minori lucro, quam voluptate Philomusus percurret: ea tamen iubens omittam: quae cum valde sint Geometricis proportionibus permixta, potius ad Mathesin spectant, ac in praefato *Statices Traelatu* satis abunde exposuimus.

Caput I De natura Gravium, et Levium, ac de eorumdem motu

Defnitiones

- 1. Corpus Grave est, quod sibi relictum, naturaliter deorsum movetur, aut moveri nititur.*
- 2. Gravitatis est id ratione cujus Corpus Grave deorsum movetur, aut moveri nititur.* An autem gravitas, seu virtus illa, qua corpus quod grave est, deorsum [72] movetur, seu nititur moveri, sit praedicto corpori intrinseca, aut extrinseca, postea resolvetur.
- 3. Corpus Leve est, quod naturaliter sursum movetur, aut moveri nititur.*
- 4. Levitatis est id ratione cujus Corpus Leve sursum movetur, aut moveri nititur.* An autem detur Corpus proprie, et absolute Leve, postea discutietur.

5. *Gravitas est duplex, alia Absoluta, et alia Respectiva. Gravitas absoluta est illa, qua corpori inesse dicitur, quatenus per se solum consideratur, nec alteri corpori comparatur. Ut, cum lapidis pondus spectamus, ejusque motum deorsum, preascindentes ab aire, omnique medio, per quod suum descensum perficiat: tum et ab omni alio corpore gravi, cum quo lapidis pondus comparemus.*

6. *Gravitas repectiva est, qua Corpori Gravi inesse intelligitur respective ad alterius corporis Gravitatem, et pondus. Sic lapidem bilibrem cum altero unius librae in statera apposito comparamus, dicimusque primum graviorem esse secundo. Eodem modo dividi potest Levitas.*

7. *Corpora, quae accepta sub eadem mole aequiponderant, dicuntur esse ejusdem Gravitatis specifica. Sic auri libra, et alia ejusdem auri libra ejusdem sunt gravitatis specificae; sunt enim cum quoad pondus, tum quoad molem aequales. Sic etiam aquae libra, et vini libra sunt fere ejusdem gravitatis specificae, quia eandem fere habent molem. Corpora vero illa, quae si aequale pondus habeant, sunt mole, aut magnitudine inaequalia: aut si sub aequali mole, ac magnitudine accipiuntur, sunt pondere inaequalia, dicuntur esse diversae Gravitatis Specifica: et illud est specificè gravius, quod sub aequali mole plus ponderis habet; aut sub aequali pondere [p. 73] minorem molem: sic plumbi libra cum altera libra ligni aequiponderat, hujus tamen mole, major est mole illius; item ex duobus globis mole aequalibus, altero plumbeo, altero ligneo, plumbeus plus pnderat, quam ligneus; et idcirco plumbum gravius est ligneo specificè.*

8. *Momentum est propensio corporis Gravis ut descendat, sectata non solum penes ejus Gravitatem, et pondus verum etiam ex eiusdem dispositione ad motum. Sic pondus in librae longiore brachio appensum, aequiponderat, imo et saepissime praeponderat alteri ponderi majori in breviori brachio collocato, quia, licet absolute minus pondus habeat; est tamen ratione librae in dispositione ad majorem motum: ideoque appensum in braquo longiori, aequale, aut etiam majus dicitur habere momentum, quam alterum pondus, quod in bereviori brachio est continuum.*

9. *Centrum Gravitas alicujus corporis est illud punctum, ex quo, si corpus esset suspensum, in quovis situ, ac positione, ejus partes manerent aequilibras, nec una quidquam alteri praeponderaret. Centrum autem magnitudinis est illud punctum, per quod quodvis planum corpus divideret in partes aequalis magnitudinis. Centrum Gravitatis aliquando coincidit cum centro magnitudinis, ut in sphaëra perfecta, et*

materiae omnino homogeneae: communiter autem est ab illo diverso. De is egimus in *Comp. Mathem. Tract. 10, lib. 6.*

10. Linea directionis cujusvis corporis Gravis, est recta transiens per centrum Gravitatis illius, et punctum illud versus quod Gravis proprio pondere moventur, aut moveri nituntur. De quibus *loco citato* pertractavimus.

[p. 74] **Propositio I**

Corpora Gravia ad terram recta descendunt, dummodo nullum occurrat impedimentum.

Corpora Gravia versus terram moveri cum proprio pondere descendunt, nemini latet. Dico itaque hunc motum secundum se esse per lineam redara.

Demonstratur. Nam quodlibet Corpus Grave movetur naturali propensione ad unicum terra punctum determinatum: non enim potest simul ad diversa moveri: neque indifferenter ad hoc, aut illud punctum propendere: sed in qualibet sui descensus parte eandem retinet propensionem: ergo in qualibet descensus parte movetur versus illud punctum: ergo per lineam rectam ab initio motus ad illud ducta: si enim esset curva, in aliqua ejus parte corpus versus aliud punctum naturaliter moveretur contra innatam propensionem, quod est impossibile. Dixi *dummodo aliquod impedimentum in predicta linea non occurrat*: hoc enim corpus cogit per aliam lineam deflectere, ut est certum.

Propositio II

Corpora Gravia versus terra centrum descendunt.

Terram esse sphaericam in *Comp. Mathem. Tract. 24.* demonstravimus. Dico itaque Corpora Gravia propendere, ac moveri versus centrum terra.

Demonstratur. Experientia enim testatur in qualibet Telluris parte descendere Corpora Gravia per lineas sensibilibus saltim terra; superficiei perpendiculares: sed lineae quae perpendiculares sunt superficiei sphaerae, in ejusdem centro concurrunt, ut ex *Geom.* evidenter colligitur: [p. 75] ergo motus gravium descendendum est versus terrae centrum.

Propositio III

Corpora Gravia, quatenus Gravia, ideo ad terra centrum propendent ac moventur, ut unum globum totalem conficiant.

Hac finis, hic scopus est propensionis, ac nisus, quo Gravia versus terrae centrum propendent hoc enim solo Deus Opt. Max. hunc Telluris globum ita *firmavit super stabilitatem suam*, ut stabilis, ac firmus omnino perseveret; etenim *non inclinabitur in saeculum saeculi*. Neque enim illum sustinet undique circumstans aër; neque ullae adsunt columnae super quibus ejusdem axis firmetur: in eo itaque unice stat ejusdem in suo esse consistens firmitas, quod nempe omnes illius partes in unum ejus punctum, nempe centrum, propendant; ac versus illum, cum separatae guerint, velocissimo motu se restituant: cum enim undequaque versus illud unicum punctum moveantur, ac veluti naturali nisu conspirent, necesse est ut unum globum circa illud constituent: hunc autem globum *totalem* appello, quod omnes ejus partes ad ipsum componendum, ita praegato nisu ordinentur, ut in alium locurri ire non inclinentur.

Hinc aperte patet, quam bona parens natura; seu potius quam bonus, et sapiens Deus, qui unica hac indita Corporibus Gravibus propensione, ingentem Telluris globum ita compaginavit, ut hominum habitationi aptaretur. Poterat quidem omnes ejus partes ita compingere, ut nullatenus possent invicem separari; verum hoc quantum incommodum esset, quisque videt: si vero suapte natura possent invicem recedere, totus [p. 76] globus posset hac separatione, dissipatis hirc inde ejusdem partibus perire: utriusque autem incommodo unica illa ad centrum propensione consuluit: hac enim posita, terrae partes nec sua veluti sponte possunt separari; cum autem per vim separatae fuerint, sua itidem sponte invicem redibunt.

Hinc demum colligitur terrae globum Gravem non esse; non enim in aliquod centrum propendet: omnes tamen ejus partes Graves sunt, quatenus ad ipsius terrae centrum moveri nituntur.

Propositio IV

Gravitas est praedicta propensio, et inclinatio Corporum Gravium ad centrum terrae.

Ratio est, quia non alia ratione Corpus aliquod dicitur Grave, nisi quia propensionem, et inclinationem habet, ut moveatus versus terrae centrum; ratione enim hujus inclinationis, cum sibi relinquatur, ad terrae centrum movetur; si autem aliquo obice impediatur, illud, qua potest, remove nititur, ut suum descensum assequatur: ergo (*def. I*) Gravitas nihil aliud est, quam praedicta ad terrae centrum propensio.

Propositio V

Propensio haec, et inclinatio corporum gravium ad terrae centrum, consistit in determinatione ad hunc motu, ipsis in prima Mundi constitutione a Deo concessa.

Ratio est evidens: ideo enim ad terrae centrum, et non ad aliud punctum feruntur, quia ad talem motum sunt determinata. Praeterea, ut diximus *Tract. 3. lib. 5, prop.9*, corpora a se ipsis moveri non possunt, sed ab alio moventur: moventur autem ab alio quatenus [p. 77] ab illo determinantur, ut tendant per hanc potius lineam, quam per aliam; ergo corpora gravia ideo ad centrum terrae feruntur, ac serri nituntur, quia ad hanc lineam motus sunt determinata; ergo praedicta ad centrum Propensio, seu Gravitatio in hac determinatione consistit. Quod autem haec determinatio a Deo proveniat, qui eam ipsis intulit in prima Mundi conditione, est certum est enim Deus prima omnium causa, primusque motor. An vero proveniat a solo Deo, aut etiam ab aliquo creato statim patebit.

Propositio VI

Motus corporum gravium deorsum non pervenit ab aliquo Impetu innato ipsis impressus, quod accidens sit entitativum exigens praedictum Motum.

Quamplurima sunt a Philosophis excogitata, ut principium aliquod assignare possint illius tam praecipiti Motus, quo corpora gravia deorsum tendunt, ac tendere nituntur: nec mirum cum hujus Motus principium ita sit abstrusum, ut de ipso nihil fere certi, aut explorati hucusque reperiatur: omnes autem cum veterum, tum recentiorum opiniones ad tria velut summa capita possunt revocari. Aliqui enim principium hujus Motus in aliquo ipsi corpori intrinseco constituunt: alii vero ab aliquo ipsi extrinseco desumi volunt: alii tandem partim ab intrinseco; partimque ab aliquo extrinseco provenire defendunt; singula breviter discutiamus. Et primo quidem missam facio Thomistarum sententiam volentium gravia Motum suum deorsum a generante mutuari: hoc enim merito a Scoto, Gregorio Ariminensi, et aliis communiter rejicitur, cum effectus hic ad causam, quae nihil praeterea [p.78] molitur, et jam saepe extincta est, perperam tribui possit: ad alias itaque sententias examinandas pertranseamus.

P. Honorato Fabri *Phys. Tract. I, Lib.4.a prop.6. ad 11.* tenet Deum ab initio creationis indidisse corporibus gravibus impetum quemdam innatum, juxta corpoream naturam, indolem, atque institutum, qui esset principium proximum formale Motus eorundem corporum deorsum, quatenus nempe hunc Motum exigit: in hoc impetu innato gravitatem consistere defendit. Caeterum omnem impetum, quod accidens sit

entitativum, a corporibus, quibus inest, erititative distindum satis rejicimus *Tract. praeced. Lib.5, prop.7* idque diversis rationibus ibi. videndis: non ergo Motus. gravium deorsum a prsaefato impetu innato provenire potest, neque corporum gravitas in eo consistit.

Propositio VII

Motus gravium deorsum non provenit ab aliqua virtute tractiva a terra proveniente.

Petrus Gassendus *Phys.sect.I. lib. 5 cap. 2*, ait corpora gravia ideo ad terram descendere, quod ab ipsa effluviis quibusdam magneticis a se emissis attrahantur: quemadmodum et magnes ferrum ad se trahit. Idem saltim ex parte desendit Auctor *Philos. Vet.et Nova: Physicae gener. tract. 3. dissert. 2. cap.1*, tum et in aliquo sensu R. P. Maignan *Phil. nat. cap.14, prop. 17*.

Haec autem opinio ingeniosa magis videtur esse, quam vera. 1. Quia in ipsa difficile explicabitur qua ratione, quibusve organis effluvia illa substantialia, quae a terra jugiter emittuntur, corpus capiant, ipsoque capto, una cum sua praeda ad terram revertantur. 2. Quia effluvia illa corpuscula quaedam sunt a terra sursum versu [p.79] emissa: igitur cum in corporis partes solidas impingunt, illud potius a terra longius impellent, quam ad ipsam adducent. 3. Quia, licet corpuscula illa a terra emissa supponantur esse uncinulis, hamulisve similia; anne erunt sibi invicem concatenatim convexa, vel potius ita inconnexa, ut in morem pulveris sint diffusa? Si hoc secundum asseratur, inexplicabile est qualiter corpora in terram possint adducere; si vero dicatur primum, adhuc explicandum erit, qualiter corpori trahendo catena illa adhaereat, ipsumque capiat: omnino enim opus est ut instrumentum trahens, rei per ipsum trahendae firmiter haereay. 4. Si effluvia illa magnetica suapte natura a terra recedunt, quave ratione, in terram opposito motu simul cum capto corpore revertuntur.

Aliqui ulterius in hanc sententiam inveniunt, quod in ipsa acceleratio, seu incrementum velocitatis, quo gravia descendunt, explicari non possit: verum existimo satis exponi prout a Gassendo *loco citato, cap. 3*. exponitur: singulis enim instantibus descensus ab attrahente terra novi velocitatis gradus addi possunt corpori, quibus ejusdem Motus acceleretur, ut asserit citatus Auctor.

Propositio VIII

Motus gravium deorsum non est a materia aliqua subtili ea deorsum versus impellente.

Motum gravium deorsum provenire a materia subtili, sive aetherea, sive alia quacumque, dum haec suo velocissimo Motu corpora versus terrae centrum impellit, tenent plerique Auctores, quorum praecipuus est Cartesius, qui hanc sententiam potissimum dilucidavit, ac per suas vorticum hypotheses probavi [p. 80] liorem reddidit. Hunc sequuntur Anton. le Grand. *Phys. pars.4. art.12.* et communiter Cartesiani. Eandem item sententiam, licet sub diversa hypothesi expositam tenet P. Franc. de Lanis *tract. 3. lib. 1. cap.3. prop.9.* et aliis in locis; illam tamen fere inexplicitam reliquit. ídem etiam tenet sub alia similiter hypothesi D. Perrault apud Auct. Phil. Vet. et Novae: Digbaeus ítem, et alii. Harum tamen sententiarum impugnatio quoad peculiare hypotheses, quibus innituntur, opportunius tradetur in *Tract. de Mundo*, ubi de diversis illius systematibus erit sermo: interim hanc sententiam hac communi ratione rejicio.

Corpora gravia ex fe (*1 et 2 hujus*) per lineas rectas, easque perpendiculares ad terrae centrum descendunt: sed a materia aetherea per has lineas nequeunt moveri: ergo ab hujus materias impulsione non proveni gravium descensus. Min. prob. Nam haec materia subtilis, vel turbinatim, ac veluti in vorticem conglomerata movetur, ut ait Cartesius: vel motu recto, ac per radios ad terrae centrum ductos, in eoque coeuntes. Si primo modo cieatur, certe si corpora versus centrum impeliat, id utique per lineam spiralem perficiet; non vero per rectam, ut cum in aqua, tum in aëre cernimus; cum enim in turbinem aguntur, paleas, aliaque corpora heterogenea, ad medium quidem vorticis rapiunt; non tamen per lineam redam, sed per spiralem. Secundum autem, nempe materiam subtilem recto motu versus terrae centrum moveri, non modicam continent difficultatem, nec enim satis concipi potest, qualiter haec fluidissima aetheris materia, cum omnia quasi medium commune impleat; possit ad centrum undequaque ferri: non ergo gravium descensus ab hac materia subtili provenire potest. Alias sunt adhuc juxta [p. 81] prasentem difficultatem sententia quas ex dictis rejici poslunt.

Propositio IX

Motus Gravium deorsum provenit a determinatione ad illum Motum, ipsis in prima rerum conditione a Deo immediate concessa, ut globum Telluris constituent.

Firmatur haec nostra sententia 1. quia Motus Corporum Gravium deorsum non provenit ab aliquo Terrae magnerismo, quo ipsa corpora ad se trahendo adducat (7). Neque ab aliqua materia subtili ipsa desuper ad centrum pellente (8). Neque ab Impetu innato entitativo hunc motum exigente (6): ergo cum nihil aliud supersit, a quo hic Motus proveniat, certe erit formaliter a determinatione ad praedictum Motum, que

impetus modalis est, a Deo ipsis concessus, qui in ipsa Universi conditione omnia corpora praedicta ad Motum versus Terrae centrum determinavit, ut sic unum globum totalem conficerent, ut diximus *prop.* 3.

2. Quia hac sola determinatione a Deo corporibus imposita, recte omnia gravitationis phaenomena explicantur, ut statim patebit.

Sed opponet aliquis: nos nimia facilitate hunc difficultatis nodum dissolvimus, dum non aliam causam Gravia ad Terrae centrum propellentem adstruimus. praeter ipsum Deum, quod parum philosophice dictum esse videtur. Similiter enim possemus etiam Deo soli plurimum aliorum phaenomenorum naturalium effectum tribuere, quorum naturales causas Philosophi, non sine improbabili labore tot saeculis invenire per tentant.

Huic tamen instantia; respondeo, ingens discrimen assignans inter Gravitationis Motum, aliosque effectus [p. 82] naturales. Aliqua enim sunt in natura corporea, qua primum inter caetera obtinent locum, ac veluti fundamentum sunt mirabilis huius machina, quam cernimus: tales sunt Caelorum, siderumque numerus, magnitudo, motus, anomalia, globorum totalium ordo, dispositio, constitutio, et similia: horum enim non aliam causam nisi Deum agnoscimus, neque aliam rationem, cur ita sint constituta, adsignare valemus, praeter ejus voluntatem omnia sapientissime disponentem, juxta Archetypum Mundum, ut dixit Boetius.

*Mundum mente gerens, similique ab imagine formans;
Perfectum jubeas perfectas absolvere partes.*

Constat itaque ex ipsa Telluris constitutione, qua unus est ex globis totalibus, non aliter melius videri posse constitui, quam si omnes ejus partes versus idem punctum properarent, ac moveri sisterentur, ut dixi *prop.* 3. Hoc autem ad primaevam, ac veluti radicalem ejus dispositionem spectare non dubitamus: qui ergo mirum si hanc inclinationem, huncque nisum non aliunde expectandum censeamus, quam ab ipso Deo, qui singulas globi terreni partes, aliaque ipsi adjacentia ad talem Motum determinavit, quoad commune praefati globi centrum moveri niterentur. Quemadmodum itaque inquirenti cur Sol Motu annuo, non Aequatorem, sed Eclipticam ad Aequatorem obliquam percurrat: cur Luna menstruas revolutiones per orbitam ad Eclipticam quinque gradibus inclinatam perficiat, non aliam rationem reddimus, nisi quia sic ad Universi perfectionem fuit a sapientissimo Conditorum dispositum, ideoque ad illos Motus fuisse ab initio illa corpora impulsa, ac determinata, sive a Deo immediate, sive per Angeles, ut suo loco patebit; ita et Motus [p. 83] ille, quo Gravia ad centrum Terra; feruntur, genuinam rationem assignamus

asserentes, ita fuisse in prima sui conditione ad illum Motum determinata, ut ejusdem ope hunc Terra; globum perficiant.

Propositio X

Hinc datur in plerisque Corporibus Gravitata absoluta.

Ratio est, quia (*def. 5*) Gravitata absoluta est illa determinata ad motum versus centrum terrae, quae Corpori inest absolute, et secundum se spectata, praecisive ab alio quovis corpore respectu cujus dicatur esse plus, aut minus Gravitata: ed pleraque Corpora sic accepta, hanc habent ad centrum determinatioriem, ut globum Telluris totalem component, ut experiential testatur ergo dantur Corpora absolute Gravitata. Et confirmatur, quia, si Gravitata absoluta non daretur, neque daretur Gravitata respectiva, ut est evidens: et consequenter nulla daretur Gravitata: datur ergo in plerisque Corporibus Gravitata absoluta.

Propositio XI

In Regione Elementari nullum est Corpus absolute Leve.

Asserunt communiter Peripatetici, in hac Elementari Regione aliqua corpora esse absolute gravia, qualia sunt Terra, Aqua, et ea omnia, quae communiter dicuntur Mixta; alia vero esse absolute Levia, qualia sunt aër, et ignis: eo ducti fundamento quod illa quidem deorsum feruntur, haec vero sursum ascendunt. Nostri tamen temporis, tum Philosophi, tum Mathematici, communiter tenent, nullum dari Corpus absolute Leve, sed, vel omnia esse praedita gravitate; [p. 84] aut, si aliquod sit quod illa careat, pariter careat Levitate, ita ut neque grave sit, neque Leve. Et quidem de aëris gravitate jam plura diximus in praecedenti *Tract. Lib. 3. prop. 27 et 28*, tum et in *Comp. Math. Tract. 10. Statices Lib. 1. prop. 10*, ubi aëris gravitatem quamplurimis Experimentis confirmavimus. Quoniam autem ea, quae tum ad aërem, tum ad ignem spectant in *Tractatu de Elementis* speciatim prosequemur, nunc nostram sententiam generatim afferentem, in sublunaribus nullum esse Corpus absolute Leve, generali ratione probamus,

Tantummodo enim posita in praefatis corporibus gravitate absoluta, omnes motus, et phaenomena, quae in illis observamus, optime explicantur: quales sunt motus plerumque Corporum deorsum, simulque ascensus aliquorum sursum: ergo frustra, et absque sufficienti fundamento asseritur in aliquibus Corporibus Levitas absoluta. Antec. prob. Et primo quidem recte explicari corporum descensum, certum est: dubium tantum esse poterat circa ascensum tum aëris, tum flammae ignis; verum

neque in hoc ulla apparet difficultas. Ad hoc enim ut aliquod Corpus sursum feratur, sufficit ut ab alio graviore descendente sursum extrudatur: corpus enim, quod gravius eat, et ponderosius, dum suapte vi deorsum fertur, aliud corpus minoris gravitatis, et ponderis sursum attollit: sic unius libra; pondus in bilance ab alio pondere bilibri in adversa lance constituto elevatus: sic aqua in vase aliquo contenta sursum extollitur ab injectis intra vas lapidibus: Quid ergo mirum tum aërem, tum flammam ignis, fumum, et similia sursum extrudi a corporibus gravioribus: ergo, licet aër, ac flamma auram petant, non inde recte infertur, habere Levitatem absolutam: [p. 85] cum sufficiat esse minus gravia aliis corporibus, a quibus sursum extruduntur. Sic aër sursum ab aqua extruditur, quia aqua gravior est aëre: et similiter flamma, ac sumus sursum ascendunt, quia a circumstante aëre ipsis graviore, sursum tolluntur. Sed de his nunc satis.

Propositio XII

Omnia Puncta physica materiae gravitantis habent aequalem gravitatem absolutam.

Ratio est, quia omnia Puncta materiae gravis sunt entitative aequalia, ut saepius diximus: ergo habent aequalem ad centrum terrae propensionem: neque eaim est major ratio cur unum majorem habeat propensionem, quam aliud: ergo aequalem habent gravitatem absolutam.

Propositio XIII

Illud Corpus est specificè Gravius, quod sub eadem mole, plura puncta physica materiae Gravis includit.

Ratio est, quia (12) omnia puncta physica materiae Gravis sunt aequalis Gravitatis absolutae: ergo corpus illud quod sub eadem mole plura habet materiae gravis puncta, quam aliud, erit sub eadem mole gravius illo: ergo juxta *def. 7.* erit specificè gravius. Hinc Corpus densius alio, est specificè Gravius illo. Ratio est, quia, si utraque sumantur sub eadem mole, quod densius est plura habet puncta Gravia; si vero sumantur sub eodem pondere, quod densius est, minorem habet extensionem: ergo (*def. 7.*) quod densius est, est etiam specificè Gravius.

[p. 86] Propositio XIV

Hinc datur Gravitas respectiva.

Patet, nam Gravitata reactiva est illa, qua unum corpus dicitur alio gravius: sed corpus densius, caeteris paribus, gravius est minus denso; ergo datur in corporibus Gravitata respectiva.

Corollaria

1. *Colligitur ex dictis, palmum cubicum plumbi graviorem esse palmo cubico aquae: habet enim plura puncta materia gravis, quam palmus aquae. Dixi, materiae gravis, quia materia aetherea, quae in corporum poris reperitur, nulla habetur ratio: cum ipsa, neque gravis sit, neque levis, ut supra diximus*

2. *Si duo corpora diversa gravitatis specifica habeant pondus aequale, earum magnitudines erunt in ratione reciproca gravitatis specifica: ut, si accipiantur duo cubi; alter quidem plumbeus; alter vero ligneus: utraque autem sub eodem pondere unius libras magnitudo cubi lignei ad magnitudinem plumbei, erit ut gravitata specifica plumbi, ad gravitatem specificam ligni: ita ut, si magnitudo cubi lignei sit sextupla magnitudinis cubi plumbei, etiam gravitata specifica plumbi fuerit sextupla gravitatis specifica ligni: quanto enim major est gravitata specifica plumbi, quam ligni, eo majorem esse oportet cubum ligneum, ut cubo plumbeo aequiponderare possit.*

3. *Hinc corpus specificè gravius elevare potest, aliud minoris gravitatis specificae, si sit aequalis molis, seu extensionis, ac illud.*

[p. 87] **Propositio XV**

Hinc Corpus Gravius, ac Densius, descendit per medium rarius, ac levius; rarius vero, si sit ipso medio levius.

Ratio est, quia Corpus Densius, ac Gravius, praevalet suo majori pondere adversus illud, quod est levius, illudque sursum trudit, ac ascendere cogit: ergo Corpus Densius, et consequenter Gravius, sursum trudet medium rarius, et levius: et consequenter extrudi locum continuo occupans, per ipsum descendet. Sic lapis, quia densior est aqua, in ipsam injestus, descendit, ac mergitur; si tamen in vas mercurio plenum injiciatur, non mergitur, nec descendit, quia nempe lapis minus gravis est, quam mercurius. Ut autem hoc perfecte intelligatur, supponendum est; ut aliquod Corpus in aliquo medio mergatur, necessarium esse ut partem medii elevet, sibi in mole aequalem; tantum enim praecisse elevare debet, quantum capiebat locus, quem ipsum Corpus submersum occupat post immersionem: si itaque Corpus, quod in medium

injicitur, majoris Gravitatis sit, quam medium sibi in mole aequale, illud elevabit, et per ipsum descendet; si vero sit aequalis omnino Gravitatis; mergetur quidem; sed ulterius non descendet, quia cum ipso aequilibratur: si vero praeditum Corpus levius sit medio, molem sibi arqualem attollere non valebit, sicque non mergetur; sed potius innabit, et ab ipso medio sustentabitur.

Hinc iterum patet ratio, cur pleraque corpora, quae communiter *levia* appellantur, licet absolute non *levia*, sed *gravia* sint, sursum per mediam aquam, seu aëra ferantur ratio est, quia cum sint minus *gravia*, quam medium illud, ab ipso medio graviori sursum traduntur, ut *prop.* 11 diximus.

[p.88] **Propositio XVI**

Medium sui divisioni, et extrusioni resistit.

Dico 1. Quodlibet Medium, praesertim Elementare, sui divisioni resistere. Nullum enim Medium, quantumvis tenue, reperitur, si aethere excipias, cujus partes aliquo nexu, ac textura non sint invicem connexae: cumque hic nexus non nisi aliqua vi dissolvi possit, certe potentia vincens, aliquam patietur resistantiam: ergo Medium sui divisioni resistit: et eo magis, quo strictior, ac complicatior fuerit praefatus nexus. **Dico 2.** Quodlibet Medium, si aethera excipias, sui extrusioni, ac elevationi resistere: quia quodlibet corpus elementare est corpus absolute grave: ergo quoties ab alio corpore truditur, cogitur sursum attolli contra sibi innatam gravitatem: ergo extrusioni, ac sui elevationi resistit.

Propositio XVII

Cum corpus grave descendens vincit resistantiam Medii, omnes ejus partes agunt adversus Medium actione communi, sive per modum unius.

Haec propositio constat ex dictis *Tract. praeced. Lib. 5, prop. 33.* ubi generaliter de omni motu, cui resistitur, manet probata: omnes enim mobilis partes agunt simul actione communi, ut obvium impedimentum removeant.

Propositio XVIII

Si duo Corpora sint diversa gravitatis specifica, illud per aërem velocius descendit, quod est specificè. gravius.

Sint ex.gr. duo Globi, quorum quilibet sit ponderis unius librae unus tamen plumbeus sit; alter vero [p. 89] ligneus: ambo autem ex eadem altitudinem simul

demittantur. Dico Globum plumbeum citius ad terram pervenire. Patebit cuicumque, si experimentum faciat ex ingenti altitudine; si enim ex modica, aut etiam mediocri altitudine demittantur differentia erit imperceptibilis. Ratio autem est, quia cum duo Globi supponantur ejusdem ponderis, et diversa gravitatis specificae, Globus ligneus major erit plumbeo: ergo ut descendat, plus aëris elevare debet Globus ligneus, quam plumbeus, ut constat ex *prop. 15*, ergo major aëris quantitas resistit globo ligneo, quam plumbeo: sed vires ad hanc resistantiam superandam sunt aequales, ergo plus poterit aër ad minuendum motum Globi lignei, quam ad minuendum Globi plumbei motum: ergo citius descendet hic, quam ille.

Idem etiam accidet, si Globus ligneus accipiatur ejusdem molis, seu magnitudinis, ac plumbeus: in hoc enim casu aqualis est portio aëris extrudenda: et consequenter eadem quantitas aëris utriusque Globo resistit; caeterum plumbeus sub aequali mole est ponderosior: ergo plus poterit hic, quam ligneus ad ejusdem aëris resistantiam superandam: in omni igitur casu citius descendet plumbeus, quam ligneus.

Propositio XIX

Si duo Corpora sint ejusdem gravitatis specifica, quod majus est, velocius per aëra descendit.

Sint duo Globi ejusdem materia: et consequenter ejusdem gravitatis specifica; Dico, majorem citius ad terram per aëra descensurum, si utraque ex eadem altitudine dimittantur. Patet itera experimento, simul ex ingenti altitudine fuerint demissi, et unus Globus sit alio multo major; aliter enim erit motuum diffe[re]ntia insensibilis. Ut autem hujus conclusionis ratio percipi possit supponendum. est: aërem, et similiter quodvis aliud medium, dupliciter resistere motui corporis per ipsum descendentis. i. ratione propriae gravitatis, qua sui elevationi, seu extrusioni resistit: Corpus enim descendens, ut dixi *prop. 16*, elevat aërem ejusdem molis ac ipsum, cui elevationi repugnat aër, eo quod gravis sit. 2. Resistit aër motui Corporis descendentis, quatenus ejus superficiem radit: ex hac autem superficierum corrosione, et contactu, necesse est aliquantulum motum Corporis retardari; et eo plus, quo superficies minus laevigatae, magisque scabrosae fuerint: sic naves multo velocius feruntur, cum earum tabulae extrorsum sebo siniuntur, quo lubricae fiant, nec aqua in earum inaequalitates incurrat.

Certum autem est in nostro casu ratione gravitatis aëris, non velocius descendere Corpus majus, quam minus: cum enim supponantur ejusdem densitatis, et gravitatis specificae, vires ad elevandum, ac movendum aërem sunt ut corporum magnitudines:

sed pondus aëris elevandi a corpore majori, ad pondus: elevandi a minori, est etiam ut praedictorum Corporum magnitudines; est enim ut ejusdem aëris elevandi magnitudines, quae (15) sunt aequales ipsis Corporibus descendantibus: ergo ex hoc praecisise capite aequae potest elevare Corpus majus aëris molem sibi aequalem, ac minus aliam sibi etiam aequalem: ergo nulla est ex hoc capite in descensu velocitatis diversitas.

Si autem attendamus resistantiam aëris ratione contactus, ac corrosionis cum Corporum descendantium superficiebus, ex Corporibus ejusdem gravitatis specificae illud velocius descendit, quod majus est. Ratio autem est, quia, licet ex hoc capite aër plus resistat Corpori [p. 91] majori, quam minori; tamen vis ad hanc resistantia superandam multo potentior est in Corpore majori, quam in minori. Quod evidenter patet; nam hujusmodi resistantia aëris ob incursum in superficies Corporum descendantium, sunt ut superficies eorundem Corporum, a quarum scabritie proveniunt; ita ut eo plus resistat aër Corpori majori, quam minori, quo major est superficies illius, quam istius: verum tamen virtutes ad hanc resistantiam superandam sunt, ut soliditates Corporum: cumque soliditas Corporis majoris multo plus excedat soliditatem minoris, quam illius superficies, superficiem hujus, ut constat ex *Geomet.* sunt enim soliditates in triplicata ratione laterum; superficies vero solum in duplicata: ergo Corpus majus facilius vincet hanc aëris resistantiam, quam minus: et consequenter velociori motu descendet. Vide haec latius exposita in *Comp. Mathem. Tract.* 10, *Lib.* 1. *prop.* 19. Hinc sequentia deduces

Corollaria

1. *Corpora illa, qua sub modica mole, ratione figurae magnam habent superficiem, tardissime per aëra descendunt. Ob hanc rationem papyri charta tardissime, ac veluti fluctuando descendit: in illius enim magnam superficiem incurrens aër, ejus descensum prohibere nititur: cumque ad hanc resistantiam vincendam modica sit in papyro soliditas, segniter admodum per aëra descendit. Ob eandem rationem avium pluma tardissime per aërem descendunt. Hinc aves ut celeriter ad terram descendant, pennas colligunt; ipsas vero extendunt, ut in aëra sublata, ibi permaneant, ac modico addito nisu per eum volent; penna siquidem exten[p. 92]sa, ob plumarum, ac villorum, quibus constant, ingentem superficiem, sacillime ab aëre sustententur, ac avium ponderi facillime resistitur.*

2. *Idem Corpus velocius per aëra movetur, cum integrum est, ac cum fuerit in plures partes divisum. Testatur enim experientia Globum plumbeum, ex. gr. unius libra,*

multo longius tormento bellico explodi, quam eadem nitrati pulveris quantitate, explodantur ejusdem materia, ac ponderis glandes minuiissima. Ratio est, quia Globus unius libra majorem vim habet ratione soliditatis ad aëris resistantiam superandam, quam, cum divisum est in glandes minutissimas: in illo enim integro omnes ejus partes agunt adversus aërem per modum unius, secus vero cum est in partes divisum. Tum etiam, quia sic et ratione superficiei plus resistat aër Globo integro quam cuilibet ex minoribus; excedit tamen vis Globi integri ad aërem vincendum in majori ratione, quam sit excejsus pradiola resistantia, ut supra dixi,

3. *Hinc si nulla esset resistantia mediū, aque velociter descenderet pluma, ac plumbum: modicum Corpus, ac ingens.*

*

[p. 113] **Liber IV**

De luce, lumine, et coloribus; ac corporibus diaphanis, et opacis

Tam multa, tam jucunda sunt, qua; in hoc Libro pertraetanda suscipimus, ut nihil pene in tota Philosophia Naturali jucundius esse videatur. Sed, ut verum fatear, nihil forte difficilium; ita sunt enim in natura; recessibus condita, ut eisdem intelligendis, nullam liceat tentare viam, quae innumeris difficultatum scopis non obruatur. Hac autem omnia, Lucem nempe, Lumen, Colores, ac Diaphaneitatem, et Opacitatem corporum sub Uno Titulo comprehendo, quod ita inter se connectantur, ut eorum pertractatio vix invicem dividi possit. Majoris tamen claritatis gratia Librum in sua Capita distributura exhibeo.

[... Caput I. De corpore diaphano et opaco]

[p. 127] **Caput II**

De natura Lucis y ac Luminis, ejusque admirandis proprietatibus

Quam rite, quamve apposite Lucem Caelorum risum, orbisque gaudium appellavere Platoniani! Est enim Lux totius adspectabilis Mundi nobilissimum decus, et ornamentum, abeuntem siquidem Lucem, sub atro tenebrarum velom cuncta lugent; ipsam vero redeuntem hilari vultu excipiunt, et novo veluti jubare indura, gaudio tripudiant, ita ut cum Caelestibus ignibus choreas agere videantur. Est itaque Lux

omnium rerum corporearum aspectu jucundissima, qua insuper affulgente, cuncta oculorum obtutibus patent; verumtamen illius essentia ita est, etiam linceis Philosophorum oculis abscondita ut, quo plus velint in ejus in acce[p. 128]sum fulgorem mentis oculos configere, eo plus coecutientium intlar, in medio licet luminis constituti, omni se lumine destitutos esse deprehendant. De hac igitur in praienti pro modulo nostro sumus acturi: et licet in *Comp. Mathem. Tract. 18.* non pauca de ipsa, ejusque mirandis proprietatibus delibaverimus; nunc tamen ea, quae ad Physiologiam potissimum spectant, ulterius exponere conabimur.

Definitiones

1. *Lux est id quo corpora sunt visibilia.* Hac definitione. nunc sumus contenti; nec mirere: Lux enim facilius visione, quam definitione comprehenditur: si enim eas, quae ab Auctoribus communiter adstruuntur definitiones, inspiciamus, potius Lucem obscurare, quam illustrare comperiemus: imo nec parum Luminis ipias expicere, ut percipi queant. Arist. *Lib.2.de Anima, tex. 6.* sic eam definit: *Lumen autem est actus perspicui secundum quod est perspicuum*, qua nescio an aliquid obscurius proferri possit, nisi forte definido perspicui, quam ipse tradit *tex. 68.* iis verbis: *Perspicuum autem dico, quod est quidem visibile; non autem secundum se visibile ut simpliciter dicam, sed propter externum colorem.* Nec Aritotelicam Lucis definitionem a caligine liberant Peripatetici, dum eam sub abstractionibus metaphysicis exponere tentant asserentes: *Lucem esse qualitatem quandam absolutam, qua corpora perspicua quatenus talia sunt, informat.*

2. *Lucidum, seu Luminosum est, cui lux suapte natura inest; seu quod propria luce fulget:* qualis est Sol, et ignis. *illuminatam vero est, cui lumen inest, sed non suapte natura; sed ab alio receptum.* Sic paries [p. 129] dicitur a Sole illuminatus. Hic obiter patet, *Lucem, et Lumen* idem esse, solumque penes subjectum, cui inerte dicuntur, diversificari: *Lux* enim dicitur, quatenus existit in corpore luminoso; eadem vero quatenus in illuminato recipitur, *Lumen* appellatur.

3. *Reflexio luminis est retrocessio radii illius in anteriores partes corporis opaci, ob hujus resistantiam.*

4. *Reflectio luminis est inflexio raii illius, facta in communi superficie duorum diapbanorum diversa densitatis non quidem retrocedendo, sed prorsum progrediendo.*

5. Hinc triplex considerari potest Luminis Radius, nempe *Directus, Reflexus, et Refractus*. Radius *Directus* est, qui a corpore luminoso recta procedit. *Reflexus* est, qui insleditur retrocedendo et *Refractus*, qui inflectitur, non autem retrocedit; sed ulterius progreditur. De his egimus *Tract. 18. Comp. Mathem. Tum et pracedenti Tract. lib. 5. a prop. 49.* agentes de Motu locali. Aliqua tamen sunt hinc ulterius prae-notanda, quae ad dicenda maxime conducunt. Sit (*fig. 6.*) OP corpus quodvis opacum, in cujus superficiem OA incidat radius luminis SL in punctum L. Experientia patet ibidem inflecti, ac retrocedere per L I i hocque appellatur *Reflectio*; Radiusque SL dicitur *directus, incidens, et incidentia linea*: LI est *radius reflexus, et linea reflexionis*. Angulus SLA dicitur *Angulus incidentiis*. ILO, *Angulus reflexionis*; qui sunt semper aequales, ob rationem postea dicendam. Sit jam corpus OP crystallus, et incidat. per aërem radius directus SL, qui ingressus per punctum L, ob crystalli perspicuitatem ulterius progrediatur: caeterum quoniam crystallus est aëre densior, radius praedictus [p. 130] SL non recta procedet in C; verum inflectetur versus perpendicularem LR, ac veniet in E: insuper cum in sui egressu per E incurrit in aërem, qui minus densus est, quam crystallus, irerum insleetur, et recedens a perpendiculari LR, progredietur per ES: ita ut dum a medio rariori transit in densius, inflexio fiat versus perpendicularem; cum vero a densiori in rarius, ab ea recedat. Haec quidem phaenomena experientia constant; in quo autem physice consistant, videbimus infra. In refractione itaque linea OA est communis superficies aëris, et crystalli: *Radius directus* est SL. *Radius refractus* est LE. Angulus incidentia est SLA. *Angulus inclinationis* est HLS. *Angulus refractionis*, CLE: et Angulus, qui appellatur *refractus* est ELT.

Propositio IX

Lumen Accidens, et Qualitas est respectu corporis illuminati.

Probatur, nam aër, lucente Sole, illuminatus est; nocte vero adveniente, jam non est illuminatus, item hac charta, in qua modo hac scribo, illuminata est; at vero, si lucernam extingam, amplius illuminata non est: ergo lumen aliquando inest, aliquando non inest corpori illuminato: ergo respectu illius accidens est. Quod autem sit de genere Qualitatis, patet, nam quarenti de corpore quale Iit, recte possum respondere, illuminarum esse: ergo lumen respectu illuminati qualitas est.

[p. 131] **Propositio X**

Lumen non est qualitas entitativa ex corporibus illuminatiseducta, eique inhaerens, prout communiter in scolis docetur; neque ita esse ex Aristotele ullatenus colligitur.

Quum Lucis, Luminisque natura valde sit humanas mentibus abscondita, ut eam indagarent Philosophi, diversas tentavere vias, ac in totidem divisi sunt sententias, quae tamen ad duas potissimum revocari possunt. Prima est eorum, qui tenent Lumen substantiam quandam esse corpoream, eamque subtilissimam: hanc, ut recite R. P. Saguens *Phys. disp. 17, art. 2.* tenere fere omnes antiqui Philosophi, ut postea patebit. Secunda sententia est eorum, qui desunt, Lumen esse accidens physicum, et entitativum de genere qualitatis: sic tenent communiter in Scholis Peripateticis que juxta mentem Aristotelis esse contendunt: sed immerito. Ut itaque hoc perspicuum fiat, ejus sententiam, ex calligine illa, qua; de Lumine sermocinatur, qua possumus deductam, exponamus.

Verum quidem est, hunc Philosophum *Lib. 2 de Anima c.7. text. 69.* asserere, *Lumen neque ignem, neque omnino corpus, neque defluxum corporis ullius:* esse tamen qualitatem entitativam ex subjecto, quod illuminatur genitam, aut eductam, neque asserit, neque ex iis, qua; dicit, ullatenus deducitur. Cum itaque non desinat quidnam lux in corpore lucido sit, solum dicit quid sit in perspicuo; ideoque asserit loco citato *text.6. esse actionem perspicui, secundum quod perspicuum est.* Et rursus *Lib.de Sensu, et Sensibili,* expresse docet nihil aliud esse praeter praesentiam ipsius corporis [132] luminosi, his verbis: *Quando insit aliquid igneu in perspicuo praesentia quidem illius lumen est privatio vero tenebra. Perspicuum autem bifariam considerat, nempe in potentia, et in actu, Perspicuum in potentia est in quo sunt tenebra; id vero, in quo lux est, perspicuum in actu.* Postquam vero Perspicuum dixit, quod non per se, sed per alienum corporeum visibile est; simulque aquam, et aërem in exemplum adduxit subdit, ita quidem esse perspicua, non quidem quatenus aër, et aqua sunt, sed *quatenus est natura eadem in his utrisque, et in perpetuo illo, quod sursum est corpore.* Haecque est tota Aristotelis circa Luminis naturam sententia: ex qua nescio qua consequentione colligant Neoterici Peripateticum, Lumen qualitatem esse entitativam, ex diaphano, aut etiam alio quovis corpore illuminato genitam, aut eductam. Et hac quidem nunc circa Philosophi mentem dicta sunt, adhuc enim alia inserius dicemus.

Lumen itaque non esse qualitatem entitativam ex corporibus illuminatis eductam eisque inhaerentem. Probatur 1. Nam quavis qualitas entitativa unitur subjecto, cui inest: sed lumen non unitur subjecto, seu corpori illuminato: ergo non est qualitas entitativa in ipso recepta. Major est certa. Minor experientia probatur. Exponatur enim Soli papyrus, certe lumen papyro nullatenus unitur: si enim ipii esset unitum, ubicumque deferretur papyrus, deferretur et lumen eidem unitum: quemadmodum, quia calor ferro unitur, ubicumque defertur ferrum, defertur et calor, et sic de aliis: sed

non ubicumque papyrus defertur, defertur et lumen, cum statim ac in clausum conclave introducitur, lumine orbetur: ergo lumen non unitur papyro, auove subjecto illuminato udem quod de corpore [p. 133] opaco ex.gr. dixi, diendum necessario est: de aëre, aut quovis alio diaphano.

Dices, lumen quidem uniri corpori illuminato, et in ipso recipi, sed imperfecte, si aliqua excipias, qualia sunt carbunculus, et hujusmodi, ideoque absente illuminante, lumen in ipiis permanere non posse. Sed contra. Nam, licet imperfecte tantum uniretur, ut vult Adversarius, illa tamen unione perseverante, ubicumque transferretur subjectum illud, transferretur et in ipso lumen: non enim est aliqua ratio, cur unio illa dissolvenda sit statim ac abest illuminans, praecipue cum a nullo contrario possit dissolvi: neque enim lux habet contrarium, ut ipsi Peripatetici testantur. Ratio vero cur in carbunculo, Lapide Bononiensi, et aliis similibus, lumen perseveret, postea patebit.

Probatur 2. Nam nullo fundamento asseritur qualitas id quod caret proprietaribus qualitatis: sed lumen iis caret: ergo, etc. Minor probatur: nam prima qualitatis proprietas est habere contrarium: sed lumen non habet contrarium, ut ipsi Adversarii fatentur: ergo qualitatis proprietatem praecipuam non habet. Secunda proprietas, illarum praesertim proprietatum, quae possunt intendi, ac remitti est, paulatim ac successive introduci, ac intendi: sed lumen in illuminato non introducitur, nec intenditur successive; sed in tali praesentia illuminantis statim ponitur totum lumen, quod potest poni: ergo, etc. Scio huic ultima rationi posse, admissio primo, assignari disparitatem inter lumen, et alias qualitates: nempe ideo calorem, et alia hujusmodi successive introduci, ac intendi, quia in subjecto patiente reperitur qualitas contraria, quae agentis actioni resistit, et consequenter necesse est successive expelli, aliamque successive introduce; lux vero cum [p. 134] contrarium non habeat, nihil ejusdem instantanae, ac omnimoda; introductioni obstat: ideoque corpus ad illuminantis praesentiam totum simul recipit lumen, quod ab eo recipere potest, caeterum cur haec unica qualitas contrarium non habeat, Adversari dicant.

Probatur 3. Si lumen esset qualitas entitativa prout a Peripateticis communiter asseritur, nullum daretur corpus opacum, sed omnia essent diaphana, luminique pervia: sed hoc est aperte falsum; ergo et primum. Min. prob. Si lumen esset qualitas entitativa, omnia corpora, etiam illa qua; dicuntur opaca, ut saxum, lumen reciperent, non solum extrinsecus in superficie, verum et intrinsecus in tota sua mole, omnibusque eorundem partibus; sed corpora sic recipientia lumen, sunt diaphana: ergo nullum daretur corpus opacum, sed omnia essent diaphana. Minor est apud omnes certa: in hoc enim, ut supra diximus, corpora diaphana ab opacis distinguuntur,

quod illa intrinsecus, et in tota sua crassitie a lumine pervadantur, et illustrentur; opaca vero solum in superficie. Major itaque probatur, quia corpora, qua: dicuntur opaca, ut saxum, aut ferrum, ejusdem rationis ac natura; sunt in superficie, ac in tota sua mole, ac crassitie: ergo si eorum superficies apta est lumini recipiendo, etiam tota eorum crassities eidem recipiendo erit apta: ergo lumen reciperent, non solum extrinsecus in superficie, verum et intrinsecus in tota sua mole, et crassitie: et consequenter essent lumini pervia, et diaphana.

Confirmatur, nam si prima lapidis, aut ferri superficies abradatur, seu auferatur, lumen recipitur in secunda: similiter, si haec auferatur, recipitur in tertia, et sic de aliis: sed non reciperetur in illis, si ei recipiendo essent incapacia; ergo omnes lapidis, seu ferri partes [p. 135] sunt aequae capaces lumini recipiendo: ergo in omnibus reciperetur, et consequenter nullum esset opacum, sed omnia diaphana. Nec valet dicere, majorem requiri in illuminante virtutem, ut corpora non solum in superficie, verum et in tota sua crassitie illuminet: non, inquam, id dici potest: nam aër illuminatur a Sole, non solum in superficie, aut aliquibus partibus, sed aequaliter in omnibus: idque non ob allata rationem, nisi quia totus aër recipiendo lumini est aequae capax: cum igitur totum saxum aequae sit capax, ad ejus prima superficies lumini recipiendo, cur non etiam intrinsecus totus illuminabitur.

Hoc idem iterum confirmatur: ut enim ipsi Peripatetici tenent, lumen nullum habet contrarium, quod ipsius generationi obsistere possit, ita ut perinde sit ad generationem luminis in subjecto, quod istud calidum sit, aut frigidum; humidum, aut siccum, etc. ut ipse Arist. ait *loco supra citato*: ergo eo ipso quod superficiei partes lumen recipiant, etiam et interna; partes ipsum recipere poterunt, cum ista; non magis quam illa, contrarictatem ullam habere. possint, qua luminis susceptioni resistent.

Addo demum, hanc Peripateticorum sententiam cum principiis Aristotelicis minime cohære. Asserunt enim, lumen tantummodo esse qualitatem quandam entitativam aluminolo productam in presupposito subjecto: Aristoteles autem diversis in locis nobis *Tract. 3, lib. 1, prop. 9*. adductis, expresse tenet, nullam formam materialem sive substantialem, sive accidentalem, proprie loquendo produci, ut enim explicat S. Thom. *Metaph. lib. 7. lect. 8. Non sit qualitas, sed hoc totum quod est quale lignum non sit Quantitas, etc.* Si ergo lux proprie producitur, ut Peripatetici dicunt, certe [p. 136] non qualitas; sed hoc quale esse oportebit; si cura Philosopho, ac S. Thoma loqui, ac sentire velimus: ergo lumen non est pura qualitas, sed aliquid aliud: idque non aliud, nisi quid substantiae, ac corporeum: idem enim argumentum rediret.

Sed pergamus, et hanc sententiam ex alio capite impetamus, eo scilicet quod juxta illam Phaenomena Luminis explicari non possunt.

Propositio XI

In opinione asserente Lumen esse qualitatem entitativam corporibus illuminatis inshaerentem, non recte explicari potest Luminis propagationem.

Probatur hanc propositio ostendendo nullum ab hujus sententiae Auctoribus assignari modum, quo Lumen a luminoso ad illuminatum propagari possit, qui phyice non repugnet. *Primus modus* est, Lumen propagari per continuata illius generationem in omnibus partibus medii, seu spatii: ita ut Sol ex subjecto sibi proximo lumen educat, ex. gr. ex Caelo Veneris: tum partes Caeli Veneris illuminatur, simile Lumen ex Caelo Mercurii educans: simiiter Carium Mercurii, ex Cario Lunar: Carium Lunar ex igne sublunari: hic ex aëre: sicque Lumen ad usque Terram perveniat post adeo multiplicem generationum seriem, quas nihilominus instantanee peragi profitentur, eo quod Lux nullum habeat contrarium. Hunc autem explicandi modum subsistere non posse, sic physica demonstratione convincitur.

Si Lumen a Sole in subjecto sibi immediato productum, aliud in subsequente produceret, et sic deinceps, illud certe in Orhem, seu versus omnem partem produceret, dummodo subjectum esset aptum, nullum [p. 137] lumque adesset impedimentum: sed lumen praedictum a Sole productum non producit lumen in Orbem, seu versus omnem partem: ergo aliud lumen non producit. Major est certa: omne enim agens necessarium sufficienter applicatum, agit in Orbem, seu undequaque, dummodo nullum addit impedimentum: agit enim quantum potest, nec est major ratio cur verius hanc potius quam versus illam partem operetur. Minor autem probatur. Sit enim (*fig. 7*) luminosum A: sitque corpus quoddam opacum BC, unico foramine D instructum, quo lux permeare possit: in aliqua autem ab ipso distantia sit planum SE. Hoc posito, luminosum A, juxta hanc sententiam, producet lumen in foramine D: sed lux, qua; est in D, non producit lumen in omnibus partibus plani ES, sed tantum in G, qua; nempe in recta linea est cum praedicto foramine et luminoso A: ergo lux existens in D non producit illud lumen in Orbem, seu undequaque: et consequenter, quod cernitur in G, non est productum lumine exiliente in D. Confirmatur. Nam, si lumen G productum esset a lumine D, quo plus luminis esset in D, plus luminis produceretur in G: nam ex majori causa, major sequitur effectus: sed licet plus luminis reperiatur in D, non ideo plus luminis reperiatur in G: ergo, etc. Min. probatur experimento: si enim addatur luminosum H, plus luminis reperiatur in D; adsunt enim ibi tum lumen productum a luminoso A, tum productum a luminoso H;

sed in hoc casu non augetur lumen in G, ut testatur experientia: ergo lumen existens in D non producit lumen, quod observatur in G: perperam igitur exponitur juxta hunc modum luminis propagatio.

Secundas modus, qui posset excogitari juxta horum [p. 138] Auctorum sententiam pro luminis propagatione explicanda, est: Solem ex. gr. producere lumen in omnibus, et singulis partibus diaphani usque ad Terram. Caeterum adversus hunc dicendi modum oritur difficultas in explicando qualiter videlicet Sol operetur in distans: oportet enim agens esse immediatum passo, utin ipso possit operari. Forte aliquis respondebit, Solem, licet frequenter non adsit immediate subjecto, in quo lumen producit, immediatione suppositi; esse tamen ei immediatum immediatione virtutis, quas per aërem diffunditur, hocque sufficere ad praedictam luminis productionem. Sed contra; nam vel haec virtus a Sole per aërem diffusa, est ipsum lumen in aëre productum, vel aliquid ab eo diversum. Si hoc secundum asserant Peripatetici, assignare tenentur quid illud sit, quod in eorum sententia erit nimium difficile. Si vero dicatur esse ipsum lumen in aëre productum; vel hoc, postquam a Sole subjecto sibi immediato productum est, venit per aërem usque ad Terram: et hoc non, quia accidens migraret de subjecto in subjectum; vel per ipsum aërem successive a Sole producitur, quo redit eadem difficultas, quam mox diximus: ergo neque, hoc modo luminis propagatio explicari potest. Quanto autem melius juxta Aristotelis mentem, procul pulsus qualitativis entitativis, hujusmodi propagatio explicetur a penitioribus etiam Peripateticis, in nostrae sententia; expositione postea patebit.

Propositio XII

In eadem opinione, non recte potest explicari Luminis reflexio.

Lumen in corpus opacum, praesertim levigatum incidens, resicdi, ita certum est, ut ipsis oculis [p. 139] patet. Hanc autem reflexionem non posse sufficienter explicari in sententia asserente Lumen esse qualitatem entitativam in Corporibus illuminatis receptam. Prob. 1. Cum enim juxta hanc sententiam Lumen recipiatur in superficie corporis opaci, nulla est assignabilis ratio cur a praefato corpore recedat, et quasi ab ipso sugiens retrocedat, potius enim illi subjecto uniri debet, quam ab ipso suapte natura separari. Nec dicat aliquis devigatum speculum Lumini recipiendo esse ineptum: non inquam id dicat, duo enim speculum constituunt; et vitrum pellucidum, et stannum opacum posticae superficiei unitum vitrum autem capax est Luminis recipiendi, praecipue in Aristotelis sententia asserentis, Lumen esse ipsum actum perspicui, quia perspicuum est: cur ergo ab hoc perspicuo recedens, in aërem remeat,

ae retrocedit. idem dicam de stanni superficie, quae vitro unitur: Nulla est ergo assignabilis ratio in hac sententia, cur Lumen reflectatur.

Probatur 2. Nam Sol est causa necessaria Luminis productiva: ergo radii directis totum Lumen producit in aëre, cujus recipiendi aër est capax: nulla est igitur ratio cur, quoties occurrit subjectum Luminis ultra recipiendi incapax, illud Lumen ulterius in aëre producere debeat; imo nec possit, cum aër totum receperit, quod a Sole potest recipere. Confirmatur. Si enim Lumen illud, quod Sol in subjecto incapaci producere nequit, in aëre per reflexionem produceret, sequeretur eo plus Luminis aërem ope reflexionis recipere quo subjectum occurrens minus capax esset illius recipiendi: sed. hoc est aperte falsum; experientia enim testatur, ex panno nigro nihil fere Luminis in aërem reflecti; multum vero ex albo, cum tamen illud modici Luminis capax sit, album vero capacissimum in [p. 140] sententia praecepit Adversariorum: ergo falsa est ratio praedicta.

Probatur 3. Nam juxta hanc sententiam nulla potest reddi ratio cur angulus reflexionis LIO (*Fig. 6*) quem radius Luminis reflexi LI efformat cum superficie speculi reflectentis, aequalis semper sit angulo incidentiae SLA, quem cum eadem superficie, incidentes luminis radius SL efformat: si enim Lumen qualitas sit entitativa recepta in illuminato, aequaliter in toto aëre recipi valet: cur ergo in retrocessione solum recipi debet in aëris linea LI, quam in alia ex innumeris, quas ex pundo L duci possunt.

Propositio XIII

In eadem sententia perperam explicari potest Luminis refractionis.

Una ex praecipuis Luminis affectionibus est refractionis, qua nempe ejus radius cura ab uno medio ad aliud diversae densitatis permaneant, inflectitur, ut diximus *defin. 4* et *5*. De hac autem antiquiores Philosophi nec verbum protulerunt: unde nihil mirum non ita rede ac Neoterici de Lumine judicasse. Existimo itaque, hoc nobilissimum Luminis phaenomenon minime intelligi, nedum exponi posse in sententia asserente Lumen esse qualitatem entitativam in corporibus illuminatis receptam: hoc est, nulla potest reddi conveniens ratio cur radius directus SL (*fig. 6*) quia luminoso per aëra sertur, cum ingreditur crystallum OP, aëre densiorem, non recta progreditur; sed slectkur versus perpendicularem L T , ita ut procedat per LE.

Ratio autem nostra; assertionis est 1. Quia crystallus aequè capax est recipiendo Lumini in LC, ac in LE est [p. 141] per LE intra crystallum propagatur: cur potius

educitur de potentia materia: existentis in LE, quam existentes in LC, cum sit ejusdem omnino rationis. 2. Eo praecisse quod radius SL obliquius incederet in superficiem OA crystalli, plus flecteretur versus perpendicularem, ita ut non jam per LE incederet; sed per aliam lineam perpendiculari LT proximioem. Si autem radius perpendiculariter incidat ut H, nulla sit refractio, seu inflectio, sed recta deveniet in T. Quorum ratio juxta hanc entitativae qualitatis hypothesin est valde difficilis. Fateor quidem phaenomenon istud in quavis sententia ingentem continere difficultatem; verum in hac quam impugnamus, est longe difficilium.

Propositio XIV

Lumen saltim partialiter est entitativae substantia, et cortpus subtilissimum: aut saltim sine illo intelligere non potest.

Quum in *praeced. propos.* satis aperte fuerit ostensum, Lumen non esse qualitatem aliquam absolutam, et entitativam corporibus illuminatis inhaerentem, sequitur ut dicamus substantiam esse corpoream subtilissimam, aut saltim sine illa Lumen neque esse, neque intelligi posse, neque ejus phaenomena sufficienter explicari. Esse itaque Lumen tenuissima corpuscula, tenere, ut supra dixi, omnes pene veneranda antiquitatis Philosophi, Empedocles, Leucippus. Democritus, Epicurus, et Plato, quibus accedit Lucretius de *Rerum Natura lib. 4* et alii. Eandem sententiam expresic tenet S. August. *diversis in locis* infra adducendis. Ex Neotericis autem eam deffendunt Sebastianus Baffonus *lib.1.de Calo, Instit.2. in Fundamentis* [p. 142] *Physicis, cap. 1*, Franciscus Caro *2 part. Philos. Natur. lib.2, Disp. 2*. Renatus Descartes *Princip. Philos. part.3 a num 55*, tum et *Dioptrices, cap. 1*. Francisc. Bayle *Phys. Gen, disp.10. art. 1*. et Communiter Cartesiani, Gassendus etiam *Phys. sect. 1, liob. 6, cap.11*. R. P. Maignan *Phil. Nat. cap. 15. prop. 13*. R. P. Saguens *Phys. Disp. 17, art. 2, assert. 2*. P. Casimirus *Phys. part. 2 disp. 2, art. 5, quaest. 3*. Auct., *Phil.Vet. et Novae Phys. part. 3, dissert. 4, cap. 5*. D. Seraphinus Passolinus apud Illustris. Caramuelem in *Appar. Philosoph. Tract. fol. mibi 192*. In eandem etiam sententiam inclinat P. Francisc. Maria Grimaldus in sua *Physico Mathesi de Lumine*, quam in duos libros partitam exhibet: et in primo quidem militat pro substantialitate Luminis: in secundo vero docet, non obstantibus his, quas *lib.1.* dixerat, posse probabiliter sustineri sententiam Peripateticorum tuentium Luminis accidentalitatem, quam supra rejecimus: ut autem recte advertit Caramuel, ita in primo Libro serio, ac diffuse pro Luminis substantialitate scripsit, ut ille Liber per totas 472 paginas excurrat; cum tamen secundus vix 60 exaequet, quo satis suam mentem expresisse videtur.

Assero itaque cum his, et aliis Auctoribus, *Lumen partialiter saltem esse subtilitatem tenuissimam, aut subtilissima corpuscula, aut saltem sine ipsi esse, neque intelligi posse*: in quo quidem omnes secunda sententia: Philosophi conveniunt, licet in modo quo illam constituunt non parum plerique dissentiant, ut statim patebit. Addidi vero, *saltem partialiter per illa corpuscula constitui, aut saltem sine ipsis intelligi non posse*, quia posset aliquis asserere praefata corpuscula esse quidem materiam, seu subiectum lucis; ipsam vero formaliter esse qualitatem, sive entitativam, sive modalem [p. 143] eisdem inhrentem, de quo postea.

Nostra autem assertio probatur 1. ratione: nam id quod omnes habet affectiones, ac proprietates corporis, corpus est; sed Lumen habet omnes affectiones, ac proprietates corporis: ergo corpus est. Min. prob. recensendo praecipuas corporis affectiones, ac proprietates. *Prima* est impenetrabilitas cum alio corpore: Lumen. autem impenetrabile est naturaliter cum alio quovis corpore; aliter pervaderet indiscriminatim omnia corpora: et consequenter nullum esset corpus, quod umbram projiceret. *Dices* penetrari cum corporibus diaphani si caeterum cum eis non penetrari, licet per ipsa pertranseat, satis in *praecedentibus* fuit ostensum. Quin imo si cum aliquibus penetraretur, cur non cum omnibus? Si enim res attente inspiciatur, nullum est excogitabile impedimentum, quo ea quae penetrabilia sunt, impenetrabilia reddantur.

Secunda corporis *proprietates* est, ut semper, cum movetur, feratur per lineam rectam, dummodo nullum adsit impedimentum, aut specialis causa illud per allatam lineam determinans: hoc autem semper observatur in Lumine; experientia enim testatur, Luminis, unbrarumque confinia per rectissimas lineas projici, ac distendi.

Tertia proprietates etiam experientia comprobatur: corpora nempe quae moventur, cum in alia incurrunt, eorum motui resistentia, retrocedunt, ac recedunt, et per allata lineam recedunt, angulura cura superficie corporis resistentis efformantem, aequalem angulo incidentiae, ut superius diximus: patetque in pila, tudiculis, etc. sed hoc ipsum evidenter observamus in Lumine: cum enim in speculum incidit, ita ab ipso reflectitur, ut angulos incidentiae, ac restexionis aequales efformet: ergo, etc.

[p. 144] Quoties corpus, ex. gr. lapis oblique per aërem in aquam movetur, in ipso aquae ingressu per aliam lineam progreditur: id autem in lumine evenire certum est: quoties enim ab aëre in aquam; seu vitrum devehitur, in ipso ingressu lineam illam deferit, ac per aliam movetur: ergo Lumen habet praecipuas corporis proprietates: et

consequenter fatendum est ipsum esse corpus subtilissimum, aut saltem ita cum eo conjunctum, ut sine illo intelligi non possit.

Responderit opposita sententia Auctores, omnia predicta convenire Lumini metaphorice dumtaxat, quatenus nempe corpus, in quod Lumen incidit, illud determinat, ut reproducatur antrorsum, quando resseclitur, aut incurvesur introrsum, quando regrangitur, etc. quas reproducciones per motum explicamus, asserentes Lumen reflecti, refrangi, etc. Verum hac responsione in solutum manere argumentum est satis perspicuum: tenentur enim assignare rationem Adversarii, cur corpus resistat Lumini, cum Lumen non habeat contrarium: cur item determinat Luminosum, ut Lumen potius per hanc, quam per aliam lineam reproducat: et alia innumera, a quibus difficillime se se expedient, quantumvis ad metaphoras recurrant.

Probatur 2. nostra sententia auctoritate: nam S. August. l. 3. *de Libero Arbitrio*, cap. 5 ait: *Quia igitur omnis anima omni corpore est melior... In corporibus autem lux tenet primum locum, consequens est, ut primo corpori anima extrema praeponatur.* Idem August. *de Genesi ad lit. lib. 7, cap. 19*, hac habet: *Anima omne corpoream materiam dignitate natura praecellit, per lucem tamen, et aërem, qua in Mundo praecellentia sunt corpora magisque habent faciendi praestantiam, quam patiendi corpulentiam... corpus administrat.* [p. 145] Praeterea idem expressissime habet *Epist. 3*, quae est ad *Volusianum*, his verbis: *Hominum iste sensus est, nihil nisi corpora valentium cogitare, sive ista crassiora, sicut sunt humor, atque humus, sive subtiliora, sicut aëris et lucis sed tamen corpora.* Ex quibus ita perspicue patet mens Augustini, ut de ipsa minime possit dubitari: nec mirum, erat enim Platonius, quemadmodum et alii plerique ex antiquis Ecclesiae Patribus, qui non Aristoteli sed Platoni in Philosophicis adhaerere. Adsit nunc ad nostram conclusionem confirmandam Theodoretus qui in *Genes. Quaest. 7*, ait: *Lumen substantia est, et subsistit, et cum occiditur rursus oritur, et cum abierit, revertitur.* Pro eadem sententia citatur etiam S. Damascenus ab *Aversa, quaest. 54, sect. 2*. Nec valet dicere Augustinum, aliosque Patres accepisse Lumen pro Corpore Luminoso, scilicet Sole, igne, etc. Tum quia Augustinus in *Epist. ad Volustanum* expresse ait, Lumen esse corpus subtilius caeteris, ait enim, *sive subtiliora ut aëris, et lucis.* Tum etiam quia Lumen esse saltem partialiter corpus, ignis nempe particulas, aut alias subtilissimas, ex eorum verbis aperte colligitur. Objectiones, quae ab Adversariis contra haec congeruntur, post nostrae sententiae expositionem dissolvemus.

Propositio XV

Lumen pro materiali consistit in praedictis corpusculis subtilissimis; pro formali vero in eorundem motu locali.

Ratio est, quia, ut experientia constat, Lumini ea conveniunt que propria sunt corpori, quatenus per motum localem concitato: ergo essentialiter includit motum localem; et consequenter consistit in [p. 146] praedictis particulis subtilissimis, non utcumque, sed quatenus motu locali cientur. Anteced. prob. nam Lumen procedit per lineam rectam; reflectitur, idque per angulos, iis quibus incidit, aequales: tum et refrangitur, ut in *praecedenti* diximus: sed haec omnia conveniunt corpori quatenus localiter movetur: ergo, etc. Hinc Lumen in duobus consistit, in corpusculis nempe subtilissimis, et in eorundem motu locali: in corpusculis quidem, quasi pro materiali; et in motu praedicto, pro formali. Unde non incongrue Lumen *qualitatem* appellabimus: non quidem entitativam, et absolutam, sed modalem: motus enim modus est corporis quod movetur. Quatenam autem sint haec corpuscula, quae Luminis sunt materia, quisve illorum motus, ut Lumen constituent, hujus sententiae Auctores diversis hypothesis valde probabiliter exponunt, quas ad duas potissimum revocantur, *quas sequentibus propositiōibus* expono.

Propositio XVI

Hypothesis asserens, lumen consistere in corpusculis purissimis, ac mobilissimis ignis, explicatur

Ita communis est haec Hypothesis inter Auctores stantes pro luminis substantialitate, ut, si Cartesium, Cartesianosque excipias, caeteri omnes eam, non modo ut Hypothesin, verum et ut absolutam Thesim defendant. Asserunt itaque lumen consistere in corpusculis purissimis, ac mobilissimis igneis a corpore luminoso radiatim emissis. Idque probant 1. Quia lux in sua origine, ut in Sole, flamma, et similibus, ignis est: Solem enim, et Astra praesertim fixa, ignea esse, fuse, et erudite probat P. Scheinerus in *Rosa Urbina, lib. 4. a cap. 27.* quod et nos suo loco dicemus. Radios item [p. 147] Solis igneos esse, non incongrue probari potest ex Ecclesiasticis 47, 43, ubi ignei appellantur. *Fornacem custodiens in operibus ardoris tripliciter Sol exurens monte, radios igneos exsufflans, etc,*

Probant 2. experimento. Nam radii luminis ope lentis convexae, aut speculi concavi in unum collecii, ignem accendunt, idque ita efficaciter, ut speculum quoddam ustorium, quod in Academia Regia servatur, metalia, et lapides ipsos fundat,

etiam in media hyeme: ergo. luminis radii ignis sunt, a Sole, et flamima, velocissimo motu evibratus.

Contra hanc hypothesin *objici solet* 1. Si lumen esset effluvium igneorum spirituum, seu corpusculorum a Sole evibratorum, sequeretur, corpus solare paulatim minui: sed hoc est absurdum: ergo, etc. Respondent hujus sententiae Auctores, talem Solis imminutionem, saltim sensibilem, nullatenus sequi, etsi ab initio suae creationis non cessaverit luminis radios emittere. 1. Quia lumen ad Solem miris, licet occultis viis per reflexionem regreditur: quemadmodum nec Terra minuitur propter continuo emissos vapores, quia isti in pluviam, aut nivem conversi, ad ipsam redeunt. 2. Quia licet lumen ad Solem non remeet, ita modicum ex ejus emissionem pati potest decrementum, ut ad tantam ejus molem comparatum pro nullo aestimari debeat: sicut pro nihilo aestimatur illud, quod montium jugis advenit a ventis, ac pluviis, a quibus quotidie paululum deteruntur. Quod inde non parum confirmatur, quod nempe Moschi granulum per plures annos copiosum odorem spirat absque ullo sensibili decremento: cum ramen odorem absque corpusculorum emissionem non fieri, plerique Peripatetici concedant.

[p. 148] *Objicitur* 2. Si lumen esset effluvium a Sole, caeterisque luminosis emissum, sequeretur, nostrum aëra fore nunc multo densius, quam a suae creationis initio, utpote tot, tamque innumerabilibus corpusculis a Sole, sideribusve refertum: ergo, etc. Respondent iidem Auctores, cum Sol ad se sua effluvia revocet, aërem per ipsa non posse sensibiliter condensari. Praeterea, cum lucis substantia spirituosissima sit, parum apta est ad condensationem inducendam,

Objicitur 3. Non posse ullatenus concipi, qualiter modica candelas flamma possit undequaque in orbem, ad tantam distantiam, ad quam cernitur, tot corpusculorum effluvia evibrare: licet enim tota ipsa in minutissimas particulas divideretur, neququam tantum spatium replere posset; cum tamen necesse sit illud replere, aliter ex quolibet ejus puncto videri non posset: ergo haec sententia nequit sustineri. Respondent id nullatenus esse mirandum: si enim odoriferum, alioquin modicas molis, quale est ellychnium fumigans, sufficiens est ad peramplas aedes tetro odore adimplendas; quid mirum luminosum effluvium a modica etiam flamma procedens, per ingenua spatia posse diffundi, cum multo spirituosius, copiosiusque sit odorifero. Videatur P. Franc. de Lanis, qui multa pertractat de mira subtilitate, ac copia effluviolorum, corporumve transpiratione.

Objicitur 4. Si lumen esset effluvium corpusculorum igneorum a Sole ad terras deveniens, Lumen diffunderetur per motum localem: sed hoc est falsum: ergo et illud. Minor prob. Nam lumen diffunditur in instanti; sed motus localis nequit fieri in instanti: ergo lumen non diffunditur per motum localem. Huic argumento respondent negando minorem: et ad proba[p. 149]tionem negant majorem: asserunt enim lumen non difundi in instanti; sed in tempore sensibus imperceptibili. Quod et D. Romer erudite satis, et efficaciter probat ex Satellitum Jovis Eclipsibus, ut in *Trael. De Caelo* dicemus: id tamen certum existimo, nullo racionio posse hanc luminis instantaneam diffusionem evidenter convinci, de quo statim redibit sermo.

Objiciunt 5. Si lux esset effluvium corpusculorum igneorum, lumen, quod lucente Sole intra cameram ingressa est, non statim oclusa fenestra periret: sed seclusa fenestra statim deperit; ergo non. est corpusculorum igneorum effluvium. Sed respondent, lumen illud non quidem deperire quoad substantiam; sed quoad actum lucendi, qui consistit in motu locali, qui a Sole ipsi communicatur. Quemadmodum enim ventus, cum clausa fenestra cessat, non deperit quoad substantiam, sed quoad motum: nihil enim aliud est: ventus, nisi aër motu delatas: ita et clausa fenestra deperit lumen, non quoad substantiam, sed quoad motum: nihil enim est aliud in hac sententia, quam ignis particulas ingenti motu delatae: unde quemadmodum aër ille, qui cameram pertransibat, clausa fenestra desinit esse ventus, licet non destruat; ita illa corpuscula ignea, quae cameram fuerant ingressa, clausa fenestra, desinunt esse lumen, licet quoad. substantiam perseverent. Ex his alia minoris momenti solvantur. Hac Hypotheis valde probalius est mihi tamen magis placet ea, quam *sequentibus propositionibus* expono.

[p. 150] **Propositio XVII**

Verior Hypothesis circa Luminis physicam essentiam explicatur

Haec Luminis Hypothesis, si pauca excipias, eadem est quam excogitavit, et exposuit Cartesius *Princ. philos. part.3. a n. 55 ac Diptrices c. 2*, quamve sequuntur communiter Cartesiani. Hanc carteris veriolem semper existimavi, quod nempe illius ope cuncta luminis phaenomena melius intelligantur. Licet autem in *Comp.Math. Tract.18. lib.1. a prop.6.*, eam exposuerim, nunc iterum eam susius exponam, simul et ostendam, aliquibus praesuppositis, quae suis locis probabuntur.

Supponendum est itaque 1. In hac rerum corporearum natura, quamplura reperiri corpuscula supra nostram cogitationem subtilissima, quae suapte natura omnique sublato impedimento, perniciosissimo motu, eoque tremulo, ac vibratorio ciantur, quem

perfecto motum in ipsius Mundi primordiis a rerum omnium Conditore susceperunt. Ex his autem subtilissimis particulis omnia corpora, quae ab intrinseco lucentia sunt, componuntur, qualia sunt Sol, flamma, Sidera fixa, et similia, quae proprio lumine micare dicuntur. Hinc sit, huiusmodi corpora continuo tremores ac veluti vibratorio motu cieri, utpote ex praedictis particulis composita: ita ut nullum corpus ex se lucere dicamus, nisi illud cuius particulae celerrimo illo, ac reciproco vibrationis motu cientur, quem non incongrue ipsis systole, ac diastole, creberrimis tamen ac minutissimis comparamus.

Supponendum est 2. Praeter particulas praeditas alias esse innumeras, etiam subtilissimas, quae in hoc [p. 151] Universo medium constituunt fluidissimum, ac tenuissimum, quod commune est caeteris corporibus, qualia sunt Astra, Tellus, etc. Et haec quidem sunt materia illa aetherea, de qua jam saepius sumus loquuti, quam neque gravem esse, neque levem diximus; sed solum, ingentia illa spatia replete, quae; globos inter, aliaque corpora praedicta, continentur. Haec autem subtilissima corpuscula non uniusmodi sunt figurae; sed potius innumeris propemodum, valdeque diversis figuris sunt praedita: maxima tamen eorum pars globuli sunt, ac sphærica figura donantur, sic exigente fine, cui assequendo sunt ab Auctore Naturae instituta, ut postea amplius patebit. Singula insuper corpora diaphana, qualia sunt Aer, Aqua, Vitrum, etc. his globulis maxime abundant, eorum enim poros potissimum replent, ut ex alibi didis colligitur.

His sic suppositis. *Assero, Lumen consistere in motu tremulo, vivido, ac concitatissimo, quo praedicta corpuscula, seu globuli aetherei, celerrime vibrantur, qui quidem motus eisdem communicatur a corpore luminoso, cuius omnes, et singulae particulae praedicto tremore cientur.* Non itaque consistit formaliter Lumen in praedictis corpusculis, seu globulis; sed in eorundem motu vibratorio omnino simili ei, quo Luminosi corporis partes cientur: globuli enim materia sunt, seu subjectum Luminis; possuntque Lumen in potentiam appellari. Lumen vero actu in eorundem motu vibratorio consistit. Quemadmodum in sententia veriori, et experimentis comprobata, sonus consistit in aeris tremore, corpore sonoro similiter tremente causato: sicut enim corpus sonorum, ex. gr. os campanum, malleo percussum, tremit, similique tremore aërem commovet, et hic similiter auris tympanum, ac nervos eo commovet, et hic similiter auris tympanum, ac nervos [p. 152] acusticos tremere facit, ad quem motum auditus sensatio consequitur: ita et corpus luminosum innato illo motu vibratum, globulos aethereos qui ab ipso ad usque visionis organum protenduntur, simil vibrationis motu concitat ique visionis organum pulsantes, eum

similiter movent, ad quem motum adus visionis consequitur, quo lux, aut potius corpus lucidura, seu illuminarum videtur.

In hoc autem nulla vel levis apparet repugnantia, imo ex his, quae supposuimus, legitime consequuntur: cum enim praedicti globum aetherei corpori Luminoso immediate adhereant, necesse est, motum vibratorium, quo luminosum cietur, eisdem communicari; haecque simili tremore moveri, praesertim cum ita facile mobilia sint, ut nuperrime diximus: ac praeterea cum iidem globuu per omnia corpora diaphana ad usque visus organum, absque ulla interruptione continuata sint, necesse est ut eidem similem tremoris motum communicent: hoc tandem visionis organum ob exquisitam ejus texturam, et organizationem, confestim ac praedicto motu movetur visionis adurnexserit, ut in sumuli diximus de Auditu.

Neque haec sic exposita Luminis Hypotheiis ab Aristotelis sententia abest, imo eidem apprime cohaeret; Lumen namque asserit esse *actum perspicui quatenus perspicuum est*. Si itaque Lumen in motu citissimo, ac tremulo globulorum aethereorum corporibus perspicuis, seu diaphanis inexistentium consistit, cum hujusmodi motus non nisi actus sit perspicui quod movetur, certe in adu illo perspicui, quatenus tale est, Lumen consistit. Perspicuum itaque, abeunte luminoso, Lumen solum habet in potentia, quatenus nempe materia illa globulosa refertum est, quae Lumen est in potentia; [p. 153] tunc vero est actu tenebrosum, seu Lumine privatum; cum vero luminosum adest, actu praedicto motu ab eo movetur, quem quidem perspicui actum dicimus esse Lumen.

Hac autem nostra circa Luminis naturam sententia inde maxime suadetur, quod nempe ipsa posita, cuncta Luminis phaenomena quam optime explicentur, ut *sequentibus propositionibus* patebit, in quibus etiam aliqua, quae libere a nobis supponi forte viderentur, non sine magno rationis pondere ita fuisse posita ostendemus.

Propositio XVIII

In hac nostra sententia optime explicantur, qua ad Luminis diffusionem, seu propagationem, spectant.

Ex praefata hypothesis explicatione colligitur 1. satis aperte qualiter diffundatur lumen a Sole, aut alio quovis luminoso ad usque organum visus. Cum enim illa materia aetherea subtilis, ac globulosa omnino invicem sit contigua per totum medium diaphanum ad usque nostros oculos, necesse sit, ut Sole motu illo tremulo vibrante,

simili motu totam globulorum seriem vibrare, ac tremere faciat, quae, cum ipsi retinae, quae genuinus est visionis focus, immediate adhaereat, ipsam simili motu commoveat, ad quem Luminis, seu potius luminosi ac illuminati corporis visio, a potential visiva elicitur, consequitur,

Ex haec quidem, ut supra dixi cum Aristotelica doctrina circa Luminis, seu perspicui motionem optime congruunt: licet enim actum illum, seu motionem perspicui, in quo Lumen consistere dixit, minime exposuerit; verum ex ipsius Interpretibus Philoponus, et Simplicius exemplis adhibitis satis explicaverunt: Ille [p. 154] quidem exemplo funis perlonga, ac tensae, quam, si quis in una extremitate trahens moveat, necesse est ut moveat simul totam propter partium continuitatem. Aptius vero Simplicius, quem in hoc sequutus est Cartesius, non chorda, sed baculi similitudine usus est, quem, qui una extremitate movet, simul totum moveat est necesse: sic igitur Sol motu suo tremulo, similiter totam contiguam globulorum seriem impellit, qua quidem cum ad oculum usque, ejusque retinam extendatur, hanc simili motu afficit, cui affectioni sequitur luminosi, ac illuminatorum visio: ac proinde optime cum nostra sententia cohaeret, Lumen nihil est aliud, quam ipsam actionem, seu motionem perspicui, nec aliter diffundi, quam praefata luminosi impulsione, modo explicato.

2. Ex hac hypothesis aperte patet, Luminis propagationem esse sensibiliter instantaneam, seu quasi instantaneam: dixi *sensibiliter, aut quasi, etc.* in rigore enim, et omnino instantaneam esse non constat, imo oppositum, ut supra dixi, videtur probabilius. Ratio vero cur sensibiliter instantanea sit, est quia cum tota globulorum aethereorum series contigua sit, eodem momento quo moveri incipit primus, qui Soli immediate adjacet, movetur etiam, et novissimus, qui visui immediate adhaeret: neque enim motum suum primus potest inchoare, quin et ultimus versus eandem partem similiter moveri incipiat; quod aperte patet ipsa baculi similitudine, quam adduximus supra: baculi enim extremum moventis manui adjacens, nequit motum inchoare, quin simul aliud extremum suum motum inchoare, idque ob continuitatem partium baculi: idem ergo contigit ob contiguitatem globulorum luminis: sive enim partes inter utraque extrema con[p. 155]tinuae sint, sive contiguas, perinde est ad prasens effectum.

Hinc perspicue patet, aequali tempore propagari Lumen a Sole in Terram, ac a candela; flamma ad proximam chartam; quemadmodum eodem tempore movetur a motore modo supradicto per unum palmum ex. gr. extremum baculi quantumvis ingentis longitudinis, quam alterius brevissimi per aequale spatium, ut constat ex dictis.

Adversus haec autem sic argui potest. Licet corporis sonori tremor, tremere faciat aërem intermedium usque ad auditum, non inde sit in eodem sensibili instanti, in quo aër sonoro corpori immediatus tremere incipit, incipiat pariter suum tremorem ultimus, qui auribus immediate adest: constat enim experientia sonum, qui in dicto tremore consistit, notabile tempus insummere antequam ad auditum nostrum pertingat: idem ergo evenire debet in corpusculorum lucis tremore: ergo juxta nostram hypothesin Luminis propagatio non in instanti physico, aut quasi instanti fieret; sed in tempore notabili, ac sensibili. Huic argumento respondere possem 1. Licet tempus notabile pertransiret a motu primi globum usque ad motum secundi, et lumen tempus notabile insumeret in suo descensu a Sole in terras; id tamen nos nullatenus dignoscere possemus, cum luminosum cernere non possimus, antequam ejus Lumen ad nos perveniat.

Quoniam vero cum communi contendo tempus notabile non intercedere inter primam Solis praesentiam, et accessum sui Luminis ad terras; sed fieri ejus diffusionem quasi in instanti: Respondeo concedens antecedentem et negando consequentem. ac evidentem disparitatis rationem assignans. Nam aëris particulae sunt compressionis capaces, [p. 156] simulque innata sibi elasticitate motui vibrationis a corpore sonoro sibi inflictio aliquantulum resistunt, quo sit, posteriores motui praecedentium obsistere, eumque aliquantulum retardare, cui retardationi, sequitur earumdem particularum compressio, ex quo necessario provenit motus vibratorii a sonoro corpore ipsis injesti retardatio, ac multo magis in ultimis auditui proximioribus, quam in primis; quo sit, sonum tempore sensibili post collisionem corporum sonantium retardat. Exemplum habes hujus retardationis in serie ex globulis gossipii, aut lanae compositae; post quam enim primum moveris adversus alios, notabili temporis spatio movebitur primus, antequam ultimi moveantur. Secus autem omnia se habent in globulis aethereis, qui materia sunt Luminis; ii enim nullatenus sunt nec minimae compressionis capaces: unde eodem instanti quo primus a luminoso impellitur, impellitur etiam ultimus, omnesque intermedii, ut exemplo baculi sit manifestum.

3. Ex eadem sententia perspicue colligitur ratio, cur statim ac luminosum desinit, desinit Lumen: Luminoso enim defficiente, defficit motus vibratorius, seu tremor globulorum, qui materia sunt Luminis; defficiente namque motore desinit motus: sed Lumen in praedicto globulorum motu tremulo consistit: ergo statim ac luminosum abest, defficit Lumen. Hinc colliges, etiam ubi tenebrae sunt, Corpuscula illa, seu globulos adesse, qui Luminis sunt materia; non tamen ibi adesse actu Lumen, eo scilicet quod tremulus ille motus defficiat, in quo Lumen consistere diximus: adest

igitur ibi Lumen in potentia, quatenus adsunt globuli, qui in potentia sunt Lumen; non vero est Lumen in actu, sed ejusdem privatio, seu tenebrae. [p. 157] Hinc etiam colliges, cur silicis scintillae, quasi instantanee totum conclave Lumine repleant, quod statim defficit: ignis enim particulae, quae ex chalybis attritu ex silice erumpunt, confestim ac liberae sunt, ac solutar ab aliis, quibus complicatae erant, vibratorio motu sibi innato cientur: cumque totus aër globulis aethereis repletus sit, omnes simili vibratione conmoventur, sicque Lumen apparet; statim vero disparet, eo quod particulae illae igneae in minutissimas, et insensiles brevissime dissipantur, quo motus ille conestim cessat, et consequenter Lumen disparet. Hinc alia phaenomena similia, exponi possunt, ut alibi patebit.

Ex eadem demum hypotheii patet, Lumen diffundi per lineam rectam: cum enim in praedictorum globulorum motu consistat: omnis autem motus, si nova ad oppositum accedat determinatio, fiat per lineam rectam, necesse est et Lumen per lineam rectam diffundi.

Propositio XIX

In hac nostra sententia recte explicatur Luminis reflexio: et cur semper fiat per angulos angulis incidentiae aequales.

In nostra hypotheii multo apertius, quam in aliis redditur ratio, cur Lumen in opacum incidens, reflectatur: et similiter, cur hanc reflexionem efficiat per angulos aequales iis, quibus in praedictum opacum devenit. Cum enim Lumen in motu illo corpusculorum consistat, quod nuper diximus, necesse est ut quoties in opacum incidit, quod praedictum motum prohibet, ita ut continuare non possit per illam, ac versus illam partem, qua ferebatur, retrocedat, aut per aliam lineam, non alio modo quam in aliis corporibus contingit, ut frequenter patet in tudiculis, [p. 158] qui quoties in tabulam impingunt retrocedunt; per eandem quidem lineam si perpendiculariter in eam incident; per aliam vero diveriam, si oblique.

Praeterea clarissime in hac sententia redditur ratio, cur Lumen, cum receditur, semper efficiat cum superficie opaci angulum reflexionis angulo incidentiae aequalem: ita ut si incidat per lineam efficientem cum praedicta superficie angulum ex. gr. 30 graduum, eundem angulum observet cum receditur. Cum enim Lumen in globulorum motu consistat: globuli autem cum in corpus resistens incident, resiliant semper per angulos aequales angulis incidentiae: ut *praced. Tract. Lib. 5, prop.49* ostendimus, necesse est ut Lumen praefatam aequalitatem angulorum incidentiae, et reflectionis perfecte observet. Hinc, licet a posteriori, redditur ratio, quae hujus

hypothesis Auctores movit, ut stabilirent corpuscula illa, quae materia sunt Luminis, esse globulosa: solum enim supradicta lex perfecte, ac constanter observatur in corporibus sphaericis, ut loco supra citato ostendimus. Ex hoc itaque quod Lumen reflectatur colligimus in corpusculorum motu consistere; figuram autem praedictorum corpusculorum esse sphaericam, ex perfecta, et constante aequalitate angulorum incidentiae, et reflexionis non inepte deducimus. Reliqua, quae circa Luminis reflexionem dici possunt, potius Mathematica sunt, et in nostro *Comp Mathem. Tract. 20* sunt pertractata.

Propositio XX

In hac eadem sententia recte explicari potest Luminis Refractio.

Lumen Refractionem pati, quoties a medio raro in densum pertransit: et quoties a denso in rarum [p. 159] egreditur, ita experimenta quotidiana testantur, ut nemo dubitare possit. In Refractione autem sequentes, omnino servantur leges. 1. Nulla est Refractio, nisi cum lumen ab uno in aliud medium pertransit diversae densitatis. 2. Radius perpendiculariter in praedicta media incidens, nullam patitur Refractionem. 3. Radius oblique incidens in praefata diversae densitatis media, semper patitur Refractionem, et eo majorem, quo obliquius incidit. 4. Quoties radius hic a medio raro, aut minus denso in densius transit, ver. gr. ex aëre in aquam, aut vitrum, refractione sit versus perpendicularem, ut supra in *definitione 5.* explicavimus. Quoties vero ex densiori medio in rarum, seu minus densum profilit, refractione sit recessu radii a perpendiculari. Haec sunt Refractionis phaenomena, quae innumera naturae corporeae arcana demonstrant; in quo tamen ea physice consistant, non modicum continet in quavis hypothesi difficultatem, quam miror Peripateticos omnino praeteriisse, nisi velis aliquos excipere id tantum asserentes, nempe omnia praedicta metaphorice solum de Lumine dici: quo certe patet quam merito de ipsis conqueratur R. P. Dechales *Dioptrices, lib.1, in Digress. Phys.* sic scribens: *Necio quo fato jam ab aliquibus saeculis Peripateticorum schola ita metaphysicis commentationibus animum intendit, ut res physicas omnino negligere videatur, etc. Quod in hac Luminis proprietate accidisse merito mihi conqueri liceat, ut inter tot Philosophorum volumina, vix unus, aut alter de refractionis causa loquatur.* Hanc itaque juxta nostram hypothesin hac, et *sequentibus propositionibus* assignare conabimur, licet jam de ipsa in *Comp. Math. Tract. 18 et 21*, non pauca delibaverimus.

[p. 160] Assero itaque 1. *Radium, qui perpendiculariter incidit, nullam pati refractionem, quantumvis a medio raro in densum, sive e converso a denuo in rarum pertranseat.* Ratio est, quia in praedicto transitu, vel incidit in porulum, vel in illius

corporis corpusculum; si in corpusculum per eandem lineam, saltem sensibilem, qua venerat, reflectitur (19) si vero in porulum, cum huic in eadem linea respondeat recta porulorum series, non est cur illam relinquens, per aliam abeat, cum per eam suum motum continuare possit: ergo radius perpendiculariter incidens, recta irrefractus pertransit.

Assero 2. *Radium oblique incidentem in superficiem diaphani densioris frangi, ac inflecti versus perpendiculariorem.* Hujus rei ratio satis aperta esse videtur in nostra de lumine sententia. Ut autem facilius percipiatur, supponendum est, corpus quod est rarius, ex. gr. aërem, latioribus poris conflare, quam corpus densius, quale est Aqua, aut Vitrum, licet praefati pori materia aetherea ipsos pervadente, sint replete; in hoc enim major, aut minor raritas consistit, ut *lib. 2. prop. 4* diximus. Ex hoc autem necessario sit, nequaquam corporis rarioris poros, porulis densioris apprime congruere. His suppositis.

Sit (*fig. 8*) FI vitrum, in quod incidat oblique per aëra luminis radius AE, qui juxta nostram hypothesin ex globulis seriatim dispositis constat. Ut autem id melius explicemus, unicum globulum luminis assumamus, quod enim de uno dicitur, poterit etiam de caeteris intelligi similiter dictum: sit itaque globulus E: hic quoniam oblique incidit, nec vitri poruli cum aëris poris perfecte conveniant, continget in oram poruli M, antequam axis globuli ad illius medium perveniat; [p. 161] quo certe obstaculum fiet, et ea parte globuli, quae oram contingit, aliquantulo retardata, reliqua tota, in qua globuli axis est, eadem velocitate procedet, quam antea ferebat, quo necessario fiet, ut illa parte contactus, quasi super hypomochlio lentius evoluta, reliqua velocius per ETM evolvatur; et consequenter globulus non jam per rectam AC feratur, sed per aliam nempe EL perpendiculari TX propinquorem. Id autem evidentius percipies, si motum currus attendas, cum ab uno in alium vicum, motu super eorum angulo inflexo permeat; eo enim quod rotae ex illa parte tardius moventur; aliae vero quae adversae parti adjacent, eandem velocitatem retinent, necesse sit currum per diversum jam vicum moveri. Similiter itaque quoniam globulus E, qua parte in M contingit, lentius procedit; caeterae vero partes eundem motum conservant, quo antea ferebantur, jam non per lineam porulorum TC, sed per aliam, nempe TL globulus ille movebitur.

Assero 3. *Radium luminis incidentem oblique in superficiem diaphani rarioris, seu minoris densitatis frangi y ac inflecti ita ut recedat a perpendiculari.* Infertur ex dictis; globus enim E, cum intra vitrum feratur per lineam obliquam CT, quando per porum NM in aërem egreditur, ea pars globuli, quae ad partes N vergit, citius libertatem nanciscitur, quam pars, quae vergit ad partes M: unde illa aliquantulo

velocius movetur quam ista: haec enim intra vitrum adhuc contenta, et extrentam pori oram adhuc ad partes M praeter-radens, ibi aliquantulum rernoratur, unde aliquam rotationem per EOM efficit, ejusque axe aliquantulum converso, suum motum jam deinceps continuabit per TP quae quidem linea a perpendiculari [p. 162] TZ recedit. Constat igitur refractionem, seu inflexionem luminis fieri recedendo a perpendiculari, cum luminis radius a densiori medio in minus densum egreditur. Ratio autem cur corpora gravia oblique incidentia in medium densius lineam sui motus innedant, non versus perpendiculararem, ut in lumine contingit; sed potius ab ea recedentes, satis evidenter explicata esl: *Tract. praced. lib. 5. prop. 51.*

Propositio XXI

Radii obliquius incidentes majorem caeteris paribus refractionem patiuntur.

Ut haec propositio cujus veritas experientia constat, clarius ostendatur, sequens Lemma praemittendum est: ex nostro *Comp. Mathem.* ubi in *Tract. Dioptrices lib. I.* satis abunde de *refractione* egimus.

Lemma

Globus A (fig. 9) incidens super plano EG per lineam obliquam CE, antequam reflectatur, volvitur super plano praedicto, quousque centrum A perveniat ad punctum O linea TI.

Probatur, nam globus movetur per lineam CE, per ejusdem centrum A ductam: ergo vi hujus motus deferretur punctum S usque in punctum E, si globus ad planum offenderet in pundo T: igitur globus veluti hypomochlio facto in T, rotabitur super planum: sed haec ratio eousque continuabitur, donec globi periphaeria tangat punctum E; et consequenter centrum deveniat in punctum O lineae TI: ergo antequam reflectatur volvitur usque in hunc terminum. Id autem necessario sic fieri probatur. Nam globus non [p. 163] per aliam lineam resilire potest, quam per eam, quae egreditur ex pundo T, in quo incipis reflexio, S per centrum globi ducitur: ergo necessarium est, ut antequam globus resilire incipiat, ejusdem centrum statuatur in O; et consequenter ejus peripheria attingat planum in E.

Hinc sequitur 1. Quod si planum terminaretur in K, ita ut TK esset minor quam TE, seu AO eiderri aequali, globus tunc nullatenus resiliret: resilientia enim, seu reflexio non sit antequam centrum A perveniat in O post decursam totam lineam AO, et peripheria totam TE. Unde in hoc casu globus motum suum persequeretur versus E, non quidem per lineam SE; sed per aliam KM, perpendiculari proximiorum eo quod

globi centrum in hoc casu velocius moveretur, quam punctum periphæris, quod attingeret, ac re moraretur in pundo K, ut in præcedenti diximus.

Sequitur 2. Quoties incidentiæ linea, qua globus fertur in planum, fuerit ad hunc planum. obliquior, tunc quidem majorem fore lineam TE: quod facile posset geometrice ostendi: in eo tamen non immoror: satis enim perspicuum est globum eo citius incursum in planum, quo linea CE ejusdem morus directrix, plus ad prædictum planum inclinata fuerit. His positis.

Demonstratur Propositio

Ratio enim ob quam lumen Refractione inflectitur est (20), quia globuli radium illius constituentes, qua parte prius diaphani refractivi superficiem attingunt, aliquantulum ea parte remorantur, interim dum altera eorundem globulorum pars, eodem motu, quo per aëra ferebatur, movetur: ergo quo major fuerit præfatae partis retardatio, eo major erit radii [p. 164] inflexio, seu Refractio: caeteris enim partibus interim eadem velocitate, qua antea ferebantur promotis, majus spatium conficient, atque majorem conversionis arcum suo motu efformabunt: ergo radius plus versus perpendicularem flectetur, majoremque Refractionem patietur: sed hæc major retardatio tunc accidit, quando radius obliquius incidit in prædictum diaphanum: ergo in hoc majoris obliquitatis eventu major accidit luminis reflectio.

Quod vero prædicta radii pars plus retardetur, quando radius obliquius incidit, ostenditur. Sint enim (*fig. 10*) Globuli lucis A, et G, per aëram vitri superficiem incidentes, quorum A incidat per lineam XE obliquiorem; G vero per HI minus obliquam. Evidenter patet globulum A, eo quod per obliquiorem lineam descendit, contingere solidam vitri partem in F, plus dissitam a poro E, per quem intra vitrum se se insinuare debet: globulum vero G contingere in puncto K minus distanti a poro I, ut satis ostendit figura, potestque facile, si oporteret, demonstrari: ergo globulus A plus demorabitur in decurrenda tota SE majori, quam globulus G in conficienda GI minori (*Lemma præced.*). Et consequenter quilibet globulus, totusque ex ipsis coalescens radius, juxta superius dicta plus inflectetur in incidentia obliquiori per XE, quam in minus obliqua HI. Hæc in re satis difficili dicta sunt; donec a Doctoribus meliora promantur.

Propositio XXII

Difficultates, qua adversus nostram luminis hypothesim objici solent, resolvuntur.

Multa sunt quae ab Aristotelicis adversus nostram sententiam opponuntur, quae nunc ex supradidis facile solventur.

[p. 165] *Objiciunt 1.* Si Lumen esset corpus, possibilis esset naturaliter unius corporis cum alio penetrado: sed haec est naturaliter impossibilis: ergo lumen non est corpus. Major probatur. Nam lumen ita aërem, crystallum, caeteraque diaphana illustrat, ut nulla in illis appareat pars, quae lumine non illustretur: ergo lumen cum omnibus, ac singulis diaphani partibus in eodem loco coexistit: sed hoc est penetrari: ergo, etc. Respondeo lumen in praedictis diaphanis illuminatis, non coexistere in eodem loco cum eorundem partibus: sed intra poros, seu inter capedines innumeras, quas praedictae partes interjiciunt: unde nulla sequitur penetratio. Non enim potius penetrat lucem corpus diaphanum, quod illustrat, quam aqua penetrat corpus spongiosum, quod madefacit.

Instant: Nullam in aëre, aut crystallo apparere partem, quae lumen non contineat, quod secus evenire in praedicto corpore spongioso satis notum est, ergo nulla est allata solutio. Sed respondeo, neque ullam aquae partem, cui vinum admixtum est, apparere, quae vinum continere non videatur, quin inde liceat inferre vinum cum aqua compenetrari: idem ergo dicendum est de aëre, aut vitro illuminato. Ratio autem cur lumine in solis praedictorum corporum poris exiliente, nulla sit eorum pars, in qua non appareat esse lumen, est, quia cum partes solidae aëris, aut vitri, tenuissimae sint, nequeunt ab iis in quibus lumen est, oculis discerni: ad hoc enim oportebat sensibiles umbellas projicere: hoc autem est impossibile, a lumine enim eo quod vehementer sensorium afficiat, ita modicae umbellae oblitterantur, ut prorsus reddantur ipsensibiles, totumque consequenter illustratum appareat. Exemplum habes in trajectione luminis per fenestram, [p. 166] cui fila reticulatim contexta sunt apposita, quae nullam in aliquam notabilem distantiam umbram sensibilem projiciunt, sed totum aëra aequaliter lumine repletum apparet.

Instabis iterum cum P. Seraphino Piccinardo Dominicano, acerrimo Atomistarum impugnatore *Tom. 1. lib. 4, Quaest. 7, art. 1.* In vitro apparent magis partes plenas, quam pori: ergo, si solum in poris lumen reciperetur, magis appareret vitrum carens lumine, quam illuminatum, contra notissimam experientiam. Sed, ut verum fateor, nescio undenam appareat plures esse in vitro partes plenas, quam pori, si per partes plenas intelligat vitri particulas a poris contradistinctas: sufficit enim totidem has elle, ac pori: hi enim ita frequentes sunt, ut nulla sit vitri assignabilis pars, quae ipsis non scateat: lumen autem per tam frequentes poros permeans, nullam finit umbellam

sensibilem, quam ob ejus vehementiam in visionis organo movendo, non omnino obliteret, ac insensibilem reddat.

Instat iterum. Vitrum, et alia pleraque diaphana, minores poros, ac meatus habent, quam spongia: ergo illa diaphana minus lumen reciperent quam spongia. Resp. Spongiam aliaque similia corpora habere quidem majores poros quam vitrum, aquam, etc. Sed non in rectam lineam ordinatos, prout requiritur juxta dicta ad luminis trajectionem.

Objiciunt 2. Si lumen sunt subtilissima corpuscula, haec vel recedente Sole remanent in aëre, vel ipso recedente, recedunt: primum dici non potest, nam nox, sicut dies, illuminata maneret: deinde neque secundum, in quo enim orbis angulo, aut in quo antro tot illa corpuscula, quae totum hemisphaerium replebant, conderentur, donec redeat Sol ipsa e carcere illo evocaturus: [p.167] nisi dicatur ea simul cura Sole moveri quod est aperte falsum: aliter enim affulgente Sole in clauso cubículo illa, corpuscula remanerent; et consequenter lumen, contra experientiam: ergo falsa est haec sententia. Sed respondeo facillime, in casu praedicto, recedente Sole, remanere quidem illa corpuscula: sed noti adesse lumen: hoc enim in solis corpusculis non consistit, sed potissimum in eorum motu: cumque recedente Sole, cesset eorum motus, non amplius adest lumen; sed tenebrae: illa enim corpuscula, ut dixi, potius sunt luminis subjectum, quam lumen: unde in tenebris remanet subjectum luminis, seu lumen in potentia, non vero in actu.

Objiciunt 3. Si lumen in praedicto corpusculorum aethereorum motu consisteret, ejus diffusio non esset instantanea: sed est instantanea: ergo, etc. Respondeo ut supra, non esse in toto rigore instantaneam, neque oppositum posse ullatenus demonstrari: sed tantum dici instantaneam, quatenus tempore imperceptibili perficitur. Quam autem facillime juxta nostram hypothesin intelligatur haec brevissima luminis diffusio, etiam cum a remotissimis sideribus oritur, constat ex dictis *prop.* 18.

Objiciunt 4. Sint (*fig. 11*) duo luminosa A, et H, quorum radii ACE, HCS intersecantur in parvo foramine C: hi itaque hac intersectione nullatenus perturbantur, aut interrumpuntur: Luminosum enim A illuminat circulum parvulum E; et luminosum H, circulum S, quod certe non ita fieret, si radii perturbarentur in C: sed, si lumen consisteret in aliquo corpusculorum motu, praedicti radii perturbarentur, ac interrumperentur in C: ergo nostra sententia ab experimentis oppugnatur. Minor probatur. Nam globuli existentes [p. 168] in foramine C simul moverentur a luminoso

A versus E, et a luminoso H versus F: ergo neque moverentur versus E, nec versus F, sed confuse versus aliam partem: et consequenter perturbarentur radii luminis in O.

Respondeo negans min. Ad cujus probationem dico, non est necesse ut omnes globuli existentes in foramine C, moveantur a quolibet ex pradis luminosis, sed aliquos moveri a solo luminoso A verius F; alios vero ab H versus F: in quolibet enim puncto physico spatii innumeri continentur globuli aetheri, quorum aliqui vibrantur versus E, alii vero versus F absque ulla illorum motuum interruptione. Exemplum habes perspicuum in stagnante aqua, quam si diversis in locis lapillis injectis premas, undulatum movetur diversos ei formans circulos, qui se invicem intersecant, cum tamen motus ille undulationis minime ibi interrumpatur aut perturbetur: nihil ergo mirum quod idem in illa radiorum interfectione facta in C similiter contingat, cum corpuscula, qua illis motibus vibrantur, sint incomparabiliter aqua subtiliora. Qui nemo potest etiam dici eadem corpuscula posse ab utroque illo luminoso vibrari alternatim ab A in E, et ab H in S, admissis nempe in motu motuus, qualiter a plerisque Philosophis admittuntur.

Objicit 5. R.P. Piccinardi *loco citato*. Eadem est lux, qua erat in hostia ante consecrationem, ac postea: sicut idem color, quantitas, etc. Sed post consecrationem non potest affirmari remanere corpusculum aliquod substantiale lucis: ergo neque antea in hostia, vel pane lux aliquod corpusculum substantiale erat. Sed Vir optimus non advertit, aliud esse lumen candela, aliud vero lumen Solis; et saepe saepius accidere [p. 169] hostiam ante consecrationem illuminari lumine candela; post consecrationem vero lumine Solis; unde totum corrui argumentum. Qualiter vero in sacra Eucharistia, destructa omnino substantia panis, lux quaecumque illa sit, simulque idem color perseveret, alibi diximus, simulque inferius explicabimus.

Objicitur 6. Argumentum quod ex Avicena adfert B. Albertus Magnus *lib. 2, de Anima Tract.3, c. 9*. Vel illa corpuscula luminis sunt diaphana, vel lucida, ac densa, ut Sol, vel candela flamma. Si primum non illuminarent, sed illuminari indigerent, ut vitrum. Si secundum, unum inferius alteri superiori suppositum hujus visionem impediret: et consequenter hujusmodi corpuscula superiora corpora nobis tegerent; unde nec Solem, nec sidera cernere possemus; quae sunt absurda. Respondeo facile praefata corpuscula neque esse diaphana, licet corpora diaphana repleant; neque esse flammam; sed esse materiam, seu subjectum illius motus tremuli a corporibus lucidis eisdem impertiti, in quo motu lumen consistit, et quo mediante tum luminosa ipsa, tum corpora illuminata visionis organum movent, hocque visionem elicit. Alia rationis momento ex dictis solventur.

Propositio XXIII

Luminis intensio, ac remissio physice explicantur.

Lumen tunc intendi communiter dicimus, cum corpus aliquod plus illuminatur; remitti vero, cum minus: nec aliud *intensionis, aut remissionis* nomine intelligi volumus, nec aliam intensionem, aut remissionem in Lumine admittimus. Hanc autem majorem, vel minorem illuminationem juxta nostram hypothesin in eo consistere asserimus, quod nempe [p. 170] confertiores, aut minus conferti Luminis radii ad illud objectum accedant. Hoc autem ex duplici capite provenire potest, nempe, vel ex corpore luminoso plus, minusve si fulgente; vel ex majori, aut minori distantia objecti, quod illuminatur ab ipso luminoso: sic flamma, quo purior, ac defecator est, eo plus corpora objecta illuminat; secus vero, si illi particulas aliquas minime lucentes, et aetherogeneas eidem fuerint admixtas: cum enim solum particulas ignis sint, quas tremulo illo motu cientur, quem supra diximus, ipsas solum diaphani globulos praedicto motu tremulo commovent, in quo Lumen consistit: ergo quo purior erit flamma, et defaecator, intensior etiam erit objectorum illuminatio.

Ab eodem autem luminoso plus illustratur objectum proximius, quam remotius: luminosum enim suo concitatissimo tremore, quaque versum Lumen emittit; id est, in orbem commovet globulos, qui materia sunt luminis, idque per lineas rectas a luminoso, veluti a quodam centro in orbem emissas: sed praefatas illuminationis lineas eo sunt confertiores, quo proximius luminoso adsunt; eo autem plus dissipantur, ac inter se distant, quo ab eodem magis fuerint remotas: ergo objectum luminoso proximius plus, seu intensius illuminatur, quam remotius.

Propositio XXIV

Quaelibet particula Corporis Luminosi radiat in orbem.

Explicatur. Sit (*fig. 12*) Sol A, in quo notentur HL ex.gr. particulas, seu punda sensibilia B. C. D. Dico punctum B emittere luminis radios BE, BF, BG, etc. quatenus est ex se in Orbem: similiterque punctum [p. 171] C, radios CH, CL, CK: tum et D, caeteraque in Sole designabilia, dummodo nullum adsit impedimentum. Ratio est, quia quodlibet agens, quatenus est ex se, agit in Orbem, dummodo ejusdem actioni nullum objiciatur impedimentum: sed quodlibet Solis punctum agens est Luminosum: ergo radiat in Orbem. 2. Nam quodlibet punctum, seu particula sensibilis Solis, multis constat corpusculis igneis, quae juxta nostram hypothesim innato tremore cientur, idque hinc inde concitatissimo motu: ergo globulos luminis in Orbem per diversas lineas emittunt, seu simili tremore commovent. 3. Si inter punda E, et B, opacum

aliquod interjiciatur, tegit punctum, seu particulam B, visui existenti in E: similiter si ponatur inter B, et F, tegit idem punctum B visui locato in F: et sic de reliquis: ergo punctum, seu particula sensibilis B radiat in E, F, G et sic de caeteris.

Corollarium

Hinc colligitur, in quolibet puncto physico, de sensibili medii illuminati, lumen adesse ab omnibus particulis, seu punctis physicis Luminosi profectum, a quibus nempe ad praedicta medii puncta recta linea duci possunt: ideoque ex quolibet illorum Sol a nostro visu cernitur, qua parte ad nos vergit.

Propositio XXV

Eo minor est illuminatio in majori a Luminoso distantia, quam in minori, quo majus est spatium, quod ab eisdem radiis illustratur in majori distantia, quam quod illustratur in minori.

Explicatur. Sit (*fig. 13*) Luminosum A: sitque, MN spatium illuminatum a radiis contentis inter [p. 172] AM, AN: sit item aliud spatium remotius CO, in dupla ex. gr. distantia constitutum, ab eisdem radiis illustratum. Dico eo minus illustrari spatium CO, quam MN, quo majus est spatium CO, quam MN. Ratio est, quia idem est lumen in CO, ac in MN: ergo minus confertiores sunt radii in CO, quam in MN, quo majus est illud spatium, quam istud: ergo eo minus illustratur CO, quam MN, quo CO majus est quam MN: in quo nulla est difficultas.

Propositio XXVI

Lumen, seu illuminatio imminuitur in ratione duplicata distantiarum reciproce. fig.13.

Assero lumen a luminoso A communicatum plano MN proximiori, ad Lumen ab eodem communicatum plano CO remotiori, esse in ratione duplicata distantiae AC remotioris, ad distantiam AM proximioris: hoc est, si distantia AC sit ver. gr. dupla distantiae AM, Lumen existens in MN est quadruplo intensius lumine exiliente in CO.

Demonstratur. Nam (*praced.*) eo intensius est Lumen in plano MN, quam in plano CO, quo majus est planum CO plano MN: atqui planum CO est majus ipso MN in ratione duplicata distantiae AC ad distantiam AM: ergo Lumen quod inest plano MN, Lumini inexistenti in CO, est in ratione duplicata distantiae AC ad distantiam AM. Minor prob. Nam planum circulare CO, ad planum circulare MN, est in ratione duplicata diametri CO, ad diametrum MN (2.12. *Eucl.*) sed CO, ad CM est ut distantia

AC ad distantiam AM: ergo planum CO ad planum MN est in ratione duplicata distantiae AC ad distantiam AM: ergo et Lumen est intensius in MN, quam in CO, in ratione [p. 173] duplicata distantiarum AC, AM reciproce: hoc est, quoniam AC dupla est ipsius AM, quadruplum Lumen est in MN, quam in CO.

Propositio XXVII

Si duo spatia ita inter duo Luminosa aequalia fuerint constituta, ut ab eisdem luminosis aequae, ac reciproce distent, aequale lumen accipiet.

Explicatur. Sint (fig. 14) duo Luminosa aequalia A et B: spatium autem D distet a luminoso A, quantum spatium C distat a B, seu sint DA, CB aequales: dico aequale lumen esse in D, ac in C.

Demonstratur. Quoniam distantia DA aequalis est distantia C B, et luminosa sunt aequalia, aequale lumen accipit D a Luminoso A, ac C a Luminoso B: deinde quoniam distantia DA, CB sunt aequales, si auferatur CD communis, remanent CA, DB aequales: ergo aequale etiam lumen accipit C a Luminoso A, ac D a Luminoso B: ergo tantum lumen habet C ab utroque luminoso, ac D: et consequenter aequae ab eis illuminantur.

Propositio XXVIII

Si (in eadem fig.) sint duo Luminosa A, et B aequalia, spatium E luminoso B propinquius, plus luminis habet quam spatium C, quod plus distat a luminoso A.

Demonstratur. Supponamus ex. gr. AC duplum esse ipsius BE: assumatur autem BD ipsi AC aequalis. Hoc supposito, tantum luminis erit in C, ac in D (27.): atqui in E est plus luminis, quam in D: ergo etiam plus luminis est in E, quam in C. Minor probatur. [p. 174] Nam lumen productum in E a luminoso B, ad illud quod ab eodem producitur in D, est in ratione duplicata BD ad BE (26), cumque BD dupla sit ipsius BE, lumen quod a Luminoso B producitur in E, erit quadruplum illius, quod ab eodem producitur in D: ergo ad hoc ut in D tantum lumen reperiatur, quantum in E, necesse est, ita D a Luminoso A illustrari, ut quemadmodum E accipit a B quadruplum quam D, ita D accipiat a Luminoso A quadruplum luminis, quam ab eodem recipit E: sed hoc secus se habet: ergo E plus luminis habet, quam D. Minor probatur. Nam lumen, quod a Luminoso A accipit D, ad illud quod ab eodem accipit E, est in ratione duplicate distantias AE ad distantiam AD: et consequenter oportebat distantiam AE fore duplam ipsius AD, ut nempe D acciperet a luminoso A quadruplum luminis, quam E: cumque distantia AE multo deficiat a duplo ipsius AD, nequit lumen, quod

a Luminoso A accipit D, quadruplum esse luminis, quod ab eodem accipit E, sed multo minus: ergo lumen quod ab utroque Luminoso reperitur in E, plus est quam quod reperitur in D: sed in C est asquale lumen ac in D: ergo in E est plus luminis, quam in C.

Hinc colligitur punctum medium, seu aequaliter distans ab utroque Luminoso aequali, esse quod minus illuminatur; et consequenter etiam quod minus caloris participat; Caeterorum vero ea plus illuminantur, ac calefiunt, quae cuilibet ex dictis luminosis plus fuerint propinqua.

[p. 175] **Propositio XXIX**

Corpus eui luminis radii plus fuerint perpendiculares, plus illuminatur, quam illud eui fuerint obliquiores.

Sit (*fig. 5*) Corpus PQ, cui radii luminis inter SP, SQ constituti, sunt magis perpendiculares, quam corpori PR, praedicto PQ aequali. Dico plus illuminari PQ, quam PR. *Demonstratur.* Nam iisdem luminis radiis illuminatur PQ ac PT, illis nempe, qui inter extremos SP, SQ, continentur: ergo aequale lumen est in PQ, ac in PT: sed in PT plus luminis est, quam in PR, ut est evidens: ergo plus luminis est in PQ quam in PR. Hac eadem propositio aliter demonstrata est in nostro *Comp. Mathem. Tract. 18, lib. 1, prop. 35.*

Alia multa nec contemnenda, circa sphaeram activitatis determinandam, hic possent demonstrari; verum quia multam Mathesin desiderant, ab eis supersedemus; videatur *Tract. 18. Comp. Mathem.* ubi hac sunt extensius pertractata.

Propositio XXX

Omne Lucidum ignis est.

Probatur, nam juxta nostram hypothesin, Lucidum ex particulis illis subtilissimis constat, quibus tremulus ille, ac concitatissimus motus suapte natura inest: sed hac corpuscula, seu particula praedicto motu innato pradita, sunt ignis, ut suo loco patebit: ergo omne lucidum ignis est. *Dices,* omnis ignis urit, aut saltim calefacit: sed aliquod Lucidum non calefacit, ut nitedula, lignum putridum, squama piscium, et similia: ergo aliquod lucidum non est ignis. Respondeo in praedictis rebus vere ignem reperiri; verum ita te[p. 176]nuem, ut organum tactus minimae possit sensibiliter afficere: tactus enim calorem paulo vehementiorem desiderat, quam a praedictis rebus causari possit; quae tamen ea vi pollent, quae ad affectionem oculo imprimendam sufficiat:

est enim sensus visus ob exquisitam ejus organizationem, omnium perspicacissimus, ac vel levissime impressionis recipiendae capax. Et haec quidem ratio etiam a communis sententiae Auctoribus admittenda est: ajunt enim lumen esse eminenter calidum, licet in plerisque casibus tade minime sentiatur. De noctilucis autem aliqua sunt in *sequentibus propositionibus* dicenda.

Propositio XXXI

Que ad Lithosphoron pertinet explicantur.

Lithosphoros est lapis mineralis, qui in agro Bononiensi effoditur. Hic semel, iterumque calcinatus, ac debito modo praeparatus, si primum Soli exponatur, ac deinde in obscuro conclave aspiciatur, micare manifeste videtur, instar carbonis accensi modico cinere aspersi: quod quidem lumen sensim languescit, donec tandem deficiat, et omnino extinguatur: cujus phaenomeni rationem juxta nostra principia assignamus.

Supponendum itaque est ex dicendis, cum de igne pertractabimus, ignem non aliter de novo accendi, quam per collectionem particularum ejus, quae seorsim quidem insensibiles sunt, simul tamen collectae redduntur sensibiles. Particulae enim ignis, qui in corporibus mixtis cum aliis diversae rationis, divisim sunt permixtae, ac cum eisdem colligatae, dum in eo statu perseverant, insensibiles sunt, ob strictam enim cum aliis aetherogeneis colligationem, ac plexum, motum illum vibratorium, [p. 177] quo sensibiles redduntur, ac micant, exercere non possunt: confestim vero atque fuerint a praedictis soluta, aut separata, tremulum illum motum suapte natura eis inditum, jam libere exercent; et consequenter globulosam materiam in aëre contentam simili motu eoncitant, quo sensum nostrum assiciunt, hicque splendorem, seu objectum splendidum percipit. Hoc supposito.

Assero. Cum Lithosphoron Soli exponitur, Solaris luminis appulsu, humor subtilis lapidi in existens, aliaque aetherogeneae particulae, partim dissolvuntur, et avolant, partim vero laxato paululum nexu, licet in lapide remaneant, particulas tamen ignis, quae multae lapidi insunt, vibrare permittunt: hae autem suo vibrationis motu globulos aethereos, qui materia luminis sunt, ad usque nostros sensus similiter movent, in quorum motu lumen consistere diximus, quo sit ut lapis ille splendescere, ac micare cernatur, quousque particulae igneae praefato motu concitatae, paulatim a nexibus illis se se expediunt, evolant, ac dissipantur, lapisque extinguitur. Ad id autem per repetitam calcinationem, seu ustionem disponitur, ac praeparatur lapis:

calcinatione enim quamplurimas hujusmodi crassioris particula; procul aguntur, quae, si adescent, praediclara Solis actionem, lapidisque ignitionem impedirent.

Hanc autem esse veram hujus phaenomeni causam, inde suadet, quod nempe, si acceso litheosphoro oculus proxime admoveatur, aliquid caloris sentitur, quod signum est, lapidem concitatis ignis particulis lucere: lumen siquidem calore comitatur, qui, quia in hoc casu modicus est, non nisi ab oculo, qui delicatissimae texturae est, et exquisitissimi sensus, sentitur. Praeterea, si eundem lapidem naribus admoveas, odorem sulphu[p. 178]reum percipies, quo similiter arguitur, multum ignem lapidi inesse: imo, si saliva, aut aliquo humore lapidem praedictum maceret, ac dissolvat, teterrimum odorem percipies, quasi ex nitro, sulphure, ac bitumine spirantem; quae certe indicant multam materiam lapidi inesse igni concipiendo ita aptam, ut a radiis solaribus possit accendi; non tamen ita ut in slammam assurgat, eo quod in apothecis illis, a pattibus solidioribus, ac durioribus continetur, a quibus non nisi paulatim, ac successive liberatur.

Litheosphoron melius lumine, ac calore Solis accenditur, quam noster ignis, quia radii Solis desecadores cum sint, Litheosphoron, quod ex parte diaphanum est, melius, altiusque permeant, lumen vero, quod a nostro igne diffunditur, cum multo halitu, eoque aethergeneo, miscetur, quo sit, ut difficilium lapidan subeat, et consequenter majorem praestet effectum. Tempore pluvio lapis iste minus lucet: humoris enim particulae, quae se in poros lapidis insinuant, particulatum ignis collectionem, ac tremorem magna ex parte impediunt. Ob eandem rationem, si aqua accensus lapis aspergatur, lumen illius citius, sensim tamen extinguitur, quod secus carboni accenso accidit: ratio autem est, quia per exiguos lapidis poros non nisi sensim humor subire potest; citissime vero per laxiores, quae carboni insunt. Tandem Litheosphoron senescit, ita ut lumen amplius non concipiat; ratio est, quia sensim ignis particulae perenni efluvio avolant, ita ut apotheca; ille lapidis hac ignea materia exhausta: remaneant.

Prater Litheosphoron nuper expositum, alii etiam sunt Phosphori arte inventi, ac in Germania prassertim celebres, de quibus copiose agit Robertus Boyle in [p. 179] *Opusculo de Noctelucis aëriis*, quorum unum mihi ofrendae amicissimus vir in Philosophicis optime versatus D. Franciscus Texada, ex urina; salibus ab ipso fabricarum: hic per aliquot annos aquae immerius in vítreo vase incolumis asservabatur: erutus vero ex aqua confestim cernebatur accendi, ut nec manibus atrectari posset, et nisi intra aquam iterum brevi mergeretur, totus arderet, ac consumeretur. Hoc itaque, qui grani triticei magnitudinem non excedebat, super alba

papyro caracteres aliqui celeriter scribebantur, qui in obscuro conclavi splendebant, ac veluti perspicuo, ardentique lumine exarati cernebantur, ac tempore latis motabili sic permanebant, donec paulatim in sumum graveolentem, ac sulphureum factorem praefertentem, resoluti, non amplius discernebantur. Hujus phaenomeni ratio juxta nostra principia eadem est, ac quae pro Litheosphoro est a nobis assignata: nisi quod igneae particulas copiosiores sint, quam in Litheosphoro, ac insuper minus cum aetherogeneis salium particulis colliganrur, ita ut suo vibratorio motu praevaletes, a vinculis illis facillime se expediant, ac in ignem sensibilem, flammamque abeant, ac resolvantur.

Propositio XXXII

Juxta nostram hypothesis explicantur qua pertinent ad Cincindela lumen.

Cincindelae aliae sunt *volantes*; aliae *non volantes*. *Volantes* minores sunt, ac minus lucent, idque non nisi alternis scintillationibus propter alarum motum, quas modo contrahunt, modo explicant: dum explicant, cernitur lux, dum contrahunt vero, obtegitur.

Non volantes vero omnes in extrema alvo modicam [p. 180] lucem gerunt, quae tantum in tenebris cerni potest. Consistit itaque praedicta Cincindelarum lux in multis particulis ignis, quas simul cum alia materia eo loci continentur, quae eo quod fluida sit, pelliculis quibusdam diaphanis ne effluant, continetur, particulae itaque ignis supradictae motum vibratorium tremulumque ibidem exercere possunt, neque enim caeterae particulae quibus sunt permixta; illum valent impedire: cumque pelliculae, quibus continentur, diaphanae sint, motum suum globulis aethereis communicant, in quo lumen consistere diximus. Est tamen hoc lumen tenue, ac sub viride, ob praedictae materiae aetherogeneae permixtionem.

Praeterea ita lumen suum moderatur Cincindela, ut aliquando majus, aliquando minus praeferat: quando enim tangitur, se se contrahit, et minorem lucem effundit: quod quomodo fiat, est satis perspicuum. Membranulam enim illam in rugas contrahit, quae materiam illam lucidam contegit, quo sit praedictam membranulam opacari, quae consequenter lucem, non quidem extinguit, sed contegit: cum vero Cincindela pelliculam illam tendit, cum nulla ruga asperetur, lux illa nitidius lucet, eo quod illa membranula magis perspicua reddatur, ac faciliorem radiis luminis trajectionem permittat. lile demum ignis, lucet quidem, sed non urit, ob illius nempe raritatem, ac debilitatem virtutis: analogiam habes in flamma, qua; nec in modica distantia

calefacit, nedum urit, licet majus lumen in praedicta distantia producat, quam Cincindela.

[p. 181] **Propositio XXXIII**

Qua ad aliorum nocticulorum splendorem pertinente explicantur.

Multa sunt, quae nodum seu in tenebris constituta, aliqua luce micant, qualia sunt squama: plerorumque piscium, lignum putridum, *Luciola*, etc. quae similiter ac praecedentia juxta nostram sententiam explicantur.

Squamae praedictorum piscium lucent in tenebris, propter succum uliginosum, cui multae particula: igni insunt, in quo quidem, et a quo retinentur, ne statim avolent; non tamen ita arde ibidem colligatae sunt, ut earumdem tremulus, ac vibratorius motus impediatur. Hinc, squamae ad ignem exsiccentur non amplius lucem emittunt, quia nempe succus ille abigitur ac particulae ignis, quae in eo eranr, dissipantur.

Lignum putridum etiam nocte lucet: ratio autem similiter petitur ab uligine quadam ei adhaërente, quae multas ignis particulas continet, quae suo motu vibratorio lucent, donec subtilis illa materia, vel resolvitur, vel dividitur. Idem etiam ob eandem rationem in *Agerico* contingit: item in herba *Luciola* dicta, quae et lingua *Serpentis* appellatur, noctu enim ob similem. rationem lucet. Tum et in *Felium* oculis idem in tenebris saepius observatur. Verum de his, aliisque similibus iterum pertractabimus, cum de igne erit nobis sermo: ubi etiam reddetur ratio cur lumen calore comitetur.

*

[p. 182] **Caput III**

De Coloribus

Postquam de Luce, ac lumine in *praecedenti capite* tractavimus, recto doctrinae tramite ad Colorum naturam indagandam pertransimus. Jucundum sane, omnique amenitate vernantem campum ingredimur; in quo tamen vix rosam capere liceat, absque spinee latentis vindicta; licet enim viui nihil sit Colore gratius; intellectui tamen nihil pene occurrit difficilium. Ex his tamen quae de Lumine superius stabilivimus, Colorum genesim ac varietatem determinabimus: est enim Lumen tantae prolis nobilissima parens, ut mox videbimus.

Definitio

Color est luminis modificatio.

Non minor est difficultas in assignanda Coloris definitione, quam luminis, quemadmodum enim istud magis oculis dignoscitur, quam aliqua definitione, ita et Color: quod certe patebit, si definitiones Coloris ab Aristotele adductas perpendamus. Duas itaque illius definitiones assignat, prima est Coloris, quatenus visibilis: secunda est ejusdem, quatenus est in se, sive secundum suam entitatem. Primam rradir *lib. 2.de Anima text. 67 et 73.* dicens, Colorem esse *Motivum perspicui secundum actum*: id est, motivum diaphani habentis proprium actum, scilicet lumen, ut optime explicant Complutenses, tum et ipse Aristoteles *text. 73.* Quam defini[p. 183]tionem obscuram esse nemo non videt. Obscurior autem est secunda, qua Colorem, quatenus est in se definit *lib. de Senu, et Sensibili c. 3,* dicens: *Quare color utique erit, perspicui in corpore determinato extremis*: seu, ut alii volunt: *Extremis perspicui in corpore terminato.* Alias insuper definitiones missas facio non majoris claritatis, quas Philosophi non pauci designant.

Assero itaque *Colorem esse luminis modificationem.* Modificatur autem lumen tum in corporibus diaphanis, tum opacis, ut postea patebit: hacque modificatione exposita, Coloris notio aperte patebit. Nec longe abest praedicta definitio ab ea, quam adstruit P. Goudin *Phys. part. 4,q. 3, art.2,* his verbis: *Color est lux per opacitatem adumbrata,* et quasi diluta: quae certe congruit cum S. Thoma *lib. 2 de Anima, lect.14 in fine,* ubi ait: *Color nihil aliud est, quam lux quadam quodammodo obscurata ex admixtione corporis opaci.* Sed de his postea.

Propositio XXXIV

Color non est aliqua qualitas a lumine entitative distincta.

Variae sunt de Coloris natura apud veteres Philosophos sententiae, quas refert Plutarchus *lib. 1 de Placitis c. 15,* communiter tamen tenebant Colorem a lumine entitative saltim partialiter non distingui. Ita censuit Plato in Timaeo, Democritus, et Epicurus; idem postea tenuere Alphabritius, Avempace, apud Averroem, *Comm. 6.* Idem etiam placuit Avicenna *lib. 6, part. 3, c.1.* Idem tenet Cartesius *Dioptrices c. 1,* quem sequitur, et apertius exponit Roaltus *1. p. Phys cap. 27, a num. 52,* tum et Antonius Legrand, Franciscus Bayle, [p. 184] et communiter Cartesiani. Eandem sententiam defendit Gassendus *Phys. sec. 1. lib. 6, c. 12 .* R. P. Maignan, et Saguens, aliique permulti ex Neotericis. Peripatetici autem communiter docent, Colores, eos praesertim, quos *veros* appellant, esse qualitates a lumine entitative distinctas, tum et

ab ipsis corporibus Coloratis. Ego vero priorem sententiam semper veriolem putavi, quam rationibus adhibitis inserius ostendam: nunc altero Colorem non esse qualitatem aliquam a lumine entitative distinctam.

Probatur 1. Auctoritate S. Thomae superius adducta, ait enim Colorem nihil aliud esse, quam lux quodammodo obscurata ex corporis opaci admixtione: ergo, a lumine entitative non distinguitur. Respondent Complutenses *disp. 10. de Anima, q. 2*, et Conimbricenses *lib. de Anima q.2. art. 2*. Hoc tantum esse intelligendum de Coloribus apparentibus, seu phantasticis, ii enim a lumine non distinguuntur; nullatenus vero intelligi de Coloribus veris. Sed contra 1. Quia Colores illi, quos *apparentes* vocant, veros esse, imo et verissimos, infra probabimus: si ergo isti a lumine non distinguuntur, neque caeteri ab eo erunt distincti, cum eadem sit omnium natura univoce communis. 2. Quia S. Doctor ait, Colorem esse lucem obscuratam ex admixtione corporis opaci: Colores autem illi, quos *phantasticos* appellant, cum in aëre, vitro, aliisque corporibus diaphanis appareant, nullam habent admixtionem corporis opaci: ergo etiam loquitur Sanctus de Coloribus illis, quos *veros*, ac *reales* appellant. Praeterea Coloris notionem formaliter esse ipsum lumen, expresse tenet B. Albertus Magnus in *lib. de Sensu, et Sensatu Tract.1, cap.1*. Quatenus nempe ait, Co[p. 185]lorem esse lumen in peripicuo terminaros ita tamen ut abscedente lumine, maneat qualitas quaedam ex primis qualitibus oriunda, quae Coloris veluti materia sit lumen vero sit Coloris forma.

Probatur 2. Quia seclusa hac qualitate entitativa a lumine distincta, recte intelligitur Colorum natura, eorumque mira diversitas, ut postea patebit; ipsa vero admissa, neque intelligitur, neque explicatur: ergo talis qualitas non est admittenda.

Sed objicies. Si Color a lumine non distingueretur, abeunte luce, aut alterutro pereunte, Color similiter interiret, ac periret; iterumque per reditum luminis, de novo progigneretur: sed hoc videtur incredibile. Quis enim credat Colores, pinturasque omnes singulis noctibus interire, iterumque per reditum luminis de novo progignit, ergo, etc. Respondeo 1. concessa majori, negans minorem. Quam nullo experimento probabunt Adversarii nisi forte eorum aliquis in tenebris constitutus objecta colorata quandoque viderit: nullus itaque est; sub tenebris in rebus Color, ut etiam Virgilius 6. *Aeneidos* cecinit:

*Ubi caelum condidit umbra
Jupiter, et rebus nox abstulit atra colores.*

Nec minus aperte canit Ecclesia in hymno, dicens:

*Re buque jam color redit,
Vultu nitentis sideris.*

Respondeo 2. Distinguens minorem, Color in tenebris non recedit, Color, inquam in actu primo, concedo: Color in actu secundo, qui et proprie Color est, nego; ut enim postea amplius patebit, Color in actu primo sunt dispositiones, qui insunt superficiei corporis, quibus, adveniens lux, hoc, vel illo modo, remittitur, refrangitur, etc. Lumen vero sic ab illis dispositionibus dispositum, modificatum, ac remissum est Color in actu [p. 186] secundo: unde cum hic a lumine sic modificato non distinguatur, lumine recedente, recedit, ipsoque redeunte, iterum redit, dispositionibus illis, seu Colore in actu primo semper in illis corporibus perseverante.

Sed hae apertius patebunt, cum nostram sententiam explicabimus.

Propositio XXXV

Color in actu secundo est ipsum lumen modificatum.

Assero Colorem in actu secundo, qui ut dixi, proprie Color est, nihil aliud esse praeter lumen modificatum; hoc est, hac vel illa radiorum conjugatione; hac vel illa majori, aut minori cum umbellis permixtione dispositum: hoc aut illo motu concitatum, ac determinatum, ut postea amplius exponemus.

Probatur 1. Conclusio. Nam (34) Color non est aliqua qualitas a lumine distincta, nec quicquam aliud a lumine entitative diversum: ergo est ipsum lumen: sed non est ipsum lumen solum secundum se, aut quatenus a Sole, aut alio luminoso dissunditur: non enim tanta, tamque mirabilis diversorum Colorum soboles ab eodem lumine, eodem modo se habente exsurgere posset: proveniri ergo tanta Colorum diversitas a lumine diversimode se habente: ergo a lumine innumeris pene modis modificato: ergo Color in actu secundo est lumen modificatum.

Probatur. Nam, ut experimentis innumeris constat, sola mutatione figuras, facta in particulis corpus aliquod componentibus, mutatur Color. Sic lapides nigri contusi, in album pollinem resolvuntur: Aqua quae ex se nullum praesefert Colorem, in spumam conversa, album Colorem induit: imo et atramentum cum agitationis ope in bullas agitur, aliquantulum al[p. 187]bescit: et sie de aliis: sed hujus rei ratio non alia esse potest, nisi quia lumen incidens in praefatas particulas diversimode dispositas,

diverimode modificatur, diverimode movetur, ac resieditur quam antea: ergo color nihil aliud est quam lumen modificatum.

Probatur aliis experimentis. Nam nubes pro diversa Solis in illas radiatione, aut particularum eas componentium configuratione, nunc albo, nunc rubro, nunc caeruleo, nunc alio Colore persunduntur. Mare ibidem nunc albescit, nunc purpurascit, nunc caeruleo Colore conspicitur. Columbae insuper collum, ac Pavonis cauda pro diverso tantum lucis aspectu, mirifice variat Colores: ergo Color nihil aliud est preter lumen diversimode fractum, ac modificatum. *Dices* forte nos Colores esse apparentes caeterum verissimos esse statim probabimus. Tandem haec nostra sententia inde maxime suadet, quod nempe illa posita, pleraque Colorum phaenomena, et effectus explicentur, ut cum de singulis erit sermo patebit.

Objicies 1. Lux nullum habet contrarium: sed color habet contrarium: albedini enim nigredo contrariatur; et similiter alii plerique colores invicem opponuntur: ergo color non est lumen modificatum, sed a lumine omnino distinguitur. Respondeo distinguens majorem: lumen secundum se, et absolute spectatum, non habet contrarium, concedo: prout hoc, aut illo modo modificatum, nego: modificationes enim luminis invicem opponuntur: sic albedo multum luminis dicit, nigredo vero parum, aut nullum: certum est autem multum luminis, ac parum luminis invicem contrariat non minus, quam motus velox, et tardus: calidum, et frigidum: similiter censendum est de aliis Coloribus, ut infra patebit.

[p. 188] *Objicies 2.* Datur verus color, qui in lumine modificato non consistit: ergo idem esse de caeteris dicendum. Antecedens probatur: Nigror est verus color: sed hic nullatenus in lumine modificato consistit: stat enim in sola luminis privatione: ergo, etc. Respondeo negans majorem. Ad probationem distinguo majorem: omnis nigror est verus color, nego: aliquis, concedo: et nego minorem de nigrore, qui est verus color. Duplex itaque, aut etiam triplex nigror est distinguendus, ex quibus duo sunt, qui omnis luminis sunt expertes; et ni quidem nec sunt proprie color, nec videntur non enim carentiae, aut privationes videri possunt: alius vero nigror non est mera luminis privatio; sed solum parum luminis dicit, et hic est proprie color, oculisque cernitur in carbonibus, atramento, etc. et nihil aliud est quam parum luminis multis umbellulis permixtum. Quod expresse tenet Aristoteles Libello *de Coloribus c, 1*, ait enim: *Tripliciter nigrum nobis apparet, aut enim omnino quod non videtur, est natura nigrum: aut a quibus nullum prorsus lumen fertur ad oculos. Apparet etiam nobis nigra, a quibus rarum, et paucum lumen repercutitur.* Et tertium hoc nigroris genus est color, qui nigredo appellatur, ac in paucio lumine consistit.

Objicies 3. Argumentum Averrois a Contareno laudatum. Color juxta Aristotelem 2. de Anima tex. 67 et 73, est *motivum perspicui secundum actum*: sed perspicuum secundum actum est perspicuum quatenus illuminatum: lumen enim est juxta eundem Philosophum Actus perspicui: ergo color est motivum perspicui quatenus illuminatum: ergo supponit lumen in perspicuo: ergo a lumine distinguitur. Sed huic argumento facile respondetur concedendo totum argumentum, [p. 189] et negando ultimam consequentiam. Assero enim colorem esse motivum perspicui quatenus illuminati: hoc est, supra lumen addere talem, ac talem modificationem, quae re vera censetur accidere lumini; idque supponere in perspicuo prioritate tantum rationis, nam prius est juxta nostrum concipiendi modum lumen per medium perspicuum trajici, quam sub tasi modificatione trajici, in quo nulla est difficultas.

Objicies 4. Contendens saltim colores illos, qui permanentes sunt, et communiter veri appellantur, a lumine debere distingui: nam fieri non potest, ut eadem lux, ex. gr. Solis, colores adeo diversos efficiat: item nec fieri posse videtur, ut diversa lux eandem albedinem faciat, eundem caeruleum, etc. ergo saltim hi colores a lumine distinguuntur. Respondeo ad 1, idem lumen, sed diversimode modificatum, diversos colores efficere: nec in hoc est aliqua difficultas. Respondeo ad 2. casu quo dux flamme sint, altera quidem virescens, altera caerulea, cum idem objectum illuminant, alioquin ex gr. album ejus colorem aliquatenus immutare: experientia enim testatur, presatissimam masa distantium vultus subvirides, aut subcaeruleos non sine deformitate exhibere.

Objicies 5. Si praedicti colores consistent in lumine modificato a dispositione, seu figura corpusculorum superficiem corporis opaci componentium, quoties idem esset color, eadem quoque esset praedictorum corpusculorum figura, et dispositio: sed hoc est falsum: ergo, etc. Major est certa. Minor probatur, quia saccharum ex. gr. et sal communis desaecatus equalem habent candorem: sed dispositio, et figura corpusculorum, ex quibus coalescunt, est valde diversa: ergo, etc. [p.190] Minot probatur. Si enim corpuscula salem, et saccharum componenda eandem haberent figuram, et dispositionem, idem quoque esset salis, ac sacchari sapor, praecipue in Athomistarum sententia, in qua saporum diversitas, diversis corpusculorum figuris, diversimode palatum afficientibus, tribuitur: sed valde diversus est sacchari, salisque sapor: ergo eorum; corpuscula non habent eandem dispositionem, et figuram: et consequenter neque eundem candorem possunt habere. Hoc argumentum in ipsos Adversarios retorqueri potest: nam in eorum sententia color est qualitas secunda resultans ex varia temperie primarum qualitatum, corpori colorato inexistente: ergo quoties idem est color, v.gr. eadem albedo, eadem quoque est in illis corporibus

primarum qualitatum temperies: cumque in sale, et saccharo, eadem sit albedo, eadem quoque erit eorum temperies: ergo et idem sapor, easdemque proprietates, etc. contra experientiam. Respondeo 1. itaque salem, saccharum, aliaque similis coloris corpori simili textura, similique corpusculorum figura constare, et consequenter similiter lumen reflectunt, ac modificant, ideoque similem colorem reddunt: caeterum haec corpuscula ex aliis minutioribus, ac subtilioribus diversimode siguratis coalescunt, quae praedictis sunt subtiliora, haecque saporibus diversis causandis sunt destinata, cum ope salivae invice separantur: saccharum itaque, et sal cum in os immittuntur, in minutiores has, ac subtiliores particulas ope salivas resolvuntur, ac dividuntur, quae juxta proprie sigurs diversitatem, diversimode palatu nasciunt; illas quidem, quas ex saccharo, leviter, ac suaviter, quo dulcedinem procreant, eiusque sensationem excitant; illae vero quae ex sale, cum pungentes sunt, palati poros subeuntes, illius fibrillas subtilissime [p. 191] pungunt, quo salsedinis sensatio perficitur, et sic de aliis. Sed haec ulterius patebunt, cum de Saporibus erit sermo.

Propositio XXXVI

Haec Modificatio luminis in nova radiorum conjugatione, reflexione, refractione, ac motu constiit.

Ratio est, quia lumen modificari potest 1. per diveriam admixtioncsn ejus cum umbra; quod optime consonat cum S. Thoma *loco supra citato* asferente, colorem nihil esse praeter lumen quodammodo obscuratum per admixtionem opaci, quod diversam dicit radiorum luminis cum admixtis umbellulis conjugationem. 2. Modificari etiam potest per diversas reflexiones, ac refractiones factas in corporibus illis, quae aut permeat, aut in quae incurritur statim patebit; per has enim innumeras pene, ac diversas motiones acquirit, tum et cum umbeliulis. Varias permixtiones, ex quibus tanta colorum soboles exsurgit; nec iri alio colores consistere asserimus, ut in *sequentibus* particulariter explicamus.

Propositio XXXVII

Lumen potest colorari per solam reflexionem.

Ut haec propositio recte percipiatur supponendum est dupliciter posse Lumen a corpore opaco *reflecti* vel ordinatim vel inordinatim. *Ordinatim* reflectitur, cum radii Luminis eodem ordine ab opaco reflectuntur, quo in illud insiderunt: *inordinatim* vero, cum non eodem ordine remittuntur, sed diverso ab eo, quo in opacum inciderunt. Sit enim (*fig. 16*) DDD plana cujusdam speculi superficies, in quam radii luminis AD, BD, CD inter se paralleli incidunt: radii reflexi erunt DG, DH, DI, etiam inter se

paralleli, ut ex [p. 192] Catoptricce legibus est manifestum, et testatur experientia: quoniam igitur incidunt paralleli, ac similiter cum reflectuntur parallelismum observant, hujusmodi irreflexio erit ordinata. Sint autem (*fig. 17*) EEE, et FFF superficies sphaericae opacorum; illa quidem convexa; haec autem concava, in quas incidant radii luminis AE, BE, CE, AF, BF, CF inter se quidem paralleli: quoniam vero juxta Catoptrica: leges radii reflexi EG, EH, EI paralleli esse non possunt; quemadmodum neque FG, FH, FI, idcirco hae reflexiones inordinatae appellantur. Hoc posito.

Dico 1. Reflexionem Luminis ordinatam nullum posse progignere colorem. Ratio est, quia, cum radii eundem ordinem post reflexionem retinent, quem ante illam tenebant, nullam novam modificationem acquirunt: ergo nec novum colorem possunt induere: sed potius quemadmodum antea direde, ita postea reflexe imperturbatam Solis imaginem repraesentant.

Dico 2. Lumen posse colorari per reflexionem inordinatam. Ratio est, quia plures reflexiones inordinatae quales sunt in EEE, diversimode visum, ac praecipue retiformem tunicam afficiunt: ergo novum colorem exhibent; illum nempe, quem inserius ratione, et experimentis comprobabimus.

Propositio XXXVIII

Lumen potest colorari per solam refractionem; et per refractionem, et reflexionem simul.

Hujus Theorematis veritas experimento probatur. Sit enim (*fig. 18*) ABC sectio recta prismatis crystallini: sitque Sol EDE, cujus tres radii DG, EG, FG considerentur, qui ex puncto medio D Solis, et extremis E, F oblique descendunt in pundum G superficiei [p. 193] AB prismatis. Quid quid autem de his tribus radiis nunc dicemus, similiter de aliis innumeris, qui in praedictam superficiem AB incidunt, est intelligendum. Quoniam itaque praedicti radii in vitrum oblique incidunt, refringuntur versus perpendicularem, efficiuntque radiationem GK, GI, GH, quae ex vitro in aërem prosiliens per superficiem BC, ad quam oblique accedit, iterum refringitur a perpendiculari recedens, formatque radiationem KL, IM, HN: quam LMN omnes Iridis colores valde vegetos efformat: cumque hucusque praedicti radii nullam effecerint reflexionem; sed solum duas refractiones, primam in ingressu crystalli, secundam in egressu, patet evidenter Lumen ibidem colorari solis refractionibus absque ulla reflexione.

Præterea, cum radii luminis GK, GI, GH, caeterique in illa radiatione contenti, in superficiem BC incidunt, non omnes per illam in aërem egrediuntur, sed aliqua eorundem pars reflectitur, ut alibi diximus, quæ reflexione efficiunt radiationem KO, IP, HR, quorum radiorum aliqua pars egreditur in aërem, et facta refractione, efficit radiationem OT, PQ, RS, in qua nullus apparet color, ob ratio nem postea dicendam reliqua autem pars radiationis KO, IP, HR, quæ per superficiem AC non egreditur, reflectitur in OV, PX, RY in superficiem AB: per quam in aërem egressa, resrangitur a perpendicular per VZ, X et, Y AE, ubi iterum apparent Iridis colores, licet minus intensi post facias duas refractiones, duasque reflexiones: hoc est, unam refractionem in ingressu per superficiem AB: unam reflexionem in superficie BC: aliam reflexionem in superficie CA: et tandem secundam tegractionem [p. 194] in egressu per superficiem AB: ergo Lumen coloratur in hoc casu per refractionem simul, et reflexionem: potest ergo colorari, aut per solas refractiones, aut per refractiones, et reflexiones simul.

Propositio XXXIX

Ad Genesim colorum ab albedine diversorum, requiritur radiorum luminis imminutio, seu eorundem cum umbellulis admixtio.

Probatur, nam color albus multum luminis includit, ut postea patebit: ut autem experientia testatur, color albus aliis coloribus permixtus, eos dilutiores reddit, ita ut si copiosius permisceatur, eos omnino fere diluat: ergo hujusmodi colores ab albo diversi, temperatius lumen requirunt: ergo illorum genesis luminis cum umbellulis permixtionem desiderat.

Hinc patet omnes colores luminis cum umbra permixtionem requirere; si tamen album perfectum excipias, qui umbram non includit: aut etiam nigrum illum, de quo in *prop. 34* in solutione ad secundam objectionem sumus loquuti, qui omnino lumen excludit: caeteri vero hanc radiorum luminis imminutionem requirunt: cum hac tamen differentia, quod ad eos, qui ex albi, et nigri permixtione resultant, sufficit præfata luminis imminutio, ad caeteros autem aliquid ulterius requiritur, ut in *sequenti propositione* patebit.

Propositio XL

Ad Genesim plerorumque colorum ab albedine diversorum non sufficit luminis cum umbellulis sola permixtio.

Ex praecedenti propositione constat omnes colores ab albedine diversos requirere aliquam luminis [p. 195] cum umbellulis permixtionem. Nunc autem dico quamplurimos esse colores, quales sunt rubeus, croceus, viridis, et alii, quibus progignendis, ac constituendis non sufficit praefata luminis cum umbellis permixtio. Probat. Nam si hujusmodi colores ex sola luminis cum umbellis permixtione progignerentur, etiam ex admixtione albi, et nigri possent progigni: album enim in multa luce; nigrum vero in modica, aut nulla consistit: ergo permixtione albi cum nigro fieret permixtio luminis cum umbra: et consequenter possent ex albo, et nigro permixtis resultare: sed hoc est falsum: constat enim experientia ex horum permixtione solum cinereum colorem, et alios similes exoriri; numquam vero croceum, rubeum, viridem, etc. ergo hujusmodi colores ex sola luminis cum umbellulis permixtione non progignuntur: hinc aliquid ulterius requirunt; quid autem hoc sit in sequenti propositione dicetur.

Propositio XLI

Ad praedictorum colorum Genesim, praeter permixtionem luminis cum umbra, requiritur motus quidam orbicularis globulorum, qui sunt materia luminis.

Ad hujus propositionis intelligentiam supponendum est, duplicem in quovis globo esse posse motum; alium nempe centri, alium periphaerías, qui et motus rotationis dicitur, hocque fieri possunt omnes puncti globi extra axem constituti. Geminus hic motus in rotis currus est satis perspicuus: quaelibet enim rota movetur motu centri, quatenus nempe hoc fertur per lineam plano subjecto, supra quod sit motus, parallelam: alter vero motus est periphaeriae, quo nempe rota volvitur circa proprium centrum. Similiter itaque [p. 196] in globulis esse possunt duo praedicti motus; primus nempe centri, quo a corpore luminoso per lineam rectam pelluntur. Secundus vero orbicularis, seu rotationis, quo circa proprium centrum possunt revolvi, ob alicujus causae occursum y quae ipsos ad talem motum determinet. His snppoitit.

Assero. Ut lumen possit praedictos colores progignere, praeter motum rectum vibratorium, requiritur in ejusdem globulis, motus quidam peculiaris rotationis circa proprium cujusque centrum. Ratio est, quia (35) color est lumen modificatum: id est, peculiari conjugatione cum umbra permixtum, aut etiam speciali motu concitatum: sed (40) ad praedictorum colorum genesim non sufficit luminis cum umbra permixtio: ergo requiritur insuper peculiaris motus: sed hic peculiaris motus non est tantum iue, quo a luminoso per lineam rectam vibratorie cietur: hic enim solum potest lucis, aut potius luminis prout est in se sensationem inducere: aut si inordinate reflectatur, solum album colorem, ejusque sensationem valet causare, ut postea patebit: ergo

prater hunc vibrationis motum, alius peculiaris requiritur, ut praedicti colores progignantur: sed alius esse nequit nisi rotationis globulorum, qui luminis sunt materia, circa proprium centrum: igitur hic motus omnino requiritur ad colores pedidos progignendos.

Propositio XLII

Juxta hanc Hypothesim exponi potest diversorum colorum Genesis, et constitutio.

Licet valde nobis difficile sit, imo et fortasse impossibile, determinate statuere, in quo posita sit singulorum colorum essentia; juvat tamen aliquid tentare, quo saltem probabiliter dignoscatur. Nihil autem [p. 197] ad id muneris mihi melius occurrit, quam geminus ille motus globulorum luminis, quam *praeced. prop.* explicui, vibrationis nempe in directum, ac rotationis circa proprium centrum: ita ut pro diversa eorumdem combinatione, diversi colores progigni censeantur.

Sic eos exponit Cartesius *Meteor, c.8*, ac *Dioptrices c.1* quem alii non pauci sequuntur. Hoc autem solum tamquam hypothesim quandam teneri volo, interim dum meliora a Doctoribus excogitantur.

Assero itaque, ingentem illam colorum varietatem provenire ex diveria proportione, qua tum lumen cum umbris; tum motus rotationis globulorum luminis cum eorumdem motu recto commiscetur. Id autem simpliciter tantum nunc expono in quatuor praecipuis coloribus, *Rubro* nempe, *Croceo*, *Viridi*, ac *Caeruleo*, postea ex dicendis probaturus. 1. Color *rubeus* densius lumen requirit, ejusdemque radios, consertiores. *Croceus* minus consertos: minus adhuc color *viridis*: ac tandem multo minus color *caeruleus*. 2. Praeterea, si motus rotationis globulorum luminis valde excedat eorumdem motum rectum, progignitur *rubeus* color: si idem rotationis motus non ita excedat motum rectum; excedat tamen illum, sit color *croceus*: si autem idem rotationis motus minor fuerit recto, color *viridis* emergit: si tandem adhuc fuerit multo minor, exsurget *caeruleus* color.

Hinc *Rubeus* color actualis, seu in actu secundo, consistit in multis, valdeque confertis luminis radiis; et insuper in eo quod globuli eos componentes, motum rotationis multo majorem habeant, quam sit eorumdem motus rectus. Color *Croceus* in minori lumine, minusque conteras radiis consistit, eorum autem globuli motum rotationis majorem recto habeant; non autem [p. 198] tanto excessu, ac in rubeo. Color *Viridis* minus luminis quam precedentes exposcit: tum et globulorum rotationem minorem motu eorumdem recto. Color tandem *Caeruleus* minus luminis dicit quam

viridis, simulque globulorum rotationem multo adhuc minorem motu recto, quam in colore viridi: caeruleus enim fere ex sola luminis cum umbellulis permixtione consurgit, ut alibi diximus.

Ex his quatuor coloribus diversimode permixtis innumeri pene alii gignuntur, quibus si plus, aut minus luminis superaddatur, quamplurimas insuper resultant eorundem differentiae: sic enim redduntur dilutiores, aut intensiores: venustiores, aut minus grati; clariores, aut obscuriores; quod pictorias artis peritis per majorem, aut minorem albi additionem efficiunt: sic enim diversas colorum temperaturas consequuntur. Hac tandem Hypothesis inde potissimum commendatur, quod juxta illam colorum Genesis recte explicetur, praecipue in luminis per prisma crystallinum traiectione, unde Iridis formatio, caeteraque phaenomena fiunt aperta, ut in *sequentibus* patebit.

Propositio XLIII

Quoties Lumen refringitur, plerique luminis radii deperduntur.

Probatur: Refractio enim tunc solum sit, cum Lumen ab uno medio in aliud diversas densitatis medium permeat: sed in hoc transitu plerique deperduntur radii Luminis: hoc est, plerique non transeunt, sed facta reflectione resiliunt: ergo, etc. Min. prob. cum enim diaphana illa media diversae sint deniitatis, eorum poruli non ita omnino, ac perfecte cohaerent, ut orificia ipsorum, qui in diaphana insunt, orificiis [p. 199] cavitatum, quae alteri inexistunt, apprime conveniant: et consequenter Lumen quod per unius diaphani poros cietur, in quamplures partes solidas alterius diaphano insedet: ergo radii sic in partes solidas incurrentes, non ulterius progredientur; sed potius reflectentur, et resiliunt; ut experientia teste, accidit in superficiebus BC, ac CA prismatis (*fig. 17*) ergo in refractionibus quibuslibet imminuitur Lumen, ita ut radiationes refractae, quales sunt KN, BT, minus Luminis retineant.

Propositio XLIV

In quavis refractione, luminis globuli aliquem rationis motum adquirunt.

Ut id aperte percipiatur, sit (*fig. 19*) G unus ex globulis, qui materia sunt luminis, cujus motus dirigatur per rectam AG superficiei EC obliquam. Cum itaque hic globulus incurrat in angulum C, illa ejus pars, quae in C impingit, aliquantulum retardabitur: cumque centrum G eundem motum, quo antea ferebatur, retineat, partes 1.2. et reliquae usque ad G velocius movebuntur, quam exterx C. 3.4, ergo globulus

hic motum circulem acquirere circa proprium centrum G; et consequenter rotabitur per 1.2.3.4.

Hic autem rotationis motus proculdubio augebitur, si per partem 1. aui globuli decurrant, qui impingentes in 1. globuli peripheriam pellent per 1, versus 2.3. etc. Itaque, cum luminis materia sint globuli aetherei subtilissimi, a luminoso vividissimo motu concitati, cum in partem aliquam solidam praedicto modo incurrunt, simile rotationis motu acquirunt: sed in quavis refractione id necessario accidit: ergo in quavis refractione acquiritur a globulis luminis dictus rotationis, motus.[p. 200] Minor prob. Sit enim in eadem sigura EC, vitri superficies: itaque C pars solida orificii cujusdam seriei porulorum ejusdem vitri. Sit etiam AG luminis radius, seu globulorum aethereorum series, quae cum oblique in vitri superficiem incidat, refrangitur. Globulus itaque G in ipso ingressu incurret in partem C solidam: ergo ob rationem dietam acquirat rotationis motum per 1.2.3.4 cum insuper alii luminis globuum decurrant in illum, et ipso incurso impellant partem 1 globuli G, proculdubio ejusdem rotationem augebunt, et eo magis, quo plus luminis radii erunt conferri, ac conjuncti. Patet ergo qualiter in omni refractione luminis globuli motum rotationis acquirant. His positis, facile explicabitur colorum omnium in particulari constitutio: sed ante explicacionem sequens Theorema praemitto.

Propositio XLV

Nullum est reale discrimen inter colores, qui veri sunt, et eos, quos apparentes appellant.

Solent communiter Peripatetici duo colorum genera distinguere; alios nempe veros; alios autem apparentes: et hosquidem ultro concedunt alumine modificato non dissingui; illos vero independenter a lumine suis subjectis constanter inharere defendunt, ideoque ab eo dissingui. Colores autem, quos *apparentes, phantasticos, ac delusorios* appellant, sunt illi amoenissimi, quos in Iride, ac Trigono vitreo, non sine voluptate contemplamus; ac etiam eos, quos in nubibus, Columbarum collis, caudisque Pavonum conspiciemus. Caeteros vero quos continuo et undequaque videmus in tabellis, pannis, tapetibus, metallis. [p. 201] etc. *veros reales, ac genuinos* esse tuentur. Caeterum hoc inter colotes discrimen nullum prorsus esse; sed potius omnes colores esse veros, et apparentes, imo omnes ideo apparere quia veri sunt, nunc placet ostendere, ut hinc apertius pateat, quia *prop. 35.*asseruimus, omnes nempe omnino colores in sola luminis modificatione supra explicata consistere.

Probatur itaque 1: Nam colores illi, quos apparentes vocant, vere potentiam visivam afficiunt: sed quod verum, ac reale non est, et consequenter non existit, nullam affectionem efficere potest: ergo praedicti colores sunt reales, ac veri. Major est certa: Qui enim est apparere, nisi potentiam visivam immutare, ac ad sui expressionem movere? Confirmatur, nam hujusmodi colores vere a potentia visiva videntur: ergo per species a predictis coloribus, aut ab objecto ita colorato ad potentiam emissas: sed nullum objectum emittere naturaliter potest specieni iui, ut ita colotati, qui re vera sit ita coloratum: ergo colores illi non appaerent, et phantastice; sed realiter, ac vere in illis objedis existent.

Probatur 2. Nemini hucusque venit in mentem distinguere inter sonos veros, et apparentes; odores veros, et apparentes; sapes veros et apparentes; ergo nec distingui aliquatenus potest inter colores veros, et apparentes. Probatur consequens. Ideo enim non distinguitur inter sonos veros, et apparentes. quia cum auditus non nisi sonum habeat pro objecto, quidquid alienum est a veritate, ac realitate soni, nullatenus potest ab auditu percipi. Idemque dicam de odoribus respedu olfactus, ac saporibus respedu gustus: sed pariter visus non nisi colorem habet pro objecto: ergo quidquid alienum est a veritate, ac realitate coloris, [p. 202] nullatenus potest a visu percipi; sed colores, quos apparentes vocant, a visu percipiuntur: ergo a veritate, ac realitate coloris non deficiunt: omnes itaque colores sunt veri: et consequenter distinctio inter colores veros, et apparentes est prorsus rejicienda.

Probatur 3. Si propter aliquam rationem Iridis colores, vitrei prismatis, aliique similes non essent veri, sed solum phantastici, et apparentes, maxime quia facile, ac cito instar phaenomeni evaneseunt: tum etiam quia non ex omni loco, sed ex certo aliquo, ac determinato cernuntur: sed hae rationes sunt insubsistentes, ac roboris nullius: ergo, etc. Major continet potissimas rationes Adversariorum. Minor itaque quoad utramque partem probatur. Et primo quidem: ex eo quod cito, ac facile evaneseant non inferri praefatos colores non esse veros, patet; nam ad alicujus rei veritatem necessaria non est diuturnior ejus duration; ad veritatem enim vitae non est necessaria diuturnitas; ergo neque ad veritatem coloris necessaria est diuturnior ejus duratio: ergo quemadmodum ridiculus putaretur qui assereret, non vere vixisse parvulos, quorum vita uno tantum, aut altero minuto duravit; ita parum philosophice loquetur, qui dicit, non fuisse vere coloratam Iridem, cujus colores intra pauca minuta evanuerint. Praeterea. Ex modica horum colorum duratione solum infertur eorum causam cito praeterire: si enim rorans nubes semper in eo statu permaneret, et Sol sisteret, et oculus in eodem situ quiesceret, Iridem semper videret; idem dicam de primate vitreo, et similibus: ergo ideo color, quem phantasticum, ac mere apparentem

judicas, cito deficit, quia causa illa, quae talem luminis modificationem, ac illos colores efficit, cito deficit; perperam igitur colligis colores istos non [p. 203] esse veros, quia cito evanescent.

Tandem nec id recte inferri ex eo quod ex uno tantum, ac determinato puncto cernantur, probatur a paritate soni: licet enim vox illa reflexa, quae Echo vocatur, non ex locis omnibus circumquaque audiatur, sed solum ex quibusdam certis, ac determinatis, non inde inferitur non esse verum sonum, sed solum apparentem: ergo similiter licet colores, qui in Pavonis cauda a Sole irradiare visuntur, non nisi ex certo loco cernantur, non inde recte colligitur reales ac veros non esse, sed phantasticos, et apparentes: corrui ergo colorum divisio in veros, et apparentes. Melius itaque dividuntur in colores *permanentes*, ac *transeuntes*. *Permanentes* erunt illi qui in subjectis diutissime permanent, tales sunt qui veri, communiter dicuntur; *transeuntes* vero erunt, qui citius cernuntur evanescere, quales sunt omnes illi, quos Adversarii volunt esse dumtaxat *apparentes*.

Sed objicies. In eodem subjecto, ac in eisdem illius partibus, nequeunt esse simul duo colores veri inter se diversi: sed, si omnes colores, qui cernuntur, et apparent, veri essent, saepissime id eveniret: ergo aliqui sunt colores, qui phantastici sunt, tantumque apparentes. Minor evidenter patet; nam Mare, ac Montes si eminus spectentur, apparent caerulei; si vero comintus, non jam caerulei, sed sub diverso colore cernuntur: ergo, si tum color ille caeruleus, tum et Caeteri illi veri essent, idem subjectum in eisdem partibus, diveriis coloribus simul afficeretur, quod est impossibile fateri; dum ergo est, alterum ex dictis coloribus, nempe caeruleum esse phantasticum, et apparentem.

Respondeo distinguens majorem. Nequeunt esse simul in eodem subjecto duo veri colores diversi, qui nempe [p. 204] ab eodem spectatore, et ex eodem loco cernantur, concedo: qui a divertis spectatoribus, aut ex diveriis locis cernantur, nego: et concessa minori sub eadem distinctione, nego consequentiam. Assero itaque in montium ex.gr. superficie ita modificat lumen, ut inde reflectens in modica distantia, lapides, herbasque distincte, ac clarissime propriis coloribus exhibeat; in maiori verso distantia, quamplurimi luminis radii, ita invicem distrahuntur, et decusantur, ut illi qui res praedictas distincte exhibent, non nisi confuse ad retinam, et cum allis permixti pervenire possint: quo sit, ut praedictarum rerum imagines nequeant in ea distinctis coloribus depingere. Caeterum vi illius ejusdem modificationis, quam lumen in montibus accepit, in magna distantia altura colorem diversum refert, nempe caeruleum, ob luminis nempe dissipationem praedictam, ac permixtionem cum

umbris. Cum itaque uterque color, nempe qui cominus, et qui eminus spectatur, consistat in dicta luminis modificatione, quae realis est, ac vera, uterque etiam color verus est, ac realis, et non phantasticus, ac mere apparens. Sed de his satis.

Propositio XLVI

Explicatur Genesis colorum, eorumque constitutio, in traiectione luminis per prima crystallinum.

Ut in explicanda Genesi, ac natura colorum in particulari recta methodo procedamus, ab iis coloribus initium sumimus, quos *Transeuntes* appellavimus: his enim expositis, facile erit ad caeterorum explicationem devenire. Sit itaque (*fig.18*) crystallini prismatis sectio ABC. Ut autem diximus *prop. 38*. radii EG, DG, FG, franguntur versus perpendicularem: [p. 205] et quoniam juxta Dioptricae regulas, radius obliquius incidens in crystalli superficiem, magis refrangitur, et inflectitur, certe radius FG, qui incidit obliquius, majorem refractionem patietur, quam radius DG, qui minus oblique incidit: et hic adhuc plus quam EG, ob eandem refractionem: ergo licet radii directi EG DG, FG aequales angulos comprehendant cum concurrunt in G; caeterum post factam refractionem intra crystallum angulos inaequales comprehendunt: unde minus distat GI a GK, quam GH a GI.

Radii itaque GK, GI, GH ulterius progressi, in aëra prosilientes per superficiem BG, secundam refractionem patiuntur, a perpendiculo tamen recedentes; estque radiatio haec refracta KL, IM, HN ; in qua necessario reperitur minor distantia inter KL, IM, quam inter IM, HN: tum quia radii luminis hanc inaequalitatem jam tenebant quando accesserunt ad punda K, I, H, ut nuper diximus; tum etiam quia cum, obliquius incidat GH quam GI, et hic quam GK, juxta leges in Dioptrica demonstratas, plus reflecti, seu inflecti debet HN, quam IM; et hic quam K L: hunc autem inxqualium distantiarum ordinem observant. etiam omnes luminis radii inter tres commemoratos comprehensi, ita ut quo plus distant a KL, eo inter se distantiores evadant.

Hinc aperte colligitur luminis radios inter GKL, GIM contentos, constipatiores esse, quam qui inter GIM, GHN comprehenduntur. Probaturque evidenter, nam praecissis radiis illis, qui per reflexionem retrocedunt, omnes qui inter EG, DG, continentur, existunt etiam inter GKL, GIM: et similiter quotquot inter DG, SG reperiuntur, existunt etiam inter GIM, GHN: sed tot sunt inter EG, DG, quot inter [p. 206] DG, SG: ergo tot sunt inter GKL, GIM, quot inter GIM, GHN: et consequenter plus cum umbellis permixti sunt isti, quam illi.

His rite intellectis, perspicue juxta nostram hypothesim redditur ratio, cur radiato KHNL venustissimos Iridis colores exhibeat. Hoc autem ordine super subjecta in LMN charta observantur: prope KL cernitur color rubeus: prope IM, croceus: paulo post, viridis; prope HN caeruleus, qui sensim in puniceum definit.

Ratio cur in KL rubeus apparet color est, quia ibidem radii luminis plus quam alibi constipatiores sunt, magisque conjuncti, ut supra diximus: ac praeterea globuli luminis majorem ibi rotationem adquirunt (44) quae valde a caeteris globulis inibi concurrentibus augetur, ita ut motus rotationis, quem adquirunt, sit motu recto multo major: sed (42) Rubeus color in multo, constipatoque lumine consistit, cujus globuli multo majorem habeant rotationis motuum, quam sit eorumdem motus rectus: ergo prope KL necessario apparet rubeus color. Ratio autem cur prope IM Croceus color apparet, est quia multum etiam luminis eo loci inest, minus quam in KL; globulorum autem rotatio motum eorumdem rectum excedit; licet minus etiam quam in KL; eo scilicet quod non ita conferti, ac conjuncti ibidem decurrant globuli: sed (4.2) in hoc stat croceus color: ergo prope IM hic color apparet.

Deinde paulo post IM cernitur color viridis, ibi enim jam minus luminis reperitur ac motus rotationis globulorum ita minor est quam in praecedentibus, ut a motu recto eorumdem globulorum superetur: ergo (42) ibi apparebit color viridis. Tandem prope HN [p. 207] caeruleus color depingitur: nam ibi rariores sunt, ac dissipatiores luminis radii, quam in praecedentibus, et consequenter magis cum umbra permixti: multoque minor est globulorum rotatio, quam eorumdem motus rectus: igitur caeruleus color ibidem apparere debet, qui sensim ob majorem cum umbra mixtionem desinit in puniceum: patet ergo juxta nostram hypothesim horum colorum Genesis.

Propositio XLVII

Luminis per prisma crysallinum trajecti caetera phaenomena explicantur. fig.18.

Quoniam per superficiem BC non totum lumen radiationis BKH in aëra egreditur, sit ut aliqua ejus pars reflectatur in superficiem, seu latus AC: ita ut radius GK veniat in O: GI, in P: et GH in R. Hi autem radii reflexi eadem inter se distantia feruntur, quam haberent, si recta fuissent progressi extra superficiem BC, nulla prorsus facta refractione, ut aperte colligitur ex *Catoptrica* legibus, et demonstravimus in *Comp. Mathem. Tract. 20. lib, 2 propos. 10*. Per superficiem itaque AC egressi in aëra, refractam radiationem OTSR projiciunt, de qua in *prop. sequenti* peculiariter pertractabimus: quoniam vero non omnes radii foras ad formandam hanc radiationem egrediuntur, aliqua eorumdem pars, iterum facta reflexione resilit ad superficiem AB,

veniuntque radii in puncta V, X, Y. hac videlicet conjugatione, ut quemadmodum KO, IP minus inter se distant, quam IP, HR: ita similiter OV minus a PX distat, quam PX ab RY. Haec tandem radiatio egressa in aëra per superficiem AB, aliam efficit radiationem refractam, nempe VZJE, in qua ob rationem in *praced. prop.* adlatam, [p. 208] quemadmodum in radiatione KLNH, ita et in hac radius VZ minus ab X et distat, quam hic ab YAE; idem que respective est intelligendum de caeteris radiis inter praedictos comprehensis.

In hac radiatione iterum colores Iridis iu Z et AE conspiciuntur aliquantulum tamen dilutiores hac ordine inverso illius, quo apparent in radiatione LMN. Apparent quidem dilutiores, ac minus vegeti, quia a paucioribus luminis radiis efformantur; multi enim consumti sunt in efficiendis radiationibus LMN, SQT. Apparent autem ordine inverso quam in LMN; in hac enim rubeus color apparet in L; et caeruleus in N; in hac vero e converso in Z conspicitur rubeus; paulo ante et, croceus: paulo post hunc conspicitur viridis; et in AE caeruleus. Ratio autem est, quia in VZ conjunctiores sunt luminis radii; non ita conjuncti in X etc; rariores autem, magisque sejuncti in YAE: ergo in VZ apparere debet rubeus color; prope X et croceus: deinde viridis: tandemque in YAE caeruleus, ut diximus in *propos. praced.*

Propositio XLVIII

Radiatio RTOS non coloratur. Ead. fig.

Constat experientia radiationem RTOS nullos exhibere colores. Ratio hujus phaenomeni juxta nostram hypothesim est, quia ideo caeterae radiationes, ver. gr. KLNH colores exhibent, quia luminis radii constipatiores sunt in KL, quam in HN, et insuper major est globulorum luminis rotatio in KL, quam in HN (47) sed in radiatione RTOS nihil horum invenitur: ergo non coloratur. Minor probatur. Ut enim ostendimus in *Comp. Mathem. Tract. 18. prop. 25.* etsi radii KO, IP, HR inaequaliter inter se distent, caeterum [p. 209] haec inaequalitas corrigitur, et aufertur per inflexionem radorum OT, PQ, RS, ita ut in hac radiatione RTOS aequaliter distent inter se: ergo aequalis est in omnibus hujus radiationis partibus luminis constipatio, et intensio: tum et aequalis, ac uniformis globulorum luminis motus; et consequenter nulla erit colorum productio.

Et confirmatur; nam ob praedictam distantiarum aequalitatem, quam habent radii OT, PQ, RS, eandem habent inter se situationem, ac dispositionem, quam haberent radii EG, DG, FG, si nulla facta refractione in G, recta progredierentur: sed in hoc casu Solis imaginem absque illo ex praedictis coloribus representarent: ergo idem etiam

praestabunt irradiatione RTOS, licet debiliori lumine, ut testatur experientia, ob defectum nempe illius, quod insumtum sunt in ingreisu per pundum G; et in locis KIH, RPO. Videatur locus citatus, ubi horum colorum alia phaenomena ope Trigoni vitrei apparentium explicuimus.

Propositio XLIX

Luminis coloratio, qua in sphaera vitrea, aqua plena conspicitur, explicatur.

Licet hoc phaenomenon ab eisdem omnino causis procedat, ac praecedens; et eodem modo explicetur: expedit tamen aliqua circa illud hoc loci exponere; ex ipso enim omnino pendet Iridis, Halonum, aliarumque similium impressionum Meteorologicarum intelligentia, ut suo loco patebit.

In sphaera vitrea aqua plena tres conspiciuntur radiationes refractas Iridis colores referentes, quae sequenti modo efformantur. Sint (*fig. 20*) tres luminis radii a Sole provenientes, nempe BA. a limbi parte superiori: [p. 210] CA a centro Solis: ac DA ab extremitate inferiori; qui simul incidunt in punctum A sphaera vitrea aqua plena. Quoniam itaque radius DA caeteris est obliquior superficiei sphaera, ejus radius refractus AE propinquior erit radio AF, quam sit AF ipsi AGH. Huus autem radiationis aliqua pars egressa in aërem per E.S.G, secundam in egressu refractionem efficit EQX: et quoniam radius AE est caeteris obliquior, radius refractus EQ magis accedet ad SV, quam hic ad GX: ergo in hac radiatione apparebunt colores Iridis ob eandem rationem, quam in primate diximus (46), ea scilicet ut in QJ color rubeus: in X caeruleus; caeterique intermedii eodem ordine quo in primate. Duo autem hic annotanda sunt. 1. In hac Luminis coloratione duas illius refractiones tantum absque ulla reflexione intervenisse. 2. Praefatos colores tunc solum videri, quando linea a Sole ad oculum, ac ea qua a centro sphaera vitrea ad eundem oculum ducitur, angulum in eo 23. circiter graduum efformat.

Praeterea Lumen, quod per E.F.G in aëra non egreditur, intra ipsam sphaeram a predictis punctis reflectitur, venitque in K.I.H. Et quoniam radius EK ob obliquius incidit, quam SI: et hic quam GH, radius refractus KN magis accedet ad IM, quam hic ad HL: ergo (46) in N cernetur color rubeus; in L caeruleus, ac suo ordine caeteri intermedii. Hic etiam duo sunt observanda. 1. In hac Luminis coloratione duas concurrere refractiones, itemque unam reflexionem, ut in *figura* aperte conspicitur. 2. Hos colores tunc cerni a visu, cum linea a Sole, et ab oculo ad sphaeram ducta, angulum in illa efficiunt circiter 42. graduum.

Tandem Luminis pars, quae per K1.H in aëra non fuit egressa, reflexione facta, venit O.Z.V: et quoniam [p. 211] radius KO caeteris est ad sphaerae concavam superficiem obliquior, suus refractus, nempe OP, magis accedit ad ZS, quam iste ad VT: ergo (46) radius OP exhibere debet colorem rubeum: VT autem caeruleum, caeterique colores intermedii solito ordine conspicientur. Ubi etiam sunt duo attendenda. 1. In hac coloratione duas intervenire refractiones, totiemque reflexiones, ut in *figura* patet. 2. Hos colores tunc ab oculis cerni, cum linea; a Sole, et ab oculo in sphaeram coleutes in ejusdem centro angulum circiter 54 graduum efformant.

Id tandem est advertendum: in qualibet ex dictis radiationibus Iridis colores exhibentibus, sub diverso angulo cerni quolibet ex dictis coloribus, hujusmodi autem angulos aliquibus tantum minutis inter se differre: et quoniam extremi colores, rubeus nempe, et caeruleus, illis solaribus radiis efformantur, qui a Solis extremitatibus progrediuntur, angulus, quo color rubeus apparet, ab eo sub quo cernitur caeruleus, solum differt angulo quodam circiter aequali diametro Solis apparenti: et intra hos terminos in qualibet ex dictis radiationibus omnes illi colores depinguntur. Alia circa istud mirabile phamomenon videre poteris iri nostro *Comp. Mat. loco supra citato*.

Propositio L

Lumen per vitrum coloratum transiens, ejusdem colorem refert.

Testatur experientia, Lumen per vitrum coloratum pertransiens eodem colore tingi, quo illud fuerit imbutum; ita ut si vitrum sit rubrum, rubrum colorem Lumen referat; si viride, viridema, etc. Hujusdem ratio juxta nostram hypothesem est, quia lux in eo tran[p. 212]situ illam radiorum conjugationem, densitatem, ac motum acquirit, quem in primate vitreo habet in ea radiationis parte, quae illum colorem refert. Sic per vitrum rubrum transiens, eam modificationem, ac radiorum conjugationem, et motum acquirit, quem habet in radio KL *fig. 18*, et sic alis. Ratio autem cur in vitro colorato praefatas modificationes, ac motus acquirit, petenda est ab illa materia aethergenea, quae vitro admiscetur, ut illis coloribus tingatur: ob hujus enim materias aethergeneitatem, multi radii luminis retrocedunt, sicque Lumen quod vitrum permeat debilius evadit; ac praeterea ejusdem globuli in particulas illius materiae incurrentes, ac earumdem poros subeuntes, motus illos acquirunt, qui praedictis coloribus procreandis sunt apti, juxta ea quae diximus *prop. 42*. Unde necesse est, illis coloribus Lumen tingi, quibus vitrum, quod pertransit, fuerit intinctum.

Hucusque Genesim illorum colorum meditati sumus, quos transeuntes vocamus; nunc jam ad alios, quos permanentes, et fixos esse diximus, exponendos transeamus.

Propositio LI

Color Albus, et Niger, tum in actu primo tum in actu secundo, explicantur.

Dico 1. Colorem Album, seu albedinem, in actu secundo consistere in multo lumine inordinate reflexo. Probatur, nam illa objecta, quae Alba sunt, claritatem non modice augent: sic conclave, cujus parietes albi sunt, clarius est, quam illud, cujus parietes atro, aut fusco colore sunt denigrari, ut testatur experientia: sed hujus rei non alia potest esse ratio, nisi quia copiosius lumen ab albis parietibus, quam a nigris [p. 213] reflectitur: ergo color Albus in multo lumine reflexo consistit: sed non in reflexo reflexione ordinata, ac uniformi, aliter redderet Solis speciem, ut speculum: ergo consistit in multo lumine inordinate reflexo: cujus nempe reflexionis ope quaquaversum dispergitur. Confirmatur: nam hac coloris Albi notione supposita, optime redditur ratio illorum effectuum, qui ab Albedine dimanare cernuntur, ut postea patebit.

Dico 2. Corpus Album esse illud, cujus superficies, quamplurimis minutissimis sphaerulis coalescit: et hanc corporis dispositionem in superficie esse Albedinem in actu primo: nam, ut ex alibi dictis constat, color Albus in actu primo sunt illae dispositiones, quae corporis superficiei insunt, quibus multum luminis inordinate, et quaquaversum reflectatur sed a nullo corpore plus luminis inordinate, et quaquaversum reflectitur, quam ab eo, cujus superficies ex pluribus sphaerulis componitur: ergo corpus Album, seu habens Albedinem in actu primo, est illud, cujus superficies ex prxdidis sphaerulis coalescit.

Ut minor evidentiis ostendatur, sint in. *fig. 21.* duae splaeulae M.N. in quas incidant luminis radii A.C.D: E. F. G. Cum itaque radii incidentia: angulis reflexionis sint necessario aequales: anguli autem incidentia; ob curvitatē superficiei sphaericae, omnes sint inaequales, necesse est.: ut et omnes anguli reflexionis evadant inaequales: cumque in quamcumque sphaerulam quamplurimi incidant luminis radii directi, ex qualibet etiam quamplures orientur reflexiones quae ob inaequalitatem angulorum inordinatim distendentur, ac versus omnes partes; ita ut quolibet sphaerula, veluti altera stellula sit quaquaversus fulgens, ut satis figura ostendit: tota ergo corporis albi superficies quasi stellulis [p. 214] subtilissimis, ac creberrimis erit respersa, quae suscepti luminis radios quaquaversus emittens, ita medium aëra illuminabunt, ut nullum fere sit in eo assignabile punctum, in quo plures luminis ractu

ex diversis albi corporis partibus egressi, non conveniant: ergo exita disposita corporis superncie multum luminis inordinate reflectitur: ergo haec dispositio erit color Albus in actu primo corpori albo inhaërens, et ex qua color albus in actu secundo dependet.

Confirmatur. Nam, si corpus Album Microscopio inspiciatur, totum minutissimis veluti stellulis, ac punctis lucidissimis respersum apparet, ut precipue in candidis liliorum foliis, aliisque similibus conspicitur. Item quoties aqua in spumam convertitur, albescit: quid autem est spuma, nisi multitudo, sphaerularum, quae ex ipsius aquae agitatione ab inclusa aëre efformantur: Imo et attramentum aliquid albedinis contrahit, si agitatione spumae bullulas adquirat: idemque experimur in aliis similibus corporibus: ergo Corpus Album ex hujusmodi sphaerulis componitur, quae non aliter ad candoris speciem conducere posse videntur, nisi quatenus lumen plurimum inordinate reflectunt, in quo candorem in actu secundo consistere diximus.

Dico 3, Colorem Nigrum, seu nigredinem in actu secundo, in modico ac fere nullo lumine consistere, Ratio est 1. quia Nigredo magnam cum tenebris cognationem habet, quae sunt mera privatio luminis. 2. Quia, ut experientia testatur, si alicujus conclavis parietes nigris tapetibus fuerint cooperti, obscurius redditur conclave: ergo Nigredo luminis privationem includit.

Dico 4. Corpus Nigrum illud esse, cujus superficies crebris cavitatibus abundat: hancque superficiei dis[p. 215]positionem esse nigredinem in actu primo. Ratio est, quia, cum nigredo in actu secundo, in modico, aut fere nullo lumine consistat, illud corpus erit Nigrum, cujus superficies modicum, ac pene nullum lumen reflectit: ergo illa erit ejusdem in superficie dispositio, quae minus apta est lumini reflectendo: sed quae frequentibus abundat cavitatibus, caeteris minus apta est lumini reflectendo: ergo corpus Nigrum ex eis coalescit. Minor probatur. Nam luminis radii in illas cavitates ingressi, multas ibi patiuntur hinc et illinc reflexiones: ergo ita intra illas motum suum deperdit, ut extrorsum parum, aut nihil regrediatur: unde intra illas cavilares ita sopitur, ac veluti extinguitur, ut ad potentiam visivam non nisi paucissimi radii reflectantur. Sic videmus, parietum foramina, fenestras, etc. dum ex aliqua distantia spectantur, nigra apparere, quod nempe lumen in ea ingressum, innumeris factis reflexionibus intus veluti quiescat, et nihil fere ejusdem foras erumpat: corporis igitur nigri dispositio nulla alia esse possibile videtur, quam praedicta.

Propositio LII

Ex dictis pleraque Phaenomena explicantur.

Hinc redditur ratio cur spuma alba sit: componitur enim ex sphaerulis, quae ob rationem dictam corpus album efficiunt. Hinc, quo spuma minutioribus bullis coalescit, eo candidior est: hae enim radios magis continuos reflectunt: cum itaque singulae bullulae radios ad idem punctum reflectant, certe quo plures intra datum spatium sunt bullulae eo plures quoque radii reflectentur: sed quo minutiores sunt, eo sunt plures intra datum spatium: ergo spuma illa cujus bullulae minores sunt, est candidior. Hinc spuma illa, [p. 216] quam ore superbo dudum mandit equus; ac eadem illa, in quam Sapo diu agitatus assurgit, ingentem candorem refert.

2. Hinc cuncta fere spermata, et spermaticae albescunt. Sperma enim spumosum est, et consequenter sphaerulis constat: ergo juxta praedicta album esse debet. Hinc S. Thom. *1 p, q. 118, art. 4, ad 3* asserit, semen spumosum esse, ut testatur ejus albedo: quasi dicat, rationem albedinis inde desumi, quod nempe corpus multis sphaerulis seu ampullis componatur. Idem dicendum est de Lacte Albumine ovi, et similibus.

3. Hinc etiam redditur ratio, cur Nix sit alba, ut enim suo loco patebit, nix est vapor congelatus, qui spumae speciem refert: unde nivis flocci ex infinitis propemodum globulis, seu bullulis, brumali frigore concretis coalescunt. Sed de his alibi.

4. Patet etiam ratio cur farina sit alba: constat enim ex innumeris sphaerulis, quas tactus ipse testatur, dum nihil asperum in farina experitur: si enim granula illa in mucronem, vel angulum desinerent, aliquam asperitatem tactus sentiret. Hinc alia multa possunt explicari.

5. Ex nostra item Coloris Albi constitutione aperte colligitur ratio cur Alba dissipent visum, illique non parum sint noxia: plurimum enim luminis corpora reflectunt, quod semper calore comitatur: hinc humores ex quibus oculus componitur, aliquantulo calore illo dissipantur, subtilesque fibrae, quibus tunicae sunt mirifice contexta, nimium distenduntur, quem proprium esse caloris essedum suo loco patebit: ergo color albus, praecipue, si nimius sit, potentiae visivae non parum nocet. Hinc etiam habetur ratio, cur, si marmor album, si [p. 217] mil cura alio nigro ardentissimo Soli exponantur, quod nigrum est, calidius experitur, quam album, quod enim album est, totum fere lumen reflectit, ita ut nihil fere illius retineat; nigrum vero intra eus subtilissimas cavitates lumen retinet; hoc enim intra illas hinc inde reflectens, extrorsum non erumpit, ut supra diximus: hinc calorem, qui luminis est inseparabilis comes, intensiorem habet, quam marmor album, quod cum lumine eum soras emittit. Hinc indumentum album plus ardentibus Solis radiis resistit, quam nigrum.

Hinc etiam patet, cur corpus album, ex. gr. papyrus, et candidum marmor, si levigentur, aliquid candoris amittant: quia nempe sphaerulae, quibus eorum superficies compagnarur, levigatione complanantur: ergo non tantum luminis ad singula medii puncta remittunt, ac antea: ergo aliquid candoris deperdunt.

Tandem redditur ratio cur radii solares, lentium vitrearum ope, in foco coeuntes, facillime res combustibiles accendant, si nigrae sint, aut alterius coloris; si vero albas fuerint, difficillime: cum enim corpus album lumen foras per reflexionem emittat, combustioni resistit; alterius vero coloris corpora lumen retinent, et consequenter calorem luminis comirem, quo facilius ignescunt. Alia pleraque Experimenta juxta nostram sententiam possunt exponi, quae non modicum ejus veritatem consirmant.

Propositio LIII

Colores qui ex albo, nigroque permixtis resultant, explicantur.

Colores, qui ex albi cum nigro permixtione nascuntur, sunt caeruleus, cinereus, aliique similes. Assero itaque, hujusmodi Colores in eo consistere, [p. 218] quod nempe lumen incidens in superficiem corporum hos Colores exhibentium, partim extrorsum emittatur, ut in corporibus albis; passim vero retineatur, ut in nigris contingere diximus: hinc mixtus quidam Color ex atro, candidoque resultat, eo plus ad aliud ex his extremis accedens, quo plus de illo participat: quo sit ut innumera esse possint horum Colorum disierentia.

Hinc corpora praefatos Colores exhibentia, tum sphaerulis, tum diversis cavitatibus sunt composita, quarum illae lumen extrorsum emittant; illae vero introrsum veluti concludant: hinc Colorem inter atrum, et candidum praeferunt. Exemplum adest in telis, quae ex filis albis, et nigris intermixtis textuntur: cum enim visus fila singulatim non discernat, medium quid inter album, et nigrum videt: ita similiter cum minutissimas illas particulas concavas, et convexas seorsim non discernat, Colorem quemdam medium tantummodo videt. Advertendum tamen est, caeruleum Colorem, quem ex albo, nigroque permixtis generari diximus, imperfectum esse, visuique non gratum; perfectus enim caeruleus aliquid rubri permixtum desiderat, ac etiam quemdam luminis peculiarem motum, ut prop. I. diximus.

Propositio LIV

Hinc aliqua Phaenomena explicantur.

1. Serenus aër, lucente Sole, caeruleus apparet: 5 quamplurimi enim aetherogenea particula, quae per illum vagantur, plerosque luminis radios adimunt, eos aliorum reflectentes: hinc multarum umbellarum, cum lumine permixtio: hinc color caruleus resultat. Ob eandem rationem montes, ac mare, si eminus spedentur sub caeruleo colore cernuntur, qui tamen [p. 219] obscurior est quam in aëre, ob inaequalitates, quas eorum superficies praeferunt, qui multos luminis radios intra se retinent, nec eos extrorsum resilire sinunt: unde caeruleum colorem obscuriorem reddunt. 2. Sulphurea flamma caerulea est. Ratio est, quia halitus partes, quae non sunt accensae, plures sunt quam accensae: ergo plures cum lumine permiscentur umbrae, quod caeruleum colorem procreat. Quibus adde, flammae partes dilstractiones esse, quod etiam in aqua, vini flamma accidit, est enim rarior: ergo minus lumens continet: et consequenter multas umbellulas habet admixtas: ergo praedicta colorem caeruleum juxta dicta exhibent. Observabis etiam, flammam cum accendi incipit, caeruleam esse: ac etiam ejusdem jam accensae basim prope. ellychnium caeruleam videri, quia nempe pauciores partes in utroque casu haber accensas, Itaque si flamma pura est, candida cernitur; si vero impura, vel partes accensae plures sunt, quam non accensae, tuncque tendit ad croceum, seu flavum; si vero totidem sint accensae, quam non accensae, tendit in rubrum, modo sint accurate permixtae: si denique plures sint non accensae, quam accensae, tendit ad caeruleum: Hi tamen colores, ut perfecti sint ultra hac luminis cum umbra mixtionem, peculiarem globulorum motum requirunt, ut supra diximus. Ex his alia juxta nonstram sententiam possunt exponi.

Propositio LV

Colorum permanentium ab albo, et nigro diversorum, Genesis, et Natura in communi explicatum

Ut colorum, qui permanentes appellantur, Genesis, et Natura habeatur, supponendum est, nullum [p. 220] dari corpus ita perfecte opacum, ut intra illud non subeat aliquantulo lumen: cum enim cuncta corpora poris scateant, potest lumen per illos ingredi; et, licet ea corpora omnino pervadere nequeat, eo quod inordinati sint poruli, nec in lineam rectam porredi; poterit tamen ad aliquam licet modicam distantiam subire: patet enim experientia, lignum quantumvis opacum, si in tenuia folia dividerur, alumine, inordinate licet, permeari, ita ut non modicam praeferat perspicuitatem: in quovis itaque corpore opaco lumen ad aliquam usque distantiam per porulorum anfractus ingreditur, in quibus pars non modica motum suum amittit; reliqua vero post refractiones, et reflexiones ibidem factas, iterum resilit, atque extrorsum per eandem superficiem regreditur. Quo supposito.

Assero, colorem permanentem corporum in eo stare, quod nempe lumen intra eorum crassitiem aliquantulum ingresium, iterum regrediatur, peculiariter tamen modificatum: id est, tali radiorum luminis, et umbra; conjugatione, ac motu, qualem acquirit, cum vitra, aut alia diaphana eo colore tinta pervadit, aut qualem praesert in traiectione per trigonum vitreum: ita scilicet ut ii ex illis corporibus resiliat ex modificatione, quam refert radius KL (*fig. 18*) corpus erit rubrum; si vero ea, quam habet prope IN, sit croceus, et sic de aliis. Ratio est, nam lumen sic modificatum in traiectione per trigonum vitreum, prardictos colores exhibet: ergo eosdem etiam exhibebit, cum ex corporum opacorum superficie resilit cum eadem modificatione.

Confirmatur amplius. Sit (*fig.22*) vitrum ex. gr. viride MP, cujus superficies MN, OP non iint parallelae hoc vitrum Soli expositum duas reflexiones; reddit, [p. 221] nempe G; et G, quatum C nullum refert colorem; G vero eundem colorem exhibet vitri, ut experientia testatur: cujus rei ratio est, quia pars luminis radii AE, quae vitrum non subit, ab ipso resilit eodem motu, ac conjugatione, qua veherat: residuum vero ipsius luminis vitrum ingreditur usque in S: unde regrediens, iterum illud pervadit, ac resilit per SNG: cum igitur vitrum coloratum pervadat, ejusdem colorem induit, quemadmodum et illud lumen, quod per S graditur in L: ergo, si corpus opacum talem habet dispositione, ut, si alumine omnino pervaderetur, colore viridi, aut rubro, etc.tingeretur, etiam eundem colorem exhibebit, cum per eandem superficie, per quam fuerat ingressum, regreditur.

Id autem ulterius experimento comprobatur. Quoniam enim vegetantium solia, tali textura sunt coagmentata, ut lumen illa pertransiens Viriditatem referat, etiam quod per eandem superficiem resilit, eundem virorem exhibet: idem experimur in rosae rubore, aliisque similibus: ergo idem dicendum erit de caeterorum opacorum coloribus. Ut haec facilius percipias, canape quasso corpus quodvis opacum , quasi esser vitrum aliquod coloratum, absque illa tamen omnimoda perspicuitate, quam suapte natura habet: quemadmodum itaque in hoc lumen per eandem superficiem regreissum, qua fuerat ingressum, eundem colorem exhiberet, que ex opposito reserrer, si illud omnino permeare posset, ita similiter contingere dicoin corporibus opacis,qux, utdixi, ad modicam aliquam prosundiratem a lumine' pervaderetur, in hujus enim regressu, colorem illum in eorum superficie exhibet, quem exhiberet, ii corpora illa omnino pervaderet.

Id tamen est advertendum, luminis. a corporibus opacis resilientiam, seu reflexionem, non esse quemadmodum [p. 222] in crystallo ordinatam, aliter enim in

uno tantum, ac determinato loco colorem exhiberet, ut in crystallo experimur, sed esse inordinatam, ita ut radii luminis a pradiecto corpore hac, illacque dispergantur: et consequenter in omnibus praefati corporis partibus idem color apparet: causa vero praedicta reflexionis inordinata sunt particula aetherogeneas, ac diversimode figurata, ex quibus dicta corpora componuntur, qua in diversas partes radios tum reflexos, tum refractos emittunt, ut diximus supra.

Propositio LVI

Hinc juxta nostram hypothesim, colores permanentes, praesertim in actu primo, possunt exponi in particulari.

In quo stent singuli Colores in actu secundo accepti, *prop. 42 et subsequentibus* explicavimus: nunc autem eorundem in actu primo sumtorum constitutio venit exponenda, in iis prasertim, qui permanentes appellantur: et licet ad particularia descendere sit valde difficile, in tam abditiis praesertim natura mysteriis; ex dictis tamen ea, qua probabiliora videantur, breviter determinabimus.

1. Color albus in actu primo, ut supra jam diximus consistit in eo quod corporis superficies quamplurimis sphaëricis composita sit, quibus lumen multum quaquaversum inordinate reflectatur, in qua reflexione albedo in actu secundo consistit.

2. Color niger in actu primo superficiem corporis dicit, ex cavis, ac sinuosis particulis compositam; e quibus modicum, ac pene nullum lumen resiliat; quo fit, ut nigredinem in actu secundo in modico illo lumine consistentem referat.

[p. 223] 3. Rubeus Color in actu primo exigit, ut particulas superficiem corporis componentes, veluti fragmina siat partim sphaërica, partimque angularia: sic enim a particulis sphaëricis, quaquaversum lumen emittitur in angulosis vero multum lumen refrangitur, ingentemque rotationis motum acquirit: in qua luminis copia, ac ingenti rotatione rubeus color in actu secundo consistit.

4. Croceus Color in actu primo superficiem corporis ex particulis compositam exposcit, similibus illis quibus corpora rubra coalescere diximus; minus tamen frequentibus; ita nempe ut minor sit rotationis motus in globulis luminis, quam in colore rubro; prout scilicet requiritur ad croceum in actu secundo efficiendum.

5. Viridis Color in actu primo superficiem corporis dicit ex multis particulis concavis compositam, cum aliis plurimis permixtis, quibus simul, et modicum luminis reflectatur, ejusque globuli minorem rotationem concipiant, quam sit eorundem motus rectus, in quo viride in actu secundo consistere diximus.

6. Caeruleus Color, cum in actu secundo acceptus, pauciori adhuc lumine, minorique globorum rotatione constituatur, quam viridis: consequenter in actu primo spectatus plures includit anfractuosas, cavasque particulas in corporis superficie, intra quas multum luminis veluti sopitum conquiescat. Alia multa ad hosce Colores possunt concurrere, ex quorum varia combinatione, intensiores, aut remissiores; perfectiores, aut imperfectiores evadant, ut ex dictis colligi potest.

Ex his quae circa Genesim, et constitutum Colorum diximus, aperte colligitur, atomum iminam, seu punctum physicum unum, seorsim consideratum, nullum esse Coloris, ut recte notat P. Fabri *Py. tract. I. lib. I. prop. 275*. cum enim omnis Color in radiorum luminis conjugatione consistat, certe plures radios luminis requirit a corpore reflexos, ac in ipso modificatos: sed punctum physicum solitarie acceptum ad summum unicum tantum radium reflectere potest: ergo et nullum Colorem potest habere. Hinc punctum physicum solitarie sumtum est prorsus invisibile, non solum ob ipsius exiguitatem, verum etiam quia nulla Coloris specie, vel ratione potest videri.

Propositio LVII

Colores, qui extremi, qui primitivi, quive compositi appellantur.

Solent communiter partiri Colores in *extremos, primitivos, et compositos*. *Extremi* sunt, qui nullam prorsus aliorum Colorum compositionem admittunt, ac veluti omnium extremi maxime opponuntur, quales sunt album, et nigrum. *Primitivi* sunt, qui invicem diversimode permixti, alios diversos colores efficiunt: et hi quidem, si persecti sint, nullam aliorum Colorum compositionem admittunt, praterquam albi, et nigri, seu clari, et obscuri: tales sunt album, et nigrum (qui simul, ut dixi, extremi appellantur) croceus item color, et caeruleus perfectus. Ex albo itaque, et nigro certa proportione permixtis, oriuntur tum cinereus color, tum caeruleus imperfectus. Ex croceo, et carruleo permixtis nascitur viridis, ut notunt Pictores. Ex rubro, et croceo, Aurantius. Ex viridi, et caeruleo, Pavonaceus. Ex rubro, et caeruleo, Purpureus, Puniceus, et alii. Sicque ex varia eorundem in diversa soli sumtorum permixtione, innumeri oriuntur colores, qui cum ex primitivorum commixtione generentur, *compositi* appellantur.

[p. 225] Hinc recte dixit Aristoteles in *lib. de Sensu, et Sensibili cap. 3* Colores esse sicut numeri: et omnes in numero esse. Quemadmodum enim numeri specie differunt per solam additionem aut detractionem unitatis; diversasque hinc rationes, ac propositiones nanciscuntur; ita et Colores per additionem, aut detractionem radiorum luminis, ac ejusdem motus diversas rationes, sunt inter se specie diversi: cumque per hujusmodi additiones, ac detractiones radiorum, tum et per diversas reflexiones, ac refractiones, innumerae pene combinationes oriuntur, innumeri quoque resultant Colores: ita ut inter rubrum ex. gr. et nigrum, innumerabiles sint caerulei, ac violacei species diversas, Verum de his satis.

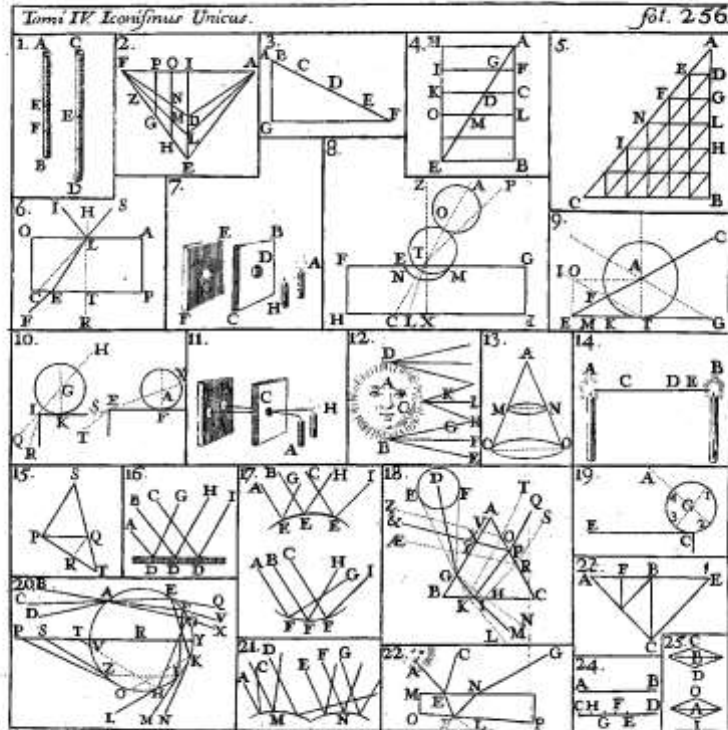


Lámina de todas las figuras

COMPENDIUM PHILOSOPHICUM

PRÆCIPUAS PHILOSOPHIÆ
PARTES COMPLECTENS;

NEMPE,
RATIONALEM, NATURALEM,
ET TRANSNATURALEM;

SIVE,
LOGICAM, PHYSICAM,
ET METAPHYSICAM,



AUCTORE

THOMA VINCENTIO TOSCA,

*VALENTINO, SACRÆ THEOLOGIÆ DOCTORE,
Archiepiscopatus Synodali Examinatore, & Congre-
gationis Oratorii S. Philippi Neri
Presbytero.*



TOMUS QUARTUS.

VALENTIÆ HEDETANORUM:

Apud Viduam Hieronymi Conejos, Ann. M. DCC. LIV.

SUPERIORUM PERMISSU, ET PRIVILEGIO.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

CHRISTIAN WOLFF

Elementa Matheseos Universae. Tomus Quintus. Editio novissima multo auctior et correctior, Genevae, Apud Henricum Albertum Gosse et socios, 1752.

[Al inicio, exposición de las principales obras históricas sobre el tema, hasta su actualidad]

[p. 73] **Caput VIII**

De Optica, Catoptrica, Dioptrioca et Perspectica

§ 1. *Optica et Catoptrica Elementa* olim conscripsit Euclides, quae a Johanne Pena, Mathematico Regio, latine versa *Parissis* An. 1604 prodierunt. Extat enim in *Cursu Mathematicae* Herigonii (§. 1, cap.1) et in editione *Gregoriana* Operum Euclidis (§ 2, cap. 3).

§ 2. Circa annum Christi 1100, Alhazen Arabs ingens de *Optica* volumen composuit, quod in libros, capita et propositiones distinxit Fridericus Risnerus. Usus est scriptis veterum, praesertim Ptolemai de *Optica* libri decem, qui hodie desiderantur.

§ 3. Cum demonstrationes Alhazeni sint admodum intricatae ac prolixae, Vitellio Polonus circa An. 1270, aliud de *Optica* volumen conscripsit in libro X digestum. Pleraque ex Alhazeno desumsit, sed demonstrationum fundamenta ex Apollonio, Theodosio, Menelao, Theone, Pappo et Proclo petiit. Ad hunc Autorem *Paralipomena* edidit Johannes Keplerus, quibus Astronomiae pars optica traditur (*Francofurti* An. 1604, in 4. 2 Alph. 15 plag.). Habentur tamen multa quoque alia in hisce *Paralipomenis*, et inter alia modum visionis primus decente ratione explicat Autor. Alhazenum et Vitellionem uno volumine edidit Fridericus Risnerus Basilea An. 1572, in fol. (Alph. 7, plag. 18). Titulus libri est: *Opticae Thesaurus*. Alhazeni *Arabibus libri septem nunc primum editi*. Ejusdem *liber de crepusculis et Nubium ascensionibus*. Item Vitellionis *libri X. Omnis instaurati, figuris illustrati et aucti in Alhazenum commentaria a Federico Risnero*.

§ 4. Compendium *Opticae antiquae* circa annum 1279, conscripsit Johannes Peccamus, Archiepiscopus Cantuariensis et Primas Angliae (*Colonia Agrippina* 1627, in 4. plag. 11), quale etiam recentius dedit Ambrosius Rhodius, Professor Mathematicum Wittenbergensis, cujus *Optica, Wittenbergae* 1611, tum *Tractatus de crepusculis* in 8. prodiit (1 Alph. 10 plag.). Uberius eadem exposuit Risnerus

antelaudatus, cujus *Opticae* libri quatuor, *Castellis* An. 1606, in 4. prodire (Alph. 1, plag. 14).

§ 5. Opticam quoque illustrare aggressus est circa idem tempus Rogerius Bacon, Philosophus suo [p. 74] tempore summus, Anno 1284, Oxonieus mortuus, et ob scientias Mathematicas magiae accusatus. Ejus *Perspectivae* in lucem prostravit Joannes Combachius, Philos. Professor *Marpurgensis* (*Francof.* An. 1614, in 4. 1 Alph. 5 plag.): parum autem Mathematici ea continet, etsi lectu non indigna.

§ 6. Enimvero Veteres ea, quae visionem directam et reflexam concernunt, potissimum explicant: quae vero ad refractam spectat, nimis imperfecte tradunt. Joannes Baptista Porta libris novem *de Refractione* conscriptis hanc doctrinam melius tradere conatus est (prodire *Neapoli* An. 1593, in 4. 1 Alph. 6 plag.); sed parum adhuc profecit. Primus qui Dioptricam meliore habito induit et lentium sphaearum proprietates demonstravit accurate, fuit Johannes Keplerus, cujus *Dioptrica* prodit *Augustae Vindelicorum* An. 1611, in 4. (plag.14) et post hac alibi recusa. Praemittuntur *Epistolae* Galilei *de iis, quae post editionem Nuncii sideri ope prospicilli notae et admirandae in coelo deprehensa fuit*, itemque *Examen praefationis* Johannis Penae *in Opticam* Euclidis *de uso Opticae in Philosophia*.

§ 7. Cartesius in *Dioptrica*, quae principiis Philosophiae subjungi solet, veram refractionis legem a Snellio inventam, sed suppresso inventoris nomine, affert et modum visionis distinctius, quam ab aliis factum fuerat, explicat, lentium ellipticarum et hyperbolicarum proprietates recenset et praxin poliendi vitra ita docet, ut in ea non satis versarum judicent experti.

§ 8. Theoriam Dioptricae magis excoluit, novis plerumque demonstrationibus inventis, Wilhelmus Molineux in *Dioptrica nova* Anglice conscripta (*Londini* An. 1692, in 4. plag. 15, Tab. 40), ubi calculo trigonometrico ad eruendas lentium sphaearum proprietates juxta veram refractionis legem utitur. Omnium maxime eandem hactenus perfecit Hugenius, cujus *Dioptrica* maximam posthorum partem constituit. Eidem et praxis multum debet: de quo tractatus *De poliendis vitris* restatur, *Dioptrica* adjunctus. Prodire primum *Opera posthuma, Lugd. Batav.* An. 1703, in 4. (2 Alph. 18 plag. Tab. 14), deinde cum aliis recusa (§ 36, cap. 1). Opus Hugenianum perfectissimum eorum, quae in hoc genere prostant: requirit autem lectorem in Geometria probe versatum.

§ 9. Tyronibus adeo commendandum est *Dioptrica Tentamen* Galicum Nicolai Hartsoeker (*Paris. An. 1694, 1 Alph. 10 plag.*), ubi multa quoque ad Physicam et praxin spectantia traduntur. Ipse enim in poliendis vitris et opticis technasmatis erat versatissimus.

§ 10. In splendidi Operis dioptrici Cherubini, Capucini, su[p. 75]mo primo, qui sub titulo: *Diotrique oculaire, Parisiis An. 1671, in fol. (5 Alph. 11 plag. Tabb. 16)* prodiit, multa ad praxin spectantia reperiuntur. In altero Tomo, qui sub titulo: *La Vision parfaite, Parisiis 1678, in fol. (3 Alph. 10 plag. Tabb. 23)* lucem adspexit, argumentum palmarium est tubus binoculus, cujus sub finem Tomi primi mentionem injecerat.

§ 11. Opticam sive Catoptrica et Dioptrica tradis Christoforus Scheinerus, e Societate Jesu, in *Oculo (Oeniponti An. 1619, in 4. 1 Alph. 10 plag.)*. Ab iis potissimum legendus, qui rationes phaenomenorum visionis directae cognoscere

§ 12. Vir summus Newtonus in egregio *Optices* opere novas luminis proprietates, ante nondum animadversas, et quarum consideratio (ceu [sic] ex Hugenii Dioptrica apparet) maximi in Diotrica momenti, per experimenta edocet. Prodiit opus primum *Londini An. 1704, in 4. reg. (2 Alph. 5 plag.)* sub titulo: *Optiks, or a Treatise of the Reflexions, Refractions, Influxus and couleurs of Light*, primus scilicet *de enumeratione linearum tertii ordinis*, alter *de Quadratura curvarum*. Ipsum in Latinam linguam transtulit Samuel Clarke, Autore approbante et nonnulla adjiciente (*Londini, An. 1706, in reg. 4, 2 Alph. 2 plag. Tabb. 19*). An. 1719, ibidem prodiit versionis editio altera in 4 (Alph. 2, plag. 8, Tabb. 12), ubi quaestiones adiectae augentur, sed Tractatus geometrici omittuntur, quos in Analysis sua ediderat Jones (parag. 21 cap. 4). Post mortem *Newtoni*, *Londini An. 1729, in 4 (Alph. 1, p. 14, Tabb. 24)* prodierunt *Lectiones ejus optica An. 1669, 1670 et 1671, in Scholis publicis habita*. In his equidem multa continentur quae in Optica leguntur, alia tamen prorsus ratione proponuntur. Reperiuntur hic, quae alibi frustra quaesiveris.

§ 13. Huc etiam referri potest Mariotti *Tentamen de Coloribus (Paris. An. 1681, in reg. 12 Alph. 1, plag. 9, Tabb. 16)* quod Tentaminum Physicorum Gallice conscriptorum quartum est, et in editione Batava operum ipsius legitur, atque Hugenii Tractatus Gallicus *de Lumine (Lugd. Batav. 1690, in 4. 1 Alph. 2 plag.)*, qui in Operum reliquorum volumine primo extat. Ejus hypothesi in explicandis phaenominis opticis utitur Petrus Ango in *Optica Gallica (Paris. An. 1682, in 12)*.

§ 14. Andreas Tacquet in *Optica Perspectivae fundamenta* fecit, et in *Catoptrica speculorum planorum et sphaericorum proprietates* bene demonstrat. (§ 28, cap. 1), sed Dioptricam non attingit. Isaacus Barrowius in *Lectionibus Opticis*, quae Lectionibus Geometricis [p. 76] praemittuntur (§ 19, cap. 3), theoriam Catoptricae et Dioptricae demonstrat. Nec dubitamus, quin Jacobus Gregorius in *Optica promota* multa praeclara dederit. Etsi nobis non visa. An. 1663, in 4. lucem aspexerit.

§ 15. Utriusque Compendium dedit David Gregorius in *Elementis Dioptricae et Catoptricae sphaerica* (Oxonii 1695, in reg. 8. plag. 7) Idem in linguam Anglicam vertit Wilhelmus Crouner. M. D. et prolixum supplementum adjecit atque Introductio praemisit. Prodiit secunda vece cum appendice J. T. Desaguliers, L. L.D. de telescopio reflectente cum epistolis, quas de eodem Newtonus et Jacobus Gregorius ad se invicem scripsere, *Londini*, An. 1735, in 8. (plag.20, Tabb. 4). Priam telescopii catoptrico dioptrici idea debetur Gregorio, qui eam describit in *Optica promota* p. 94. Sed eam perficit Newtonus et tandem felicissime istiusmodi telescopium construxit J. Hadley, atque nunc construuntur ab Eduardo Scarlet, Optico Regio, ejusque filio. Descripsimus idem in *Elementis Dioptricae nostris*.

§ 16. Opticam, Catoptricam et Dioptricam una exposuit Zacharias Traberus, e Societati Jesu, in *Nova Optica* (Vienna An. 1675, in fol.2. Alph. 16 plag. Tabb. 28). Multa in praxe jocunda habet, sed theoria exigui momenti. Quoad praxes opticas opus absolutum censeretur potest Johannis Zahn *Oculus artificialis teledioptricus*. Aditio altera auctior, sed vitiosior prodiit *Norimbergae* An. 1792, in fol. (9 Alph. 8 plag.) cum figuris multis cum ligno, tum aeri incisus. Hunc etiam spectat Athanasii Kircheri *Ars magna lucis et umbrae* (Romae 1846, in fol. 10 Alph. 16 plag. Tabb. 34).

§ 17. Johannes Chrisotophorus Kolhans in *Tractatu Opticae* (Lips. An. 1663, in 8. 1 Alph. 15 plag.) non contemnenda prorsus dedit excerpta cum theoriam, tum ad praxin dioptricam spectantia retentis inforummet Autorum verbis. Omnes tres Opticae partes discursu vulgari recensuit in gratiam artificum Johannes Michael Conradi in *Optica Germanica*, quam sub titulo: *Der dreyfach geartete Sehe Strahl*, *Caburgi*, An. 1710, in 4. edidit (plag. 17, Tab. 25).

§ 18. *De poliendis vitris Commentarios* reliquit Hogenius, qui inter posthuma leguntur (§ 35). Hac arte excelluit ipse: primus enim lentes objectivas tanta exactitudine paravit, ut iis pares nullibi reperirentur, quemadmodum in Astronomicis docuimus et Dioptriciis. In Germania An. 1716, in 7. (plag. 14, Tab. 20) *Halae* prodiit sub titulo: *Christian Gottlieb Hertels volstdudige Anweosung zum Glaschleissen wie auch zu*

Verfertigung der optischen Maschinen. Erat Autor Matheseos [p. 77] Professor on Academia illustri Lignicensi et in arte poliendi vitra plurimum exercitatus. Eandem notis illustravit Joannes Georgius Leutemanus, qui et ipse hanc artem non sine successu excoluerant. Prodiere *Wittebergae* An. 1719, in 8. (plag. 7, Tabb. 21) sub titulo: *Neue Anmerckungen von Glasschleiffen.*

§ 19. Scriptis opticis accenseri merentur ea, in quibus microscopicae observationes recensentur. Pertinent I° Roberti Hooke *Micrographia* Anglice scripta (*Londini* An. 1607, in fol. 3 Alph. 8 plag. Tabb. 38). II° Antonii von *Leeuwenhock* scripta varia: nempe 1) *Arcana Naturae detectae, Delphis*, An. 1695, in 4. (Alph. 2, plag. 6, Tabb. 11), 2) *Continuatio Arcanorum Naturae detectorum*, ibid. An. 1697, in 4. (Alph. 1, plag. 2, Tab. 7), 3) *Arcana naturae ope et beneficio exquisitissimorum microscopiorum detecta, Lugd. Batav.* An. 1696, in 4. Alph. 4, Tabb. 26). 4) *Continuatio epistolarum datarum ad longe celeberrimam Regiam Societatem Londinensem, Lugd. Batav.* An. 1696, in 4. (plag. 16 ½, Tab. 10). 5) *Epistola ad Societatem Regiam Anglicam et alios illustres viros, Lugd. Bat.* 1719, in 4. (Alph. 2, plag. 11, Tabb. 33). 6) *Epistolae physiologicae super compluribus naturae arcanis, Delphis*, An. 1719, in 4. (Alph. 2, plag. 15, Tabb. 31), Titulus generalis: Antonii A Lewenhoek *Opera omnia, seu Arcana naturae ope exactissimorum microscopiorum detecta, experimentis variis comprobata, epistolis ad varios illustres viros, ut et ad integram, quae Londinis floret, sapientem Societatem datis comprehensa*, impressus Lugduni Batavorum et scriptis istis diverso tempore nec edadem prorsus forma editis in unum fasciculum collectis praefixus. III° Johannis Francisci Griendels von Aach *Micrographia curiosa* Germanica (*Norimbergae* An. 1687, in 4. Plag. 9, Tabb. 35). IV° Philippi Bonanni *Micrographia curiosa*, adjuncta observationibus circa viventia, quae in rebus non viventibus reperiuntur (*Romae*, An. 1691. In 5., 2 Alph. 12 plag. Tabb. 68).

§ 20. Inter scriptores Perspectivae omnium maxime commendatur Desargues, cujus *methodum universalem excercendi Perspectivam* gallice conscriptam edidit Abrahamus Bosse, ex Gallico in Belgicum sermonem transtulit J. Barr. Prodiit *Amstelodami* An. 1686, in 8. (plag. 12, et figurarum aeri incisarum 1 Alph.).

§ 21. Nec parum Perspectivae studiosum juvant Andreae Alberti Libri duo *De Perspectiva*, (*Norimb.* An. 1670, in fol. plag. 19, Tabb. 15): primis vero tyronum conatibus respondet Bernardi Lamy *Perspectivae* Gallice conscripta (*Parisiis* An. 1701, in 8).

§ 22 Concinnae Praxium [p.78] Perspectivae demonstrationes dedit Joh. Franciscus Nicero ex Ordine Minimorum, in hac arte excellens, in *Thaumaturgo Optico*, cujus tantum pars prima *Parisiis* 1646, in fol. prodiit (2 Alph. 18 plag. Tabb. 42). Post mortem ejus immaturam Anno 1653, prodiit *Perspectiva curiosa* Gallice conscripta in 4. sub ejusdem nomine, in libros quatuor divisa, in qua plura continentur quam in *Thaumaturgo*.

§ 23 Ad praxim properantibus et theoriam spinosam aversantibus satisfacit Anonymus Gallus e Societate Jesu in *Perspectiva practica* Gallice *Parisiis* An. 1642, in 4. publicata et a Johanne Christophoro Rembold Germanice versa atque Augustae Vindelicorum An. 1710, in 4. edita (1 Alph. 8 plag. 150 Tabulis aeri incisis atque textui insertis). Enimvero An. 1663 prodiit editio altera duabus partibus et auctor, et quoque primam emendatior ac locupletior. (Tom. 1, Alph. 2, plag. 13. Tom. III, Alph. 2, plag. 8). In parte secunda docetur Perspectiva corporum laquearibus et anamorphosis apticis, catoptricis et diatropicis.

§ 24. Praxis Perpectivae multis exemplis illustrat P. Andreas Puzzo in *Architectura Pictorum et Sculptorum*. Tomus prior prodiit *Romae* An. 1693, in fol. Uterque totidem continet Tabulas aeneas, quot folia, nimirum prior 102, posterior 120. Prior Germanice prodiit *Augusta Vindelicorum* An. 1706, in fol. posterior ibidem An. 1709.

§ 25 Na. 1711, G. J. Gravesandus, Juris Doctor, nunc Mathematicum Professor Lugdunensis *Haga Comitum* idiomate Gallico evulgavit Tentamen de Perspectiva, in 8. (plag. 12, Tabb. 32), Titulus libelli: *Essai de perspective*, in quo multiplices regulas seu methodos demonstrat.

§ 28. Caeterum scriptoribus Opticis adhuc accensendus est Honoratus Fabri, e Societate Jesu, qui in *Sinopsi Optica* (*Lugd.* An. 1667, in 4. 1 Alph. 8 plag.) illa omnia, quae ad Opticam, Dioptricam et Catoptricam pertinent, breviter quidem accurate tamen demonstrat.*

* Imprimis commendare meretur Roberti Smith Optices Systema integrum, quod sub titulo: *A Compleat System of Opticks* prodiit *Cantabrigiae*, An. 1738, in 4, reg. (Tom. I, Alph. 1, plag. 15, Tabb. 45. Tom. II, Alph. 2, Tabb. 38).

CHRISTIANI WOLF

POTENTISSIMI SUECORUM REGIS, HASSIÆ LANDGR
CONSILIARII REGIMINIS, MATHEMATUM AC PHILOSO
PROFESSORIS PRIMARII IN ACADEMIA MARBURGE
PROFESSORIS PETROPOLITANI HONORARII, AC ADE
REGIÆ SCIENTIARUM PARISIENSIS SOCIETATUM
REGIARUM BRITANNICÆ ATQUE BORUSSICÆ MEM

ELEMENTA
MATHESIO
UNIVERSÆ.

TOMUS QUINTUS.

*Qui COMMENTATIONEM DE PRÆCIPUIS SCRIPTIS MA
MATICIS COMMENTATIONEM DE STUDIO MATHEMA
RECTE INSTITUENDO, & INDICES IN TOMOS QUIN
MATHESIOS UNIVERSÆ CONTINET.*

EDITIO NOVISSIMA,

MULTO AUCTION ET CORRECTIOR.



GENEVÆ,

Apud HENRICUM-ALBERTUM GOSSE, & SOCIOS

MDCCLII.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

JOSÉ ANTONIO FERRARI DE MODOETIA

Veteris et Recentioris Philosophiae Dogmata Ioannis Dunsii Scoti, Subtilium Principis Doctrinis accommodata, Atque in tres Tornos distributa,

Opera et Studio Fr. Josephi Antonii Ferrari de Modoetia, Ordinis Minorum S. P. Francisci Conventualium, Artium et S. Theologiae Doctoris, atque Almæ Mediolanensis Provinciae Ex-Ministri Provincialis,

Editio Tertia Ab ipso Auctore recognita, et nonnullis etiam doctrinis illustrata. Tomus Secundus, Priorem Pphysicæ partem, quæ Pphysica Generalis dicitur, complectens. Matrity, 1771, Apud Emmanuelem Martinum, in via Cruciaría.

[p. 49] De Systemate Newtono, et Wolfii

Quod ad rem praesentem attinet, Newtonus, ut ex ejustem sententiam sententia liquet, libr. 3. Optices, q. 31, primam corporum materiam docet esse particulas quasdam primigenias, solidas, duras, impenetrabiles, mobiles, diversisque figuris praeditas; formam vero eorundem corporum non aliud esse, nisi earum particularum variam texturam, vacuo interjecto quaemadmodum Atomistae docuerunt. Sed ex dictis evincimus, hoc etiam Systema rejiciendum esse. Nam particularum textura non sufficit ad [p. 50] substantiales, essentiellesque corporum naturalium formas constituendas. Plurima etiam, quae Atomistis opposuimus, huic pariter Systemati adversari, perpicuum est. De substantiae corporeae essentia disputabimus suo loco, ut et de aliis corporum affectionis.

Wolfius, in Cosmología parag. 186 et seq. duplex atomi genus adstruit, atomum nempe natuae, et atomum materialem. Atomus natuae dicitur carere partibus, proindeque nec in se divisibilis est, nec vi ulla in partes resolvi potest. Atomus autem materialis, licet in sese sit divisibilis, tamen naturaliter dividi nequit; nulla quippe causa in rerum natura existens, huic divisioni afficiendae satis idonea est. Prima porro rerum naturalium principia Wolfius constituit atomos natuae, quae tamen singulae sunt invicem dissimiles par essentiam, eam nec figura, nec magnitudo iisdem conveniat. Nullam vero mutationem in corporibus contingere posse affirmat, nisi quoad figuram, magnitudinem partium, situm, et locus potius. Sed hoc ipsum Suystema ex dictis reducitur, praesertim ex iis, quae contra Atomistas propossuimus. Tum essentialis illa differentia atomorum natura probari debet, et explicari. De ea enim idem inquirimus ac de essentiali corporum discrimine.

[p. 80] **Disputatio 2 De elementis**

Quaestio Tertia - Utrum Elementa suis in locis constituta gravitent?

Ubi Hydrostatice principia esibentur

Locum proprium Elementorum commune notione illum appellamus, quem iisdem a Natura ordinatum intelligimus. Sic Aer cum inter Tellurem est, ac Stelles, proprium dicitur tenere locum: Sic aqua in mari; Adeo ut Terra infimum teneat locum sub Aqua, Aqua sub aere; unde unum Elementorum fit altero gravius, aut saltem levius. Porro ubi Elementa haec a proprio loco domoventur, tunc eadem gravitate perspicuum est; nituntur enim proprium obtinere locum; atque quod est sub se levius [p. 81] sursum trudere, et subn illo subsidere, nam hioc a Naturae Auctore institutum apparet, necnon et ex rerum interiore natura ducitur, ut graviora infimum minus gravia superiorem occupent locum. Quo sensu Scotus in 2. d. 2, q. 10. D. docuit gravia extra proprium locum gravitare, idest, conniti ut eam obtineant; in proprio autem naturali loco quiescere, quatenus uibidem vi sua permanent: quamquam tota corporis gravis molese sibi subjectum quodcumque corpus pondere suo premat: quod sine Scotus non inficiatur.

Ergo praesens Quaestio Elementa considerat propriis in locos extantis, atque de illorum gravitatione disserit.

Est adeo Recentiorum omnium sententia, Elementa omnia suis etiam in locis constituta indesinenter gravitare in subjectum quodcumque corpus, etsi ipsis gravius. Aerem ergo dicunt Telluri circumfusum esse gravem, suoque pondere Terram versus inniti, ita ut a sui summitate usque ad extremum, quo Telludrem afficit, pars superior inferiorem semper succesive promat, deorsumque in Tellurem tradat: sic tamen ut inferior aer pressus a superiori, quoniam vel elastica pollet, qua pressus valet se ad pristinum statum restituere, continuo itidem renitatur superiori aeris incumbentis praessione. Porro aer ipse subjecta corpora premit et secundum lineas rectas, et secundum obliquas: adeo ut velut in columnas aer divisus concipiatur pressionem suam exercere, et ejusmodi columnae sic compactae sint, ut licet permanente inferiori aliqua aeris parte, fluat, et mutetur superior aeris pars; alia tamen succedat, quae aequa vi inferiorem premat, unde per aequivalentiam eadem columna censeatur. Eadem ratione philosophantur de aqua inmaris alveo constituta, et de terrestribus quibuscumque corporibus Telluri superpositis.

Oportet autem rem praesentem altius repetere, atque nonnulla exhibere principia Hydrostaticae, *quae scientia est explicans rationem Gravitationis Fluidorum.*

Brevibus tamen erimus contenti, uberiora Mathematicis permittentes, nam et philosophis generales tantum notiones exhibet, nec omnem simul complectitur Scientiam.

Itaque Fluidum corpus illud appellatur, cujus partes facile moventu cedunt, nec sunt invicem tenaci vinculo nexae: nam e converso id solido corpori proprium est. Grave corpus id est, quod deorsum fertur; sed inter gravia corpora aliud est specificè gravius altero, quando nimirum sub eodem volumine seu extensione majus pondus continet, quam alterum. Sic si duos globos accipias, quorum alter plumbeus sit [p. 82] alter ligneus, et idem ipsi sunt volumen aequales, puta eorum diameter sit unius pedis, plumbeus globus sit specificè gravior ligneo, quia est isto gravior. E converso ligneus globus dici poterit specificè levior plumbeo, quia sub eadem cum illo extensione, minori gaudet pondere.

Ar vero ex duobus corporibus eandem extensionem habentibus aliud saepe est altero densius, aliud rarius. Densius est illud, quod plus massae seu materiae sub eodem volumine continet, quam alterum. Rarius e contra sub eodem volumine minus massae continet. Porro corpus specificè gravius est etiam densius; Gravitas enim, et massa invicem correspondent. Quo fit ut corpora in volumine, et densitate aequalia, ejusdem sint massae, et gravitatis; et corpora volumine aequalia, ac densitate inaequalia, etiam in gravitate, et massa sint inaequalia, atque utrum sit altero specificè gravius.

Igitur si in tubis communicantibus fluidi homogenei eadem altitudo fuerit, fluidorum in uno tubo aequipondes at fluido in altero. Quod si fluida sunt diversae gravitatis specificae, varia etiam erit illorum altitudo in tubis communicantibus.[...]

Hinc etiam facile possumus invenire quorumlibet duorum fluidorum specificam gravitatem, pro diversis ipsorum altitudine. Animadvertit enim Wolfius in hisce elementis Hydrostaticae cap. 2, n. 38, quod si fluida facile commiscantur, tubum horizontalem BD mercurio replere debemus, commixtionem impedituri. Etsi autem fluida non facile commisceri solent, specificè tamen fgravius primo loco infundendum est, ne concepto impetu ruat in alterum, et fluida turbentur.

Liquorum gravitas in vasis aestimanda est secundum ipsorum altitudinem, habita tamen ratione basis; sive, ut dicuntur Geometrae, in ratione composita basis, et altitudinis. [...]

[p. 85] Alterum Hydrostaticae principium est. *Corpus specificè gravius in fluido levitari eam ponderis sui partem amittat, quantum est pondus fluidi sub eadem volumine.* Res declaratur exemplo. Nam si cubum pollicarum plumbeum [...]

Hinc ergo metiri fas est diversa gravitatem specificam corporum. Nam pro varia ratione gravitatis, diversa etiam ponderis est amissio, nec manet in corpore fluidis levioribus immersio, nisi gravitas illa, quae excedit gravitatem ejusdem voluminis fluidorum. Ut ex. gr. si Mercurius quatuordecim vicibus gravior sit aqua, unicam libram in aqua demersum amittet, et pondos retinebit 13 librarum si lapis sit duplo gravior aqua, lapis, qui in aere est quatuor librarum, sub aqua erit solum duarum: quod idem valet de singulis corporibus cum aqua comparatis. Unde et illud profluit: *Si idem solidum variis fluidis immergatur, pondere, vel partes gravitatis, quae ab ipso in fluidis amittuntur, erunt ut specifica fluidorum* [p. 86] *gravitates*, tanto nimirum, ut dicebant, majorem gravitatem amittet, quanto major est gravitas fluidi.

Facile etiam ex dictis colligere possimus, utrum duo corpora inaequalis figurae, mole tamen, et specifica gravitate sint aequalia. Si enim separatim immergantur in idem vas aqua plenum, et aqua, utroque immisso corpore, aequali quantitate effluat, tunc utriusque corpore moles, et gravitas omnino eadem erit; inaequalis vero haec deprehendetur si dispar sit quantitas aquae effluentis. Quo medio Archimedes Hieroni Syracusarum Regi ostendi, coronam, quam is effingi sibi jusserat ex auro puro, alterius metallo permixtione vitiam esse; quippe immissa in aquam corona, major aquae quantitas e vase efluxerat, ac immerso ejusdem cum corona ponderis auro puro. Caeterum aliquando contingere potest duo metalla ita invicem misceri, ut hoc hydrostaticum examen effigiant; nam si stannum argento specificè levius, et plumbeum argento specificè gravius ita permisceantur, et eandem cum argento specificam gravitatem obtineant, adulteratio dignosci non potevit, nisi prius spectans singulorum metallorum gravitate.

Ex dictis explicatur, quanam ratione duo corpora, quae in aere appensa, erant in aequilibrio, amittant aequilibrium, cum in aqua appenduntur. Sic ubi cuprum, et plumbum in aere appensi sunt in aequilibrio, ab eo excidunt in aqua ponderata. Nam plumbum in aqua minorem locum occupat; cuprum vero majorem; minoremque illud aquae portionem expellit, majorem istud; atque adeo plus istud deperdit sui ponderis, minus istud.

Simili ratione metiri poterimus, sitne gravior aqua fluminis, vel maris, in superficie, in medio vel prope fundum. Nam si idem solidum in diversis ejusdem

aquae profunditatibus eandem amittat ponderis sui partem; omnino ejusdem erit semper gravitatis aqua. At ubi ponderis amissio erit inaequalis, quo major haec est, major subinde colligitur aquae specifica gravitas. P. Franciscus Tertius de Lanis, in *Matisterio naturae, et Artis*, tom. 4, lib. 25, ca. 1, exper. 7, tentavit idipsum. Accepto autem vase duorum pedum altitudine, cum globum vitreum eidem immitteret, cui pondus aquae 19 granis excedebat, eundem quoque cum aequipondio 18 granorum perfectissimum facere aequilibrium expertus est. Cum eundem ex crine equino pendulum ad infirmam aquae profunditatem descendere permetteret, ponderi ejus dimidium insuper granum decedere observavit: quod tamen decrementum quia in crinem equinum aquae nunc totum immersum confici debet, quippe extra aquam grani se missi aequiponderantem; aquae partes inferiores a superioribus nullam pati compressionem agnovit.

Aliae habentur Hydrostaticae leges. Si aequali sint volumina solidi corporis et fluidi: Solidum vel habet major pondus, quam fluidum; vel continet pondus minus isto; vel utriusque pondus est aequale. Si pondus corporis solidi excedat pondus fluidi, solidum totaliter in fluido demergitur. Si pondus corporis solidi sit minus pondere fluidi, solidum innatat fluido. Si aequalia sint pondere solidi, et fluidi, solidum innatat, et suspensus permanet in fluido.

Si solidum majori gaudet pondere, demergitur, et fundum petit. Cum enim sit fluido gravior, majori vi petit centrum, atque superiorem cogit in locum fluidi partes minus graves. Id autem praestat, quia majori sua gravitate fortius agit in fluidum levius, atque hujus resistentiam vincit.

Si solidi pondus superatur a pondere fluidi solidum innatat. Cujus ratio ex adverso ducitur ac praecedens. Minorum etiam gravitate pollens solidum minori vi centrum patit, minusque agit in gravior, fortiusque sibi subjectum liquidum: quare et huic cedit inferiorem locum. Vi tamen sui ponderis ex parte immergitur, donec superius volumen ex ligno, ver. grat. aere, aliisque rebus constat, ad eandem perveniat gravitatis aequalitatem cum aequali volumine liquidi.

Quod si aequalia sint gravitatis momenta in fluido, et solido; neutra vis alteram superare potest; quare solidum descendere non valet, nec vi sua fluidum a loco dimovere; et eadem ratione fluidum attollere non valet solidum illud corpus.

Ex his prodit ratio, cur navis gravioribus etiam rebus onusta innatare queat aquis. Quippe volumen earum rerum, et aeris in nave extantium est minoris gravitatis quam

aequale volumen aquae. Ita non aequale pondus a dulci aqua sustineri potest, ac ab aqua maris. Gravioris enim ista est ponderis, quam illa, si aequali spectentur volumina. Nam pes cubicus aquae dulcis pondus habet 72. librarum, pes cubicus aquae marinae 73 librarum, et trium quadrantium pondere gaudet; ut in tomo 11 Bibliothecae Philosophicae. Quare et gravius volumen solidi marinae aquae respondet. Quod si in navim penetret aqua, in locum aeris eadem subit: proinde gravius sit volumen dum aequa gravior in navi contenta locum aeris levioris occupat; atque adeo demergitur ipsa navis.

Eadem ratione pila cerea innatat aquae frigidae, quia minori gaudet pondere, quam aquam qua frigida. At si aquam calefacias, pila demergitur, quia istius volumen majorem habet gravitatem aequali volumine aquae vi caloris rarefactat. Quod si calor in aqua [p. 88] augeatur pila rursus innatat aquae, nam vi caloris rarefiunt aquae, et vapidae particulae, quae poros pilae implebant, quo fit ut illius volumen minorem obtineat gravitatem, quam aequale volumen aquae.

Ita et cadaver in aquam projectum, primo fundum petit, quia est aqua gravium. Ubi vero actione partium insensibilium aquae, fibrae cadaveris redduntur laxiores, et internus aer se se extendit, auget cadaveris volumen, quod levius est aequale volumine aquae, unde cadaver aquae rursus innatat. Sed denuo demergitur, cum egresso aere partes illius solidae invicem constrictae constituunt volumen aeris et aequali aquae volumine gravius.

Inde urinatorum natatio explicatur. Inde et piscium in aqua motus; hi enim vesiculam habent uintra se aere plenam, ex cujus ampliacione, vel constrictione fit, ut volumen ipsorum modo sit gravius, modo levius; modo ejusdem ponderis cum aequali aquae volumine. Hinc pisces illi, quibus vessicula disrupta sit, praecipites statim ruunt in fundum aquae, nec sursum manere possunt, nec ab aqua elevari: ut notat Dominus Derham in demonstratione essentia et attributorum Dei, Lib. 1, cap. 1, num., 9. Id explicat etiam avium per aera volatum. Eadem est expositio quarumdam insularum, quae aliquando mari inantara visae sunt.

Quamquam ad hos omnes effectus plurimum conferat diversa solidi configuratio, tum varius fluidi motus, nec non et partium solidi, ut piscis, et hominis natantis, avisque volantis.

Haec retulimos ex Recentioribus, praesertim Wolfio, quorum consulant ii, qui plura in rem praesentem desiderant.

Jam vero redeamus, ad institutam quaestionem quae est de elementorum in propriis locis gravitate, vel elevitate; praesertim vero de aqua, nam quae de aere dicenda sunt, uberiores dicendi copiam exigunt, quam exhibebimus quaestione septima.

Porro gravitas alia dicitur absoluta, alia respectiva. Prior est pondus corporis secundum se spectatos. Posterior dicitur de corpore, ut ad alia comparatur, et refertur. Quare certum est, terram, aquam, et aerem (nam de Igne dicendum erit in sequenti quaestione) sic se habere, ut illorum gravitas diversa sit; nam terra utique gravior est aqua, aqua aere: quod experientia, et rerum ordo convincit. Ita et terra compactior est aqua, aqua aere.

Dicimus igitur terram, aquam, et aerem suis etiam in locos constituta gravitare. Neque tamen id ita accipiendum est, quasi una pars terrae, vel aquae, aut aeris, alturam sibi homogineam, vel graviorem a suo loco detrudere nitatur. Nam quo una in alteram agit, [p. 89] haec prior in priorem reagit, immo in ulla vis exercetur unius in alteram, cum aequalis sunt densitatis, gravitatis, atque adeo virtutis; sed quatenus tota aquae, vel aeris massa pondus suum obtinere intelligitur, atque subjectum sibi fundum pro ratione basis, et altitudinis ut declaravimus. Ita etiam non aequa vis edst gravitatis in iis elementis; vel diversa pro ipsorum varia densitate.

Hoc ergo sensu accepta Thesis fere omnes Philosophos consentien habet. Quod Aristot. tradidit l, 4 de Caelo, c. 4, dicens: *Omnia elementa gravia sunt praeter ignem, et omnia levia praeter terram.* Quorum verborum is sensus est, absolutam inesse terrae aquae, et aeri gravitatem; sed eandem diversam esse pro ratione densitatis illorum elementorum; unde ordo eorum invicem est atque adeo unum prae altero levius esse respective intelligitur.

Probatur conclusio. Vas aere plenum plus ponderat, quam sine aere. Igitur aer est gravis. ita Dominus Homberg, ut in Historia Academiae Regia 1687 et recenset P. Regnault tom. 1, pag, 294, e vitreo folliculo, cujus diameter erat 13 unciarum, extraxit aerem graviorum; tumque pondus folliculo una uncia imminutum erat, ac esset antea. Iterum eandem experientiam instituit, atque crassiore aere exausto folliculum, cujus diameter erat unciarum viginti, leviores untiis duabus esse comperit, ut habetur in Historia Academiae 1696. Hoc ipsum est, quod omnium ore effertur, utres inflatos graviorum esse, quam vacuos, excusado neme aere. In idipsum ostendum collineatur omnia experimenta quae paulo ante retulimus. Demonstrant enim aquae partes nullam utique invicem compressionem pati, nec inferiores a superioribus incumbentibus

densarii, quod ex aquae configuratione repetendum est, ut declarabimus in quaest. 7, sed eadem illa experimenta ostendunt, aquam in vasis contentam gravitare, ut secundum ipsius altitudinem premat fundum subjecti vasis, etsi illud sit specificè gravius aqua. Sic tamen ut solidi instar pressio, et gravitatio per partes in fundum feratur. Unde si in rubro longiore extent foramina plura secundum diversum gradum altitudinis, tunc aqua in tubo contenta errumpet utique majori impetu per inferiora foramina, quam per superiora (ut in fig, 12, tab. 1), Hinc redditur ratio, cur vas aqua repletum demergatur, quaemadmodum et navis, ubi locum aeris occupaverit aqua gravior; cur aqua in vasis contenta gravitet; cur domum aqua, et terra fornicibus cavernarum incumbens eosdem aliquando ruere faciat: ac sexcenta alia experimenta explicantur, quae per totam hanc disputationem exhibebimus: et praesertim quaestione sexta.

Respondent. Aerem folliculum [p. 90] inclusum augere pondus folliculi, quod terrestres exhalationes, et aquei vapores, per aerem dispersi, gravitent. Addunt etiam, in folliculo oclusum detineri aerem contra propriam naturalem affectionem; unde et vi sua elastica remittitur, atque adeo auget depressionem folliculi. Ita et dicunt in aliis allatis exemplis, aquam, non in suo proprio loco extare; unde gravitate perspicitur. Proinde non idem tenendum esse, ubi aqua in mari, vel flumine est.

Contra primo. Etenim si exhalationes, et vapores in aere dispersi gravitate dicuntur, profecto cum infinita pene sit illorum copia, jam circa terram totus aer gravitate dicendus est; primo quidem ratione tot exhalationum, et vaporum, tum quod ista corpuscula gravitare sua aerem debent deorsum cogere. Sed et cum exhalationes, ac vapores supra aeris partem aliquam consistant; necesse est illos esse leviores aere ipso, seu minus graves; atque adeo aer majorem habet specificè gravitatem. Ergo ea major folliculi depressio ex ipso potius aere est repetenda, quam ex vaporibus, et exhalationibus.

Contra secundo. In eo, quod retulimus, experimento non jam aerem externa vi in folliculo compressum spectavimus, sed ut naturali ordine folliculo partes occupat. Nam ubi intra folliculum densior aer cogitur artis ope tunc pro aeris oclusi massa augetur rursus folliculi pondus. Ipsa vero elasties vis compressionem aeris supponit, ut exeri illa queat, prioremque deperditam expansionem repetere quod in allato experimento minime occurrit. Quamquam illud verissimum sit; elasticam nempe vim quandoque motum aeris deorsum fovere, et augere. Caeterum si folliculus eatenus deorsum gravitaret, quia aer contra naturalem suam adfectionem oclusio inferiores folliculi partes deorsum cogit, eadem ratione dicere possimus alias aeris partes in

superiori media parte folliculi contentas sursum agere has superiores folliculi partes: ut proinde aequa sit vis deorsum cogens, ac sursum elevans; cum aer omni ex parte, sive sursum, sive deorsum vi sua elastica nitatur.

Contra tertio. Etsi aqua in vasis non omnino fit in proprio loco naturali, tamen sub se habet corpus se ipsa specificè gravius. Eadem est ergo ratio, ac si ita mari, vel flumine extaret. Quippe eadem est aquae massa, eadem illius natura; eademque subinde gravitatio. Tum vasis basis immediate supra terram collocari potest, ac terra simul circumambiri, et tamen eadem certe erit aquae pressio in ipsum fundum pro ratione altitudine aquae columnae.

Objicies primo. Urinatoris sub aquis, atque etiam in maris fundo quandoque constituti non percipiunt incumbentis aquae pressionem, et pondus, nec a tanta superincumbente ipsis aquae massa [p. 91] fundum urgentur. Ergo aqua in maris alveo non gravitat. Alioquin ejusmodi pressio perciperetur. Secundo herbae etiam sub aquis verticaliter directae nascuntur. Porro haec fieri nequaquam posset, si aquae perpetuo gravitarent tanto pondere in subjecta corpora leviora. Tertio Situla, etsi plena sit aqua, quamdiu sub aquis est, facillime attrahitur; nec sui ponderis sensum praebet, nisi dum primo effertur in aerem. Quarto si frustum plumbi appensum filo aequilibratur aliquando in libero aere, aliquando vero dum est aquis immersum, ita tamen ut contrapondium sit extra aquam; tunc data aquae gravitate, quae profecto aeris gravitatem excederet, deberet plumbum magis ponderare in aqua, quam in aere. Contrarium autem experientia ostendit. Quinto si ponatur, exempli causa, aereum vas sphaerica figurae in libero aere, et repleatur aere, ejusdem ponderis est ac si idem vas immergatur aquis, atque istis repletum sit. Id ipsum porro minime eveniret, si aqua gravitaret, nam aqua replens was utique majoris esset ponderis, quam aer, ac subinde vas gravitatem auget. Sexto boyle, alique sumpserunt vas cylindricum, cujus interior diameter erat 62 partium. Huic cylindro immiserunt orbem ligneum, cujus diameter erat 61 partium. Postmodum orbem ligneum basillo detinuerunt in fundo vasis; sed infusa aqua, et sublata bacilli pressione, orbis ligneus ad aquae superficiem emersit. Porro si aqua gravitaret in subjectum orbem ligneum, impossibile foret hunc orbem aliquando emergere ex aquis; quippe longe majori pondere aquarum urgeretur versus centrum, qua elevaretur sursum. Igitur, etc.

Respondetur, idcirco Urinatores non percipere aquae gravitatem, quod omnes aquae partes se se mutuo non tantum secundum lineas perpendiculares, sed etiam secundum lineas obliquas, in aequilibrio sustineant. Ea enim est liquorum natura, ut si in multas columnas aequales per mentem divisa concipiantur, omnes aequales columnae

propter partium fluiditatem se se mutuo liberent, et ad libellam componant; siquidem una ex iis descendere non potest, quin vicinae, et adjacentes ascendant, ut in bilance contringit: non est autem potior ratio, cur una columna aliam vincat, quam ut ab ea vincatur; hinc fit, partes liquidi se se per lineas perpendiculares sustinere. Propter aquae vero fluiditatem partes laterales secundum lineas obliquas sustentant alias superiories, et ab aliis circumpositis sustententur. Quare Urinatoris corpus etiam in fundo maris constitutum eam pressionem aquae incumbentis non patitur. Res declaratur exemplo fornicis. Nam in fornice laterales partes sustentant eas, quae incumbunt; et hae certe gravitant, nec tamen si locus sub fornice repleas [p. 92] corporibus aliis, superiorum partium gravitatio in ista agere, quod a lateralibus sustineantur. Ita in flujido res se habet. Sane ut ostendit expositum in Hydrostaticae principiis experimentum, Patris Lana, partes aquae inferiores nullam a superioribus compressionem patiuntur; ne quidem si in communibus vasis experimentum capiatur; cum tamen certum sit aquam gravitare pro suae altitudinis ratione. Quare sic tota aqua gravitat, ut partes superiores instar fornicis ab inferioribus, et lateralibus sustineantur. Irta certe si manum demergas, vel totum etiam corpus in vas; seu dolium aqua plenum, quandiu immota consistet manus, non percipies aquae gravitatem, quam hisce in casibus nemo inficiatur. At ubi vel manum ab aqua vellis retrahere, vel eorum corùs ab illis educens, senties equidem ac nihil divisioni aquam resistere, sed pondus, pressionemve minime parieris. Ne tamen quis cogitet, verum erealemque fornicem hic a nobis in fluidis constitui. Etennis aut nimium simplicis foret, id imaginari, aut plurimum invidi similia nobis, nostraeque doctrinae assumpsimus, ut re magis sensibili sententiam nostram faciliorem captu exhiberemus. Sed dum exemplis quidpiam suadere nitimur, quisquis idipsum intelligit, reminiscatur oportet regula illius, quam in p. 1 Logicae, sect. 3, cap. 7 statuiimus, ea videlicet, quae per comparisonem dicuntur, non esse in omnibus similia. Similitudo quippe comparisonem rerum prae se fert, sed non identitatem.

Eamdem fluidi naturam, seu vim, qua partes invicem sustententur, ea experimenta demonstrant, quibus compertum est, solidum fluidis immersum gravitatis suae partes deperdere pro ratione ponderis ipsorum fluidorum secundum volumen aequale. Ecce enim tantum ponderis a solido amittitur, et semper proportio illa servatur? nisi quia ut fluidi partes inferiores sustinere poterant tantum pondus fluidi, ita tantumdem solidi pondus sustenant, ut proinde hac ratione decrescat solidi ponderatio. Et solidum sanae aquae demersum secundum omnes sui ponderis partes gravitat, quamquam nonomnium gravitatio percipiatur.

Et illud jam antea notabimus, qua nempe de causa humanum corpus aliquando innatet aquis, aliquando iidem imemrgatur pro varia sua voluminis, aerisque contenti ratione. Caeterum corpus humanum gravius specificè est, quam aqua, licet non multo; unde sit minus grave ob majorem aeris expansionem.

Aliorum etiam responsio est, eatenus urinatores non percipere aquae gravitatem, quoniam ex propria pressione fluidi in solidum fit, ut illud ab illo undiqueliter prematur; et ideo nula pars [p. 93] solidi pressionem sentit. Etenim ponderis pressio non sentitur a substinentem, nisi ex peculiari doloris sensu in parte, quae prae caeteris premitur, et luxatur, suoque loco dimovetur. Cum ergo fluidi praessio undique fit aequalis non potest aliunde dolor esse; nisi ex nimia totali constrictione. Haec autem a fluido non est ejusmodi, nec talis, ut corporis humani solidum perfectamque structuram laedere valeat.

Verum haec responsio non satis firma apparet. Quippe eadem in omnes humani corporis partes esse aquae pressio, nec tamen ejusdem sunt resistentiae, et soliditatis partes omnes corporis. Quare quae vis crassiorem partem duriolemque percellere non potest, ea tenuiorem subtilioremque afficiet. Proinde responsionem hanc permittimus iis, quibus eadem placuerit. Quae admodum eadem ratione probare satis non possumus eorum doctrinam, qui dicunt, iccirco Urinatores non percipere aquae gravitatem, quia quantum Urinatoris corpus ab aqua incumbente premitur, et resistentia. Immo hoc ipsum nihil prodest humano corpori, si tantum aquae pondus agit in illud.

Patet ergo ex his uberrima responsio ad primum experimentum. Eadem adhibenda est responsio ad secundum; quamquam etiam herbae specificè leviores aqua in funda persaepe nascantur.

Ad tertium. Cum situla aquis repleta in aerem effertur, tunc totum volumen ex situla, et aquis constarum in aerem specificè minus gravem trahitur. At ubi aquis immersa est, ejusdem pondus pro ratione aquei voluminis imminuitur, tum eadem ab aqua sustentatur, et sursum agitur. Hinc sit, ut situlae pondus vix sentiatur, quamdiu illa sub aquis est.

Ad quartum. Nulla est consecutio, qua dicitur debere plumbi frustum ponderare magis in aqua, quam omni aere, quoniam aqua est aere graviore. Immo vero ex hoc ipso ad oppositum ratio est ex dictis in Hydrostaticae principiis. Cum enim demersi solidi pondus imminuatur pro ratione gravitatis, aquae in aequali volumine fluidi reperitur;

iccirco si gravius utique est aequale volumen aquae, quod a fructo plumbi occupatur, quam simile aeris volumen, profecto majorem, ponderis sui partem deperdit plumbum in aqua, quam in aere. Neque incumbens plumbo aqua augere potest ipsius gravitatem, quod invicem sustentent se se partes aquae, ut ad primum experimentum diximus.

Ad quintum. Experimentum illud omnino falsum est, etsi P. Eusebius Amrote, t. 3 philosophiae, parte 2 Physicae Particularis illud referat, q. 3. Compertum est enim, solidum corpus quaecumque majorem sui ponderis partem amittere, ubi fluido graviori immergitur. [p. 94] Quare aqua pro majori sui voluminis gravitate imminuit magis, quam aer, demersi vasis aerei pondus. Sed nec aqua in isto contenta augere potest majus gravitatem, quoniam invicem aquae partes sustentantur.

Ad sextum. Quamdiu parvum aquae volumem effusum est super orbem ligneum unde sit levius volumine ligni, id est in levius volumine ligni, id in fundo subsidit. At ubi orbis ligneus cessante bacilli pressione exaquis emergit, id eveniat, quia illius volumen longe levius est volumine aquarum, ut jam antea declaravimus.

Quamobrem allata haec experimenta non evincuntur, aquam propriis etiam in locis minime gravitare. Ex dictis autem alia phaemomena queunt expendi; praesertim ex responsione ad primum evincitur non debere nos comprimi, nec sentire super caput nostrum incumbentis aeris pondus. Quammodum enim in aqua contingit, ita et in aere partes se se invicem sustentent. Ejusmodi est enim liquidorum natura.

Objicies 2. Gravitas data est elementis, aliisque rebus, ut se ad propria loca naturalia reducant. Ergo semel ac sunt in propriis locis, jam nulla amplius habebitur actio ratione gravitatis. Obtento enim sine cessat actio, propter quem ea suscepta est. Ergo aqua in mari, et aer tellurem ambiens, ibidem minime gravitant. Quod si in terrae centrum semper niti dicantur, hoc omnino est impossibile, cum mnequeant simul omnes aquae, et aeris partes centrum tenere. Secundo quotis solidum corpus fluido immergitur, ea ponderis imminutio secundum aequale volumen fluidi, non iccirco habetur quod aquae partes se sustineant, sed aliunde videi poterit repetenda ratio. Id enim contingit propter vim, qua fluidum resistit divisione, et aequilinum, et partium affectionem servare nititur, vel deperditam recuperare; unde laterales aquae partes in demersum solidum urgentur pro ratione aequilibrum sublatis, et associationis deperditae. hinc in diversa etiam altitudine columnae aerae pondus duarum librarum aequalem praebet suae gravitatis sensum, licet pro altitudinis ratione diversa sit aeris incumbentis gravitatio.

Respondetur gravitationem ex massa corporis esse repetendam. Sic autem illa exercetur, ut Terra circa centrum conglobari nitatur; aqua vero circa Terram ipsam; et aere, circa aquam. Sic est enim Universi Ordo, et gravitatis natura, ut graviora subsidant minus gravibus. Quare nec omnia gravia coire in unum Terrae centrum contendunt, sed pro suae gravitatis ratione invicem ad centrum conglobatione ordinari. Hinc vit, ut terra, aqua, et aer, etsi in locis existant sibi respondentibus, et a natura ordinatis, gravitent tamen, ut suam servant [p. 95] conglobationem, suumque ordinem.

Ad 2 hinc apparet ratio. Eatenus enim aquae se se ad libellam componunt, et sublato aequilibrio illud repetere nituntur, quia gravitant invicem, unaque pars altera premit, ut illa circa Terram conglobatio habeatur, et partium associato restituatur. At vero motus ille lateralium partium aquae in demersum lapidem non potest illius pondis imminuere, sed solum hac illac lapidem commovere. Nec alia potest esse causa illius adeo proportionatae imminutionis, nisi quia partes aquae se se invicem sustentant; unde pondus aequale volumini imminuunt. Valimus etiam in Hydrostaticae principiis pro majore fluidi gravitate ammitti. Quare ubi sensibilis est diversitas ponderis in aere, ibi et sensibilis est major vel minor fluidi gravitatio. Quod si in diversae columnae aerae altitudine, idem est solidi pondus, hoc ideo provenit, quia omnes illius columnae partes sunt ejusdem gravitatis sopecificae, et una alteram sustentat, et tantumdem suo elaterio incumbentibus partibus resistit, quantum istae premunt.

Plurima occurrunt hic alia experimenta quarum rationem exhibere juvat, etsi ad elementorum gravitatem videantur non satis apte a plerisque constitui. Primo itaque P. Pace tract, 6, partis 2 Physicae refert ex Florentina Academia Experimentalis, ignitum carbonem sub una bilancis scutula positum eam deorsum trahere; et supra sutulam ita constitutum, ut idem non incumbat, tum ipsam elevare. At experimentum non ita contingit, sed posito ignito ferro vel supra, vel infra lancem, haec semper elevatur, altera lace depressa. Ita expertus est Joannes Alphonsus Borelli, ut docet in libro de motibus naturalibus a gravitate pendentibus prop. 61 qui id ipsum praefatae Academiae communicaverat, quamquam per errorem res aliter exposita fuerit. Id porro oritur a motu, quem aer calore ignis rarior effectus sursus concipit ab aere densiore impressum, unde fit ut eundem motum etiam lanci communicet, proindeque ista elevetur, quo sane modo combustae papyri partes sursum evolere cernimus. Haec animadvertit Ferdinandus Galperoni in epistola ad Ludovicum Antonium Muratori.

Secundo non defuere qui dixerint, ampullam vitream plus ponderare reclusam sub aquis, quam in libero aere; eandemque aliquando frangi sub aquis detentam. Sed illud primum omnino falsum convincitur, tum ex multis aliis experimentis tum ex principiis Hydrstaticae. Alterum vero ex vehementis aeris condensatione repetitur.

Tertio si corpori Urinatori appositae sint cucurbitulae, tunc [p. 96] Urinator per octo vel decem passus infra aquas descendens, sentiet eas tanta vi apprimi corpori, ut dolorem sustinere non valeat. Ex auribus etiam, et naribus Urinatorum saepe sanguis exprimitur. Et Plinius lib. 31 Historiae, c. 6, refert, luxata hominum, et quadrupedum corpora, natando in cujuslibet generis aqua, facillime ad locum suum restitui. Porro primi effectus ratio non est repetenda ab aquae praessione: quae ad eam parvam altitudinem, secundum quam gravitat, non est tanti ponderis, ut maxima ilal vi operetur. Causa igitur est, quod aer intra cucurbitulas inclusus magis condensatur ob aquae frigiditatem; atque ideo caro fortius trahitur, magisque elevatur. Secundi effectus causa est difficultas, quam Urinatores patiuntur, aquam dividendo, sibique viam per eam parando; labor, quo membra movent; tum quod diu spiritum continuerunt. Tertii effectus causa esse poterit (si verum est, quod ait Plinius) motus ille, quod corpus agitur, et membra distenduntur, unde fit, ut naturali tensione focum proprium obtineat unaquaeque pars, quo obtento difficile ab illo extrahitur.

Quarto aquam super terram existens eam penetrat, et pervadit, cogendo aerem minus gravem egredi. Qui ex alto loquitur, facile auditur ab existentibus in loco inferiori, non e contra; tum quod aeris gravitas promovere potest motum soni deorsum directi; tum quod crassior et impurior aer ab ore loquentis egressus, facilius descendit. Si folliculo inflato tale adjungatur pondus, quo mergi possit in aquam; deinde ferreo circulo circum detur folliculus, ita ut folliculi, et circuli diametri inter se aequales sint: et postea per aliquot palmos imemrgatur, tunc, circulus folliculum relinquet; nimiorum quia aer in folliculo contentus addensatur propter aquae frigiditatem; tum quod aqua in aerem specificè minus gravem actione sua nititur.

Nunc de igne disserimus; an ne ignis gravis potius vel levis dicentur sit? Est enim plurimum Recentiorum sententiam, ignem esse graviorem caeteris omnibus elementis. Ita P. Casati, de Igne, dissertat. 3; P. Pace, part. 2 Tract. 6, cap. 1. Ita et legitur in Republica Litteraria, num. 5. Boyle autem multis experimentis tradit ignem esse gravem, in capite, cur titulus est: *Detecta penetrabilitas vitri a ponderabilibus partibus flamma.*

Alioquin autem opinio, et quidem vulgaris etiam, et communis ferre, ignem levem esse. At cum levitas vel absolute spectari possit, quo sensu nisum rei sursum prae se fert; vel relative, quatenus minor gravitas est, unde minus grave respectu majoris rite dicitur leve, locumque superiorem sibi proprium habet; idcirco non est modo immorandum, existat ne illa absoluta levitas in igne. Sat erint [p.97] investigare, sitne ignis gravior caeteris elementis, au aliquo saltem eorum, ut proinde ubi corporis alicujus poros excusso asre occupaverit flamma, pondus illi addere possit.

Dicimus igitur ignem respectu saltem ad alia elementa esse levem, adeo ut nec ipso aere sit gravior. Ita sane fere communis opinio, ac veluti ab Naturae Auctore indita notio.

Probatur I. Nulla sunt experimenta, quae ignis majorem gravitatem ostendant; quaemadmodum argumentorum enodatio declarabit. At vero ignis sursum ascendit, undecumque hujusce ascensus causam procedat. Quaemadmodum igitur terram dicimus graviorem aere, eoquod illa hujus profunda petat, ita consequens est ignem fateamur aere leviolem, quia supra aerem ascendit. Atque adeo ignis respectu aliorum elementorum est levis.

An vero ignis ex se se gravis sit, etsi non caeteris elementos, non disputamus. Corpus sane est, et ex materiam compactum. Id unum sufficit explorare nos hic non posse ignis gravitatem. Unde Esdrae lib. 4, cap. 4, vers. 5, Angelus Uriel hanc inter alias de rebus naturalibus quaestiones insolubilem Esdrae proponebant: *Pondera mihi pondus ignis.*

Dices quaemadmodum ignis flamaa sursum agitur, ita ignis carbo, et ferro ignitum descendit. Immo experientia compertum est, nonnullae flammas e sublimi decidere et alias in subterraneis speccubus consistere, nec sursum ferri. Quare eatenus flamma saepe ascendit, quod ex rarissimo vapore, et ex igneis particulis, invicem contextis volumen coalescit specificice levius aere. Vapor autem ille secum trahit sursum igneas particulas, quomodo aquae comosa secum trahit perexiguas terrae particulas, quae nihilominus specificice graviores sunt aqua.

Respondetur, non eamdem esse rationem de flamma, et de ferro candenti, de carbone ignito. Nam ferrum, et carbo, etsi plurima in suis poris contineant ignea corpuscula, non tamen sunt substantialiter ignis, quaemadmodum est ipsa flamma. Quare ferrum, et carbo propria sua gravitate deorsum feruntur, et secum evehunt igneas particulas, quas in sublimi accensi, ubi materia illa sit densior, et contractior,

unde volumen habet gravius aequali volumine aeris. Quae in locis subterraneis flamma consistunt, a materia detinentur, quam depascuntur: et tamen saepe maximo impetu foras erumpunt; ut apparet in ignibus Aetnae in Sicilia, et Vesuvii in Campania.

At vero vapor ille, qui flammae admixtum est, semper in illa extat. Quare jam sequimur flamma volumen [p. 98] accedente illo vapore esse specificè levius aere. Non erit adeo ignis aere gravior. Quamquam et scintillae ascendunt, quin vaporem permixtum habeant, quin vaporem permixtum. Terrae autem particulae, ubi cessat extrema violenta actio aquae concitatae, subsidunt, uti scintillae sursum feruntur. Ergo illae sunt aqua graviores, istae sunt aere leviores.

Probatur 2. Experientia ostendit ignis gravitatem prae gravitate aliorum elementorum nullum esse, seu ignem esse leviolem aere. Ut enim refert etiam P. Pace; Duae virgae cujuscumque metalli, pondere primum aequales, quarum una candens fiat, altera frigida permaneat, ut aequipondium tollatur. Posterior nempe candenti gravior est. Id ipsum saepe nos experti sumus in pilis ex ferro nondum bene expurgato compactis. Ubi enim una ignem continebat, levior erat altera, cujus pori ab aere implebantur. Evolutis autem postea a poris pilae igneis particulis, agnovimus nihil deperiisse; et utramque ferream pilam frigidam ejusdem ut antea gravitatis esse. Ergo ignis levior est aere. Alioquin cum aequale aeris, et ignis volumen in poris metallorum extat, deberet gravior esse virga, vel pila candens. Quod falsum est.

Respondent ignem in virga contentum expellere ab ea vapores humidos, torreas particulas, et crassiorem aerem: rarefacere etiam aerem incumbentem in virgam ipsam, et subjectam scutulam. Unde levior sit virgas, ac antea fuerit, quando vaporibus, exhalationibus, et crassiore aere opplebantur illius pori, et in illam incumbibat aer densior, et gravior. Id ipsum confirmare nitantur, quia si depressae scutulae ignitus carbo approximetur, breve spatii intervallo, tunc statim cum altera rursus aequilibratur.

Verum si haec responsio vim habet, contra statutam ignis gravitatem pugnat, et in ipsos recidit Recentiores, qui majorem ignis gravitationem tuentur. Nam si ignis actione sua eos habet exhibere effectus, nimirum crassiorum aerem, vaporesque, et exhalationes depellere, atque incumbentem aerem rarefacere, et ejusdem pondus imminuere; is sane praestabit ignis semper, etiam in iis omnibus experimentis, quibus Recentiores utuntur, ut majorem ignis gravitatem probent, quoniam pleraque corpora igni applicata acrementum ponderis acceperunt. Ut enim in illa virga metallica, aut

pila ferrea ignis imminuit gravitatem, quoniam depellit aerea, aquea, et terrestria corpuscula, et incumbentem aerem rarefacit: ita et in aliis eadem effecta necessario praestat, atque adeo gravitatem illorum deberet imminuere. Quod si reipsa aliquando augetur gravius corporum ad ignem applicatorum, non ab [p.99] igne profecto, sed aliunde repetenda erit ratio; ut postea declarabimus.

Equidem ut ignis poros impleat cujuslibet corporis, depellere ab isto debet aqueos vapores, exhalationes terreas, et crassum aerem. Ubi vero poros corporis implet, semper calore suo incumbentem aerem rarefaciet. Ergo eadem semper est ignis actio sive in virga et pila, sive in aliis omnibus corporibus. Cur ergo virgae, et pilae pondus imminuit, aliorum aere corporum gravitatem auget; et quod illis detrahit, illis attribuit? Immo cum uberius utique sit ignearum particularum copia, ubi metalla fuerint diu igni applicata, quaemadmodum in aliis Recentiorum experimentis factum est, profecto major habetur aeris rarefactio tunc, quam in experimentis illis, quae nos retulimus.

Hinc si verum est quod dicitur, carbonis nimirum igniti approximatione super scutulam frigidae virgae restitutum fuisse aequilibrium; id contradictam responsionem valet. Nec enim carbo tantam potuit aeris incumbentis rarefactionem facere, quantum totus ignis in virga candenti contentur. Quamquam idipsum coincidere videtur cum eo experimento, quod retulimos prope fine praec. quaest. Quare si improbandum est, in aeris commotionem refundi debet.

Objicies primo, Boyle cuprae laminae fructum ad ignem sulphuris in cricibulo exposuit, laminamque postea invenit id quintam partem priori ponderis crevisse, moleque auctam fuisse. Quin etiam stannum, et plumbum in vitreis vasis hermetice sigillatis susa ad ignem, et calcinata, ponderis non-nihil acquirere ultra illud, quod habebant; atque calx illa ut candidissimus pulvis apparuit; ex quo infertur, non a fulgine, sed ab igne auctam fuisse illud pondus. Praecipue cum ejusmodi augmentum obtentum fuerit adhibitis carbonibus, et ipsius purissimo vini accenso, qui fullifinem non emittunt. Sexcenta sunt alia in idipsum experimenta. Et regula ipsa (ut omnibus compertum est) ad ignem excocta acquirit majorem gravitatem, etiamsi non amittat humida corpuscula. Igitur ignis est aere gravius.

Respondetur ogni permixtos esse, et ab eodem continuo emitti plures fumos, terresque halitus, qui et crassiores sunt, et in majori copia, ubi materia inflamabilis crassior est. Quod si materia haec sit subtilior, ac purior, suntiliores etiam, ac puriores sunt illi halitus, ita ut quandoque visum nostrum effigiant; neque tamen inde negare

debemus halitus illos reperiri, etiam in spiritu vino accensi. Multa etiam in quocumque inflammabili materia reperiuntur corpuscula nitrosa, et sulphurea, quae minutissimas ignis particulas in se excipientia, tum ab impetu [p. 100] virtute ignis impresso, tum raione propriae subtilitatis sursum avolant. Ab his fumis, halitibus, sulphureisque, et nitrosis corpusculis augetur pondus illorum corporum, quae igni admoventur; tunc enim major copia halituum emittitur, ita ut exinde halitus illi in poris eorundam porum pervedentes, ubique se se implicantes, concrecant in moleculas. Ex ipsa etiam diutina ignis actione fit, ut particulae illae in moleculae concrecentes albicantem induant colorem. Adnotare autem lubet in ferro non bene expurgato non posse tam facile eos halitus, vaporesque, aut sulphureas, nitroasque particulas concrecere in moleculas; quoniam laxiores pori ipsius ferri liberiorum relinquunt ingresum, et egressum externo aeri, cujus actione ille particulae dividunt, et evolare coguntur. Et quae admodum aquei vapores ubi rariores sunt, et dispersi, volumine specifico levius aereo volumine aequali obtinentis, sursum evehuntur, at quanto densiores fiunt, et invicem collecti gravius habent volumen, et descendunt; ita halitus in moleculas concreti graviores sunt aere, et invicem vero disjuncti sunt aere leviores. Eadem de causa augetur pondus regulae.

Quod diximus sulphurea, et nitrosa corpuscula ingredi poros corporis ad ignem expositi, augereque illius pondus; obfirmare possumus experimento, quod refertur a Patre Regnault exercit. 17, ex Historia Regiae Academiae, 1677. Visa enim fuere corpuscula quaedam cinericii coloris adhaerescere *Regulo Antimonii* inflammati. Id ipsum vero ostendi, ignem attrahere ad se se corpuscula circumjacentia: sive id contingat, quoniam ignis circumstantem sibi aerem, et vapores depascit, unde actio alterius partis aere augetur ignem versus; sive qualibet alia ex causa id ipsum oriatur. Hanc itidem responsionem probavit Doctor Taglini in sua Epistola Philosophica, pag. 106, ubi etiam hanc reddit rationem. Quia nimirum ipse Boyle docuit, propter ignis violentiam ampliari poros corporum, et apertiores reddi ad excipienda ea corpuscula, quae per aerem dispersa sunt. Addit P. Regnault nonnulla alia experimenta inter quae recenset aquam frigidam esse graviolem tepida.

Obijcies 2 Metallum quodlibet innat metallo ejusdem speciei liquato ad ignem; ergo metallum igne fusum gravius est non fuso; et hoc ipsum non nisi ab igne obtinet. Tum si ignis levior est aere, deberet sursum trahere secum materiam inflammabilem, quae illi committitur. Demum saltem igneae particulae deberent evolare a poris ferri, si leviores sunt aere. A quo enim detinentur? Igitur etc.

Respondetur metallum solidum innatare fuso, quia una cum aere [p. 101] quem continet in poris, levius volumen habet subieto metallo fuso: quaemadmodum in Hydostaticae Principiis de Navi diximus. Quod suo metallum fustum evaderet graviorius, non ab igne, sed aliunde ratio repetenda est: ut antea dicebamus.

Eadem de causa ubi volumen flammae, et materiae inflammabilis est gravior aereo volumine. Ignis non potest secum trahere materiam. Res in scintillis e contrario evenit.

Ad tertium. Experientia manifestat plurimas ignis particulas e ferre poris evolare. Scintillae enim sursum evehuntur. Quia tamen plures aliae ignis partes continentur intra cavitates, et anfractus ignis corporum, ibique cuspidata sua figura infixae, invicem plicantur, ideo impediuntur ab iisdem cavitatibus, ne recta possunt sursum moveri; et cum egredi non possint, nisi per motum lateralem, interdum ibi delitescunt, donec ver aeris actione excussae cogantur egredi, vel violentia, aut deficientia extinguantur.

*

[p. 291] **Quaestio Quinta - Utrum Gravitatio Corporum oriatur a causa extrinseca, vel a principio intrinseco?**

Celeberrima superest Quaestio de Gravitatis origine, quae cum Veterum, tum Recentiorum Philosophorum ingenia plurimum torsit. Ad duo porro veluti suprema capita revocari possunt quotquot extant variae Philosophantium sententiae circa naturam Gravitatis. Nam Peripatetici existimant, Gravitatem esse vim intrinsecam corporibus gravibus, seu qualitatem a Deo ipsis attributam, qua deorsum moveantur, Alii vero Philosophi gravitatem corporibus omnibus extrinsecus accedere arbitrantur.

Gassendus ecce post Epicurum docet Tellurem esse veluti ingentem magnetem, et ab ipsa deorsum trahi, ac rapi quodammodo gravia corpora. Concipit enim, ut de magnete opinatur, ita ex Tellure uncinata, et hamatas atomos atomos quaquaversum veluti radios diffundi, quae corpora gravia complectentes in ipso aere, iterum illa in Tellurem trahant.

Cartesius vero gravia descendere tradit, quod ab aetherea substantia deorsum premantur. Dum enim subtilissima illa scobs per plures vortices circa Tellurem movetur ab Occidente in Orientem, hic fit, ut conetur recedere a centro sui motus,

hoc est, vim centrifugam concipiat: tum vero vorticibus aliis obsistentibus, mutata directione motus, ad Telluris superficiem reat, atque illuc corpora minus apta ad vim centrifugam concipiendam impellat. Hinc Antonios le Grand celeberrimus inter Cartesianos, vulgo persuadere nititur, Pâr. 4. art.17. *Quod nos, cum a terra tantis per [p. 292] saltanto sublevamur, semper eundem motum continuaremus, si non daretur materia subtilis, totam terram ambiens, qua nos deorsum repellit.*

Alii Recentiores descensum gravium adscribunt aeris crassioris pressionim, rem sibi adeo perspectam reputantes, ut Varignonius in libello, cui titulum fecit *Conjecturae de Gravitate*, asseverare non dubitaverit, fore ut globus tormeti bellici instar Planetæ circa Tellurem sit revolvendus, si ad eam altitudinem perveniat, in qua a columnis aeris aequa vi premeretur, aut in qua sese aequaliter duo vortices comprimunt.

Thomas Hobbes in Tractatu de Causa Gravitatis c, 1, motum aliquem inesse Telluri arnitratur, quo aerem facilius a se reducit, quam caetera corpora. Hoc enim supposito, et praeterea quod locum corpore vacuum nullus sit, necessitatem descensionis aliorum corporum facile sic demonstrari putat. Nam rejecto aere, necesse est in mundo pleno, ut in rejecti locum ea succedant, quae difficilius rejiciuntur. Atque ita gravia descendunt. Dum autem grave descendit, novam accipit impresionem ab eadem causa continuata, nempe ab aere, cujus ut una pars ascendit, alia mundo pleno descendit lapiden impellens.

At vero alii Recentiores, cum sententiam Peripateticorum nullatenus velint approbare, omnesque Recentiorum hypotheses rei explanandae mimime sustinere perspectum habeant; abdicata ab rebus creatis virtute motrice, Deum invocant, quem unicam causam constituunt gravia deorsum moventem.

Newtoniani autem corporeae substantiae, singulisque eam componentibus, duris, impenetrabilibus particulis ingentibus, astque inseparabilem gravitatem attribuunt, cujus gravitatis quantitas semper sit proportionalis, et correspondens quantitati ipsius materiae. Quamobrem unaquaeque corporum minima pars in aliam omnem quorumcumque corporum partem minimam gravitat; et haec ipsa gravitatio mutua est, et attractio: quaemadmodum alias diximus. Ejusmodi porro vis attractionis mutuae tum omnibus uniusque materiae partibus, tum corporibus cujuscumque sint generis, re ipsa convenit. *Materia etiam subtilissima*, inquit Newton, lib. 3. Princip. *gravitate non destituitur*. Ceteris paribus, vis illa attractrix nullo tempore minuitur, nec augetur, sed eadem consistit semper eandemque servat proportionem et

vicissitudinem mutuam inter omnes quorumlibet corporum partes, Gravitatis illius, uni distantiae corporum sitn aequales, semper vicissim proportione respondet [p. 293] quantitati materiae corpora componentis. Ita si pes cubicus auri in Telluris superficie millae librarum pondus habet, ibidem constituti duo cubici pedes auri dupla gravitate pollerentm, librarum nempe bis mille. Quod si Tellus duplo esse amplior, pes ille cubicus auri prae se ferret pondus librarum bis mille, duoque illi illi pedes cubici pondus librarum quatuor mille obtinerent.

Sic copora in se se mutuo gravitanti sint aequalia, aequa in illis estt gravitas, et attractio; quae tamen in iisdem aequalibus corporibus major sit, aut minor pro inaequali eorundem distantia. Sic lapis, qui prope Tellurem pondere gaudet mille librarum, in determinata distantia a Tellure quingentis libris gravitare; quod si foret Lunae proximus, minimam gravitatem haberet, et levissimus esset. Proportio autem hujus imminutionis, accretionisve, quoties corpora invicem recedunt, vel ad se se accedunt mutuo inde oriri dicitur, quia corporum vis reciproce se habet secundum duplam proportionem, id est, sicut distantiarum quadrata. Numerus enim quadratus est productum ex numero aliquo in se invicem multiplicato: ut 3 est quadratum 3; 9 est quadratum 3. Ita corpus centum librarum pondere pollens in intervallo decem diametrorum Telluris; si distantia duplo sit minor, pondus illius corporis quater augebitur; si distantia triplo sit minor, pondus erit noviers majus. E contra, ubi haec distantia sit duplo major, pondus erit quater minus; ubi vero illa sit triplo major, pondus erit novies minus. Vis etiam, qua unum corpus alio ad se attrahit, si prope Telluris superficiem valet attrahere, sibi que adjunctum tenere pondus librarum centum, ubi distantia a centro Telluris sit duplo major, poterit attrahere pondus librarum 900, atque e converso. *Omnia corpora* (inquit Gravessandus in Elementos Physices, parag. 4047, et seq.) *se se mutuo petunt, aut se se mutuo versus tendunt vi, qua singulis particulis materiae in singulas particulas competit; et vis, quae corpus in alia agit, efficitur ex omnibus viribus conjunctis particularum, ex quibus corpus constat; ideo vis haec crescit in ratione, in qua materiae quantitas augetur, et immutabilis est in singulis particulis; ad eandem distantiam semper eadem; aucta autem distantia, decrescit vis, quadratum distanti augetur. Vim hanc GRAVITATEM nominamus, considerando corpus, quod aliud versus sponte tendit; quia eo nomine vis hac in Telluris viciniis datur. Considerando autem corpus, ad quod aliud tendit; vim hanc nominamus ATTRACTIONEM. His nominibus eandem effectum, et nil praeter, effectum designamus; nam cum omnis gravitas sit reciproca, corpora se se mutuo versus gravitare, idem significat, quam corpora [p. 294] se se mutuo attrahere, aut ad se mutuo sponte tendere. Effectum hunc pro lege Naturae habemus, quia*

nunquam fallit, et hujus causa nobis est ignota, et ex legibus notis minime deduci potest.

Ex dictis consequens est, horum Philosophorum judicio, gravitatem corporum nec repetendum esse ab aliqua lege motus, nec oriri a materia subtili, ut putant Cartesius, sed esse primitivam, ingenitamque materiae attractionem, et legem generalem corporibus omnibus, sive terrestribus, sive caelestibus, a Deo impressam. Nec investigare oportet, quomodo corpora gravitent, quemadmodum non quaerimus, quomodo corpora in Mundi origine moveri coeperint, et quomodo semel mota, quantum est in se se, in motu perseverent semper. Sequitur etiam admitti oportere vacuum, aliud quidem longe amplum, et immensum, in quo Sidera, et Planetae motus suos libere exercent; aliud vero disseminatum inter partes cujuscumque corporis. Cum enim gravitas sit proprietas universalis, et indistincta a materia, et quantitati ejusdem proportionalis; si omnia essent plena, omnia corpora aequaliter essent gravia. Quamobrem corpora interjectos habent meatus innumerabiles, omni prorsus materia vacuos, numero quidem in aliquibus majores, in aliis minores indeque fit, ut inter aequalia volumina hydrargyri, et auae, vel auri, et lapidis, majorem illa gravitatem obtineant, quam ista, quia videlicet haec pluribus numero meatibus vacuis constant.

Ab eadem vi attrahente reperunt Newtoniani corporum soliditatem, seu duritiem, et cohaerentiam: ut alias diximus. Elaterium quoque ab ea vi derivari putant, quam proinde in repulsivam, elasticamque mutari docent. Tum Caelestium etiam corporum motum vi attractionis expendunt. Quae omnia suis in locis distinctius declaravimus, quemadmodum etiam illa, quia de lucis, et colorum affectionibus ex eadem vi attrahente juxta Newtoniani placitum exhibentur, in 3 Physices parte referuntur.

Omnia, quae ad istud Newtonianum Systema pertinent, distincte collegit D. Thomas Campailla in libro Italice conscripto, cui ditulum fecit: *Animadversiones in Physicam Domini Isaaci Newtoni*. Eademque videri poterunt in operibus Gravessandi, Keil, Clarke, et Musschenbroekii.

Dicimus primo gravitatem corporum non oriri ab atomis uncinatis et hamatis a Telluri emissis.

Probatur Atomi illae uncinatae et hamatae a Tellure emissae ad gravia corproa rapienda, et deorsum trahenda (quas proinde Telluris Satellites rite dixeris), vel impingunt in plenum corporum gravis; vel in vacuum? Si primum dicatur: ergo non jam grave corpus deorsum [p. 295] traherent, sed sursum impellerent; neque enim in

plenum possunt penetrare. Si secundum, jam nullomodo adnecterent sibus corpus grave; quippe per inane spatium liberum obtinerent ingressum, et egressum: adeoque nullum motum imprimere possent corpori gravi. Quod autem asserunt Atomistae, atomos ilas sic esse uncinatas, ut per vacuos corporis graves poros ingressae, reflexaeque hinc inde intra proportionatas cavitates, vim habeant trahendi corpora ad terram; hoc commentitium prorsus est; nam et atomis indivisibilibus uncinos, atque hamulos attribuit, quod ipsam statutam atomorum indivisibilitatem, ac summam parvitastem evertit, ut in praecedente quaestione diximus; tum inde sit, atomos illas non amplius dividi posse a partibus corporum gravium, quas immediate tangerent; quippe tunc inter atomos ipsas, et partes gravium corporum nullum omnino extaret vacuum: Omnis autem divisio, et separatio sit in vacuo, et sine vacio est impossibilis, ut Atomistae sentiunt. De quo erit sursus dicendum in disp. 7, q. 4, ubi contra Vacuum disseminatum disseremus. Petimus etiam, quaenam ratione atomi sursum evolantes, valent illud in Tellurem trahere? Non enim per se ipsas id praestare queunt, cum illarum movens sit sursum. Non praestat id Tellus. Nem quo pacto novit Tellus, atomos suas longe a se excurrentes jam grave corpus invenisse, jam satellitum more alligasse, ut novam tum demum iisdem vim imprimat, qua possint fugitivum retrahere? Rursus, quibusdam brachiis, aut manibus, aut quo alio instrumenti Terra et atomos suas, et gravia corpora ad se trahit? Quod si insita vi id efficit, cur Atomistae eandem insitam vim denegant corporibus, qua ad Terram decendant, nisi contradicendi studio? Deinde Gravia decidendo suum motum aequaliter accelerent, sive procul, sive prope ad terram moveri incipiant. Ergo non trahuntur a terra. Consequentia probatur. Nam agens naturale majori vi agat in passum sibi proximum, quam in remotum; quod nempe tunc illius actio minus dispergatur. Atque adeo terra fortius ageret in grave propinquum. Velocius ergo illud descendere, quod est contra experientia, tum in ea Atomistarum sententia corpora leviora essent graviora, et e converso: quod absurdum est. Sane ea corpora sunt graviora, quae ceteris paribus citius descendunt leviora, quae tardius: Leviora autem facilius, et citius trahuntur, graviora difficilius, et tardius. Ergo si descendere est trahi, leviora, quae citius trahuntur, citius descendunt, atque adeo essent graviora: et graviora ipsa, quae difficilius trahuntur, difficilius descenderent, ac subinde essent leviora.

[p. 296] Compertum igitur ex dictis sit, falsam omnino esse, et impossibilem Gassendi sententiam. Ipse autem Gassendus oleum, et operam perdit, dum nobis inculcat Magnetis exemplum. Praeallatae enim rationes manifeste nobis ostendunt, ferrum ad magnetem per uncinatas, et recurvas atomos attrahi non posse. Quidquid igitur sit de vi magnetica, de qua dicendum erit in secunda Physices parte, expositis

rationibus pernoti tenemus nec attractionem magneticam, nec gravium descensum ab uncinatis, hamatisque atomis oriri posse.

Objicies. Experientia constat, corpora velocius moveri in fine, quam in principio motus deorsum. Sed nulla hic patet ratio, nisi qua per vim magneticam terrae, sive per atomos uncinatas, et hamatas a Tellure emissis, corpora in fine motus magis attrahentur. Igitur, etc. Secundo, aves majoris molis, ut sunt aquilae, ac similiter nubes, licet sint crassiores aere, non gravitant in aere, sed pensiles manent. Ita et corpus Lunare solidum est, nec tamen tendit ad terrae centrum. Non alia profecto est causa, nisi quia terrestria effluvia non perveniunt ad illa corpora. Igitur, etc. Tertio, nisi admittantur terrestria illa effluvia, explicari non potest, quomodo gravia determinantur ad motum. Fine enim tibi totum aerem, immo totum hunc globum terraqueum ita annihilari, ut lapis unus tantummodo in sublimi constitutus remaneat. Tunc lapis ille sibi relictus, vel staret, vel moveretur? Si primum, hinc apparet deficientibus effluviis determinantibus nullum motum haberi. Secundum autem dici non potest; nam in ea hypothesi nec haberetur locus sursum, nec locus deorsum; deorsum enim est a circumferentia. Simile ratione si Tellus a Deo constitueretur in concavo Orbis Lunaris, et lapis aliquis in nostro aere remaneret; vel hic ascenderet ad terrae centrum; et hoc gravium naturae repugnat; vel descenderet: hujus autem descensus non haberetur ullus terminus: ergo etc. Quarto, si gravia non trahuntur ab effluviis terrestribus, oportet illa mente, et ratione constare, ut sciante andonam debeant descendere. Quod absurdum est. Igitur, etc.

Respondetur ad primum, in fine motus majorem utique velocitatem aequiri: unde illud celebre: *Motus in fine velocior*. Sed haec velocitas non est repetenda a vi magnetica Telluris. Alioquin enim eo velocior esset motus corporum quod ex loco terrae propinquiore deciderent. Quod experientiae contrarium est. Ea igitur velocitas major ex iisdem causis reperitur a quibus profluit [p. 297] acceleratio motus, ut erit postea dicendum: tum maxime ex minori aeris subjecti resistentia.

Ad 2. Rationem exhibuimus in disp. 2. quaest. 3, ubi Hydrostaticae principia exposuimus. Esto igitur aves, et nubes sint aere specificè graviore, tamen respective leviores sunt aequali volumine aeris subjecti; unde et supra illud consistunt, nisi quando constringuntur, et gravius volumen prae se ferentes decidunt. Luna quoque Deus proprio in loco constituit, quaemadmodum rebus omnibus specialia loca praefixit, omnisque in pondere, et mensura creavit. Nec tamen abnuimus partes Lunare Corpus componentes in ipsam Lunam centrum gravitare.

Ad tertium. Gravia sunt a se ipsis determinata ad motum deorsum. Locus porro deorsum dicitur respectu gravioris, aut majoris massae, quae ejusdem sit ponderis. In ea igitur hypothesi, quae lapis in loco terrae consisteretur, sublata penitus, et destructa Tellure, aereque ipsam ambiente, probabilius dicendum arbitramur tunc fore, ut lapis staret, atque in se ipso centrum suae gravitatis haberet, cum circa se vel nullum reperiret corpus, vel aetheream substantiam se ipso leviolem. Quare tunc Deus alium rerum ordinem constitueret; quod fieret etiam in hypothesi, qua lapis hic consisteret, Tellure a Deo posita in Concavo Orbis Lunae.

Ad quartum. Quae natura sunt absque ulla cognitione perficiuntur. Quod enim praestat cognitio in cognoscentibus, id facit natura in non cognoscentibus, dirigente Deo motus omnes illorum.

Dicimus secundo Gravitatis rationem non esse repetendam a motu et pressione subtilis a motu et pressione subtilis materiae ut placuit Cartesio; neque ab aeris crassioris pressione, ut alii Recentiores exponunt.

Probatur 1. Cartesius in primis supponit motum Telluris quem nos gratis confictum esse probabimus 2 Physices partes, ubi etiam vorticosum illum subtilis materiae motum rejicimus. Rursum admissio etiam Telluris motu, non potest a circulari subtilis aetheris motu repetit gravium descensus. Cum enim gravia tempore unius scrupulis secundi, decidendo conficiunt quindecim pedes, ut demonstrat Hugenius in Dissert. de Causa Gravitatis; si motus ejusmodi corporum a circulari aetherae substantiae motu oriretur, deberet motum circularis subtilis materiae circa Telluris superficiem septendecim vicibus excedere velocitate sua motum Telluris, quam ambit, et quae juxta hypothesim Cartesianam a subtili ipsa materia in gyrum abripitur. Porro impossibile est, Tellurem communicare aetheri sibi proximo motum suo motu majorem, et aliunde cum ille aetheris motus non sit ipsi Telluri communis, deberet ille a nobis percipi. Quod est contra experientia.

[p. 298] Tertio concesso subtilis materiae motum non infertur ipsius vis centrifuga. Haec enim a gravitate corporis pendet, unde et pro ratione gravitatis major eset. Cum igitur in aethere nulla a Cartesianis adstrui possit gravitas, (alioquin enim undenam hunc ipsam repeterent?) nulla erit in illo vis centrifuga. Hinc Perrhaultius expertus est, globulum cereum ejusdem, fere cum aqua speciffiae gravitatis, injectum in aquam circulariter agitatum, sic obsequutum fuisse motui aquae, ut eundem semper circulum describeret, neque a centro sui motu recederet. Quarto remanet Cartesianis explicandum; cur vis centrifuga corporibus omnibus non aequaliter conveniat, si nulla

vere inest illis corporibus gravitas. Quod enim ait Cartesius id ex eo oriri, quod quorundam corporum figura sit minus apta ad motum, subinferet contra ipsius Cartesii opinionem, particulas secundi elemento sphaericam, perfecteque laevigandam figuram habentes, maximam vim centrifugam concipere, et fortius, ac valirius alia corpora impellere: adeoque a secundo elemento, non a primo, repetendam esse gravitatis originem. Quinto Cartesius concedit, Cometas ex uno vortice in alium trajici. Idem igitur contingere posset subtili materiae. Proinde non haberet ista unde muteret sui motus determinationem, et ad Telluris superficiem rediret, et corpora in ipsam Tellurem ageret. Aliunde vero cum unus vortex sit alio major, jam vinceret alterius vortice resistenciam, illum perturbaret. Sexto cum vis centrifuga major esse debeat sub Aequatore, quam versus Polos, vis gravitatis sub Aequatore maxima, in Polis minima, et in locis intermediis ab Aequatore ad Polos esset continuo minor. Quod experientiae repugnat. Et cum vis centrifuga exerceatur per circulos Aequatori parallelos, gravia non ad centrum vortice, sed ad varia axis puncta detruderentur. Quae omnia clarius apparebunt ex dicendis in secunda Physices parte, de Caelorum Systemate.

Altera haec sit ratio. Si ab aetheris, vel aeris pressione oritur gravitas corporum, explicari non potest major, vel minor gravitas. Velut cum experimus, mercurium esse quatuordecim vicibus graviorem aqua, aut frustum auri plus ponderis habere, quam cupream laminam. Ab eodem quippe aethereo pulvisculo, et ab eodem aere incumbente, idem procedit impulsus, eademque gravitas. Quare ea corpora essent graviora, quibus incumbit major aeris, vel aetheris portio. Quod adlatae experientiae contrarium est. Nam plus aeris, seu aetheris in illum cupream expansiorem laminam incumbit. Rursus in ea hypothesi, vel aer inferior aequalem haberet vim, ac superior, vel non? [p. 299] Si aequam vim haberet, corpora gravis neutiquam moverentur, quaemadmodum in marmoribus laevigatis, et in hemisphaeriis Magderburgensibus contingit. Si aer inferior non habere aequalem vim, corpora nullatenus possent sursum projici. Quid enim vinceret superioris aeris, sive aetheris resistenciam, quam pene invictam in marmoribus illis, ac hemisphaeriis experimus? Tertio, vel aer natura sua gravis est, vel non? Si primum; cur aliis corporibus gravitatem denegant Recentiores? Si alterum; ergo aer ipse ab alio impellitur deorsum; et inquisitio recurrit, progrediendo in infinitum. Demum contra Cartesianos speciatim urget, quod ea saxa, et gravia corpora, quae non sunt colligata arctiori vinculo cuim Tellure, si una cum Tellure ipsa in gyros aguntur, conari deberent, ut recedant a centro sui motus, ac subinde vederentur falsitate. Quod falsum est, et ridiculum.

Quamobrem ex dictis nemo non videt ridiculum esse commentum illud Antonii le Grand, et Varignonium adstruere paradoxum, suis nempe illus assertionibus, quas ab initio proposuimus.

Objicies. Verisimile satis est, non modo crassum aerem, sed subtilissimum etiam aetherem continuo agitari motu, atque circa Tellurem in gyros agi. Etenis in Zona Torrida perennis ille aeris motus ab Ortu in Occasum vel sensu ipso percipitur. Jugis quoque, et reciprocus maritimae aquae motus vix locum dubitandi relinquit, quod circumfusus aer in perpetuo versetur motu. Igitur ab illo aeris, aetherisve motus gravium descensus repeti potest. Illud etiam pro certo habendum est; corpus nempe durum in circumfacto fluido positum, ad medium, seu ad centrum rapi; ut in iis vorticibus, qui in aqua torquentur, cernimus, ubi fuerit vehemens sublatus aquae motus, placidiorque solum permanserit. Secundo, vel ipso Aristoteles teste, *Omne, quod movetur, ab alio movetur*. Igitur gravis non movetur a principio intrinseco. Alioquin a se ipse, non ab alio moverentur. Tertio quotidie experimur globulum plumbeum e longo etiam tubo accurate polito, levi orbis attractus sursum ascendere. Porro id fieri non posset, si in globulo illo naturalis, et intrinsecus inexistere nissus deorsum. Igitur, etc..

Respondentur ad primum, non inficiari aetherae substantiae motum, qualis a Cartesio adstruitur. Sed motus ille aetheris, sive aeris ab Oriente in Occidentem deservire non potest corporum gravitationi. Nam motus ille determinatus est, et aequaliter corpora omnia propelleret, quae simili constant figura. At gravis ex qualibet mundi parte descendunt aequa ratione: et alia citius, alia tardius pro varia ipsorum respectiva [p. 300] gravitate. Causam porro perennis illius motus aeris arbitramur esse Solis actionem: ut erit declarandum in secunda Physices parte. Inficiamur etiam corpora in gyros acta centrifugam vim concipere, et exercere per lineas secantes. De quo alias.

Ad secundum. Ea propositio universim accepta falsa est. Nisi quis velit, omne, quod movet accepisse ab alio vim motricem, nec sine primi. Motoris cooperatione posse vim suam exercere. Quod ultro fatemur. De ea propositione agit Scotus in 2, d. 2, q. 10.

Ad tertium. Cum oris attractu extrahitur e tubo aer, qui et in globum, et in alium ibi contentum aerem gravitabat, resilit aer iste per viam suam elasticam cessante pressione externa; unde fit, ut globulus ille sursum trudatur.

Dicimus tertio. Gravitationem corporum non oriri a Telluris motu.

Probatur. Motus ille Telluris pro libito confictus est. Quod si extaret in Tellure motus ille, cum Tellus ipsa ex Hobbesio in gyros agatur, cur non continuo a se repellit gravia illa corpora, quae in Telluris superficie posita sunt, nec tamen illi tenacius cohaerent? Neque tamen id experimur, immo contrarium. Sed et tellus quiscit, nec in gyros agitur: ut erit suo loco constituendum. Tum ipsa aeris continua in Tellurem pressio, et gravitas ostendit, non jam aerem a Tellure sepellio, sed in ipsam potius Tellurem niti. Quod vero ad aeris etiam prementis impulsus recurrit Hobbesius, jam ex dictis rejectus est.

Objicies. In Tellure eam vim esse projiciendi a se aerem, et quamcumque rem aliam, suadent experimenta. Si enim utraque manu pelvim tenes, in qua parvam aquam, illam circumagas, sed intra spatium; quantum potest, minimum; videbis aquam per latera pelvis assurgere, et exilire. Ex quo manifestum est, motum esse quemdam, per quem id, quod sic movetur, corpora dici contigua, et fluida a se rejicit. Talis etiam est motus ille, quo agricola cribrum circumagit, ut instrumentum cribrando purget. Nam quae granis frumenti corpora haeterogenea sunt, ad medium cribri coguntur, grana autem frumenti ad latera rejiciuntur. Ita Hobbes. Ergo etc.

Respondetur, id quidem evenire in allatis exemplis, dum vas, in quo sunt minuta illa copora, vel aqua, modo in unam librarum partem, modo in alteram. Sed tale quidpiam in Tellure contingere nemo usquam demonstravit. Tum rota valide in gyros acta secum trahit paleas, et alia corpuscula. Ergo id Telluris mota potius eveniret: maxime cum aer ipse gravitatione sua, et pressione in Tellurem nitatur.

Dicimus quarto, causam motus deorsum in corporibus naturalibus [p. 301] non esse solum Deum.

Probatur. Sine sufficiente ratione Recentiores illi Philosophi internam tollunt a corporibus gravitatis affectionem, et vim omnem causalitatis denegant creaturis. In quo dispendium faciunt totius Philosophiae: ut probabimus in sequente disputatione, quaestio 1. Non ergo Philosophi est ad Deum, veluti causam moralem, recurrere, quoties evidenter non constat causas secundas inceptas esse, nec satis idoneas. At in praefertiarum hypothesis omnes objiciunt. Recentiores illi, quae gravitatis originem ab extrinseco derivant. Sed Peripateticorum opinionem impossibilem esse, immo nec improbableem minime demonstrant. Quare non alia ex causa hanc ipsam renuunt approbare sententiam, quam tamen refellere non possunt, nisi quia Peripateticos

nolunt assentiri, et partium studio sunt praeoccupati. Lege proinde a Deo constituta docent gravia ab ipso Deo deorsum movens. Sed undenam noverunt illi rem ita se habere? Non nisi ex proprio Marte, et arbitrio. Cum igitur ejusmodi leges proponunt, quae re ipsa admittendas esse non probant; quid aliud praestant, nisi verborum sono Philosophiae studium complecti, Philosophosque illudere?

Dices. Incongruum non est, ad motus causam assignandam recurrere ad Deum, ut primum motorem. Id enim omnes Philosophi probant. Igitur non est inconveniens ad Deum recurrere pro causa gravitatis assignanda in corporibus.

Respondetur primum utique motus causam esse Deum, primamque iridem gravitatis originem a Deo esse repetendam. Sed quaemadmodum etiam causae creatae vi motrice pollent a Deo acceptae: ut in prima quaestione sequentis disputationis tuebimur, ita et in praesentiarum vim intrinsecam gravitatis in corporibus constituimus, quam Deus iisdem indidit, et communicavit. Quamobrem sicuti incongruum arbitramur causalitatem omnem motuum soli Deo attribuere, ita quoque in se praesenti differimus.

Dicimus quinto, Newtonianum attractionis, seu gravitatis principium nullatenus esse admittendum.

Probatur primo. Philosophos ea non debet admittere quae non probantur sufficienti rationi. Atque universale illud gravitatis, attractionisque mutuae principium, quam Newtoniani non sensibilibus tantummodo corporibus, verum etiam primitivis eorundem particulis adserimus, nulla sufficienti ratione probatur: quaemadmodum ex dicendis apparebit. Non igitur admittenda eset. Et licet ejusmodi vis attractiva, vel insita sit naturaliter pluribus corporibus, vel iisdem communicata, non tamen fas est inde colligere, eandem omnino inesse, nemo enim nescit, [p. 302] affectiones aliquas posse pluribus corporibus convenire, quin eadem omnibus aptari queant. Deinde gravitatis istius, et attractionis mutuae causa nullatenus a Newtonianis explicatur, et quod ait Newton, q. 41 Optices, fieri posse, ut ea attractiva impulsu peragatur, tum extrinsecam statuit gravitatem causam, de quo jam supra diximus, tam locum habere non potest inter primitivas particulas, ex quibus omnia primo componuntur. Quamobrem vis illa merito accensetur qualitatibus occultis, aequae eadem vim velut causam assumere gravitationis corporum, aliud none st, nisi notissimum affectum ex incognita causa repetere. Vidimus sane Gravessandum fateri, non solum ignotum sibi esse causam, cur corpora se se mutuo attrahant; sed etiam asserere, eandem *ex legibus Naturae notis minime deduci posse*. Quin et ipse

Newtonus in Principiis Mathematicis Philosophiae Naturalis, ad definitionem. 8, ingenue scribit: *Voces attractionis, impulsus, vel propensionis cujuscumque in centrum, indifferenter, et pro se mutuo promiscue usurpo, has vires NON PHYSICE, sed MATHEMATICE considerando. Unde caveas Lector, ne per hujusmodi vires cogites me speciem, vel modum actionis, causamve, aut rationem physicam alicubi definire. Igitur ea vis erit occulta qualitas, cuius nempe physica essentia nos latet.*

Respondent Newtoniani, vim attractionis non esse qualitatem occultam. Cum enim ea fit communis affectio materiae, opus non est illam distincte explicare, aut physicam ipsius causam nobis distincte innotescere. Hinc Newtonus q. 31 Opticae aiebat: *Haec principia (nempe attractionem, et vim inertiae) considero non ut occultas qualitates, quae ex specificis rerum formis oriri fingantur, sed ut universales naturae leges, quibus res ipsa sunt formatae. Quippe principia realia revera existere, ostendunt phaenomena naturae, licet ipsorum causa quae sint, nondum fuerit explicatum. Qualitatum occultarum nomen indiderunt Aristotelici non qualitibus manifestis, sed istiusmodi tantum qualitibus, quas in corporibus latere, quasque esse ipsas manifestorum effectuum causas incognitas existimabant.*

Verum haec responsio falsam qualitatis occultae ideam exhibet. Occulta enim ab omnibus Scholasticis ea affectio dicta fuit, et dicitur, cujus existentiam quidem attingimus, sed essentiam ignoramus. Haec prae caeteris elucet in vi magnetica, de qua suo loco dicturi sumus, eam nos latere. Extare in magnete vim attrahendi ferrum, nemo ambigit, sed quid ea vis praeseferat, seu quae sit virtutis illius essentia, hoc in abdito est. Ergo sicut occultam dicimus qualitatem magnetis, ita occulta qualitas erit haec universalis vis attractivam quam Newtoniani tradunt. Quamobrem [p. 303] cum Newton, q. 31 Optices doceat: *affirmare, singulas rerum species specificis praeditas esse qualitibus occultis, per quas re vim certam in agendo habeant, certasque effectus manifestos producans, hoc utique esse nihil dicere*, idem sane ferendum erit iudicium de ipsius Newtoni sententia, qua ibidem scribit, *exiguas corporum particulas habere virtutes, potentias, sive vires, quibus per interjectum aliquod intervallum agant non modo in radios luminis ad eos reflectendos, refringendos, et inflectendos, verum etiam mutuo in se ipsas ad producenda pleraque phaenomena naturae*. Mirum autem jure videbitur, Newtonianos huic vi gravitatis, seu attractionis determinatas, peculiariaque leges attribuere, quasi vero aut ejusdem physicam naturam perspectam haberent clare, ac distincte, aut saltem omnibus corporibus eandem inesse evidenter probarent. At nemo non videt, universales quasdam ingenitas materiae affectiones admitti a Philosopho non posse, nisi manifesta ratio easdem demonstret. Atque hinc.

Probatur secundo assertio nostra. Vis illa gravitatis, attractionisque mutuae nequaquam convenit omnibus corporibus, nec adeo est ingentia materiae affectio. Alioquin enim si mutua haec gravitatio locum haberet, omnia corpora in hac nostra atmosphaera existentia non permanerent invicem divisa, et sejuncta, sed natura vi se se attraherent; quod experientiae adversatur.

Respondeo eam vim gravitationis mutuae omnibus corporibus inditam praepediri, ne in actum secundum extat, a longe majori vi attrahente, quam Tellus in ea corpora exercet. *Si quis objicias* (inquit Newtonus lib. 4 Principiorum, prop. 7, coroll,1), *quod corpora omnia, quae apud nos sunt, has lege gravitate deberent in se mutuo, cum tamen ejusmodi gravitas neutiquam sentiatur; respondeo, quod gravitas in haec corpora, cum sit ad gravitatem in terram totam, ut sunt haec corpora ad terram totam, longe minor est, quam ut sentiri possit.*

Contra est. Experientia compertum est, liquida corpora homogenea se se invicem attrahere. Ita sane guttulae aquae, si alias similes tangant, in unum majorem guttam concrecente ut alias diximus. Quod ipsum ert in aliis licet intueri. At hoc nequaquam deberet evenire, data majori illa vi attrahente. Telluris haec enim praepediret vim liquidorum mutuam, ne in actum secundum exeat. Cum igitur id non contingat, palam sit, aut virtutem illam Telluri minime convenire, aut eandem virtutem impedire non posse mutuam corporum omnium attractionem. Deinde si corporum attractio a mutua gravitate materiae ingenita oriretur, eadem semper attractio contingeret, tametsi partes corporum texturam: motumque [p. 304] mutent; semper enim eadem deberet subsistere. At aquae particulae gelu correptae vim illam amittunt, caloris autem actione rarefactae in vapores abeunt, atque tunc non se se mutuo attrahunt, quin potius nova vi elastica expansiva se se alternatim repellunt. Quid igitur in causa est, cur affectioni diversis eadem materia proprietatem illam attractionis deperdat? Cur aeris particulae, licet homogenea, vim repellentem habent, non attrahentem, cum tamen ejusmodi vis attrahens omnibus corporibus inesse dicatur a Newtonianis, eademque materiae ingenita?

Probatur tertio. Newtoniani affirmant, omnia corpora plus, minusve gravitationis habere pro minori, majorive distantia a Tellure; et quo propria fiunt Telluri, eo majori gravitate pollere, quia vis attrahens Telluris augetur decrescente distantia; indeque Newtoniani explicant accelerationem motus gravium decidentium, quae velocior sit semper, quo corpora magis fiunt viciniora Telluri. At si res ita se habet, atque ejusmodi acceleratio ab ea oritur gravitatis lege, corpora gravia descendentia deberent semper motum suum accelerare, donec ad terram ipsam perveniant.

Experientia autem ostendit, accelerationem gravium decidentium, acquisito jam determinato velocitatus gradu, ad aequalitatem reduci, et ea corpora aequabili motu ad terram pervenire. Ergo doctrina ille Newtonianorum vera non est.

Respondeo. Corpora tunc aequabiliter descendere propter aeris resistantiam, quippe quo velocior est motus corporis decidentis, eo citius aer dividitur, adeoque magis aucto motus, deberet hanc divisio fieri momento temporis. Quod si corpora in exhausto Machinae Pneumaticae deciderent, sublata ibidem aeris resistantia, tunc sane motum suum semper accelerarent.

Contra. Aer magis. minusve resistit pro majori, minorive quantitate gravitatis in cadenti corpore existentis; atque aer iccirco magis resistit in primo temporis momento, quo corpus illud pedem unum, v. g. percurrit, quam in secundo, quo percurrit tres pedes, quia in primo spatio, utpote a centro remotius, minorem gravitatem habet, in secundo autem spatio cum fit centro propinquius, majori gravitate pollet; unde aer cedit, minoremque velocitatem corpus in illo spatio obtinet, quam in isto. Rursus si ferrea pila a summitate turris altissimae demittatur. ad turris medietatem momento temporis perveniens, viginti pedes, puta, percurrent. At si eadem pila non a summitatem, sed a turris medio dilabantur, non percurrit eodem tempore viginti illos spacii pedes quod tamen, data Newtoniana gravitatis leges, praestare deberet, [p. 305] quippe juxta Newtonianam doctrinam eatenus pila velocior est in medio turris, quando ab illius summitates descendit, quia in medio gravior est, quam in cacumine turris, nam in istius medio proprio est centrum Telluris. Denique experientia ostendit, ut postea declarabimus, in exhausto Machinae Pneumaticae corpora inaequalis gravitatis aequabiliter quoad sensum nostrum descendere. Quod si ab impetu impresso velis causam repetere, haec quoque erit petitio principii, quia posita Newtoni doctrina, ideo impetus pilae decidentis augetur, quoniam major sit pilae gravitas ex ipsius ad terram approximatione.

Probatur quarto. Si mutua vis attrahens omnibus insita est corporibus, lucis corpuscula, et Cometarum effluvia (saltem ubi remotiora sunt a Sole, et Cometis, nec propinqua sunt alteri corpori attractiva sua majore virtute ipsorum vim impediendi) deberent mutuam exercere propriam vim attrahentem, atque in novam aliquam massam concrecere, subindeque nova continuo Sidera procreare. Ex quamquam perexigua sint, minimaque subinde vi attrahente pollere dicantur, haec ipsa tamen, utcumque minima vis proportionem respondet eorundem partivate, atque adeo illa se se mutuo attraherent, ubi sibi invicem satis propinqua forent. Deinde Solares radii, qui in Planetas, puta Jovem, et Lunam impingunt, non attrauntur ab illis, sed repelluntur,

et quidem summa velocitate. Summa autem deberet tunc potius contingere attractio, nam summa, si Newtonianis credimus, vix attrahens inest Planeti, quia et Jupiter Satellites suos ad se trahit, et Luna corpuscula aeris subjecta, et aquam etiam aris elevat. Porro lucis radii materia subtilissimam constant: Newtono autem docente, *materia etiam subtilissima gravitate non destituitur.*

Objicit Newton, q. 31 Optices lib. 3 plurima experimenta, quibus attrahentem virtutem corporibus omnibus inditam putat suaderi, ut per eam vim ratio eorundem experimentorum apta reddatur. Primo enim inquit: *Quum Sal Tartari fluit perdeliquium, annon hos efficitur attractione aliqua, quae est mutua inter particulas Salis Tartari, et particulas aquae, quae vaporum speciem habentes circum in aere volitant? Et cur non Sal vulgaris, vel Sal nitrum, vel vitriolum, fluit itidem per deliquium, nisi quod istiusmodi attractionis expers sit? vi illa attrahente deinceps careat? Et unde est, nisi ab hac vi attrahente, quod aqua, quae per seipsa [p. 306] vel leni admodum repore distillat, e Sale Tartari tamen destillando elici non potest nisi magno calore? Et annon ejusmodi quoque vi attrahenti, quae inter particulas olei vitrioli, et particulas aquae mutua sit, attrahendum est, quod oleum vitrioli aquam satis magna portione ad se ex aere eliciat: cum autem semel saturatum sit, deinceps non amplius imbibat; et in distillando, aquam aegre admouere dimittat? Tertio quum aqua, et oleum vitrioli in unum vas insulae, concalescunt intermiscendo, annon ex calore alio apparet, magnum excitatum esse momentum in particulis liquorum? Et annon ex motu illo apparet, binorum ipsorum liquorum particulas intermiscendum magna cum vi coalescere, et consequenter ad se invicem motu cum accelerato irruere? Quod ipsum colligit ex aliorum effervescentia, et motu per commixtionem effectis, tum etiam quod spiritus acidus, qui facile a nitro emittitur, si vitriolo nitrum emmisceatur, eleuetur statim; et hoc quidem Newton attribuit majori vi attrahenti, quae inter alkalum nitri existat, et acidum vitrioli, Quarto, quum aqua fortis dissolvit argentum, non autem aurum, et aqua regia dissolvit aurum, non autem argentum, annon recte dici potest, aquam fortem satis quidem subtilem esse ad penetrandum aurum aequae ac argentum, carere autem vi illa attrahente; et aquam regiam satis quidem subtilem esse ad penetrandum argentum aequae ac aurum, carere autem vi illa trahente? ... Cum igitur spiritus Sal si praecipitas argentum d aqua fortis, annon hoc inde fit, quod is attrahat aquam fortem, non autem attrahat argentum, fortasse etiam id a se repellat? Addit Newton plura alia experimenta expositis similia, e quibus idem subinfert.*

Respondetur, ejusmodi experimenta potius probare, vim illam attrahentem non esse ingentem materiae. Nam si haec vis indita esset materiae, etiam sal nitri, et sal

communis eadem vim posserent. Dicendum est igitur potiore jure, vim attractivam in sale Tartari non a materia, sed ab illius forma oriri, quae ab aliorum salium forma diversa est. Hinc quanto sal alkalicum tartari violentissime, diuturneque igne in formam vitri reducitur, eam vim attrahentem deperdit, eadem materia permanente. Ignis porro mutare quidem valet rerum formas, non tamen materiam ipsam, aut essentielles ejus proprietatem. Haec ad primum.

Ad secundum. Si ratio, cur oleum tartari, et oleum vitrioli non amplius imbibunt vapores, esset quia deinceps careant vi illa attrahente: quando evenire posset, utraque simul commixta se invicem attrahere tanta vi, ut summam excitent effervescentiam? Oporteret affirmare, duas diversas [p. 307] virtutes attractivas illis inesse, alteram respectu aquae alteram respectu acidi in oleo tartari, et respectu alkali in oleo vitrioli. Quamobrem ea virtus attrahens non erit universalis lex naturae, sed peculiaris affectio hujus, et illius mutari ab ejusdem specifica forma proveniens.

Idem in tertio constat. Etenim nec omnia liquida corpora commixione concalescunt, aut magnum motum prae se ferunt, quare non materiae, sed formae effectus ille adscribendus est. Ita quoque si major illa vis attrahens spiritus acidi in vitro convenit Sali alkalicum nitroso, patet eam esse peculiarem istius salis affectionem, non autem ingentem materiae proprietatem: quae aliis mineralibus nequaquam convenit, non est proprietas materiae, sed particularis affectio magnetis.

Ad quartum. Inde sequitur attractionem corporum non a materia proficisce, sed ab eorumdem specifica forma. Hinc ea vis attrahens quandoque ab artificiali coporum minime oritur. Ita quando metalla ignis magni vi in vitri formam rediguntur, aut salibus, aut aliis rebus permixtis, vim acquirunt electricam attrahentem, quamquam nec metalla, nec saleds, nec res permixtae polleant virtute attraheanti paleas, aut alia minuta corpuscula etiam metallica.

Quamobrem dicimus internum extare principium gravitationis in corporibus. Sive jam istud principium ingentem dicatur materiae affectio, sive distincta qualitas. Id enim in medio relinquimus.

Sane sententia ista, quae gravitatem ab intrinseco repetit, quae gravitatem ab intrinseca, simplicior est, et verisimilior aliis omnibus Recentiorum hypothesibus. Potuit equidem Deus, Cartesio asseverante, tantum imprimere motum materiae, qui in eadem semper quantitate perseveret. Potest materia subtilis, ut affirmant Cartesiani,

motum imprimere aliis corporibus. Potuit Deus vim attribuere uncinatis atomis, ut arrepto per aerem gravi corpore, in Tellurem redeant. Cur igitur non potuit Deus talem vim imprimere corporibus, ut velut sponte sua in Telluris centrum nitantur? Facilius sane intelligitur ista vis corporibus omnibus communis, qua deorsum feruntur. Quod ipsum ostendit vel tanta inter se se Recentiorum dissensio, et altercatio.

Verum iniquunt Recentiores nullam se hujus interni principii ideam habere posse. Ejusmodi autem querimonias jam saepe rejicimus. Nulla sane est ideo clara, et distincta, fatemur. Nullam esse ideam subosbscuram, negamus. Atqui ideas claras, et distinctas hisce in rebus exquirat, frustraneo labore contendit, cum ad ultimas rerum differentias infirmam mentis nostrae aciem intendimus. Idipsum profecto pene omnibus in [p. 308] rebus nos ipsi experimus. Id evidentissime demonstrat tanta Philosopharum discordia.

Ex dictis colligitur, virtutem determinativam motus deorsum non esse repetendam ab externo contactu corporum cognatorum: ut exponit Maignanus. Valent enim hic pene omnia argumenta, quae contra Gassendum propusimus. Tum partes corporum ex quo se se tangunt, non queunt mutare determinationem sui motus, nisi et ipsa moveantur. Tum determinatio motus non est aliquid ab ipso motu distinctum. Ergo ex eodem principio et motum repetere possumus, et determinationem ipsam motus. Evincitur etiam gravis, et levis non habere vim se movendi a generante, quoniam permanent illa etiam post generantis destructionem; nisi velint Thomistae ab ipso generante communicari vim internam gravitatis, quaemadmodum et aliae affectiones communicantur: quod verissimum est. Empedoclis demum opinio corpus, motum gravium, et levium a Caelo repetentis, quatenus illud rapidissima sua revolutione corpora quaedam ad se trahat; alia vero propulset. Etenim res tota prohibito conficta est, et iisdem impetitur rationibus, quibus contra Recentiorum hypothesis disputavimus.

Utrum vero corporibus quibusdam naturalibus concedenda sit absoluta levitas, quaemadmodum aliis absoluta gravitas attribuitur. Inquisitio parvi momenti est. Levia sane corpora dicuntur illa, quae sursum feruntur, sive id ex extrinseca virtute obtineant, sive ab extrinseco sursum trudentur, quod minus isto sint gravia. Maxima aeris rarefactio in pulveris pyrii accensione causa est, ut in cuniculus turrium partes concutiantur, et sursum pellantur. Bombarda directa horizontaliter explodit pilam ad 800 passus; directa vero per lineam mediam inter perpendicularum, et horizontem, projicit pilam ad 2500 passus. Etenim tunc in grassionem aerem fertur, et qui magis divisioni resistit, nec circumundique ab aere aequabiliter sursum evehitur;

quaemadmodum in posteriori directione contingit. Ita si in phiala vitrea argentum vivum addensatum sit, tertiamque occupet phialae partem: deinde infundatur aqua stygia, seu fortis, et immediate postea occludantur phialae orificium, statim phiala crasso fumo impletur, et vehementem adeo moto concipit ut nisi maximo detineatur conatu, ad cubiculi fornicem advolet, ibique allidatur, et franguntur. Sursum porro tunc phiala truditur, quod aequaliter circumundique aer in massam illam agat.

[p. 309] **Quares primo**

Quaenam sit causa accerationis motus corporum gravium?

Etsi non defuerint Philosophi, qui gravia suum descendendo accelerare motum negaverint, ut Simplicius, et Arriaga; tamen pro certo habendum est, velocius ea in fine moveri, quam in principio, ut tradit Aristoteles, lib. 1 de Caelo, cap. 8. Multis quippe idipsum experimentis compertum est. Constat enim, corpora gravia, quo majori ex altitudine decidunt, eo majorem ictum in subjecta infligere. Gravis etiam ferit lapis ex majori, quam ex minori altitudine decidens. Id autem aliunde oriri non potest, quam ex velocitate motu, quem lapis ipse semper decidendo acquirit. Si etenim motus, et velocitas semper aequalis foret, eadem quoque vi, eodemque impetu semper impelleret lapidem, unde percussio major, vel gravior esse non posset. Ut vero rem ipsam exquisite, ac dilucide valeas perspicere, sume lapidem, ac fine illum ex ulnarum viginti altitudine cadere: tum numera vel penduli, vel tui pulsus vibrationes, eo temporis intervallo, quo lapis decidit. Et, si verb. gr. quatuor fuerint vibrationes, sic deinde, ut lapis cadat ex altitudine quadraginta ulnarum. Videbis autem non duplicari numerum vibrationum, quibus hic alter motus mensuratur sicuti duplicatur altitudo; sed cadere lapidem sex circiter vibrationum spatium. Evidens ergo est, minus temporis impendi in secunda parte, quam in prima. Adeoque evidens est, motum accelerari. Id ipsum apparet in pendulis, quae circulariter moventur. Nam, si globus (fig. 10, tab. 5) funi AB appensus decadat ex puncto C, non quiescit in puncto infimo B, ad quod vi gravitatis fertur, sed ultra progreditur in D ad eandem fere altitudinem, ex qua delapsus fuerat, quia nimirum descendendo majorem impetum acquisivit. Igitur, etc.

Haec eadem motus acceleratio, quae in corporibus perpendiculariter descendentibus observantur, in fine pendulis etiam deprehenditur, quae circulariter moventur, sive per varios circuli arcus excurrunt, et ad infimum punctum descendunt. Si enim corpus aliquod x (fig. 5, tab. 10) funi AB appensum ex puncto C decadat, ubi in infimo puncto B pervenerit ad perpendicularem, non quiescit, sed alterius ascendit ad punctum D, ad eandem fere altitudinem, ex qua descenderat; non alia profecto de

causa, nisi quod praeter gravitatis impetum, quo solo ad infimum punctum B descenderet, novu, quoque majorem impetum inter descendentum acquirit, quo ulterius progrediatur in D.

Objicit tamen Arriaga. Cadere [p. 310] pila coriacea, et lapis ex turri quamvis eadem velocitate moveantur, tamen pila illa nullum infert damnum, lapis vero constringet caput. Ergo ea diversitas repetenda non erit a majori velocitate motus, sed a vehementiori impulsu. Immo quamvis lapis velocius moveretur, haec tamen major velocitas nullam proportionem haberet cum excessu damni a lapide causati; pila enim nec minimum dolorem causavit, ubi lapis comminuit caput. Demum velocius movetur avis rapidissime volans, quam lapis decedens; et tamen lapis caput infrangit, avis vero non nocebit etsi alioquem tetigerit.

Verum allata paritas nulla vim habet. Neque enim nos dicimus, ex sola velocitate motus causari majorem impulsu, nam fatemur, in mobili requiri etiam proportionatam gravitatem, ita ut una sine altera minime sufficiat. Hinc major est impetus projecti lapidis, quam plumae. Immo resistentia moderata in mobili juvat ad motum, unde magis patitur ille, qui plumam projicit, quam qui lapidem; nam impetus brachio impressis a virtute motrice, excutit violenter brachium, quasi ipsam e corpore exellens. Tum major corporum durities deservit, ut major habeatur impulsus mobilis cadentis in subjectum corpus. Deinde explicandum manet Arriagae, undenam habeatur vehementior ille impulsus lapidis.

Alterum autem exemplum primo quidem nos minime impetit, sed et ab Arriaga solutionem expectat, manet enim et illi exponenda varii illius effectus causa. Itaque avis impetum, adeo vehementem non imprimit, quemadmodum lapis. Lapis enim durior est, ac gravior, atque toto conatu agit in subjectum corpus. Avis vero tum propter plumas, et mollitiem carnis, tum praesertim quia, cum sit vivens, se ipsum sustentat in aere, non imprimit impulsu juxta vires omnes suae gravitatis in subjectum corpus. Qua ratione gladiator solis manibus non confringeret caput adversarii sui, quamvis maximo certaret impactu; at si ferrum aliquod, vel lapidem haberet in manibus, minori etiam adibito conatu, propter lapidis duritiem caput collideret.

Quoniam vero gravium vires finitae sunt, resistentia autem aeris eo major est, quo celerior est motus, siquidem cum aer cuicumque motui ipsum sciendenti resistat, consequens est, ut magis etiam resistat velociori scissioni: ita si quis celerrime feratur, sentiet aeris a fronte quasi vento in se agitati resistentiam, quam sane non percipit,

dum tardius movetur: ita quoque si baculum in aqua lente moveas, modicam resistentiam deprehendes, magnam vero, si citius; hinc sit vires gravium finitas debilitari; et maxime in projectis imminui, ut etiam in istis cesset [p. 311] motus; quo agebantur.

Itaque his constitutis, causam modo inquirimus illius accelerationis. Circa quam variae extant Philosophorum sententiae.

Et primo quidem plerique ex Recentioribus ab eodem fonte gravitatem, ac illius accelerationem derivari putant. Eadem quippe universum causa, quae effectum simpliciter ponit, aucta ponit majorem. Unde Telluris magneticam vim, vel aeris pressionem, vel aetheri pulvisculi impulsus pro causa habent accelerationis. Quatenus quo grave est terrae propinquius, eo majori incumbente aeris, sive aetheris molle fortius, deorsum pellitur. Addunt autem plerique, multum ad ejusmodi accelerationem conferre aerem ipsum inferiorum, per quem fit motus, quia cum aer ille antea immotus magis in principio resisteret, concitatus postea a motu gravis, facilius cedit.

Verum has opiniones facile est ex dictis convellere. Valent enim omnia, quae in praecedenti quaestione contra gravitatis causam eandem protulimus. Quibus accedit, aerem resistentia sua retardare potius, non promovere motum. Tum aut aer ab initio motus corporis gravis, minus illi resistit, quam in fine; aut magis si minus, cur grave tardius ab initio movetur? si magis; hoc falsum est, siquidem medium suae qualiscumque continuitatis tenax, et divisioni resistens, magis resistit scindendi ipsum velocius, quam scindenti ferius: ut diximus. Grave autem, dum primo movetur, tardius aerem scindit. Crassities quoque aeris longe major in inferiori parte majorem etiam illius resistentiam facit. Postremo aeris resistentia vincitur quidem per motum gravis, non tamen minuitur: quaemadmodum qui arcum incurvat, vincit quidem aliquatenus ejus resistentiam, quae contra incurvationem est, sed eam non minuit, immo paulatim experitur majorem; ita et motus gravis resistentiam aeris non tollit. Quomobrem aeris resistentia impedit potius accelerationem.

Maignanus propos. 30, a n. 8, accelerationis causam ita explicat. Grave acquirit velocitatem, dum aeris resistentiam vincit. Hinc evidens est, quia motus ipse est victoria supra aeris resistentiam. Rursus omnis motus velocitatem aliquam habet, si comparetur cum motu possibili tardiore; velox enim, et tardum dicuntur respective, sicuti magnum, et parvum. Addit vero, ex sola majori motus velocitate in movente vividior, ac fortior esse ab eodem acti omnem movendi; per velocitatem enim

vis motiva est in actu, et viget: ergo per eandem majorem est magis in actu fortiusque viget. At vis motiva fortius vigens est nata celerius movere. Ergo celerior motus a sola est velocitate. Idipsum confirmat, quia velocitas, quam primo tempore fuit [p. 312] acquisita, conservatur eadem, salva, et incolumis tempore sequenti, et insuper eodem sequenti tempore nova velocitas acquiritur, eo quod urgeat continuo gravis pellentis nisus idem, immo major, et fortior, ex conjunctione scilicet sui cum velocitate prius acquisita. Haec Maignanus.

Sed ista nullius pene sunt roboris. Nam velocitas est motus ipse minori tempore idem spatium acquirens. Ergo quaemadmodum quando mobilem secundum partem spatii acquirit, prior motus non est, ita nec prior velocitas. Vel igitur Maignanus perperam effingit, motum esse quidpiam permanens, nec successivum; vel cogitur fluentem quoque velocitatem asserere, adeoque nullam unquam ipsius partem in mobili permanentem. Quo admissio, tota corrumpitur Maignani doctrina. Quod vero ait, per velocitatem vim motivam vigere, et esse in actu, lusus est in aequivoco. Etenim id verum est de actu non primo, sed secundo, qui vigorem, seu vires non facit sed supponit. Vis autem, quae major est actu primo, est nata fortius movere: non quae major est in actu secundo; nisi actus secundus sit ipse quoque operativus.

Uterius si illa Maignani dicta intimius inspiciantur, nudum esse verborum apparatus deprehendes, apertamque principii petitionem involvere. Accelerationis enim gravium, quae effectus est per experientiam notissimus, causam ignotam quaerimus. Maignanus vero non aliam causam affert, quam velocitatem ipsam, seu celeritatem. Quid autem ineptius, quam celeritatis causam inquirentis celeritatem respondere.

Propterea num. 12, ad gravitatem ipsam Maignanis recurrit, quatenus haec est, quae vi sua totam velocitatem acquirit, et conservat. Quamquam quia gradus velocitatis acquiri non possunt, nisi per partes, et nullo modo per saltus; consequens est, ut sensum ad majorem se velocitatem descendendo promoveat.

Versus ignoramus sane, quid sit velocitatis gradus acquiri per partes. Dicendum potius est, velocitatem minorem mutari in majorem, sicuti mutatur motus antecedens tardior in sequentem velociorem. Hujus ergo mutationis quaeritur in praesenti causa, quae non est in ipsa velocitate, quasi antecedens efficiat sequentem, aut ipsa se se; non in gravitate; cur enim gravitas eadem per idem medium descendens, modo illud tardius, modo citius impellit? In primo siquidem minuto supponitur unam ulnam

percurrere, in secundo tres. Si ergo viribus gravitas non est aucta, quomodo poterit cum medio ejusdem, aut forte majoris resistentiae non poterat?

Communis demum Peripateticorum [p. 313] opinio, quam nos amplectimur, accelerationis illius causam in impetu acquisito constituit. Quia per motum efficitur in gravi major semper, ac major impetus usque ad terminum accelerationis; qui impetus et gravitatem auget, ac motum proinde magis accelerat. Sane motu impetum officii, et majori motu majorem impetum, constat in projectis, quae a projiciente impulsam non accipiunt, nisi cum eo moveantur; et quo diutius cum eo moventur, eo fortius projiciuntur. Ideo lapidem funda longius, quam manu jactimus; motus enim lapidis in funda major est. Ideo ut falsum altiore edamus, sive ut obstaculum perumpamus, reprocidimus quaerentes motui majus spatium. Ideo arcum adductus, dum se restituit, sagittam impellit; et quo tenditur magis, eo magis ut se restituat, movetur, majoremque propterea impetum facit in sagittam. Certum igitur est ab experientia, motum impetus et majorem motus majoris impetus esse causam.

De hoc impulsu dicturi sumus agentes de causa continuati motus Projectorum.

Objicies. In Machina Pneumatica corpora, vel levissima celerrime moventur, et aequabiliter. Immo vix plumbum, celerius decidit, quam pluma; et aurum quam suberum; sed eadem omnium velocitate descendere videntur. Ita notat Gravesande in *Physic. Elem. Mathem. lib. 1, ca. 9, p. 19, n. 77* et pluries experientia comprobavit in Regiis Academiis Parisiensi, et Londinensi. Ergo omnis inaequalitas, et acceleratio descensus ex medii resistentia oritur.

Confirmatur. Per istam quippe sententiam optime explicatur, cur motus longe facilius communicatur mobili jam moto, quam eidem prius immoto. Elaterium enim aeris conservat motum in ipso prius existentem.

Hoc eodem argumento arbitratur plerique probari etiam posse. Gravitationem non esse corporibus intrinsecam, sed eam illis ab extrinseco convenire. Si enim gravia ex intrinseca virtute deorsum descenderent, haec utique virtus major esse in auro, quam in subero, in plumbo, quam in pluma. Adeoque in medio non resistente (cujusmodi est aether in machina pneumatica concentus) deberet aurum, et plumbum celerius descendere pro sua majori gravitate, quam suberum, et pluma. Quod cum minime eveniat, conficitur hinc, non vi intrinseca corpora descendere, sed propter externi aeris, vel aetheris pressionem, quae cum sit aequalis super illa corpora in machina

pneumatica, aequaliter etiam descendum quaemadmotum inaequalis gravium descensus ab inaequalitate pressiois derivatur.

Respondetur. Concedo primam [p. 314] partem antecedentis. Et distingo secundam partem: illa corpora decidunt aequabiliter, hoc est, nulla sensibili inaequalitate, concedo: omnino aequabiliter etiam re ipsa, nego secundam partem antecedentis, et consequentis inde fubillatas. Itaque in machina pneumatica, exhausto crassiori aere, celerrime qualibet corpora descendunt, quin fubrillis aer vel nullam resistantiam, exerit, vel fere nullam. Porro retardatio motus potissimum a medii resistantia depromitur. Unde lapis tardius descendit in aqua, quam in aerem, quia medium illud crassius est, ac magis resistit divisioni. Decidunt etiam aequaliter sensibiliter, hoc est, sine ulla sensibili inaequalitate, in illo subtili aethere ea corpora, quae in libero aere maximam, et sensibilem exhibent descendendo inaequalitatem. Quatenus nimirum, nullam sensibilem inaequalitatem in illorum corporum descensu tunc deprehendimus. Sed quid inde? Nulla ex iis sequitur consecutionibus, quas Recentiores colligunt. Enim vero in libero etiam crassiori aere duo corpora, quae longe inaequalia sint in pondere, et mole, aequaliter prorsus, eodemque tempore ad terram descendunt, si ex mediocri altitudine demittantur. Quia nempe, esto dubium non sit, aerem crassiorem uni corpori magis alteri minus resistere, tamen differentia hujus resistantia in mediocri illa distantia sensibilis non evadit. Quocirca et idem dicendum est confingere intra machinam pneumaticam, ubi medium, videlicet subtilis aether aequae proportionatus est auro, ac suberos; plumbo, ac plumae. Non ita communis aer; tenuitas enim plumae, et ramosa illius configuratio in causa est, ut non adeo facile crassus aer dividi possit: quare hic magis plumae resistit, etiam in mediocri distantia. At si corpora gravia pondere quidem, aut mole sint inaequalia, non tamen maxima adeo sit diversitas configurationis ipsorum, tunc certe in mediocri aequaliter descendere. Ubi vero distantia major est, tunc sensibilis evadit resistantia medii crassioris, unde et ad sensum inaequalitas descendunt. Ita expertus est P. Riccioli, et receset in suo *Almagesto*. Cum enim anno 1645, die quarta Augusti, ex altitudine 280 pedum romanorum antiquorum (nempe ex Turri Asellorum, quae Bononiae est editissima) demisisset eodem tempore duos globos cretaceos diversae magnitudine, quarum unus erat unciarum octo, alter unciarum quatuor; tunc observatum est, iterato quindecies experimento, graviorem globum percussisse pavimentorum, cum adhuc levior globus ab eo distaret uno pede, aut paulo amplius. Rursus idem Riccioli ex eadem altitudinem, eodem temporis momento demisit duos alios globos, [p. 315] unum pondere unciarum viginti, alterum pondere unciarum decem, sed ejusdem molis. Iterato autem duodecies experimento comperit, graviorem globum attingisse pavementum, cum levior ab eo distaret pedes quindecim. Ita et cum

ab eadem turri demisset duos globis pondere, et magnitudine inaequales; unius enim pondus erat unciarum 21, et drachmarum quatuor, alterius vero unciarum 11 et drachmarum quatuor; graviorem expertus est attigisse pavementum cum alter adhuc distaret a pavimento pedes duodecim. Ex quibus colligitur falsum esse quod ait Aristoteles libro quarto Physicorum, capite octavo, textu 74, gravia corpora in medio descendere velocitate proportionali gravitatibus ipsorum, ita ut pila ferrea millies gravior altera, millies etiam velocius descendat, quam ista. Nam si id verum esset, cum altitudo Turris, e qua captum fuit experimentum Riccioli, esset pedum 280 et inter pondus duorum globorum, haberetur proportio quasi dupla; debuisset gravior globus pavementum attingere, dum alter adhuc remotior est per pedes circiter centrum quadraginta: ut ratiocinanti perspicuum est.

Ut vero redeamus ad id, quod proposuimus: haec poterit haberi ratio, cur copora inaequalis gravitatis aequaliter ad sensum descendat in exhausto machinae pneumaticae. In medio enim non resistente, vel saltem nullam sensibilem resistantiam exhibente, duo corpora inaequalia gravitatis aequaliter sensibiliter descendunt, quia quanto unum excedit alterum gravitatem, tanto excedit etiam materia. Quare gravitas major majori materiae communicata, majorem effectum praestat, quatenus majorem materiae quantitatem deorsum trudit; in leviore autem, ubi minor est gravitatis, minor quoque extat materiae, unde velut compensatio quaedam sit materiae, et gravitatis, Quamobrem, si cetera sint paria, aequaliter sensibiliter copora illa descendunt. At, vero ubi medium crassius est, et majori vi resistens, tunc vel sola figurae corporum diversitas, vel partium tenuitas exhinere poterunt sensibus nostris ipsius medii resistantiam, quae tunc major erit.

Porro reipsa inaequaliter descendere corpora diversae gravitatis etiam in exhausto machinae pneumaticae, possumus confirmare experimento, quo probatur etiam ab aere subtiliori corpora tunc resistantiam pati. Ut enim in physicis experimentis recenset D. Poliner, sint duo corpora pondere aequalia, volumine autem longe inaequalia, alterum puta suberi, plumbi alterum, perfectumque invicem aequilibrium servant. Porro si in recipiente machinae pneumaticae constituentur, exsucto aere [p. 316] aequilibrium amittunt, suberumque deprimitur, et plumbum, elevat. Quia nempe suberum in aere densiore majorem patientur resistantiam aeris, quam plumbum, quoniam illius amplior est superficies, resistantia autem proportionalis est superficiei. At postea ubi suberum, et plumbum innatant aeri magis rarefacto, proindeque minus resistenti, plumbum attollitur, quia cum minorem habeat superficiem, respectu ipsius resistantia aeris minus decrescit, ac decrescat in subero ampliorem superficiem habente, adeoque sit, ut tunc relativa suberi gravitas major sit, et vi hujus aequilibrium

auferatur, suberumque descendat. Idem, vi cujus aequilibrium auferatur, suberumque descendat. Idem experimentum in amplio cartacea pila, et in pila plumbea evenire docet D. Nollet tomo 2, lectione 8, prop. 2, expe. 3.

Ut autem facile intelligas rationem eorum experimentorum, quae ex Patre Riccioli retulimus, atque percipias, cur gravia inaequalis ponderis, in medio resistente non aequaliter decident. Oportet animadvertere, gravitatem in corporibus, ut diximus, esse vim impulsivam, qua corpora deorsum feruntur, quae vis proportionata est quantitate materiae, quae in gravibus reperitur. Aer autem vim resistendi habet; sed illius resistentia, ceteris paribus, commensuratur superficiebus corporum immersorum, atque illis est proportionalis. Animadvertimus etiam, corpora ejusdem gravitatis specificae non habere eandem rationem superficialium, et voluminum, aut superficialium, et gravitatum. Quid quidem exemplo sic declaratur. Sit cubus plumbeus, cujus radix sit duorum digitorum, erit ejus volumen octo digitorum, superficies vero cubum ambiens, et terminans 24 digitorum superficialium. Dividitur ille cubus in octo cubos homologos, inter se omnino tum pondere, tum volumine aequales, quorum singuli erunt octava pars et ponderis, et voluminis cubi totalis, Quilibet ex his octo cubis habebit radicem unius digiti: ejus volumen erit unius digiti solidi: superficies ambiens, et terminans erit sex digitorum quadratorum, vel superficialium. Hinc liquet superficiem cubi particulis se habere ad superficiem cubi partialis ad superficiem totalis majorem habere rationem, quam volumen partialis ad volumen totalis. Ergo corpora ejusdem specificae gravitatis non habent eandem rationem superficialium, et voluminum; sed nec superficialium, et gravitatum quia gravitas non est superficiei proportionalis, sed massae, sive materiae, et in homologis massa proportionatur volumine.

Itaque in primo, et tertio [p. 317] Riccioli experimento, superficies globi habentis pondus quatuor unciarum habet majorem rationem ad superficiem globi octo unciarum; quam habet pondus quatuor unciarum ad pondus octo unciarum. Si quidem cum in corporibus homologis, sive ejusdem specificae gravitatis, sed volumen inaequalibus, superficies minoris majorem habeat rationem ad superficiem majoris, quam volumen minoris ad volumen majoris, ut diximus; et cum gravia homogenea habeant gravitates, seu pondera quantitati materiae, et volumini proportionalia; sequitur evidenter superficiem minoris illius globi majorem habere rationem ad superficiem globi majoris, quam pondus glonio minoris ad pondus globi majoris.

Ex his conficitur, debere cretaceum globum minorem in aere crassiore, ceteris paribus tardius descendere. Cum enim vis impulsiva praedictorum globulorum sit

eorum gravitati, seu volumine proportionalis; et cum vis resistiva, seu repulsiva aeris, fit proportionalis superficiei globorum; habebit vis repulsive minoris majorem rationem ad vim repulsivam majoris, quam illius vis repulsiva ad hujus vim impulsivam. Ergo vis repulsiva minoris habebit majorem rationem ad ejus vim impulsivam, quam habet vis repulsiva majoris ad hujus vim impulsiva. Atque adeo, caeteris paribus, et proportione servata, magis resistit aer gravitati minoris globi. Hic ergo tardius rescendet.

Habetis ex his rationem primi, et tertii experimenti. Pro secundo, cum globi sint volumine aequales, sed unus altero duplo gravior, erit materiae quantitas, quae est in graviore, dupla quantitate materiae, quae est in graviore, esse exempli gratia ut 1000, erit quantitas materiae in leviori 500. Itaque globus gravior habebit gradus 1000 vis impulsivae; levior autem solum 500. Ponamus autem, vires impulsivas aequales producere resistentias aequales producere resistentiae gradus, ut 10. Igitur hi resistentiae gradus communicari debent, globo habenti gradus 1000, quam habenti gradus 500. vis impulsiva. Quare dividendo 10, tam per 1000, quam per 500, invenies quemlibet gradum vi impulsivae in globo graviore debere sustinere $1/100$ partem gradus vis resistivae; quemlibet vero gradum vis impulsivae globo leviori debere sustinere $2/100$ partes gradus vis resistivae. Ergo duplo majorem, ceteris paribus, patietur ab aere resistentiam globus levior, quam gravior. Adeoque globus levior tardius moveatur necesse est, quam gravior.

Hinc igitur patet abunde responsio ad argumentum.

*

Physicae Pars III – Disputatio III – Quaestio IV De Luce

[p. 282] [...] Consequens est ex dictis, mentem nostram, dum objectum aliquod intuemur, percipere illud in se, non vero dumtaxat imaginem eius in fundo oculi depictam; ut putat P. Fortunatus. Nulla enim ratione quid probat. Nam quod, presso digitis oculo, objectum duplex appareat, hoc ex diversa axis optici directione, diversaque animae videndo agentis tendentia oritur. Eadem etiam ratione fit, ut agitato oculo objectum moveri videatur, et multiplicatum appareat, si per plura veli foramina, et in speculis plurium facierum conspiciatur. Alioquin enim semper duplex videretur objectum, cum duplex sit imago in Retina. Fatemur autem, objectum, dum geminatum apparet, non videri uti revera est in sese, licet videatur in se ipso, quatenus

semper visio fertur ad objectum ipsum, quamquam multiplex aliquando radiorum visualium, axiumque optidorum directio, animaeque subinde multiplex tendentiam, multiplicent interntionalem objecti praesentiam, et causae sint erroris. At inquit P. Fortunatus, certum est, cum faciem nostram in speculo conspiciamus, non ipsam faciem in se, sed ejus tantum imaginem tunc a nobis videri; ergo nulla res in se, sed in sue dumtaxat imagine a nobis conspiciatur. Verum nulla est hae consecutio. Etsi enim fateamur, imagines rerum posse quandoque habere rationem objecti, cum extra nos sunt, uti se habet imago faciei nostrae vel inspeculo, vel depicta; negamus tamen, imaginem esse objectum mentis nostrae, quamdiu est in oculis ipsorum in inspicendum.

De Reflexione, et Refractione Lucis, earumque legibus nunc [p. 283] agendum est. Quae sit autem Reflexionis, et Refractionis causa, in Physica Generali diximus. Prima porro lex Reflexionis haec esto. *Si corpus aliquod in alterius corporis solidis immobilis superficiem perpendiculariter incidat per rectam lineam, perpendiculariter etiam, sive per eandem lineam rursus resilit;* ut in pila experimur perpendiculariter in lapidem projecta. Secunda lex: *Si corpus aliquod in alterius polito corporis superficiem oblique incidat, ita ex altera parte resilit per lineam obliquam, ut efformetur angulus, qui dicitur angulis reflexionis, aequalis angulo incidentiae:* ut in pila obliqua in lapidem positum incidat, aut cum lapillum in stagnantis aquae superficiem oblique jacimus. Dummodo tamen impulsus primum lapidi impressus non plenum, et omnem effectum suum jacti obtinuerit; nec asperior objecti corporis superficies imminuat motum corporis incidentis; tunc enim minor futurus est angulus reflexionis, quam incidentiae. Ita enim ubi contigeris, pilam, tum aliud corpus oblique in alterius superficiem projectum, circumrotari, dum incidit, seu circa proprium axem gyrum perficere, tunc vel ipso sensu iudice apparet minime aequalem effici angulum reflexionis angulo incidentiae. Quia vero nullum plane corpus extat, quod asperitates aliquas non habet, etsi laevigatum maxime videatur; idcirco pro ratione asperitati, variae quoque est ratio anguli reflexionis. Si asperitas, et inaequalitas sit sensibilis, ad sensum quoque patet inaequalitas anguli reflexionis ab angulo incidentiae. Si inaequalitas, et asperitas non sit sensibilis, ad sensum quidem uterque angulus aequalis videbitur, sed re ipsa non erit ejusmodi. At in luce angulum reflexionis etiam re ipsas aequalem esse angulo incidentiae, omnes pene fatentur, sive illi, qui arbitrantur, lucem esse accidens; nam nullum contrarium luci esse docent: sive illi, qui lucem esse substantiam putant, quippe particulae lucis summae subtilitatis esse dicuntur, summeque mobiles, unde et facillime resiliunt.

Quod attinet vero ad refractionem, necesse est, ut id, quod refrangitur, non perpendiculariter incidat, sed oblique; alias recta tenderet. Refractionis porro istae sunt leges. *Si radius luminis ex rariori medio in medium densius oblique transeat, ita inflectitur, ut ad perpendicularem accedat. Si vero ex densioris in rarius, talis erit inflexio radii, ut ab ipsa perpendiculari recedat.* Prior lex exemplo ita ostenditur. Sicut crystallinum vas ABCD (fig. 2, tab. 9) vacuum: tum illius superficies AD cooperiatur charta, in qua unicum sit foramen E, per quod transeat radius F.

[...]

[p. 286] Secunda propositio. Non videmus nisi ea, a quibus secundum partem quamlibet visam ad centrum oculi duci potest linea recta. Sive, ut alii dicunt, Visio fit per lineam rectam. Haec apparet ex praecedenti.

Tertia propositio. Videmus rem per pyramidem. Haec patet ex prima, et ex superius dictis.

Quarta. Res duobus oculis conspecta clarius videtur, quam unico oculo. Haec apparet.

Quinta. Radii penicillorum e longinquo loco profecti minus habent divergi, sive minus a sese mutuo devaricantur, aut distrahuntur, quam qui e puncto [p. 287] viciniore prodeunt. Videte figura 7, tab. 9.

Sexta. Presbytae facilius objecta paulo remotiora vident, quam proxima; unde majori indigent luce, ut legant. Ducitur autem id ex humoris crystallini, oculi complanatione, laxatis musculis, quibus oculi comprimebantur; ut in senibus evenit. Unde radii a singulis objectorum propiorum punctis emissi, et nimium divaricati, non satis inflectuntur in oculorum humoribus, citiusque ad Retinam perveniunt, quam inter se sint conjuncti. Secus radii objectorum remotiorum, qui utpote minus divergentes, satis apte colliguntur, cum ad Retinam perveniunt. Videte figuram 3, tabulae 9, et figuram 7, tabulae 9.

Septima. Myopes, id est qui connivent, seu inclinant oculos ad videndum, viciniora melius, quam remotiora intuentur; unde minori indigent luce, ut legant, quia librum prius admovent. Oritur hoc, quia humorem crystallinum, vel oculum totum magis habent convexum, et Retinam, habita ratione hujus convexitatis, ab externa oculi superficie nimium remotam. Ex quo efficitur, ut lucis radii valide admodum in

eorum crystallino, aliisque humoribus inflectantur. Quare si ab objectis remotioribus ibi prodeant radii, cum tunc non sint admodum divergentes, ante colliguntur [p. 287] quam ad Retinam perveniant, nec proinde distantium objectorum speciem imprimere possunt. Sed si objectum ad oculum admoveatur, ipsique fiat proximum, ita ut radii a singulis ipsius partibus profecti multum a se mutuo divergant; tum quamvis valida sit eorum inflexio, non citius tamen coeunt, quam ad Retinam appulerint. Quae de dictis patent.

Octava. Oculi figura in nobis naturaliter variatur. Hac ex praecedentibus colligitur. Cum enim objecta viciniora spectamus, a quibus radii magis divaricati nituntur, tum oculum globosiolem fieri opus est, tum oculum globosiolem fieri opus est, seu anteriore parte magis convexum; Alioquin radii citius ad Retinam pervenirent, quam in uno ipsius puncto essent collecti. Cum vero remotiora contuemur, quorum radii a se mutuo minus recedunt, planior esse debet oculus, ne radii ante coeant, quam ad Retinam appulerint, alioquin visio foret confusa.

Dices. Ad distinctam visionem non requiritur, ut penicillorum radii a singulis objecti punctis, emissi in totidem organi visionis punctis uniantur. Non enim in solis punctis XOY (fig. 4, tab. 9) in quibus radii colliguntur, distincta sit visio, sed in omni spatio, in quo penicillis remanent inconfusi, id est a linea ZK ad arcum, seu lineam (I) (I). Quare etiam si oculus adeo sit complanatus, ut Retina sit in ZK, vel adeo oboingue [p. 288] ut retina sit in (I) (I) distincte tamen puncta ABC in visionis organo pingentur, adeoque citra confusionem percipientur. Hoc idem demonstrat experimentum Seneinerii libro primo fundamenti optici, parte 1, c. 8. Sit aliquod objectum, aut punctum in flamma, vel carbone accenso, aut in percusa fenestra radium A (fig. d et 9 tab. 9, et fig. 1 tab. 19) quod trans duo foramina in duobus chartae punctis EF aptata, uno tamen oculo videri possit: nam intervallum EF angustius esse frangitur, quam sit oculi pupilla; alioquin experimentum minime evenerit. Jam si propius ad objectum accedat ut in figura 9, tabulae 9, duo videbis puncta radiantis EF recto situ, id est F, in H, et in K. Deinde si sensim ab eo recedas, statim tandem aliqua occurret, ubi unicum apparebit objectum, seu punctum, ut in fig. 4, tab. 10. Denique si longius adhuc accesseris, iterum duplex videbitur punctum, sed inverso situ, ut in fig. 8, tab. 9. Adverte porro in iis stationibus, in quibus duplex apparet punctum, id unicum tantum videri, ubi charta, vel tabella, vel lamina EF ab oculo plane submovetur: quod certe non contingit propter aliquam figura mutationem efficiat sed hoc idcirco tantum accidit, quod radii intermedii objecta charta non amplius impediti, totum spatium HK colludirent, cum si antea ab eadem charta, sive ab illa parte EF, inter foramina E, et F interjecta, dividirentur, et consequenter duplex punctum radians exhiberent, sive in

situ naturali, dum nempe ante suum con cursum Retinam fursebant, ut in fig. 9, tab. 9 sine intervallo, cum tandem Retinam, post suam decuflexionem, feriebatur, ut in fig. 4, tab. 9. Oculi igitur figura pro diversa objectarum distantia non mutatur.

Respondetur [...]

[p. 289] Nona propositio. Pupilla variatur pro varia objectorum distantia, aut illuminatione. Si enim in speculo ad fenestram collocato magnitudinem pupillar observes, manibus ad tempora applicatis, ut lumen a lateribus affluens, ab oculo arctatur, eum dilatare conspicias; manibus vero remotis, denuo conspectui videbis. Eadem variationem animadvertes, si noctu candelam ardentem oculo alterius modo admoveas, modo ab eo removeas.

Decima. Quae sola majore mole compositas, ea, ceteris paribus, majore appareat, quoniam nempe eorum imago majus occupat spatium in Retina.

Undecima. Quae sub insensibili angulo apparent, insensibile in oculo habent magnitudinem. Hoc ex se patet.

Duodecima. Figurae multilaterae e longimquo spectatam apparere deberent rotundae. Potest enim figura ista esse remota, ut latera sub insensibili angulo appareant.

Tertio-decima. Motus triplici potissimum modo deprehenditur. Primo ex motu ipsius oculi, qui rem visam a loco in locum translata subsequitur. Secundo ex motione imaginis in Retina. Tertio denique ex comparatione mobilis ad alia corpora circumposita.

Quarto-decima. Quae celerrima videantur, totum per quod feruntur, spatium complere videntur. Ita dum pueri accensus tirione in orbem agunt, perfectum sibi violentum circulum igneum absolvere. Quoniam impressio ab iis facta in Retina secundum partes sibimet succedit.

Quinto-decima. Navigantibus navis stare, et litora moveri videntur. Motus enim navis est insensibilis iis, qui cum navi moventur, quia nulla in eorum oculis accidit mutatio, comparate ad ipsam navis. Littora autem spectari non possunt, nisi axis opticus in ea dirigatur. Porro hic continuo abutatur propter violentia cum navi motum, unde ad alias, et alias littoris partes dirigatur.

Sexto-decima. Res maxime distantes, [p. 290] etiamsi moveantur, quiescere videntur. Angulis enim, sub quo spatium a mobili maxime distant intra brevem temporis moram decursum metimur, penitus est insensibilis.

Decimo-septima. Stellae, et accensa lumina, dum eminus spectantur, majorem sui speciem noctu, majorem sui speciem nostra, quam interdiu speciem noctu, quam interdiu spargunt. Ratio redditur ex nona, et decima propositione. Papilla enim noctu apertior est, et major luminosi corporis imago in Retina depingitur.

Decimo-octava. Ambio oculi geminatum non vident objectum. Ratio patet ex superius dictis.

Decimo-nona. Manente eadem distantia objecti visibilis, et potentiae, corpus interpositum magis extensum, quam distent oculi a se invicem, quo est potentiae vicinius, eo majorem partem objecti aspectui eripit; quo remotius, eo minorem. E converso res accidit, si corpus minorem habeat extensionem. Res autem experimento patet, et ex prima propositione redditur ratio.

Vicessima propositio. Si centrum pupillae in directum habet lineae rectae ABN (fig. 10, tab. 9) linea instar puncti apparet. Idemque dicas de superficie, quae oculo directe secundum lineam opponitur; apparet enim ut linea. Quia posteriores partes radios ad oculum non immittunt.

Explicantur ex his Problema Vissus. Primo qui ex loco valde illuminato in obscuriorem se conferunt, statim nihil vident: Ratio redditur ex nona, et undecima propositione. Eorum enim pupilla, quae coarctata erat, ne lumine fortiori laederetur, aliquandiu eodem in statu permanet. Quare objecta in tenebris posita non immittunt per exiguum pupillae foramen eam radiorum copiam, quae ad illorum visionem necessaria est.

Secundo, prodeuntibus in lucem ex tenebris dolent oculi. Ratio ex dictis est, quia nimis magna luminis copia per pupillam adhuc ampliata inromittitur, quae Retinam laedit. Hinc forte bubones, quod pupilla eorum sit apertior, diuturnam lucem sustinere non possunt; nocte vero satis multos luminis radios recipiunt, ut objecta exterius posita videant. Idem de felibus dicendum.

Tertio porticum, et ambulacrorum latitudo eminus spectata contracta videtur ab iis, qui intra eorum latera parallela sunt constituti. Lineam enim propiorem sub majore

angulo cernent; ut apparet in fig. 11, tab. 9. Unde ratio redditur ex propositione decima.

Quarto. Venus rodunda apparet nudo oculo, itemque Saturnus, cum his ovalis sit, illa cornuta. Ex propositione duodecima redditur ratio. Unde per Telescopium naturalia illorum Planetarum figura apparet. Hinc Luna, [p. 291] utpote propios, cornuta videtur.

Quinto. Sol, et Luna aequales apparent, quia sub angulo ad sensum aequali videntur. Conclavis, parietis dealbatis, minora apparent, quia parietes videntur propiores. Agri etiam nive tecti minores apparent, quam gramine vestiti.

Aliorum itidem Problematum ex dictis facile redditur ratio, tum multa explicantur phaenomena. Ita e fundo putei, vel etiam ope telescopii, interdum Stellae videntur; cum enim earum lumen recta tunc in oculo dirigatur, et Solis radii non nisi oblique in oculum ipsum ingredi possint, ideo obscuritas, et longitudo partes, et telescopii impedit actionem radiorum Solarium, ac subinde Stellae videntur. Luna, ut alibi diximus, Horizonte proxima, apparet major, quia illius radii per maximam traeseunt atmosphaerae partem, plurimis sane vaporibus refertam, quia radios frangunt, ac dispergunt: quo modo radii per phialam aqua plenam transmissi objecta reddunt oculis nostris ampliora. Idem de Sole dicendum, quando supra Horizontem elevatur. Refractiones majores sunt in aqua ebulliente, quam in aqua frigida, quod major tunc sit motu particularum aquae: atque hinc ratio redditur, cur distantia Solis ab Aequatore minor videatur in Solstitio hiemali, quam in aestivo. Extat quaedam petra plurimum diaphana, seu crystallus in Insula Thulia: si lucis radius perpendiculariter supra illius superficiem incidat, in duos dividitur, quorum alter penetrat, quin refrangatur, alter refrangitur, et ambo simul geminatum objectum repraesentat. Sed hoc phaenomenon minime adversatur iis, quae de Refractione diximus. Duabus enim faciebus constant partes superficiei illius crystalli, quarum altera horizontalis est, altera inclinationem habet, unde objecta per eas visa geminata redduntur; idcirco unus radius incidit in planum horizontale, minimeque refrangitur, alter in planum inclinatum, ideoque refrangitur. Ob hanc ipsam rationem idem radii illis contigit, etiam quando in eam crystallum oblique incidunt. Funalis flamma apparet major, si constituatur in proportionata distantia, quam si proximior esset; quoniam videlicet flamma aerem illuminat; dum autem propior est, omnino discernitur ab aere illuminato, dum vero est remotior, non ita discernitur ab aere illustrato. Demum, ut alia emittamus, quaedam extant imagines, quae ex quacumque parte conspiciantur, videretur oculos in nos directos habere. Earum quippe nasus

aliquantulum in partem unam inclinatur, oculi vero in alteram. In unam ergo partem imagines illae videntur respicere, quia oculi ad illam [p. 292] dirigitur; in alteram itidem oppositam partem respicere videntur, quoniam nasi sumitas ad istam dirigitur, et quia tabula plana est, nos minime animadvertimus, oculos imaginis in locum oppositum esse directos.

Hisce igitur constitutis, jam ad propositam quaestionem veniamus, quae de Lucis natura est, tum et de Lumine ipso, quod non aliud videtur esse, nisi remissior quaedam Lux.

Epicurus cum primis cujus placita adoptavit Gassendis, aliaque sequuntur, arbitratur, Lumen esse corpoream substantiam in minutissimas particulas divisam, et a corpore lucido per aera, aliaque diaphana corpora diffusam, summaque velocitate impulsam, quae oculos feriens, visibile reddit objectum illuminatum, a quo ad oculum reflectitur. Non uno tamen modo rem exponunt. Alii siquidem asserunt, lucidas atomos a corpore lucido, puta a Sole, ab igne, a vermibus, a lignis putrefactis, quae sunt corpora lucem emittentis, perenniter fluere, atque per totum spatium continua emanatione diffundi: ad eum fere modum, quo ab aqua vapores, a terra exhalationes, prodire videmus. Alii docent, Lucem esse substantiam, non perenniter a corpore lucido emanantem, sed esse tenuissima corpuscula ipsi corpora luminoso, tamquam subtilissimae virgularum affixam quae radii dicuntur, et ejusdem luminosi corporis veluti comam constituent, atque haec cum Sole ipso, verbi gratia, circumagatur, eundemque et in Ortum et in Occasum comitetur. Hoc ipsum ergo docentem esse substantialem lucis effusionem.

Cartesius lucem nec substantiam, nec accidens esse voluit, sed motum, sive propulsionem ad motum. Supponit enim, ut alias diximus, Solem, et Stellas fixas ex particulis primi sui elementi fuisse formatas, quae quidem particulae vehementer in gyrum moventur, et exinde conantur recedere a centro sui motus versus circumferentiarum. Hinc secundum elementum, sive globulos premunt circa Solem existentes, et in rectam lineam impellunt; mox vero globuli sic pressi alios itidem subsequentes premunt momento temporis, et continua serie usque ad Retinam oculi, in qua similem motum efficiunt, cujus occasione per legem Dei excitatur in nobis idea Lucis. Cartesius diaphaneitatem sitam esse putat in recta pororum dispositione, per quos lux possit recta transire; sicuti e contra docet opacitatem consistere in carentia illius rectae dispositionis pororum, unde opacum corpus lucis trajectionem praepedit. Juxta placidorum Cartesii lux *formaliter* accepta esse idea mentis nostrae *efficienter*, vero, seu quatenus in objecto, ut est in actu primo visibilis, dici potest conatus, [p.

293] sive propensio ad motum, dum autem reipsa videtur, necessario st motus. Hinc Cartesius in libro principiorum lucem in conatu statuit, sed in libro Meteororum eam statuit in motu: ut videre est numero 4 cap. 1, atque idem docet capite primo Dioptricae numero 3, nam licet quamdam constituat actionem promptam, et vivacem, quae oculum versus tendit, postea tamen capite 2 lucis reflexionem declarans, non a conatu, sed a motu pilae, quae projecta resilit, exemplum assumit: quod equidem ratione consentaneum videtur, quippe corpus sine motu relire non potest virtute simplicis conatus. Ita lux ex Cartesii doctrina est principaliter motus primi elementi, secundario autem es motus secundi sui elementi; causa enim lucis non est Ceolum, seu aer, sed Sol. At Pater Malebranche lucis particulas parvos quosdam vortices esse putat, qua per rectam lineam moventur.

Opinioni huic altera accedit quorundam Recentiorum, qui, tamquam ex Aristotelis sententia docent, lucem esse materiam quamdam tenuem, claram, et puram, et semper diffusim per omnia corpora diaphana. Illius materiae particulas tradunt, etsi minime connexas, tamen sibi invicem correspondere per lineam rectam, adeo ut Sol, et alias corpora lucida utantur illis, quasi baculo, quo oculum moveant; agitando particulas illas ejusdem rationis, quae in oculi metibus reperiuntur, et impulsae feriunt nerveas fibrillas Retinae, unde lux ab oculo videatur. Diaphaneitatem corporis cum Cartesio explicant. Alio autem placet, corpora translucida, seu diaphana esse pororum angustiis, et tenuitate, quae correspondent particulis lucis, et motui earum.

Celebriorem autem Peripatetici arbitrantur, lucem esse affectionem accidentales, seu qualitatem, a substantia lucida, sive a corpore luminoso immediate productam in subjecto diaphano: quae quidem qualitas, utpote materialis, dependet a subjecto in fieri, et conservati, sed cum ex speciali naturae suae proprietate nullatenus radicetur in subjecto, minime a solo subjecto conservatur; quaemadmodum alia plurima accidentia; proindeque pendet etiam ab aspectu Solis, sive alterius luminosi corporis, quod ipsum in subjecto continuata actione conservat. Lux adeo *pro formali* est substantia. Ita docet etiam Scotus in 2, dist. 13.

Dicimus, lucem non esse substantiam corpoream, nec consistere in motu, aut in proportione ad motum, sed rite dici posse, accidentariam lucidi corporis affectionem.

Probatur prima pars primo quidem [p. 294] speciatim contra Aristoteles. Juxta Aristotelistarum sententiam fluiditas, et raritas a vacuolis disseminatis repetuntur, a quibus etiam pro eorum majori copia facilior redditur motus localis: condensatio vero ex eorum vacuolorum repletione fit. Porro hae omnia minime cohaerent cum

Atomistarum altera, quam nunc evolvimus opinione de locis natura. Pugnancia invicem ergo statuunt Atomistae; adeoque fateri coguntur, lucem non esse substantiam. Minor probatur. Innumeri pene sunt radii Lucis diurno tempore a Sole, ceterisque lucidis corporibus emissi, et pene tot, quot ferme dici possunt vacuola per aerem, etiam noctu, dispersa. Igitur si lux est substantia a corpore lucido effluens, per eam diurno tempore vacuola aeris replerentur, adeoque aer condensaretur, et nullum pene vacuum tunc in aere remanseret. Ergo diurno tempore aer densior, et vix vacuola aliqua intercipiens, longe praepediret motum localem coporum, quam aer nocturno tempore tenebrosus. Porro hoc ipsum manifeste experientiae adversatur, qua compertum sit, copora aequali pene velocitate, nocte, ac die moveri posse. Igitur oportet, Atomistae fateantur, suam hac de lucis natura sententiam cum primis ipsorum placitis minime cohaeret.

Probatur secundo. Corpuscula illa, in quibus Atomistae statuunt naturam lucis, fluunt ab ipsa lucidi corporis substantia, puta Solis, aliorumque lucidorum corporum. Porro percipere satis non possumus, ex perenni tot corpusculorum effluvio a Sole per tot saecula ab initio mundi usque ad nostram aetatem, Solis substantia, non esse penitus dissipatam vel saltem, ad sensum etiam, imminutam. Tam quiddam separare potuit separare potuit eas particulas a Solis massa, cum homogenea, et similia congregentur potius, quam separentur? Praetera quo se recepit tanta substantiarum particularum lucidarum copia, quae perenniter, tot saeculorum spatio, a sole effluxit? Deinde saepe contingit hominum nocta iter facientem perspicere lumen aliquod exiguum in denso aliquo rurali, ad quam non nisi nullarum horarum itinere potest pervenire. Porro intelligi non potest, per exiguam, ac tenuem lucentia flammam tot a se lucidas particulas consistere, quot necessaria sunt ad implendam sphaeram spatii, ex qua circumundique lux illa videri potest. Idem dicas de ligno putrido, de squammas piscis, et similibus.

Probatur tertio. Lux penetratur cum toto corpore diaphano. Atqui corpora ne quidem per divinam virtutem penetrari possunt, ut Epicurei docent. Igitur hae non est substantia corporea. Deinde lux Solis juxta Atomistarum [p. 295] sententiam est substantia ignea ipsius Solis, et proinde non solum corpora illuminat, verum etiam calefacit. Atqui calor Soli permeat papyrum, immo ligna, et parietes, lux vero nequaquam immo perdurante calore lux omnino recedit. Igitur, etc. Demum mirabile est, quomodo Solis atomi celerrime agitatae constanter adeo Solis imaginem servet, ut etiam per triangulare foramen ingredienti in aliquod conclave, sphaericam Solis figuram in objectis pariete depingant. Igitur, etc.

Respondent, atomos lucis subtilissimas esse, ac tenuissimas; unde ex illarum emersione a Solari corpore non potest ad sensum minui ipse Sol: solito contingit in odoriferis exhalationibus, nam una Hispaniae manica mirum ita modum odorem fuccini per multos annos redolet, quin sensibilibus diminuuatur. Quod si etiam Solis diameter imminuta esset per quingentas leucas; ecquidem in tanta distantia, et tanta mole Solis, eam imminutionem potest deprehendere. Quamquam dici potest, Solem multa alia corpuscula recipere a tot Stellis fixis, quae sibi vicissim lucem communicant. Addunt alii, Solem esse lucis centrum, et ideo lucem denuo sese recipere in sole. Docent autem Atomistae lucem non penetrari cum corpore diaphano, sed tantummodo transire per illius poros, qui recta sunt, ad differentia corporis opaci, cujus poris sunt recurvi, indirecti, et obstructi, unde lux permeare non potest per corpus opacum, sicuti transit per diaphanum.

Contra est primo. Quamvis fragantia floris, vel alterius rei dividatur, in particulas minutissimas, et per totum conclave diffundatur, non tamen videtur idem de luce dicendum, quae non diffunditur hoc, et illuc a vento, nec alibi fertur: sicut odoribus contingit. Aliunde autem lux ipsa deberet dispergi, et alibi in aere asportari, si cum eo misceretur: uti evenit scintillis, et flammae. Nec allata responsio argumentorum eludit. Nam cum per tot saecula Sol emiserit illa corpuscula lucis pro arbitrio dicitur eam Solaris corporis imminutionem saltem ab Astronomis percipi non posse, vel admittendam non esse, quippe mutua illa lucis communicatio inter Solem et Stellas fixas, Solem alieno lumine indignum facit, et in tanta Stellarum a Sole distantia prorsus imperceptibilis est, nullaque ratione probatur,

Contra secundo. Si Sol esset lucis centrum, jam effluxus lucis a Sole, ut pote extra proprium centrum, esset omnino violentum. Deinde vel lux in sese levis est, vel gravis? Si gravis, quomodo sursum ascendit? [...]

[p. 298] Contra 3. Corpus est, et dicitur porosum, quia intra suas partes plurimum habet meatus, sed partes ipsae porosae non sunt, nec corpus dici potest porosum secundum partes suas. Experientia autem ostendit partes a poris re ipsa distinctas. At in omnibus sensibilibus vitri partibus lux conspicitur, nec ulla experientia ostendit, lucem tantummodo in poris illius extare, adeoque vitrum dicimus diaphanum etiam secundum partes suas.

Probatur itaque secunda pars nostrae assertioris. Imperceptibile est, partes primi elementi ut placet Cartesio, Solem componentes posse talem ac tantum impetum rectum imprimere globulis secundi elementi Cartesiani, ut ad maximam adeo

distantiam moveas alias partes, seu alios globulias a maxima enim globuli isti sunt primi elementi particulas. Hinc si lux fieret per continuum impulsum partium materiae sibi invicem succedentium, et se continuo prementium, nunquam poterit lux reflectere, quia semper partes ita corpus opacum impingentes comprimerentur, et ibi detinerentur ab aliis partibus materiae. Explicari rursus non potest motus ille, quo Sol totam materiam caelestem premat. Nam si motus ille est continuationis, haec globulosum materiae volentissime impelleret omnia corpora; si palpitationis, lux modi corporibus inesset; modo non, quod experientiae adversantur. Sed et cum Sol circummundique objecta corpora illuminet, deberet Solis materia motu rapidissimo Diastoles, et Sistoles modo dilatari, modo perstringi; non enim moveretur secundum elementum, nisi a primo re ipsa prematur, et moveatur. Quod sane ridiculum commentum est. Deinde si lux est pressio, seu motus globulorum secundi elementi, quomodo Sol ipse erit lucidus? Numquid materia Solis ab alia premitur? Si ita est, jam oportet progressum admittere in infinitum. Si non premitur ab alia, sed circa suum centrum motu circulari torquetur, hoc idem dicendum est de tota materia caelesti primi, et secundi elementi, quae et ipsa in gyros agitur, ut putat Cartesius, particulae superiores materiae [p. 299] materiae subtilis, utpote quae conantur recedere a centro, premerent inferiores partes; atque idem quaemadmodum Sol sine alio Sole lucem emittit, sic materia quae est extra Solem, etiam nodis tempore, pressionem illam, hoc est lucem causaret; quod falsum est. Equidem Cartesius lucem *formaliter* acceptam in sola mentis nostrae idea constituit. Sed hoc ipsum refutavimus in secunda disputatione, quaestione quarta. Suponit etiam corpora in gyros acta conari, ut recedant a centro sui motus per lineas secantes, quod rejecimus in *Physica Generali*, disp. 9, q. 4. Quamobrem ex his etiam evertitur Cartesii opinio in *Lucis natura*. Ulterius lux aliquando producitur ab uno corpore Orientem versus, ab alio versus Occidentem, quandoque deorsum. Sed isti motus sunt inter se contrarii, et invicem pugnant. Ergo unus motus erit naturalis subtilis materiae, alter violentus. Ergo lux violenter saepe saepius produceretur. Maxime vero si duae faces directae sive oppositae, et post eas duo insipientes constituantur, rectus motus ab una effectus praepediretur sane a recta motu ab altera causato. Tum sicuti imperceptibile est a perexigua flamma lucernae tot prodire corpuscula corpuscula, ut e longiquo videri possit, ita dicendum percipi nullatenus posse, eam exiguam flammam efficere maximum adeo motum circumdique. Demum lux a nobis videtur. Atqui motus, aut pressio globulorum non videtur. Ergo lux non est motus. Ex ipsa ratio ut multae aliae relatae, urgent maxime eos Recentiores, qui cum lucem, ut objectum, extra sensus nostros admittant, lucis naturam in motu constituunt.

Sed et aliae urgent rationes. Nam silux dicatur motus globulorum, aut vorticum, cur nocte non possunt globuli, vel vortices vi aliqua premi, aut cur non poterit motus illius imprimi, ut proinde lux etiam sine corpore lucido appareat. Cum corpora, ut Recentiores docent, semper petant permanere in eo statu, in quo sunt; quid in causa est, quod globuli, vel vortices, Sole sese occulante, non ita moventur, ut prius? Sane projecta pergunt moveri, etiam destructo projiciente. Ergo et lux maneat in suo motu, etiam sublato corpore lucido, a quo primum mota fuit. Maxime cum lux nonhabeat contrarium. Recentiores autem affirmant, corpus semel motum, semper manere in eo motu secundum rectam lineam, nisi id impediatur extrinseca causa. Existentiam pariter suorum globulorum Cartesius minime demonstravit; quaemadmodum nec Malebranche probavit suorum vorticum existentiam. Non autem non [p. 300] facile assentimur dicentibus, et non probantibus. Supponunt etiam Cartesiani, lucis particulas rotundas esse, neque tamen id vere demonstrant. Quod enim inquit, rotundam illarum particularum figuram inde colligi, quia lux oblique in speculum incidens ita reflectitur, ut angulus reflexionis sit aequalis angulo incidentiae; id sane nihil probat. Nam sonus in motu aeris consistens, vel motus ille quem experimus, reflexiones patitur, uti lux ipsa, et Kircherus affirmat, sonum etiam refractionem pati similes refractionibus lucis; proindeque sonum appellat Simiam lucis. Ergo ne aer ipse sphaericis tantummodo particulis constat? Ergo ne partes aeris perfecte sphaerae, ac durae dici debent? Cartesius certe id negat, cum tertium suum elementum in aere cognoscat, eidemque figuras admodum irregulares attribuat, atque exiguis plumis, et funium subtilissimorum acuminibus eundem assimilet. Quod ipsum ostendit rarefactio, et condensatio, quam aer uberrime patitur. Denique si figura rotunda aptior videtur Cartesianis ad exponenda plurima lucis phaenomena; cuspidata quoque, et pyramidalis figura, quam Plato luci attribui, aptior itidem videtur plerisque aliis lucis effectibus explicandis juxta Recentiorum doctrinas. Igitur, etc.

Respondent, moveri in Sole solum particulas, quae sphaericas Solis superficiem componunt, neque has omnes simul moveri, sed aliquas dilatari, aliis interim sese constringentibus, mutua et vicaria relatione. Hinc semper madet motus materiae, et quidem motus aequalis; ac subinde non sequitur, lucem modo esse, modo non esse. Neque oculus percipere hoc ipsum potest, quoniam semper extat aequalis motus quarundam particularum Solem componentium. Addunt, perexiguam flammam posse in determinata, ac proportionata distantia agitare exiguam globulorum materiam usque ad oculos inspicientium.

Contra est. Etenim, ut diximus, gratis omnino effigitur vicarius ille motus particularum Solem componentium, neque ulla ratione probatur. Hinc Cartesiani

declarare non possunt, quatenus Solis particulae prius, quatenus vero posterius dilatentur. Quare gratuita illa responsio efficta est ad aludendum argumentum. Quomodo autem Cartesiani dicunt, exiguum flammam posse movere determinatas secundi elementi particulas usque ad nos, ita etiam affirmant Atomistae, eam Flammulam posse a sese effundere tot corpuscula moli suae proportionata. Quare ut ista responsio non sufficit, sic illa pariter non est idonea. Demum con Sol [p. 301] undequaque illuminet, saltem in aliquibus partibus materiae modo lux esset, quoniam aliquae modo praemerentur a sibi correspondentibus Solis particulis dilatatis, modo non premerentur, cum videlicet illae particulae sese constringerent. Porro hoc ipsum experientiae adversatur. Semper enim, ubique aer aequaliter illuminatus apparet.

Probatur tertia pars. Et primo quidem Peripateticorum assertio ex dictis descendit. Deinde per illam opinionem optime explicantur lucis phaenomena. Enim vero hinc bene colligitur repentina conclavis obscuritas, clausa fenestra; nam lux conclavis statim perit, cum per opaci corporis interpositione privatur adspecta Solis, a quo dependent. Hinc etiam bene intelligitur, quare Solis radius non per omnes conclavis partes extendatur, sed per eas solum, quas Sol directe respicit; lux enim ita dependet ab aspectu Solis, ut nullibi stat et nullibi conservetur, nisi ubi Soli respicit. Idem de luce aliorum corporum dicendum est. Lux pariter orbicularem figuram ibique format, quia Sol immediate ipsam producit in qualibet parte subjecti; unde lux sequitur rotundam Solis figuram. Hinc declaratur, quomodo exigua lucerna a longinquo videri possit, quia nempe lucem transmittit oculum, et in oculum imprimit luminosum radium; ut docet Scotus in 2. d. 13. Hanc ipsam sententiam tradidit Aristoteles lib. 2 de Anima, c. 69 dicens: *Lumen est actus perspicui ea ratione, quae perspicuum est ...neque ignis est, neque omnino corpus, neque corporis est illius defluxus ... Fieri namque non potest, us in eodem sint duo corpora simul.* Caetera patebunt ex solutione argumentorum. Igitur, etc.

Respondet P. Fortunatus, alias qualitates non pendere in conservatione sui a suis causis, intend [sic] etiam, sive augeri a diutina causae praesentia in eadem subjecti parte, et diffundi, seu effici etiam per lineam obliquam; proindeque idem dicendum esse de luce, si haec sit qualitas. Probandum esset etiam, dependentiam illam luci convenire, quae longe difficilior captu est, quam sint globuli, vel vortices Cartesiani.

Contra. Quae de Luce diximus, probatur experientia, quae sane sufficiens ratio est. Ita profecto acto vel ipsi Recentiores non nisi experientia probare possunt lumen a praesentia lucidi corporis pendere, a diuturna ipsius praesentia intensive non augeri, atque non nisi per rectilineum propagari. At nulla experientia ostendit Cartesianos

globulos, aut vortices. Fatemur, eam dependentiam peculiarem esse luci, sed illa non adversatur notione, et essentia qualitatis: novum autem non est, qualitates diversas pro sua essentiae varietate ita se [p. 302] habere, ut una quidpiam speciale connotet, quod altera non prae se fert. Caeterum etsi lux a diuturna corporis lucidi praesentia non augeatur, tamen capax est intensionis: quorum utrumque experientia ipsa demonstrat.

Objic. 1. Lux refrangitur, et reflectitur ut antea diximus. Ergo lux est corpus. Etenim refractionis et reflexio sunt proprietatis corporis, nec intelligere possumus, radium incurvari, et reflecti, nisi compur sit.

Respondetur ex doctrina Scoti in 2, d. 13, par. *ad argumenta*, refractionem, et reflexionem dici de luce *metaphorice*, quatenus sicuti baculus, cum frangitur, et pila cum resilit, efficiunt angulum, ita etiam lux, cum refrangi dicitur, et reflecti. Hoc tamen interest discrimen, quippe baculus, et pila ad alteram partem declinant; at radius lucis rectus manet in suo subjecto, in quo postea a lucido corpore efficitur radius reflexus, et aliud aliudque lumen de novo fit. Quamquam enim lucidum corpus indifferens dicatur ad lumen in omnem partem producendum, tamen tunc determinatur a superficie objecti, ex. gr. speculi in quod agentis actio primo fertur; quia autem lux non habet contrarium, et suapte natura per rectilineum sit, ut experientia ostendit, iccirco causa tunc habetur, cur utriusque luminis anguli sint aequales. Contingit autem aliquando, radium reflexum esse imperfectiorem, quia virtus luminosi agentis finitima est, ac debilitatur, nec coadjuvatur a corpore in quo lucem directe primum produxit.

Refractionem porro, et reflexionem lucis metaphorice dici, non autem proprio, et stricto sensu, vel ipsi Atomistae fateri coguntur. Enim vero cum particulae lucis sint tenuissimae (dicuntur enim atomi partibus omnibus carentes), non habent profecto talem duritiem, aut soliditatem, ut ad instar pilae lusoriae reflecti, ac refrangi valeant; hinc defectu duritiei nec lana, nec stупpa, quamvis ingenti impetu in faxa impingatur, reflectere, aut retrocedere potest.

Tum maxime, corpora, quae refranguntur, e raro in densum migrantis, recedunt a perpendiculari, quoniam eorum motus ex duobus componitur, nimirum ex perpendiculari, qui a gravitate oritur, et ex horizontali extrinsecus impresso; Lux vero non ita se habet, nam ad perpendicularem accidit. Quamobrem consequens potius est, lucem non esse corpus, nec eodem modo refractionem de ea dici, quo de reliquis corporibus.

Demum cum accidens non sit sine subjecto, ea omnia de luce dici poterunt ratione subjecti, videlicet aeris illuminati; unde ratione subjecti lux etiam dicitur localiter moveri. Id vero ita accipiendum esse animadvertimus, quomodo sententiam nostram in *Physica* [p. 303] Generali declaravimus, ubi de calidis corporibus locuti sumus. Aer enim, seu aether lucidus est per qualitatem lucis, permeat autem in vitrum ex sese, sive lucem habet, sive non. Ipse autem aer in sese capax est reflexionem cum elasticus sit; unde aer sonorus, instar pilae deflectitur; eadem quippe trementis aeris pars, lineam incidentiae, et lineam reflexionis percurrit.

Objc. 2. Lux Solis colecta in concava crystallo ignem causat, quoniam tunc Solares radii colliguntur. Accidens porro non potest producere substantiam: ut diximus in *Physica Generali*. Tum nonnisi corpora colligi, et uniri intelliguntur. Hinc radii Solis incidentes in aditum camini impediunt, ne fumus tam cito efrediatur; atque adeo sunt corpora. Rursus una ex proprietatibus substantiae est non habere contrarium. Atqui lux non habet contrarium. Lux adeo est substantia.

Responsdetur, ignefactionem illam vel a corpusculis ignitis per aerem dispersis perfici, quatenus illa colliguntur tum actione Solis, tum lentis, et speculi figura, et positione, quae concitata a Sole corpuscula in unum contrefacit; vel a Sole per aequivocam actionem produci; virtus quippe aequivoca Solis a circumstantiis, subjectique dispositionibus determinatur ad eum effectum producendum: quaemadmodum universim loquendo causa aequivoca pluribus specie dissimilibus effectis producendis idonea, a circumstantiis, et subjectae materiae dispositionibus determinatur, ut unum prae alio afficiat; nec oportet univocam aliquam actionem tunc haberi, uti P. Fortunatus contendit, ut ea determinatio contingat. Radii autem Solares dicuntur colligi in foco speculi, ut in ejusdem foco fortius exerceatur; nam ex varia subjecti, vel obicis, vel termini dispositionibus, actionis diversa determinatio oritur, ut in omnibus pene experimentis corporeum est: quaecumque tandem sit effectuum causa.

Quoniam vero calor, qui Solares lucem comitatur, rarefacit tum egredientem e camino, ideo illius exitus praepeditur, et retardatur: quin etiam hic ipse effectibus attribui poteset luci pro materiali; nam, ut diximus, lux non est sine subjecto.

Substantia autem non habet contrarium, propria, et rigorosa contrarietate, quatenus ex sese una substantia non opponitur alteri speciatim. Non est autem proprietas substantiae excludere contrarium positivum. Porro lux hoc sensu dicitur non habere contrarium, quatenus nullum positivum luci adversatur; tenebrae enim non sunt nisi

privationes lucis. Sed et substantia non est immediate sensibilis: alioquin peracta consecratione, [p. 304] illius absentia deprehenderetur in Sacramento Altaris. Atqui lux est immediate sensibilis. Ergo lux non est substantia.

Alii dicunt, ignefactionem illam ibi ipsis Deo immediate fieri: cum nulla causa secunda videtur ipsis nunc praesto esse ad eum ignem producendum.

Objicies 3. Sacrae Litterae affirmant, lucem fuisse creatam. Porro solae substantia creantur. Ergo significatur, lucem esse substantiam, cum dicit Geneseos c. 1, v. 3: *Fiat lux, et facta est lux*. Quae verba, ut referunt, Augustinus expendens ait: *Lux est substantia corporea, summe multiplex in efficacia, summe mobilis, et absolute penetrationis ... principium motus, et origo*, Et Theodoretus in Genesim, n. 7, inquit: *Lumen substantia est, et subtilissimum et cum occideris, rursus oritur, et cum abierit, revertitur*. Eodem modo plerique alii Patres loquuntur. Ergo lux est substantia.

Respondetur, probabilis satis fundamento dici posse, primum quidem a Deo creatus fuisse quasdam lucidas substantias, quae exinde in Solem, et Stellas formatae sunt; unde lux pro materiali est substantia: quod SS. Patres intendunt, qui subtilem hanc quaestionem non evolvere. Ita lux ratione subjecti sui dicitur mobilis, et motus efficere; quamquam pro formali in qualitas, ut loquitur S. Joannes Damascenus, lib. 2 de Fide orthodoxa, ca. 7.

Objicies 4. Aristoteles in libro de sensu et sensibili, c. 3, ait: *Inest aliquid igneum in perspicuo, cujus praesentia lumen est, et privatio tenebrae*. Et lib. 5 Topicorum, c. 5, scribit: *Non est una species ignis, quandoquidem specie differunt pruinae, et flamma, et lux quorum unumquodque est ignis*. Et sectione 11 Problematum, probl. 33, inquirens, *cur nox ad audiendum aptior est, quam dies?* Respondet: *aer interdiu densus, ut qui luce, radiisque refertus sit, noctu autem rarior, quod ex ea ignis, et radii recesserunt, quae corpora esse diversis*. Censet ergo Philosophus, lucem esse substantiam.

Respondetur, neminem dubitare posse de mente Aristotelis, ubi locum laudatum libri secundi de anima legerit, in quo expresse rejicit corpusculorem sententiam, atque differre mentem suam exponit, et contra Empedoclem defendit. Citato ergo priore loco cum ait, *aliquid igneum inesse perspicuo*, non aliquam substantialem ignis partes significat, sed accidentariam quamdam ignis proprietatem. Cum enim lux affectio igni connaturalis, recte dicuntur esse aliquid igneum, quia ignem ipsum veluti connaturalis affectio comitatur. Secundo loco laudato Aristoteles aetheream

substantiam appellat ignem propter summam mobilitatem: licet fatemur illam non [p. 305] esse ignem substantia sua, ud diximus in *Physica Generali*. Tertio loco Aristoteles primum quidem ex Democriti, Empedoclis, et aliorum sententia differi, et probabilem ab ipsis allatam causam exponi; tum postea ex propria mente rationem, cur die minus audiamus, assignat, quia videlicet diurno tempore homo pluribus est intentus, at sensus in nocte minus quam in die distrahitur, quod et attendi potest ex rerum omnium quiete, quae in nocte habetur.

Objicies 5. Accidens non potest naturaliter existere sine subjecto. Atqui in tubo Torricelliano lux apparet, cum tamen ibi sit vacuum in ipsius tubi summitate. Igitur, etc. Secundo si lux est accidens, in corporibus caelestibus admittenda foret eductio, proindeque et alteratio: quod falsum est. Tertio nullum accidens migrat de subjecto in subjectum. Ergo lux non eset accidens. Alioquin cum radius illuminans aquam fluminis decurrentem perseveret immobilis, lux ipsa de subjecto in subjectum emigrat, hoc est, de una parte ad aliam partem aquae decurrit. Quarto lux non pertransit nisi poros corporis diaphani, nec totum diaphanum illuminat. Nam si charta excipias Solares radios per interpositam crystallum trajectos, videbit umbram crystalli tenuem; ad cum modum quo videretur, si radii Solares per tenuissimam telam trajicerent. Igitur radii Solares transeunt solum per poros: alioquin interposita crystallo ita clarescerent, ac si nihil interpositum fuisset.

Respondetur ad primum. Epicureos sibi contradicere, dum ajunt esse in vacuo, et lucem esse corpus. Si enim in tubi illius summitate substantia lucis substantiae existit, ibi sane non est vacuum sensibile, et coacervatum: ut diximus in *Physica Generali*. Ibi ergo lux extat, cujus subjectum est aetherea substantia, et subtiliores mercurii partes.

Ad secundum. Cum lux non habeat contrarium positivum, ideo in illius productione non contingit alteratio, licet ipsa lux dicatur educi, quate nus pendet a subjecto in fieri, et conservari.

Ad tertium. Eo argumento impetitur Atomistarum sententia, ut diximus. Itaque dicimus, eam lucem, quae currentem fluminis aquam collustrat, mutato subjecto, seu recedente aqua ab aspectu Solis, successive destrui, aliamque lucem similem in subsequente aquam a Sole produci, ideoque revera distinctam lucem succesive effici, licet eadem lux perseverare videntur: sicuti accidit in ipsa fluminis aqua, cujus una aprte alteri similis succedit, adeo ut videatur semper eadem, cum tamen fit semper numero distincta; unde ajebat bene Senec. in ep. 59, *In idem flumen bis non descendimus: Manet idem flummis nomen, aqua transmissa est.*

[p. 306] Ad quartum. Negamus antecedens. Utique non extat crystallus adeo limpida, ut maculas aliquas non contineat, sive partes opacas, per quas procul dubio non transit, nec efficitur lux. Atque hinc fit, lucem, quae per medium crystallum in charta efficitur, non adeo claram videri, sicuti si nihil interponeretur. Hinc tamen non sequitur, non omnem diaphanum crystalli partem interius, exteriusque susceptivam esse lucis. Corpus ergo diaphanum lucem suscipit secundum se totum; opacum vero tantummodo secundum eximam superficiem.

Objiciens 6. Lux producitur in instanti. Porro hoc fieri non posset, si lux est accidens. Vel enim produceretur a corpore lucido in parte subjecti sibi proxima, et exinde ad alias migraret. Vel lux in prima subjecti parte producta aliam lucem procrearet in loco sibi proximo, et haec aliam per totum spatium. Vel Sol lucem efficeret immediate in omnibus hemisphaerii partibus etiam distantibus. Primum, et secundum fieri nequeunt in instanti, ut patet. Tertium videtur impossibile: nullum enim agens creatum potest agere immediate in distans. Igitur, etc.

Respondetur Atomistas cum primis urgeri allato argumento. Quomodo enim lucis corpuscula poterunt in instanti a Sole ad nos pertransire, totumque hemisphaerium replere. Igitur si dicamus lucem in instanti a Sole, aliisve corporibus luminosis produci, ea sane immediate efficitur in omnibus spatii partibus, quippe agens creatum immediate agit in totam suam sphaeram, simul afficiens in parte luci proxima, et in parte remota, ad quam virtus agentis potest se extendere. Caeterum lux non in instanti producitur, aut diffunditur. Newtonianus enim in Scholio ad propositionem 46 Principiorum Mathematicorum Philosophiae Naturalis arbitratur lucem per magnum orbem diffundi quadrante circiter horae. Idipsum alii Philosophi affirmant. Nec sane improbabilis est, crassiorem aerem retundere velocitatem lucis, sive luminosi agentis actionem nonnihil retardare, seu praepedire.

Objicies 7, pro Cartesii sententia. Nullum corpus lucet, nisi idem moveatur; ut in igne notissimum est. Sic lapis Bononiensis, cum calcinatus fuerit, Solaribusque radiis, aut etiam diurno aeri expositus, in loco obscuro lucet. Sic mare tempestate agitatum, saccharum, dum nostre celeri motu cominuitur, velium pili vehementius motu nocturno tempore, et ligna putrida, ac quidam pisces putrescere incipientes, radios, scintillas, aut lucem emittunt, quia nunc partes habere celeri motu agitatas. Idem videtur in adamante rudi, et non terso, qui nunc est penes Magnae Britaniae Regum; adfrictus enim duriori praesertim corpori radios [p. 307] instar lampadis evibrat, id quoque patat in hydrargiro cujusdam Barometri, quod in Parisino Regio

Observatorio extat; succussum quippe in tenebris scintillas emittit. Quae omnia evidenter probant, lucem nihil aliud esse, quam motus celerem partium subtiliorum.

Confirmatur. In multis noctilucis microscopio observatur motus intestinus partium. Lux ergo in illis est motus. Per motum quoque ex arundinibus Indis invicem fricatis, et ex silice, ac calyce affricatis. lux emittitur. Idem patet in pluribus Phosphoris, sive noctilucis; processu enim chymico hic disponuntur, ut in tenebris per agitationem, et motum partium lucem emittant. Ejusmodi Phosphori tum sicci sunt, sunt fluidi. Qui siccus est, in picide vitro suo operata apratur, et in die aeri paululum expositus, etiam cum caelum nubibus obducitur, vim illuminantem haurit, quam in loco obscuro per octo, et amplius horae minuta saepe retinet, Phosphorus liquidus, seu fluidus in phiala concluditur, atque si vel digitum intingas, hic in tenebris lucem non mediocrem vibravit. Aliud genus Phosphori paravit Dominus Lamery in quacumque materia vegetabili, aut animali. Si enim haec materia per artem chymicam aliquandiu igne excoquatur, redditur liquor, vel pulvis, qui in vase bene clauso si post aliquantulum temporis denuo emittatur in auras, lucem, et flammam praebet. Dicitur piscis ex omni parte carnea substantiae suae lucem emittit. Porro haec omnia lucem non habent aliunde, nisi a motu subtilis materiae, quoniam in iis omnibus necessaria est agitatio, vel frictio, vel communicatio cum Sole, aut aere. Neque putandum est, lucem, tanquam accidens, hisce materiis inhaerere: alioquin semper lucerent. Quare dicendum est, ea phaenomena contingere, quoniam pori illorum corporum ita disponuntur, ut subtilis materiae transitum partim admitto, partim impediendo eandem ad velocissimum motum sollicitent. Igitur, etc.

Respondetur nos minime inficiari, lucem aliquando cum motu esse conjunctam, ut in igne apparet, sed unice negare, lucem ipsam esse *formaliter* motum, aut sine motu locali extare non posset; alias ubicumque motus extaret, ibi lux videretur, et nullum corpus solidum (cujusmodi esse astra ex eorum constanti figura, et motu colligitur, lucidum esse potest, et lux sensibilis deberet utique esse motus sensibilis: quae tamen falsa sunt. Lucem porro non esse motum eadem illa experimenta probant. Lapis enim Bononiensis, et adamas ille rudis, noctu dum lucerit, non percipiuntur esse in motu; et dum calcinatur ille, ille vero die atteritur, nullam lucem habere videtur, cum tamen tum maximus motus cieatur. Sic etiam lucem in [p. 308] lignis, in piscibus, et similibus putrescentibus ex motu non fieri inde probatur, quia caetera copora, quae putrescunt etiam citius, magis in auras dissipantur, et tamen lucem non emittunt. Sabe citius corrumpitur cadaver, quam lignum, partesque illius, dum dissolvuntur, maximo agitantur motum, foetorem tamen tantummodo, et non splendorem effundit. Ita et metalla liquescentia lucem non emittunt, cum tamen illorum partes maxime agitentur.

Muscae quoque noctilucae, aliquale saltem tempore post mortem, lucem emittunt, cum tamen non perseveret tunc ille motus, qui in parte earum lucida, dum viverent, extare dicitur, et lucem procreare.

Itaque lux lapidis Bononiensis non ex motu repetenda est, sed ex ipsius materia aliquatenus perspicua versus superficiem, gypsea, sulphurea, nitrosa, sandarachina, arsenalica, aut simili. Illa enim materia facile alteratur a luminosis radiis, et quoniam viscosa etiam est, tum ex se, tum ex praeparatione chymica, idcirco conceptum lumen aliquatenus retinet, etiam transacta actione corporis illuminantis, donec per aerem lux extingatur, quatenus aer comprimit, et movet eas partes, quae in sese lucem retinent. Hinc Franciscus Maria Zanotti in Commentario Academiae Bononiensis scribit, acquisitam lucem aequae vegetam semper in illi lapide non mapere, sed paulatim ac veluti per gradus in eo decrescere, penitusque tandem extingui, et omnino perire. Idem de Phosphoricis dicendum est. Nec inde sequitur ea corpora debere semper lucere, quia lucem non radicant profunde, ac tenaciter, sed eam solum retinent facillime propter materia tenacitatem.

In Adamante cujus meminimus, lux ex ipsius natura proficiscitur. Nec enim inficiari quis potest, lapillos plures pretiosos nativam lucem habere, quemadmodum et plura alia corpora suapte natura sunt lucida. Idem affirmamus de muscis noctilucis, nam et in illarum parte lucida quoddam extat albuminis genus, lucescendi virtutem habent ingenitam, donec exsiccentur.

Mare tempestate agitatum lucet, quia ex ipso sic tempestate agitato exhalationes in aerem emittuntur. Hae porro exhalationes maximo motu exsiccatae, et calefactae aliisque exhalationibus ab aere demissis permixtae incenduntur, et fulgurare videntur. Sed ignis de novo in illis efficitur; ut de fulgore diximus.

Telium pili manu rudius perfricati ignescunt, non ex motu solo, sed ab exhalatione sicca, et calida, quae in aerem frigidum, humidumque concitata intenditur, et accenditur; eo pene modo, quo fulmen frigore mediae regionis aeris cuditur. Idem dicimus de lujce rerum putrescentium.

[p. 309] In comminutione sacchari, et collisione arundinum Indarum, aut saxorum, idem evenit, quod in affricu silicis, et caluybis. Tum enim ignis efficitur in quibusdam particulis, seu ramentis eorum corporum, quae maxime agitata, cum metallica sint, et sulphurea, ignem facile concipiunt. Unde quia non semper aer plurimum rarefit, nec

incalescit ex quolibet affrictu, ideo non semper ignis excitatur. Causa igneficationis eadem erit, quae fulminis accensionem efficit; ut alias diximus.

Objicies 8. Si lux non est motus, non poterit assignari ratio; primo cur semper sequatur rectilineum; secundo cur revertatur directe, adeo ut angulus reflexionis sit aequalis angulo incidentiae; tertio cur lux intensa oculos laedat sensibiliter, et pupilla ad lucem restringatur: mera etenim qualitas nequit immutare situm, vel ordinem partium in oculo; quarto cur lumen, quomagis recedit a corpore lucido, eo fit debilius, et remissius. Haec omnia patent per motum localem; unde si lux omnia perficit tactu, et motu. dicendum est, ipsam esse substantiam motu agitatam. Ut enim ait Lucretius, libro primo de Rerum natura.

Tangere enim, et tangi nisi corpus nulla potest res.

Confirmatur. In concava crystallae lux ingreditur: non ita evenit, si crystallus sit rotunda. Porro non alia suppetit ratio, nisi quia crystallus concava meatus habet rectos, per quos materia subtilis transire potest; rotunda tamen meatus habet obliquos, qui subinde impediunt rectum motum subtilis materiae. Hinc Aristoteles, sectione 11 Problematum, problema 61, ait aspectum non posse penetrare corpora solida, per quae vox transit; quia aspectus delatio per directum profluere solet, vox autem multiplici motu: proindeque vox non requirit meatus rectos, sicut aspectus.

Respondetur ad primum, lucem per rectilineum produci, quia linea recta ea est, per quam natura maxime agit, cum illa sit via brevissima, et efficacissima ad operandum, et cum aliunde lux non habeat contrarium positivum. Deinde juxta Cartesii sententiam, id ipsum in luce nec satis videtur cohaerere. Cum etiam lux efformata sit ex particulis secundi elementi Cartesiani, ut istae conatu suo directe continguntur, oporteret, eas omnes sese invicem in puncto tangere, et quidem in ipsa suae molis medietate; nam si praessio ad unum, vel alterum latus declinaret, particulae illae cogerentur deflectere, et verti in obliquum. Quomodo autem possint semper in illud medium punctum incidere, quin aliquando nonnihil saltem [p. 310] dedectant, id sane a nemine relligi potest, nisi illae particulae invicem transfixae dicantur, et cum fila sint omnino subtilissima, et tantam longitudinem habeant, quanta est distantia a Solis e Tellure, nec inter se contexta sint, ideo non apparet, quatenus vi resistere queant vehementissimo illi impulsui, quem iisdem imprimit subtilis materia Solem componens, adeo ut semper more suo rectam lineam perfectissime servent: maxime cum inter secundi elementi globulos tot disperse sint echaslationes terrestres, et ramosae, atque vario, et continuo motu agitatae, a quibus proinde rectilineum motum globulosum impediri necesse est.

Ad secundum ratio patet ex dictis, ubi lucis reflexionem explicavimus in Principiis Opticae.

Ad tertium. Lux intensa oculos laedit per accidens, quatenus propter sui excellentiam requirit maximam potentiae applicationem: at haec maximo spirituum concursu, et iste multitudine sua. excessivo calore alterant connatuale organi temperamentum. Eadem de causa pupilla restringitur ad lucem intensam.

Ad quartum. Ratio est, quia quo longius spatium protenditur, eo debilior redditur agentis actio; adeoque esse actus remittitur est.

Ad confirmationem. Ad lucis productionem utique praerrequiritur recta partium dispositio, ut subjectum possit lucem recipere: quo sensu intelligenda est Aristotelis laudata sententia. Diaphaneitas igitur in recta partium dispositione consistit. Ideo lux crystallum concavam ingreditur, quia partes tunc habent rectam dispositionem; in rotunda crystallo partes oblique sunt dispositae, proindeque in illam lux minime ingreditur. Nihil ergo ad rem pertinet pororum recta dispositio: nec diaphaneitas in pororum constrictione statuenda esto, nam lux etiam per poros ampliores transit.

Colligite, tria esse lucis munera. Primo enim secum reddit colores visibiles. Secundo medium illuminat. Tertio potentiam visivam collustrat, movet, atque determinat ad suimet, et aliorum quoque perceptionem. Quandoque autem lux ratione materiae fluit. Adnotare etiam lubet, anticipationem, et retardationem luminis a Satellitibus Jovis ad nos emissi contingere propter majorem, vel minorem illorum propinquitatem ad Solem, unde etiam magis, vel minus a Tellure distant.

Nonnulla demum hic adnotanda, sunt circa lucem. Primo quidem per unam, aut alteram vitream lamellam lux transit. At si plures, puta decem, lamellas vitreas simul jungas, non praebent luci transitum, quia aer inter illas existens rectam impedit lucis communicationem. Quod si lamellae vitreae liniantur aqua, praebere luci aditum. Id vero per varias [p. 311] lucis refractiones explicandum est ex dictis in Principiis Opticae. Secundo lumen additum lumini saepe non augetur, sed imminuitur. et obscurum redditur. Observante enim Grimaldi, libro primo de Lumine, propositione 22, obscuratur pars solii ex papyro candida a Sole tam illustrati, si ex alio foramine fenestrae oclusae descendat aliquid luminis Solaris super eadem illam partem solii prius illuminatam. Ex quo experimento plerique argumentatur, lucem minime capacem esse intensionis. Sed idem Grimaldi optime animadvertit, libro secundo, propositione secunda, posteriorem illam lucem esse aliquatenus coloratam. Quare

phaenomeni ratio repetenda est ea dicendis postea de Coloribus. Tertio si in duabus obscuris conclavi januis ex diametro oppositis duo sint foramina, quorum unum sit alteri adversum, tum extra unam conclavis januam fax applicatur foramini, lux per conclave transti, et per alium foramen pingitur in objecto aliquo exteriori, quin tamen conclave illuminetur. In tale enim conclavis obscuritate dispergitur per exigua lux, ut minime videatur.

*

[p. 311] **Quaestio quinta**
Quomodo explicari possit Colorum natura

Recentiores Philosophi, ut de caeteris sensibilibus affectionibus, ita de Coloribus disserunt, et quatenus hi in objectis sunt, aliud non prae se ferre arbitrantur, nisi variam partium contexturam, ac motum, unde lux ita refrangitur, et reflectitur, ut oculi retina hoc, vel illo modo percellatur, et unius, vel alterius coloris idea subinde in nobis excitetur. Rem tamen diversimode explicant, Cartesius, aliique post ipsum, colorem album putant oriri ex forti multorum radiorum lucis vibratione, et reflexione propter corporis reflectentis asperitatem: nigrum vero ex nullam aut admodum debili paucorum radiorum repercussione. Ex ipsa autem Cartesii opinione varii colores a recto, vel circulari motu globulorum secundi sui Elementi, et illius modificationibus oriuntur: ut si globuli celerius circa sui centrum, quam in rectam lineam moveantur, rubrum colorem concipitur; si aequali celeritate circa proprium axem, atque in directam ferantur, flavescant; si denique celerior ipse motus rectus, caeruleum inde color oriatur. Suponit autem Cartesius, particulas lucis sphaericas esse, et perfecte duras. At [p. 312] Malebranche lucis particulas velut quosdam parvos vortices arbitratur tum recta, tum circulariter motus. A motu recto, colorum naturam, et diversitatem oriri docet, unde varios colorum species ex sola majori, vel minori plurimum sive pauciorum radiorum lucis vibratione depromit.

Alii Recentiores existimant, colores non aliud prae se ferre, nisi variam combinationem, figuram, et texturam partium corporis colorati, unde varia fit lucis reflectio, et refractio, variaque commixtio lucis, et umbrae; umbram vero seu colorem nigrum ajunt tenebras esse, seu lucis privationem, aut pauciorum radiorum reflexionem.

Newtonus radius lucis non homogeneos esse, sed haeterogeneos docet, quatenus majorem, vel minorem refrangibilitatem, et reflexibilitatem habent; de cujus causa

jam diximus in praec. quaest. quamvis diversae refrangibilitatis, et reflexibilitatis ratio intrinseca sit radiis illis, unde radii lucis diversae naturae sunt, et singuli varias colorum sensationes in nobis excitant: potissimum autem ratione diversae refrangibilitatis; albedinem autem variam colorum omnium in debita proportiione mixtionem, ita ut radii colorati, rubei nempe, caerulei, indici, et violaceis, sub convenienti proportiione commixti, lumen album resplendens efficiant. Radii caerulei in hac hypothesi magis refringuntur, quam rubei, et dispar etiam est refractionem, aut reflexione amplius mutantur, sed eundem colorem constanter retinent. Hac est Newtoniana colorum Theoria.

Peripateticorum opinio est, colores esse affectiones quasdam, seu qualitates, et accidentia absoluta, quae objectis coloratis inhaerent. Duo autem distingui possunt colorem genera, nam alii dicuntur *permanentes*, qui nempe in corporibus semper iidem sunt, et luce undecumque afficiente, mutationem non patiuntur; ut albedo in pariete, nigredo in tabula; alii vere *transeuntes*, qui cum luce a certo situ radiante transeunt, unde si lux fatum mutet, etiam ipsa colores cessant: ut sunt colores iridis, aut eilli, quae in collo columbae Solis exposita intuemur. Hinc aliqui minime distinguuntur istos colores transeuntes a varia lucis reflexione, et refractione.

Septem a Peripateticis numerari solent principales species colorum, ad quas caeterae tamquam ad genera subalterna reducantur. Illarum duae sunt extremae, Album scilicet, ac Nigrum, quia in genere colorum maxime distant. Medium est Viride, quod aequae videtur distare ab extremis. Aliae quatuor species recensentur, quarum duae [p. 313] mediare dicuntur inter album, et viride, scilicet Puniceum, seu Croceum, et Caeruleum, seu Citrinum; aliae vero duae, inter viride, et nigrum statuuntur, nempe Purpureum, et Rubrum, tametsi istorum aliquae species videntur potius mediare inter album, et viride.

Haec tamen sententia ita determinari potest, ut dicamus, quinque esse colores primigeni, album nempe, nigrum, flavum, rubeum, caeruleum, qui colores affectionem prae se ferant rebus coloratis superjectam, ut caeterae qualitates juxta sensum Peripateticorum; caeteros autem colores omnes oriri ex illis prioribus inter se permixtis, quemadmodum et ex lucis, atque umbrae varia commixtione, nec non et ex diversa commixione opacitatis, et diaphaneitatis corporum, sive eorum, quae atispectamus velut ultimum videntis objectum, sive illorum, quae interjactant, et intermedia appellantur. Quod si ejusmodi assertio experimentis congruere videatur, ea minime discernit inter naturam colorem permanentium, et transeuntium. Utrumque

enim colorum genus ex praedictis affectionibus proficiscitur, et variis commixtionibus.

Dicimus, Colores permanentes primigenios rite non constitui in motu globulorum, aut vorticum, nec in sola partium corporis colorati textura aut in sola lucis reflexione, ac refractione, nec satis explicari per Theoriam Newtonianam, sed esse affectiones, seu qualitates objectis coloratis superadditas.

Haec porro ultima assertionis pars, ita accipienda est ut quinque admittantur colores primigenii, albus videlicet, niger, flavus, rubeus, caeruleus, velut affectiones objectis coloratis superadditae, ex quorum varia commixtione, accedente enim varia dispositione lucis, et umbrae, diaphaneitatis, et opacitatis, caeteri omnes colores oriuntur.

Probatur prima pars. Lux, ut Cartesio placet, constat ex globulis sphaericis, qui recta moventur, et simul circulari circa proprium axem motu cientur, indeque colores efficiunt: reflectuntur autem ad retinam oculi inspicientis a solidis corporibus, in quae impingitur, atque tunc angulum reflexionis habent aequalem angulo incidentiae. Atqui duo haec invicem cohaerere non possunt. Ruit adeo Cartesiana hypothesis. Minor probatur. Experientia compertum est, sphaeram oblique super planum cadentem, si circa proprium axem rotetur non posse reflecti per angulum aequalem angulo incidentiae. Ergo sphaericae lucis particulae, dum in corpus aliquod incidunt, si circulariter moventur circa proprium axem, aequent reflectendo efficere angulum aequalem angulo incidentiae. Hoc idem [p. 314] argumentum exhibuimus in Physica Generali, disp. 4, q. 2 post probationem secundae partis.

Secundo, motus ille globulosum, quo nunc celerius, nunc lentius circa proprium axem torqueantur, prorsus immerito effingitur. Sed nec explicare possunt Cartesiani, quomodo radii crystallinum prisma subeuntes, ut postea dicemus, circularem hunc motum ea lege variare possint, ut inde varii colores oriuntur, aut in maxima distantia idem omnino color ab omnibus videatur.

Tertio, materia illa globulorum vehementi motus in girum agitur, quomodo ergo fieri potest, ut per lineam rectam impingat in objectum, et inde per eandem lineam ab objecto ad oculum tam ordinate reflectat; sicuti praesertim in felinum oculis concedere tenetur Cartesius, cum illi in tenebris videatur, quia eorum oculi lucem emittunt? Quomodo non confunduntur globulorum motus, dum plures oculi ad invicem sese intuentur? Aut quomodo una et eadem globulorum pressio ad duos motus contrarios,

nimirum, ad duos oculos oppositos, accomodare potest? Demum si sola radiorum reflexio colores efficeret, quando radius in speculum incurrens reflectitur, et praesertim ubi in plura specula saepius reflecteret, aliquam coloris apparentiam efformare deberet: Quod est experientiae contrarium.

Malebranche autem suos illos vortices supponit, sed minime probat. Deinde lux magis, vel minus commota, incapax est tot diversos colores representandi, diversaque adeo colorum ideas excitandi. etiam juxta systema Recentiorum. Etenim si determinata sacchari quantitas in aquam inspidam injiciatur, ac dissolvatur, saccharum non excitat in lingua varias differentiarum saporum sensationes juxta majorem vel minorem aquae molem. Hoc autem, ut in luce, deberet evenire. Quo enim major est aquae quantitas, eo magis interrupta est sacchari partium actio. Ergo nec in luce interruptio actionis radiorum, sive major, vel minor radiorum vibratio, vim habet varios excitandi colores. Rursus unius candelae lumine picturam solerti manu exaratam intuemur. Tunc colores illius distincte videbuntur, et ab invicem discerni poterunt. Ac supponemus postea multas successive candelas in eodem loco accendi, tunc certe vividiores quidem apparebunt colores, non tamen apparebunt specie diversis. Rubeus color semper videbitur rubeus, flavus semper flavus, idemque dicas de aliis. Nihilominus vibratio radiorum lucis primo erat minor, postea major. Quamobrem colores deberent successive variari specie pro multiplici candelarum successiva accensione et [p. 315] radiorum multiplici vibratione, umbraeque diminutione. Igitur, etc.

Probatur secunda pars. Multa sunt corpora, quae diverso constant temperamento, seu varia partium combinatione, figura, et textura, eundem tamen colorem prae se ferunt; plurima itidem alia corpora idem obtinent temperamentum, sive eandem partium combinationem, figuram, et texturam, diverum vero colorem habent. Primum illud apparet in aqueis chymicis, quas Pharmacopoeae elaborant. Nam in illis idem color inspicitur; varium earumdem temperamentum, sive diversam in illis partium combinationem, figuram, et texturam, tam varii effectus, qui ab aquis oriuntur, evidentissime demonstrant. Neque enim alia potior est causa dignoscendi variam in corporibus partium texturam, nisi effectuum varietas. Quod potissimum valet in Recentiorum sententia affirmantium effectus a partium configurationem et texturam, veluti a causa, eosdem effectus proficisci. Alterum vero inde concluditur, quia si effecta spectemus, nulla temperamenti, et contexturae diversitas deprenditur in vino albo, et in vino rubro, quae tamen variatio colore constat. Marmor nigrum, et marmor album eandem habent partium texturam, et figuram. E contra pix, carbo, ebenus nigra pariter sunt; longe diversim autem obtinent partium configurationem. Plura quoque in

albedine congruunt, ut nix, calx, charta, caseus, saccharum, sal, et similia; quae tamen longe diversam habent partium texturam, et futuram experientia teste compertum est; maxime in sententia Recentiorum, qui saporis, et coloris diversitatem ex varia partium figura repetunt.

Atqui corpora, quae diversam habent partium texturam, diverso etiam modo lucem reflectunt, et refrangunt. Ergo si color in sola lucis reflexione, et refractione consistit, non possent ea corpora eundem colorem prae se ferre. Rursus corpora illa, quae eadem partium textura constant, eodem modo debent lucem reflectere ac refrangere. Ergo non possunt habere colorem diversum. Cum igitur utrumque experientiae adversatur color recte constitui non possunt in sola lucis reflexione, et refractione, etc.

Secundo, plurima extant corpora, quae propter diversam partium texturam, et dispositionem diversa ratione externam lucem modificant, refrangunt, et reflectunt: Quae tamen omnia sunt alba, ut lax, et calx. Alia quoque diversim invicem partium texturam habeat, et nigra nihilominus sunt, ut marmor nigrum, et pix. Ergo colores fixi, seu permanentes non variantur ex varia externa lucis modificatione. [...]

[p. 322] Respondetur, hisce omnibus experimentis [pro Newton] non satis probari, radios lucis esse haeterogeneos. Hinc non solum Peripatetici, verum etiam plerique Recentiores affirmant, allatas ratiocinationes non satis idoneas esse, cum nec evidenter concludunt, nec pluribus aliis experimentis cohaerent, quas retulimus. Itaque colores illi, quis prismatis ope videntur, sunt similes iis opus in Iride conspicimus, et potissimum a varia lucis refractione repetuntur, stante debita opacitatis, et diaphaneitatis, atque irradiationis dispositione. At vero corpus illud rubrum esse, quod rubros colores reflectit; caeruleum, quod caeruleos; idemque de aliis, statuunt quidem Newtoniani, sed immerito: ut jam diximus; et quidem Luna omnes coloratos Solis radios reflectit, nec tamen apparet multiplicis coloris; immo non solum primariae lux Lunae a Solaribus radiis repetitur, verum etiam lux illius secundaria: ut diximus in secunda Physicae parte, disputatione secunda, quaest. 3. Tunc autem Luna reflectit quidem omnes lucis radios, sed non habet varium colorem: suboscure enim tantummodo est, licet ipsum Lunare corpus ex partibus haeterogeneis compactum sit, ut Recentioribus atridet. Deinde radii lucis per aetherem primo transeuntes, postmodum vero per aerem crassiorem, et crassiorem dum a Luna ad nos perveniunt, necessario refranguntur, quin ullum colorem nobis exhibeant. Cum autem radii lucis coadunantur, ut dictum est, album colorem exhibent, quia vitrea lens convexa ibi in foco radios colligit, et reflectit, nec eos sinit permeare, unde non

habetur illa refractionis, atque opacitatis, et diaphaneitatis, et illuminationis dispositio, cui apparentes colores attribuntur. Sed experimentum illud minime probat, album ex varia coloratorum radiorum mixtione prodiret. Neque varia colorum exhibitio varios probat lucis radios, sed solum variis eorum refractiones diversasque dispositiones irradiationis, opacitatis, diaphaneitatis, etc.

Ad secundum experimentum dicimus, neminem inficiari, majorem profecto refractionem, et dispositionem opacitatis, aut densitatis, et illuminationis necessarium esse ad unum potius, quam ad alterum colorem exhibendum. Unde ex his ratio asseritur experimenti, quin radiorum haeterogenitatem ullam admittere cogamur. Quemquam satis definiri non possit, [p. 323] quaenam determinata refractionis, ac dispositio requiratur ad unumquemque colorem efficiendum.

Ad alia experimenta dicimus, non ex commixtione colorum, sed ex contusione, seu comminutione corporum provenire albedinem illam. Confusa enim, seu comminuta corpora albedinem acquirunt, quam prius non prae se ferebant: quod quidem postea declarabimus in solutione ad tertium sequentis objectionis. Quae allata sunt experimenta in iis, qui solaribus radiis expositi quidpiam intuentur, tum in obscurum locum se recipiunt, ita a nobis explicantur. Quae admodum enim dum quis pugno in oculo percutitur, variae in illo excitantur colorum apparentiae, quia maxima sit spirituum commotio, unde per talem motum excitantur lucis, et colorum species, quae in cerebro resident (quocumque tam de modo species illa explicentur), atque illorum objectivorum oritur imaginatio: ad eum ferme modum, quo dormientibus nobis similes species excitantur ex humorum perturbationem, unde etiam objecta nunquam visa, aut phantastica solent apparere. Verum in nostro casu alia insuper ratione fiunt illae colorum apparentiae, nam ex vehementi Solarium radiorum calore, ac luce organum visus perturbatur, et alteratur, unde species ab externis objectis acceptas confundit, et varia subinde pfecta apparent. Cur vero qui Soli primum expositus legebatur, non possit distincte videre, dum subito in obscurum locum se recipit, jam minori pupillae magnitudine, ut diximus quaest. 4, in Principia Opticae. Reliqua experimenta in objecti relata ex variis reflexionis, refractionis, et illuminationis dispositionibus, tum etiam ex varia opacitatis, et diaphaneitatis commixtione facile explicantur; quibus addendum est, diversas simul species arboris, et lucis in oculo tunc effici.

Objicies 2. Albedinem ex confertiori, vehementiorique radiorum numero repetendam manifestissime demonstratur. Etenim ubi corporis superficies asperior fuerit, pluribusve radiis reflectendis idonea, uberius inde lux, et vividior albedo oritur,

ut in argento conspicimus, quod, si scabrum fuerit, albicantius est, si autem poliatur nigredinem quandam prae se fert. Nix, saccharum, aliaque candida corpora plurimis ac innumeris fere antulis, ac ciminatisque particulis aspera sunt: ut etiam vitrum, aut marmor, quod si in pulverem contrahit, quia tunc in plurimas, ac infinitas fere facieculas, aut superficies disponitur. [...]

[p. 326] [...] Ad tertium. Vitrum, marmor, et alia, quae comminuta albedinem induunt, diaphana sunt: ut patet, si in laminas distendantur. Eorum autem diaphaneitas ex plurima partium, veluti laminarum, congerie impeditur, uti contingit in vitreis laminis, si plures uniantur. Diaphana porro albescentia sunt, vel ad albedinem inclinant, nisi aliunde colore diverso inficiantur. Quamobrem dum corpora illa contunduntur, atque in minutissimas particulas resolvuntur, colores alios deperdunt, et alba apparent. Sola autem in contusione, aut comminutione corpora non fieri alba, apparent in carbonibus, aut comminuantur, numquam album colorem inducant.

Ad quartum. Verissimum est candida corpora oculos offendere, non item nigra, unde album dicitur disgregativum visus, nigrum verum congregativum. Contingit autem hoc ipsum, quia exquisita albedo, dum oculi cavitatem specie sua implet, seu lumen quoddam, aliarum rerum formas minus posse efficaces ita obfuscat, ut illas veluti obvolutas obratasque ab aspectu suscipiat; et quia illius aspectus pupillae ambitus ardisse stringitur, ita ut nequeant aliarum rerum species in primariam visionis officinam libere commeari istam quod major spirituum copia in visione albedinis excitatur. Quae omnis de nigro non verificantur. Nigra autem corpora luce perfundantur, et dum major lucis copia in illa effunditur qualumque clarius et distinctius conspiciuntur, hanc ipsa major lucis copia, non a certibus imbutantibus corporibus nigris reflectitur; adeoque hanc ipsa movent organum visus, lucemque in eos referunt.

Ad quintum. Universim loquendo, nigredo a colore, vel coloris praedominio oritur et lateoque nigra corpora pluribus abundant, sulphureis, nitrosisque, et oleosis particulis, facile inflammantibus, suscipiendoque colori magis idoneis. Hinc nigra celerius, et fortius incalescunt. Hinc sales adhibentur ad lanam inficiendum nigro colore, tum partes favile pervadunt [p. 327] et niger humor per omnia diffundatur, tum quia inflammabiles plurimum, sunt, unde et facile nigrore suscipiunt.

Ad sextum. Nix efficitur ex vaporibus, qui priusquam resolvantur in aquam, constringuntur frigore mediae regionis aeris, aliisque etiam de causis; ut suo loco diximus. Nix autem est siccior quam pluvia, quia plus exhalationes continet. Albedo

illius a frigore intenso provenit, et a particulis nivi permixtis, ut nigredo oritur a calore. Ita vinum rubrum, dum acescit, et calorem amittit, etiam albescit; e contra mustum album ebullendo ad ignem, rubescit. Eadem ratione spuma alba est, quia plus sicci habet, et exhalationis, quam humidi.

Ad septimum. Alba corpora ad intensiorem lucem magis alba apparent. quia et ipsa lux candore sua simul potentiam visivam movet. Atque et hoc ipso fit etiam, ut intensiore lucis corpora nigra non ita videntur, quia candore lucis oculum perstringente, ac movente, species nigri non ita movet, ut prius. Hinc quoque oritur, ut lux in speculo colorato collecta alborem ibi prae se ferat. Et carta nigra albicans videatur, quia cum radii lucis sint ibi coadunati, tanta vi movetur potentiam visivam, ut species nigri deprehendi non possit.

Ad octavum. Responsio patet ex dictis ad quintum. Etenim in attramento multae extant particulae igni, et calori concipiendo magis idoneae. Fit enim attramentum ex una uncia gummi, duabus unciis vitrioli, et triginta unciis vini. Prius autem galla vino infundenda est, tum post gallae in vino solutionem gummum, et vitriolum injice in ipsum vinum, cumque adhuc omnia frigida sunt, ea invicem commisce fasciculo virgarum sicus, quae invicem disjunctae sint in parte inferiori. Tum vas Solaribus radiis expone, conceptoque calore, iterum omnia commisce. Patet adeo quae fit attramenti materia igni, et calore concipiendo idonea. Speculum quoque nigrum tardius incendit, quia diffusioni caloris in se ipso majorem aditum praebet, propter particulas inflammabiles licet tenuissimas, quas continet. Eadem ratione explicandum est quod ait Boyleus, de Coloribus, p. 2, cap. 2, ope speculi concavi ex nigro marmore confecti, et quidem satis ampli, se numquam potuisse, longo temporis spatio, vel actuante Sole, ligni frustrum accendere, quamvis multo minus speculum ejusdem formae, et ex reflectente minus materia constans, ictu oculi accendisset.

Ad nonum. Nix albore suo, nec non et diaphanis quibusdam particulis intra se contentis, vi congelationis magis idoneae fiunt luci intendendae, et regerendae, lucem ipsam noctu per aerem diffusam auget, viamque visibilem reddit, unde et facile conspicitur, atque simul indirecte cognoscantur arbores, et viae, quae talem candorem non habeat, nec ita sunt complanatae.

Ad decimum, responsio apparet ex dictis in secunda disputatione, quaest. 4, in solutione ad confirmationem sextae objectionis.

Ad confirmationem. Similitudines pro more suo extorquet, atque ad propria desideria trahit Cartesianus ille. Non ne melius et expeditius foret marmor nigrum comparare cum pice, in qua pulviscula, et arenulae ita infiguntur, ut in ipsam semel impacte resilire non possint? Sed quae tanta in marmore nigro oleaginositas ut radii Solaris sive potius Cartesiani globuli, veluti visco capinatur? Iisdem partibus constant marmor nigrum, et marmor album; undenam ergo tanta in illis fingitur diversitas, ut alterum cum materia oleaginosa, alterum cum aere possit comparari? Molliores, inquires, sunt partes nigri marmoris. Sed nemo profecto nigri marmoris molliem expertus est.

Objicies 3, experimentum, quo Cartesius dissertatione octava Meteorum, sententiam suam probat. Sit enim trigonum vitreum NMP (fig. 5, tab. 10) cujus facies, seu superficies inferior NP, opaco corpore contegatur, relicta tantum angustiori apertum DE, per quam lumen Solem refractum in chartam, aut linteum FGH perducat. Tunc punctum F radio DF rubro colore, et punctum H radio EH ceruleo tinctum apparebit. Quod spectat ad modum punctum G, id vel flavum erit, si apertura DE angustios remanserit; vel album, si major fuerit apertura: quo casu inter G, et F flavus color *i*, et croceus *x*, ac inter G, et H flavus itidem *i*, et viridis *o* conspicientur; ac in caerulei margine violaceus, seu purpureum, erit conspicuus. Sed haec omnia non possunt explicari, nisi per motum rectum, et circularem globulorum. Ergo colores oriuntur a motu recto, et circulari globulorum, eorumve modificationibus.

Respondetur. Nego minorem. Id enim sola lucis, reflexione, ac refractione, debitaque opacitatis, diaphaneitatis, et illuminationis dispositione, explicari potest; nec ulla ratio cogit nos Cartesianam ideam approbare, quae et minime subsistit, ut diximus, et cum aliis experimentis conciliari non potest. Cum enim in omni luminis erefractione praeter motum rectum aliquis etiam motus circularis globulorum circa proprium centrum juxta Cartesii opinionem semper accidit; multiplex quoque colorum species ex recto, et circulari motu semper excitari deberet. At si radii luminis per lentem vitream trajecti in focum [p. 329] illius per refractionem colligantur, nulli in eo colores praeter album apparent. Praeterea quonammodo ex edito quodam et remoto loco, lucente Sole, ruber punctus a multis spectatoribus e diversis locis perciperetur? Non enim facile concipimus, eos globulos, qui punctum rubrum contingunt, ab eo sic reflecti, ut multo validius circa propria contra, quam in rectam lineam moveantur, et eum motum proxima globulis in longa serie constitutis, diversisque in partes dispositis communicent: quaemadmodum tremulus et reciprocus motus, sive fremitus aeris multis partibus ad longam distantiam communicari intelligitur.

Objicies 4. Intermedii colores, qui nempe albedinem inter, ac nigredinem interfecti videntur, ex vario, vel inaequali radiorum numero, et vibratione, sive lucis, et umbrae, id est albedinis, atque nigredinis mixtura oriri posse videntur; ut si plures lucis, quam unbrae, partes appareant, flavus, rubeusque color formetur, si pars umbrae, luminisque portio ex corpore reflectatur; color viridis erit; si denique tenebrarum, aut umbrae partes luminis partes superent, caeruleus, aut violaceus color prodibit. Compertum est enim rubrum, ac flavum colorem caeteris clariorem esse, vel ad albedinem, propius accedere, unde in accensis prunis ille conspicitur. Hunc sequitur viridis, qui inter caeruleum, et rubrum medius videtur, atque ex illis motuo permixtis efficitur. Caeruleus denique, aut violaceus obscurior est, atque ad nigredinem proxime accedit. Id ostendit experimento Malebranchius. Cum enim vitrum foedatum inter oculum, et varia colorata collocasset, primo candidum colorem conspexit; ubi vero vitrum ipsum paullatim expolisset, flavum quoque, ac rubrum colorem percepit; viridis autem apparuit, ubi magis adhuc vitrum deterium erat; caeruleus denique, ac violaceus, ubi perfecte, seu exquisito pollitum, detersumque fieret: ut uberius nimirum lux in flavo, et rubro, quam in viridi; in viridi, quam in caeruleo colore reperitur, quae proinde facilius pervadere vitrum, oculoque colorem exhibere possit. ita P. Corsini, tom. 4, tract. 2, d. 3, c. 16.

Respondetur, non esse probabilem eorum opinionem, qui ex albo, et nigris, sive ex luce, et umbra, caeteros omnes colores prodire statuunt; unde flavum, rubrum, et caeruleum colorem, veluti primitivos colores, plerique etiam Recentiores habent. Quod et Pictores norunt, et pluribus experimentis consonum esse colligitur, nam si vitrum flavum cum caeruleo jungas, et per utrumque respicias, colorem viridem senties; item si pannum caeruleum per vitrum flavum, vel pannum flavum [p. 330] interjecto caeruleo vitro inspexeris, ambo panni virides apparebunt; si rubrum vitrum cum flavo jungas, croceum: si rubrum cum caeruleo, purpureum colorem cernes; sed si rubrum pannum per vitrum etiam rubrum intuearis, leucophaeum fere colorem, sive fuscum, sed dilutiorem, percipies. Hinc merito Boyle, de Coloribus, part. 1, c. 5, n. 3 scribit: *Nunquam deprehendi, per ullam mixturam albi, et vere nigri, caeruleum, flavum, rubrumve, ne colores alias nominem, posse prodici.* Et Purchotius, part. 1 Physices, sect. 5, c. 4 suspicatur dubium esse experimentum a Malebranchium relatum, *Si fides, inquit, iis adhibeatur.* Et sane experimentum illud, saepe etiam tentatum, minime evenit. Quare vel non integre exponitur; vel ex praejudicata opinione rem ita visam fuisse dicendum est. Ex quoque autem coloribus, albo, nigro, flavo, rubro, et caeruleo, caeteros omnes colores prodire diximus. Hoc autem ideo fit, vel quia corporum coloratorum partes exquisite invicem commiscentur, ut Pictoribus, et Pharmacopolis contingit, unde colorum activitas attemperatur, et speciem mediam

exhibent, vel quia immissae ab objectis species velut una tantum spectantur, mediumque colorem exponunt; ut in exemplo allato vitrorum contingere arbitramur. Demum refractiones variae lucis, nec non et reflexiones, varium colorem exhibent, juxta debitam dispositionem opacitatis, diaphaneitatis, et irradiationis. Major etiam lucis copia perspicendo distinctius colori plurimum confert; unde Purpura alium exhibet colorem praesente Sole, alium ad lumen lucernae. Sed non rite ex istis infertur, colores omnes a sola luce oriri. Rationibus enim, et experim, entis contrarium probavimus.

Objicies 5 innumera fere experimenta, quibus Recentiores probare nituntur ex sola texturae partium mutatione, unde varia lucis reflexio, aut refractione habeatur, varios prodire colores. Brevitati tamen consulentes potiora tantum referentes. Si frustulis ligni Nephritici, quod novae Hispaniae lignum est, renalium dolorum causam expellens, si aqua bibatur, (in qua infusum autem fuerit) aquam limpidam affundas, intra viginti quatuor circiter horarum spatium extrahetur color, qui oculo inter lumen, seu fenestram, et tincturam posito intense caeruleus, minimeque perspicuus apparet; tinctura autem inter lumen, seu fenestram, et oculum collocata, perspicuus, et ruber videtur. Quod si olei vitrioli guttas aliquot instillaveris, quod vi corrosiva particulas a ligno extractas dissolvit, texturamque tincturae variat; color ex omni parte flavus eset. Si vero oleum tartari per deliquium effunderis, quod massulas dissolutas [p. 331] iterum coagulat, color pristinus anceps redit. Syrupus violaceus, infusus aliquod spiritus acidi guttis, intensius rubet; quamvis ille spiritus nullum colorem habeat. Sed immisso sale alchamico candidissimo, ruber color mutatur in viridem. Infusio gallae, et solutio vitrioli, limpida sunt seorsum; quod si misceantur invicem, in atrum liquorum repentina particularum ferrearum praecipitatione deferabunt. At si huic mixtione spiritum vitrioli affideris, liquor ex atro fiet perspicuus, quod spiritus acidus vitrioli alchamicas particulas rursus exagitet. Si salem tartari adjicias, color ater redibit, quod spiritus acidi particularum alchamicarum tartari partibus excipiantur, et ferream materiam relinquunt, quae iccirco praecipitatur; et quoniam radios luminis absorbet, nigrum reddit colorem.

Confirmari potest argumentum ex picturis, quae juxta varium aspectum varium figuram exhibent; inter quas celebris est illa, quae prope Mediolanum asservatur in Caenobio Patrum Minimorum. Hanc si es una parte inspicias, montes, rupes, arbores, colles, et flumina videbis; ut ex altera S. Barolum Borromaeum spectabis ante Crucifixi imaginem genu flexu orantem. Igitur, etc.

Respondetur ex dictis ad praesentem argumento, variam colorum commixtionem efficere alios colores, et quidem spectabiles diversimode pro ratione majoris lucis, vel umbrae, tum pro diverso inspicientium adspectu, nec non et pro varias mixtione opacitatis, et diaphaneitatis corporum, quae aspectantur. Cum enim color ex naturali quadam dependentia videri non possit sine luce, ut jam diximus, iccirco varius itidem luce variata apparet. Lignum itaque Nephriticum commixtum aqua limpida in particulas dissolvitur tenues, quae speciem sui per aquam diaphanam emittere coguntur, unde colores, et species invicem attemperantur. Quare ubi est major umbra, sive lux minor, aque species minus movet, praevaletque mixtio ex ligni particulis, et aquae. At si major affundatur lucis copia, praevalet aquae pelluciditas, et species; et ideo, etc. Eadem ratione immisso vitriolo, color flavus apparet; et oleum Tartari pristinum inducit colorem, mutata primum, et postmodum restituta proportione aquae, et ligni eorumque colorum, et specierum. Idem valet in aliis. Intensius enim rubet syrupus violaceus ex mixtione spiritus acidi, quin ille diaphaneitate sua lucem externam intendit, magisque spendescere facit. At sal alchalicus candore suo rubrum attemperat colorem, unde viridis apparet. Infusio gallae, et vitrioli solutio seorsim sunt limpida, quia diaphaneitatem in superficie obtinent, quanvis in gallae [p. 332] particulis ferrea includantur fragmenta. Ex mixtione vero fit, in ferrea fragmenta prodeant, unde nigredinem inducunt. Attemperatur autem a vitriolo nigredo, et ex ejusdem pelluciditate perspicuitas efficitur. Tartari demum sale retrusi vitrioli activitate, pristinus redit color. Idem in in quibuslibet alisi experimentis dicendum est: quod facile perspicies, ubi distincte exponatur materia illa, ex qua experimenta docuntur.

Ad Confirmationem. Quaemadmodum magna corpora constituta in maximam distantia apparent proportionata, si ibi in distantia spectentur, etsi non ita res contingat, ubi prope ea intueris; quia videlicet Opticae legibus ita disposita sunt, ut major illorum activitas ratione distantiae veluti attemperare, et modificetur, ac subinde afficiant species proportionatas iis, quae a corpore non admodum distante exhibentur. Ita evenit in picturis opticis, ubi omnia delineata sunt juxta proportionem ad locum aspicientium. Eodem modo res se habet in praedicta celebri pictura. Quare ex diversitate inspicientium, nec non et ex lucis diversa reflexione, ac dispositione oritur diversitas imaginum, quatenus illa picturae lineamenta juxta regulas Opticae constituta sunt, unde varia prodit motum species, quoniam ex variae dispositis corporibus efficitur.

Coronides loco lubet nonnulla alia experimenta exhibere ad rem praesentem pertinentia, eademque summam, quoad fieri potest, ex dictis explicare. I. Tinctura

violacea hilitropii, si aquae forti immisceatur, rubrum colorem induit. Quod si eam mixturam injicias oleum tartari, violaceus color redibit. Primum contingit ex attemperationem colorem, variaque mixtura opacitatis, et diaphaneitatis. Immiso autem oleo Tartari, et concitata mixtura, pristinus color violeceus redit, praevalente actione olei. Quod si iterum affundas aquam fortem, istius actio praevalet, et mixtura sit rubra: quaemadmodum addito rursus oleo tartari, demut fit violacea. Eadem ratione explicatur, cur si violaceum syrupum in vitreo cyantho immisceas cum exigua portione aquae, et olei tartari, appareat viridis color. At si spiritum nitri injicias, rubeus color videbitur. Adjectio autem oleo tartari, redibit viridis. II. Si vitriolo dissoluto utaris ad scribendum, characteres dignosci non poterunt. Sed infusionem gallae super characteres difussa, eo percipies. Quod si spiritu vitrioli chartam oblineas, characteres iterum dignosci non poterunt. At oleo tartari infuso super chartam, rursus videbuntur. Id vero ex variae opacitate, et diaphaneitate eorum liquorum proficiscitur. III. In uno Sinarum monte statuam extare [p. 333] tradunt, quae varias subit colorum mutationes juxta varietatem tempestarum, unde istae possunt ex coloribus statuae cognosci. Dicendum vero est id provenire ex variatione humiditatis, vel siccitatis aeris. Id enim varia fit opacitatis, et diaphaneitatis mixtio, et varia etiam lucis reflexio. IV. Ajunt Chamaeleonem diversus exhibere colores pro varietate corporum, quibus incumbit. Ratio est, quia illius pellis diaphana est, et humorem diaphanum includit, unde instar laminae corneae, aut vitreae colores objectorum corporum repraesentant, eorumque species regerit. V. Comburatur in cubiculo cyathus spiritus vini, in quo positus fuerit sal communis, quantam summitate digitorum capimus. Ignis postea, et lumina extinguantur. Tunc corpuscula salis, et spiritus vini per cubiculum dispersa, depingunt mortalem pallorem in faciebus eorum, qui ibidem existunt. Id porro ex permixtione illorum corpusculorum cum aere est repetendum. Diaphaneitas enim aeris perturbatur, unde cum per aerem intueamur aliorum facies, id evenit, quod aspicientibus objecta per vitrum coloratum, aut Solem intuentibus per aerem, vaporibus refertum. VI. Sericum villosum apparet nigrum, quando radii lucis perpendiculariter cadunt in extremitates filorum sericorum. Sed si cadunt oblique color albicans videtur. Nimirum ex varia lucis reflexione, unde fit, ut species candoris lucis aliquando praevaleat. VII. In regionibus Septentrionalibus pleraque animalia hyemali tempore alba sunt, aestivo autem tempore alium colorem habent. Schefferus Svedum referente Regnault, tom. 2. exercitat. 2, testatur, se vidisse lepores initio hyemalis, et veris dimidia sui parte albos, et ex altera colorem suum ordinarium prae se ferentes. In montibus Pyrinaeis nive obductis visae fuerunt perdices albae. Quin immo in Septentrionalibus regionibus etiam Anatis, Ursi, Castores, Corvi, et Merulae albae videntur. Ejusmodi vero color albus tum a frigore, et siccitate, tum a nitri particulis dicendum est provenire. At si causam inquiramus constantis illius, permanentisque nigri coloris, quem in Africanis,

Americanisque hominibus admiramur, probabilior, aptiorque videtur nobis opinio Domini Barrere, in Dissertatione ab eo edita Parissi anno 1741. Id quippe oriri putat ex bilioso humore admodum nigricante, qui per eorundem hominum cuticulam diffunditur. Bilem profecto plurimum abundare in illis hominibus ostendunt ipsorum vires, venae celeriores, maximam falacitas, affectuum omnium violentia, et praecipue ardens ille calor, quem cutis eorum refert; unde et ab ista crassus oloesusque humor, et ingratus odor emanat, lineique panni albi ex ea furvum colorem [p. 334] induunt. VIII. Purpura est succus, qui a concha marina extrahitur. Tunc autem albus est, postea fit viridis, indeque ruber; cortex vero, a quo succus educitur, perexiguum colorem prae se fert. In America Septentrionali sanguis quarumdam limacum exiguarum speciem quamdam purpurae administrat. Ex varia porro densitate, vel raritate succi, tum ex diversa lucis reflecione erxplicari debet illa coloris mutatio. IX. Extat Parissis fons, in cujus aqua marmor nigrum apparet album, et gypsum album videtur nigricans. Primum evenit, quia cum nigra corpora minus moveant visivam potentia, praevalet tunc reflexio candidae lucis, quam aqua regerit. Alterum fit, quia aqua vel instar actione minuit specierum gypsi, et fit quaedam earum cum speciebus aquae atemperatio. X. Cancer ruber sit, si illo excoquas. Si dissolutioni vitrioli cyanei misceas spiritum salis ammoniaci, prodibit color caeruleus. Aqua calcis recenter praeparatae immixta dissolutioni sublimati corrosivi, flavum colorem exhibet. Sexcenta quoque sunt alia, quarum omnium ratio ex dictis utrumque poterit explicari. Nimirum vel ex diversorum colorum mixtione, vel ex mixtione varia opacitatis, et diaphaneitatis, vel ex varia refractione, aut reflexione lucis; aut quia dum partes corporis detergantur, aut exsiccantur, color antea ex mixtione diversarum particularum obrutus, istis abstersis apparet, ac vividior fit.

VETERIS ET RECENTIORIS
PHILOSOPHIÆ
DOGMATA

JOANNIS DUNSII SCOTI,

Subtilium Principis Doctrinis accommodata,
Atque in tres Tomos distributa,

OPERA ET STUDIO

Fr. JOSEPHI ANTONII FERRARI
DE MODOETIA,

Ordinis Minorum S. P. Francisci Conventualium, Artium
& S. Theologiæ Doctoris, atque Almæ Mediolanensis
Provinciæ Ex-Ministri Provincialis.

EDITIO TERTIA,

*Ab ipso Auctore recognita, & nonnullis etiam doctrinis
illustrata.*

TOMUS SECUNDUS,

*Priorem Physicæ partem, quæ Physica Generalis dicitur,
complectens.*



MATRITI MD CC LXXI.

Apud Emmanuelem Martinum, in via Cruciarum.

SUPERIORUM PERMISSU.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

FORTUNATO BRIXIA

Philosophia sensuum mechanica methodice tractate atque ad usus academicos accommodata, secundis curis P. R Fortunati a Brixia Ord. Minor. S. Francisci Ref. Prov. Brixiae; ac caetera ejusdem Opera Omnia. Tomus *Secundus. Physices Generalis Pars Secunda*. De motu corporum gravium tam folidorum quam fluidorum Venetiis, 1756. Ex Typographia Remondiniana

[p. 1] **Physices Generalis Pars Secunda** **De motu gravium corporum tam folidorum, quam fluidorum**

In hac secunda *Physices generalis* parte agitur de motu gravium corporum tam *solidorum*, quam *fluidorum*, cum autem quae tradi solent hac super re, non tam ad animi ornamentum, quam ad vitae commodum utilitatemque plurimum faciant, neminem futurum esse confido, qui vel minimum dubitet, quominus haec *naturalis Philosophiae* pars digna jure ac merito sit, quae ceteris praeferatur. Tres itaque Dissertationes haec pars complectitur. Prima est de *origine gravitatis*. Secunda de *motu gravium solidorum* tam *naturali*, quam *artificiali*, ubi *Statics* principia, et instrumenta, sicuti etiam *Mechanicarum*, quae ad *Mechanicam* pertinent, vires legesque praecipuae traduntur et demonstrantur. Postrema de *motu gravium fluidorum*, continetque *Hydrostatices* elementa, eorumque corporum, quae librantur, vehuntur, mergunturque in aquis, phaenomena praecipua explicat, ostendique, sit ergo

[p. 2] **Dissertatio I** **De origine gravitatis**

Acturus de iis sensibilium corporum motibus, qui a *gravitate* proveniunt, operae pretium censui, nonnulla praemittere de *ipsa origine gravitatis*. Res est enim, etsi tenebris densissimis involuta, digna tamen, quae a Philofopho penitus non negligatur.

Definitio I

1484. Corpus grave dicitur *illud, quod sibi relictum, veluti sponte sua, deorsum ruit*. Sic lapis corpus grave est; nam sua veluti sponte labitur deorsum, si nihil sit, quod impediatur, quominus deorsum moveatur.

Definitio II

1485. *Gravitas est illa vis, qua corpus grave, quamprimum relictum sibi fuerit, deorsum movetur.*

Scholion

1486. *Corporis gravitas solet etiam illius pondus nuncupari, adeo nimirum ut perinde omnino sit, sive grave, live ponderosum a nobis corpus dicatur.*

Hypothesis I

1487. *Gravitas corporis ita respondet quantitati materiae, “quae in illo est, ut duo quaevis corpora, si spectentur non longe a terrae superficie, sint directe inter se quoad pondus, quemadmodum se habent penes densitatem, sive penes quantitatem materiae, quae ad illorum essentiam intrinsecus spectat. Id pro certo in praesens habeo. Demonstrabitur autem, cum de libero graviurn descensu agemus.*

Corollarium

1488. *Cum eadem non sit ratio, qua crescit corporis soliditas, sive materiae quantitas, et ejus superficies augetur, nequit corporum gravitas eorum superficiei proportionaliter respondere.*

Hypothesis II

1489. *Gravitas corporum decrescit in ratione inversa quadratorum distantia a centro terra. Ut si gravitas corporis in distantia = 1 a telluris centro fuerit = 1, in distantia = 2 erit = $\frac{1}{4}$, in distantia = 3 erit = $\frac{1}{9}$ atque ita deinceps. Ita cum celeberrimo Newtono Recentiores communiter.*

Hypothesis III

1490. *Eadem manet gravitas corporis, si eadem in illo maneat materiae quantitas, quocunque demum modo integrales illius partes disponantur inter se, sive qualemcunque figuram corpus ipsum obtineat. Res in liquidis, mollibusque corporibus adeo manifesta est, ut de illius veritate nemo dubitare vel levissime possit.*

Corollarium

1491. Igitur corporum gravitas *ab illorum figura haudquaquam dependet*.

[p. 3] Hypothesis IV

1492. Gravia quaeque corpora suo genio relictia *lineam* quoad sensum *rectam*, cum deorsum moventur, suo descensu describunt. Loquor autem de linea recta quoad sensum. Non enim inficior, *curvam* reipsa futuram esse *lineam*; quam gravia describunt libero suo descensu, ut telluris orbis circa suum ax im cum Copernicanis continuo rotari dicatur. Satis mihi modo est, ut sensibus *recta* appareat: quod nec ipsi negant Copernicani, neque certe negare possunt, nisi velint omnem penitus fidem sensibus denegare.

Hypothesis V

1493. Ita moventur gravia quaeque corpora, cum libere deorsum tendunt, ut in telluris centrum, physice loquendo, ubique terrarum ac marium, recta ferantur. Id pro certo habeatur in praesens velim. Suo enim loco demonstrabitur, qualiscunque fit figura, quae telluri tribuatur.

Sectio Prima

Expenditur opinio eorum, qui gravitatis vim ex ipsa gravium corporum natura immediate oriri contendunt

1494. Communis Scholasticorum opinio est, gravia quaeque corpora vim eam in seipsis *immediate* producere, qua, si relictia sibi fuerit, reapse deorsum moventur, et si fuerint impedita, deorsum moveri nituntur. Dubium non est autem, quin aniam hisce dederit Aristoteles de origine *gravitatis*, ut ita sentirent. Dixerat enim, *gravia, et levia motus quasi fomenta quaedam*¹, sive principium in seipsis habere². Unde doctissimus P. Suarez, *dicendum est*, inquit, *quotiescunque res inanimata tendit in locum suum naturalem, intrinsecam gravitatem, vel levitatem esse principium efficiens proximum illius motus*³. Videtur tamen et Epicurus non secus hac super re fuisse opinatus. Quippe et ipse censuit, si Tullio credimus, *illa individua, et solida*

¹ Lib. IV. De calo tex. 2.

² *Ibidem* tex. 25.

³ Disput. XVIII. Metaph. Sect. 7.

corpora, primitivas scilicet rerum atomos, *ferri suo deorsum pondere ad lineam*, atque *hunc naturalem esse omnium corporum motum*⁴, sive, ut idem ait, *ipsius individui hanc esse naturam, ut pondere, et gravitate moveatur; eamque ipsam esse causam, cur ita feratur*⁵. At vero, ut antiqua sit haec opinio, non ea est tamen, cui ingenuus Philosophus acquiescere jure ac merito possit. Quamobrem fit

Propositio Unica

Vis gravitatis non oritur immediate ex ipsa gravium corporum natura.

1495. Probatur 1. Si enim *gravitatis* vis ex ipsa gravium corporum natura immediate oriretur, substantia corporea posset impetum, quo localiter moveatur, immediate in seipsa producere. Ostensum autem est (§. 118.), substantiam corpoream non posse immediate producere in seipsa impetum, quo localiter moveatur. Ergo neque potest *immediate* in seipsa producere *gravitatis* vim; ac proinde vis hujuscemodi nequit ex ipsa gravium corporum natura, tamquam ex immediato principio provenire..

[p. 4] *Confirmatur haec ratio.* Etenim neque *materiae* neque *formae* gravium corporum potest, tamquam immediato illius principio, vis *gravitatis* accepta referri. Non *materiae*, haec quippe iners substantia sit (§.543.); cumque eadem omnino sit in omnibus corporibus (§.542.), omnia corpora, secus plane ac ipsi Scolastici doceant, essent gravia. Neque *formae*; quandoquidem forma corporum, quae vita carent, non sūt entitative substantia (§.532.), sed mera materiae modificado (§. 595.). Ergo essentia corporum gravium nequit vim in illis prodhccete, qua deorsum moveantur.

Probatur 2. Enimvero, si ex ipsa gravium corporum natura *immediate* oriretur vis *gravitatis*, deorsum moverentur corpora gravia, licet in spatio penitus vacuo existerent. Eam quippe vim ut producant in seipsis, ab externis corporibus minime, ut patet, dependent. Fieri autem nequit, ut corpus grave, positum in spatio vacuo, deorsum moveatur. In hoc enim spatio neque sursum est, neque deorsum, *omnisque omnino locus in illa inanimate*, ut ait Cl. Gassendus, *est ipsi corpori indifferens*⁶. Ergo corpora gravia non habent ex ipsa sua natura, ut *gravitatis* vim in seipsis producant.

⁴ Lib. I. *De Finibus* cap. 6.

⁵ Lib. *De Fato* cap. 11.

⁶ Sect I. *Physices* lib. V. cap. 2.

Confirmatur. Quia, ut optime argumentatur CL Du-Hamel, *si mente concipiamus, totum hoc spatium elementari mundo comprehensum, vacuum esse; et omni corpore destitutum, profecto lapis in hoc spatio positus quiescit immotus. Neque enim ulla est ratio, cur in unam potius feratur partem, quam in aliam* (cum nulla scilicet diversitas habeatur inter illius spatii partes, nullamque perfectionem ab eo recipiat). *Immo si terram in corpus medio positam statuamus, tum lapis in spatio inani constitutus ad eam non movebitur. Cur enim huc potius, quam illuc feratur, si nihil aliunde excipit? quid illum admonet, terram eo in loco esse constitutam? Quod si fingamus animo, terreae globum tum alio transferri, cum lapis ex alio decidit, palam est, lapidem in eum locum, ubi erat terra, ferri non posse: neque enim physica, et realis esse potest lapidis propensio in punctum spatii, quod non est reale et physicum*⁷. Jam vero si lapidis essentia illud esse, quod gravitatis vim in ipso lapide producit, vim eam in illo produceret, sive plenum, sive vacuum fuerit spatium, in quo est, sicuti etiam sive in elementaria sphaerae centro, sive extra illud terra existat. Ergo in illud ipsum punctum, vacuo exiliente elementari spatio, moveri deberet lapis, in quod modo movetur, atque in illud punctum tenderet, in quod tendit modo, licet telluris globus alio transferretur .

Probatur 3. Quoniam, ut dicemus suo loco, nonnisi illius impetus causa, quem corpus filo suspensum, atque a perpendiculari remotum, sibique deinde relictum, in deacensu acquirit, ultra locum, in quo naturaliter quiescit, excurrit, nequit ille impetus produci ab ipso corpore, quin aliquid in se producat, quod sit ratio, cur locum, quem postulat, tardius assequatur. Id autem absurdum est. et plane ridiculum. Ridiculum est enim dicere, inquit CI. P. Lana, *quod ut corpus grave citius obtineat finem a se intentum, producat aliquid, quod necessario efficit, ut eundem finem tardius assequatur. Neque enim finis corporis gravis funependuli est, ut assequatur illum locum centro propinquiorem solum transeunter, sed ut assequatur permanenter, et in eo quiescat. Impetus autem in descensu acquisitus efficit quidem, ut citius locum illum assequatur, sed rursus corpus removel ab eodem loco, nec sinit, illud ibi quiescere, nisi post multas ultro citroque vibrationes*⁸. Ergo impetus, quem corpus illud grave fune appensum in descensu acquirit, non producitur ab ipso corpore; et ideo neque ex ejusdem corporis essentia, tam quam ex effectrice causa, ea derivanda vis est, qua grave corpus absolute descendit.

⁷ *Philos. ad usum Burgundia* Tom. IV Tract. 2. Dissert. 2. cap. 1. ad cond. 2.

⁸ Tom. III. *Magist, nature, et artis*, lib 25. cap. 2. ad prop. 11,

Probatur ultimo. Cum in omni distantia a telluris centro eadem semper sit essentia [p. 5] corporis gravis, nequit essentia ipsa statui effectrix causa gravatis, nisi detur neque *intensive augeri gravitatem* ipsam posse, dum corpus ad terram accedit, neque *intensive* posse eam minui, dum remotius a telluris globo illud efficitur. Sicuti enim tunc *intrinsecus* non mutatur *gravitatis* causa gravitatem mutari *intensive*, ita nec ipsam tunc posse, manifestum est. Decrescit autem corporis gravitas, dum illud a terra recedit; augetur vero, dum ad terram accedit (§ 1489.). Ergo essentia corporis gravis non est id, quod *gravitatis* vim in ipso corpore *efficienter* producit.

Corollarium I

1496. Origo gravitatis *extrinseca est*. Nimirum extra corpora, quae *gravia* dicuntur, ea existit causa, quae efficit, quamprimum relicta sibi fuerint, deorsum moveantur. Intrinseca non est enim illa causa corporum, si *gravitatis* vis ab ipsa gravium natura minime producat. Hinc

Corollarium II

1497. *Nullum corpus est grave natura sua.* Nequit enim corpus esse grave natura sua, si extra illud fit causa, quae *gravitatis* vim in illo producit.

Sectio Secunda

Examinantur hypotheses praecipue de causa extrinseca gravitatis

1498. Quaemadmodum, ut egregie observat CL Du-Hamel, *nihil videtur probabilius, quam gravia deorsum ferri a causa extrinseca et impellente ita nihil explicatu est difficilius, quam modus, quo haec impulsu perficitur*⁹. Profecto nihil est in tota Phycica, in quo magis dissentiant pugnetque acrius inter se Philosophi recentiores. Celebrrioribus itaque hypothetibus expositis, quid de singulis sentiendum putem, candide subiiciam. Aliud quippe non habeo, certo quod dicam. *Non reperio causam, latet fortasse obscuritate involuta naturae. Non enim me Deus ista scire, sed his tantummodo uti voluit*¹⁰, Igitur, ut ab ea, quae causae dignitate ceteris antecellit, exordiamur.

⁹ *Philof ad uum Burgundia Tom. IV, Tract. II, Dissert. 2, cap. 2.*

¹⁰ Tullius, lib. *I de Diniv.*, cap. 18.

Hypothesis Nevvtoni

1499. Vim, qua gravia corpora deorsum moventur, uni Deo immediate acceptam referunt Nevvtoniani. Docent enim, ut habet Vir inter eos celeberrimus Samuel Clarke, *gravitatem, sive pondus corporum non esse adventitium motus, aut materiae cujusdam subtilioris effectum, sed primigeniam, ac generalem legem, universae materiae, ac generalem legem, a Deo impressam, et in ea a vi aliqua efficiente perpetuo conservatam, quae solidam ejus substantiam penetret*¹¹. Verum etsi Deus Optimus Maximus in numero, pondere, atque mensura cuncta initio creaverit, videtur tamen naturalis gravium descensus non ita ex illo uno derivari posse, ut nulla prorsus admittenda fit causa creata, a qua ille dependeat. Sit ergo

Propositio I

Naturalis gravium descensus non provenit ex vi, quam Deus illis impresserit.

1500. Probatur. Si *gravitas* sublunarium corporum esset vis illis a Deo impressa, [p. 6] corpus grave sursum projectum ad *perpendicularem*, non amplius deorsun laberetur. Cuim enim impetus, quem projiciens illi communicat, illi vi adversetur *ex diametro*, quia deorsum antea moveri nitebatur, ipsamque excedat, is certe vis eam plane destruat, necesse est (§ 250). Constat autem, corpus grave sursum *perpendiculariter* projectum, iterum veluti sponte descendere. Ergo deorsum non movetur grave per vim. Quam, Deus illo impresserit.

Dicet forte nonnemo, cum corpus grave sursum projicitur, vim eam non destruit, in qua illius *gravitas* posita est, sed ejusdem dumtaxat effectum impediri.

Sed contra; quia tunc dicamus oportet secus atque experientia demonstrat (§ 247), vires, quae sibi mutuo *ex diametro* adversantur, sese prout aequales in corpore non destruere, sed in eodem simul esse naturaliter posse.

Si quis vero dicat, projecto corpori, cum ad certam altitudinem pervenerit, iterum a Deo vim communicari, qua deorsum moveatur, dicat quoque necesse est, non omnibus effectibus, quos lege certa atque constanti fieri in Mundo conspicimus, suas effectrices causas Deum providisse; adeoque Dei opera non esse perfecta; quod quam absurdum sit, quamque falsum, nemo non videt.

¹¹ Not. in *Physicam* Rohaultii, P. II, cap. 28, artic. 13

Confirmatur. Nam, si Deus ipse efficiet *immediate*, scilicet per viam a se *immediate* illis impressa, ut corpora deorsum tendant, eidem uni tribuendum quoque est, quod illorum *gravitas* in *ratione inversa* quadratorum, distantiae a telluris centrum *intensive* decrescat (§ 1489). Causam quippe hujusce decrementi eandem ipsam esse, quae *gravitatis*, sine dubium puto. Ridicula autem res est. et philosophus prorsus indigna, hoc *gravitatis* decrementum in corporibus, dum a centro telluris recedunt, uni a Deo, tamquam *immediatae causae*, acceptum referre. Ut enim olim scripserat elegantissimus Cicero, Balbum alloquens, omnesque stoicos, *non omnia, quae cursus certos, et constantes habent, et Deo potius tribuenda sunt, quam naturae. Quid chalcidico Euripo in motu identidem reciprocando putas fieri posse constantius? Quid freto Siciliensi? Oceani fervore illis in locis,*

Europam Libiamque rapax ubi dividit unda?

*Quid? Aestus maritimi vel Hispalensis, vel Britannici, eorumque certis temporibus vel accessu, vel recessus sive Deo fueri nonne possunt? Vide quaeso si omnis motus, omniaque, quae certis temporibus ordinem suum conservant, divina dicimus, ne tertianas quidem febres, et quartas divinas esse dicendum sit, quarum reversione, et motu quid potest esse constantius*¹². Itaque si, ut ille idem ait *omnium rerum ratio reddenda est*¹³, reddenda quoque est ratio, cur decrescat vis *gravitatis* in corporibus, dum a terra recedunt; atque adeo et cur, quamprimum sibi reliquuntur, sua veluti sponte deorsum tendant, confugiendumque, tamquam in aram, ad Deum non est, ut hujusce descensus origo explicetur, ejusque immediata efficiens causa exhibeatur.

Hypothesis Cartesii

1501. Opinatur Cartesius, sublunarium corporum *gravitatem* oriri ex vorticoso illo motu, quo materia coelestis circum terram abripitur, celerrimeque ab occidente in orientem circa illam, ut ipse putat, rotatur. *Notandum est, inquit, vim, quam habent singula partes materia coelestis ad recedendum a terra, suum effectum sortiri non posse, nisi, dum illa ascendunt, aliquas partes terrestres, in quarum locum succedunt, infra se deprimant et propellant. Cum enim omnia spatia, qua sunt circa terram. vel a particulis corporum terrestrium, vel a materia coelesti occupentur atque omnes globuli hujus materia coelestis aequalem habeant propensionem ad se ab ea removendos, nullum singuli habent vim ad alios sui similes loco pellendos; sed cum talis propensio non sit tanta in particulis corporum terrestrium, quoties aliquos ex ipsis supra se habent, omnino in eas vim istam suam debent exercere .*

¹² Lib. III *de natura Deorum* cap. 9, et 10.

¹³ *Ibidem*.

*Atque ita gravitas [p. 7] cujusque corporis terrestris non proprie efficitur ab omni materia coelesti illud circumfluente, sed praecise tantum ab ea ipsius parte, quae, si corpus illud locum immediate descendat, in ejus ascendit, ac proinde quae est illi magnitudine plane aequalis*¹⁴. Addit autem, *per materiam coelestem non hic intelligi solos globulos secundi elementi, sed etiam primi iis admissam et ad ipsam quoque esse referendas illas particulas terrestres, qua cursum ejus sequuta, ceteris celerius moveatur, quales sunt ea omnes, qua aerem componunt*¹⁵. Posito autem, *subtilem quamdam liquidamque substantiam circulariter circa telluris globum moveri illi innatant, fore hinc, ut quaecunque corpora, deorsum impellantur, exemplo aquei vorticis injectum sit obsignatoriae, in quem cerae pulvis minutissimus, solet ostendi. Si enim. inquit Cl. Purchotius, cui haec arridet de origine gravitatis opinio, vel baculo vel digito circumagatur aquae, statim quidem cera particula ad pelvis latera feruntur, dum dcilicet majori nisu a centro vorticis recedunt minus solida sint, quam aqua. Sed cum ea minus solida sint ac in superficiebus aspera, motum suum citius amittunt, quam aquae particulae, qua solidiores sunt, fluida, ac lubricae; unde cum motus vorticosus in aqua perseveret, ipsiusque partes centro vorticis magna vi se proripiant, ceram ipsam, qua hoc motu destituta est, in idem centrum reducunt*¹⁶. Patet igitur, quae sit, Cartesii judicio, effectrix causa gravitatis in corporibus sublunaribus. Observandum tamen est, Cartesium non fuisse primum, quae hac de re ita senserit. Videtur quippe Cl. Leibnitio¹⁷, hypothesim hanc ante Cartesium adumbrasse Keplerus, dum corporibus gravitatem derivare posse dixit ex fluida quadam substantia, solidioribus particulis composita, quae in gyrum acta, atque a centro recedere tentans, innatantia minus solida corpora ad centrum impellit. Ceterum, utut res sit de hujusce hypotheseos autore, nonnulla sunt, quae prohibent, quominus, veram in ea tradi gravitatis causam, ipsi dicamus. Igitur

Propositio II

Corporum gravitas videtur minime posse ex vorticoso liquida substantiae motu circa telluris globum provenire.

1502. *Probatur I.* Cum enim, ipsa teste experientia, paleae, ligni frustra, obsignatoriae cerae minutissimi pulveres, aliaque id genus leviora corpuscula in

¹⁴ P. IV princip. num. 23.

¹⁵ P. IV princip. num. 25.

¹⁶ P. I. Physices Sec. IV, cap. 10.

¹⁷ Act. Erud. Lipsia ad annum 1690, mens Maii pag 232.

aqueo densiore vortice posita, ita a rotante substantia impellantur in centrum vorticis, ut simul in orbem aliquantulum abripiantur, nequit sensibilibium corporum *gravitas* ex vorticoso liquidae substantiae motu circa telluris globum derivari, quin detur, nonnisi secundum curvam spiralem lineam, etiam quoad sensum, fieri posse, ut corpora ipsa sibi relicta deorsum tendant. Id autem manifeste falsum est, eadem ipsa experientia demonstrante, naturalem gravium descensum secundum lineam quoad sensum rectam costantissime fieri (§. 1492) Ergo nequit *gravitas* corporum ex vorticoso liquidae substantis motu provenire.

Confirmatur hac ratio. Cum sensibilia quaeque corpora rminoris sint densitatis, Cartesium ipsum si audiamus, quam liquida illa vorticis substantia tantum abest, corpora ipsa impelli deorsum posse, atque in centrum detrudi secundum rectam lineam a rotante vortice, ut neque secundum curvam id fieri ab eo posse videatur. Fore namque videtur hac data hypothesi ut ipsa corproa obsequantur motui rotantis substantiae, atque adeo ut in orbem una cum illa perpeuo moveantur. Ita certe moveri in vorticibus, quibus innatant, corpora coelestia, Cartesius ipse autor edt. *Sublato quippe omni scrupulo de terrae motu, putemus, inquit, totam materiam coeli, in qua Planeta versantur, in modum cujusdam [p. 8] vorticis, in cujas centro est Sol, assidue gyrarce, ac ejus partes Solis viciniore celerius movert, quam remotiores, Planetasque, e quorum numero est terra, inter easdem istius caelestis materiae partes semper versari. Ex quo solo, fme ultis machinamentis, omnia ipsorum phoenomena facillime intelligentur. Ut enim in iis fluminum locis, quibus aqua in seipsam contorta vorticem facit, si variae festucae illi aquae incumbant, videmus, ipsas simul cum ea deferri, nonnullas etiam circa propria centra converti, et eo celerius integrum gyrum absolvere; quo centro vorticis erunt viciniore, et denique, quamvis semper motus circulares affectent, vix tamen unquam circulos omnino perfectos describere, sed nonnihil in longitudinem, latitudinem aberrare, ita eadem omnia de Planetis absque ulla difficultate possumus imaginari, et per hoc unum cuncta eorum phoenomena explicantur*¹⁸. Jam vero, eam esse non posse *gravitatis* causam, quae non potest efficere, ut corpora, quae gravia dicuntur, secundum rectam lineam in telluris centrum tendant, sed tantum ut circa illud in orbem moveantur, arbitrator, neminem futurum esse, qui dubitet. Ergo etc.

Probatur 2. Hanc si demus esse causam *gravitatis*, demus quoque necesse est, quemadmodum optime infert Cl. Huetius, *corpora terrestria a globulis materiae caeleslis depressum iri non versus terrae centrum, sed versus centrum vertiginum*

¹⁸ P. III, Princip. num. 30.

*suarum; nempe unumquodque versus centrum vertiginis globulorum, a quibus deprimitur; hoc est, versus punctum illud axis terrae, in quo fecatur axis ab area vertiginis hujus*¹⁹; ut fi AHBG (Fig. 1. Tab. V) sit vortex liquidae substantiae, cujus revolutio fiat circa telluris axim CD, atque adeo circa rectam AB, diviso ipso vortice in circulos parallelos ECF, GH, quorum idem sit axis AB, corpus *z* existens in plano circuli GH deprimetur a materia rotante in eodem plano verus centrum *e* ipsius circuli, sicuti et corpus *x*, quod existit in plano circuli ECF, in ejusdem centrum *a*, vi et energia materiae, quae in eodem plano in gyrum agitur, detrudetur. Evidens est enim, nonnisi in planis horum circularum eam a rotante liquida substantia exerceri vim, quae *centrifuga* dicitur, quaeque innatantia solida corpora deorsum impellit; ac propterea materiam existentem in plano circuli ECF niti, ut recedat a centro *a*; ut vero recedat a centro *e* y quae in plano circuli GH revolvitur. Et sane, si, ut ille idem observat Vir doctissimus, *aqua impleatur vas aliquod in cylindri formam excavatum, et aqua in orbem agatur, tum, in eam injiciantur particulae aliquae lignea, et lapidae, conspicientur illico particulae lignae ad supremam axis partem confluere, lapidae ad infimam; neutrae vero ferri ad centrum cylindri, nempe singulae petent centrum areae planae, in qua moventur; ac proinde, cum in suprema parte aquae ligna, in inferiore lapides, circumagantur, centra uttiusque vertiginis in variis erunt axis partibus, in iis nempe punctis, in quibus areae vertiginis, utriusque axem secabunt*²⁰. Ita ergo gravia corpora deorsum movebuntur juxta hanc hypothesim, ut ea sola, quae in *aequatoris* plano existunt, ferantur *ad perpendicularum* in centrum terrae; reliqua vero tendant quidem *ad perpendicularum* versus telluris axem, sed oblique versus illius superficiem, ac minime in ejusdem centrum; quae denique sub *polis* sunt, immota plane sub illis existant. Constat autem, corpora gravia ex quovis terrae loco libere demissa, in illius centrum *phystce*, sive quoad sensum recta moveri (§ 1495). Ergo deorsum non ideo tendunt, quod a rotante liquida substantia, cui innatant, deorsum truantur.

Maximam hujus argumenti vim ut eluderent, quotquot hactenus fletere pro hac hypothesi, eam vorticis dispositionem concipiendam dixerunt, quae absolvatur non per circulos *aequatori* parallelos, atque adeo versus utrumque *polum* continuo decrescentes; sed per circulos maximos ea ratione se habentes, ut materia, quae [p. 9] in singulorum planis revolvitur substantia ab uno sphaerae, sive telluris centro impetum gyrationis nacta intelligatur.

¹⁹ Censura *Philos. Cartesiana*, capit, 7. num. 2.

²⁰ Censura *Philos. Cartesiana*, capit 7, num. 2

Verum nimis facile est, hoc effugium Cartesianis praecludere. Ecquis enim potest mente concipere, liquidam substantiam ita circa telluris globum revolvi, ut revolutionis plana quamcumque partem versus sint circuli in sphaerae maximi, utque unum sit centrum terrae, a quo materia, quae in singulis illis planis revolvitur, recedere nitatur. *Id unicum est*, inquit Cl. Daniel Bernoullius ad Sturmium scribens, *quod concipi a me non posse conqueror y nec posse a quovis alio puto, non magis atque concipere possumus, singula puncta in sphaerae convolutione describere circulos maximos, quorum utrumque Mechanicae legibus aequè adversari judico. Sive enim vortices fingantur sphaerici, sive cylindrici, solidi, sive fluidi y nulla eorum concipi poterit possibilis rotatio alia, quam quae fiat circa axem immotum, cujus singula puncta sint centra totidem circulorum parallelorum in superficie sphaerae descriptorum; atque gyrationis impetum non a centro sphaerae, sed a propriis centris nanciscentium, uti patere poterit, gravis arenae in globum velocissime in gyrum acum coniectis, quorum unumquodque resiliet per planum sui circuli*²¹. Itaque, si materia coelestis nequit ea ratione revolvi circa telluris globum, ut quoquoversus ab uno illius centro recedat, fieri quoque haud potest, ut eadem ipsa materia in gyrum acta sit effectrix causa *gravitatis*.

Probat 3. Hac admissa causa *gravitatis* videtur ea non amplius esse posse luminis natura, quam Cartesius ipse constituit, videlicet non posse lumen in pressione rectilinea globulorum *secundi elementi* collocari. Repugnare quippe videtur, ut eadem ipsa liquida substantia in gyrum agatur circa telluris axim, simulque secundum rectam lineam prematur deorsum ab incumbente Sole, quin haec pressio circularem illum motum vel minimum retardet, aut impediat. Non enim minuitur pondus sublunarium corporum, dum Sol terram illuminat; adeoque dum, posita Cartesiana luminis hypothese, globulos *secundi elementi* secundum rectam lineam quoquoversus premit et urget. Ergo etc.

Confirmatur ex maxima illa celeritate, qua circa terram rotari debent globuli *secundi elementi*, ut sublunarium corporum *gravitas* ex hac revolutione oriri posse dicatur. Hinc enim apertissime sequitur, vel nullam esse illorum globulorum revolutionem circa terram, adeoque hanc non esse causam *gravitatis*; vel lumen in rectilinea eorundem globulorum pressione quemadmodum vult Cartesius, haudquaquam consistere. Itaque demonstrat Cl. Hugenius, ex liquida substantia acta in gyrum circa telluris globum oriri non posse sublunarium corporum *gravitatem*, nisi illius revolutio in magno circulo, qualis telluris ambitum metitur, tanta celeritate

²¹ In actis *Erudit. Lipsit* ad annum 1686, mens. Febr. pag. 93.

fiat, ut *millies* intra horam perficiatur. Nequit ergo lumen statui in pressione rectilinea rotantis hujusce substantiae, nisi dum corpus lucidum eidem innatans lumen quoquoersus diffundit, tanta vi substantiam ipsam premat quoquoersus, ut vim eam vincat, qua intra horam *millies* circa terram eadem ipsa rotatur. Id autem impossibile est, demonstrante experientia, lucem candelaee, ac proinde eam illius vim, qua globulos *secundi elementi* urget quoquoersus, vel levissimo statu extingui. Ergo vel ilia revolutio globulorum *secundi elementi* circa terram, ex qua oriri dicitur *gravitas* corporum, nulla est, vel in rectilinea eorundem globulorum pressione lumen minime consistit .

Dices, aetheream substantiam vi pressionis, quam patitur ab innatante lucido corpore, non sollicitari ad motum *translationis*, sed ad motum *vibrationis*, qui vorticis motui contrarius non est.

[p. 10] *Contra*: quia licet a sonante corpora non sollicitetur aer nisi ad motum *vibrationis*, ad motum vero *translationis* a causa ventum producente, manifestum tamen experientia est (§ 1083) *soni* celeritatem augeri a fecundo vento, a contrario retardari. Ergo vorticosus aetheraee substantiae motus circa telluris axim potest impedire, quominus illum sive motum, sive nisum, in quo lumen positum est, eadem ipsa concipiat; adeoque etc.

Hypothesis Gassendi

1503. Cl. Petrus Gáisendus putat, *gravitatis* causam satis ab se explicari, si dixerit, *nihil repugnare, quominus motus rerum gravium, sive decidentium, fit ex attractione subjectae telluris, quatenus ex ipsa corpuscula prodeunt, quasi organa quaedam attrahentia*²². Placet nempe Viro doctissimo *habere terram, quasi magnetem, quatenus, ut magnes emittit ex se corpuscula quaedam, seu radios, quibus corpora magnetica ad se alliciat, ita videtur terra emitere y quibus ad se alliciat pertrahatque corpora terrena*²³. *Ac esse quidem in ipsa terra aliquam ejusmodi vim, confirmari, inquit aliunde melius, quam ex effectu ipso, non potest; quare, ut qua est in magnete, non aliunde, quam ex ipsa ferri attractione convincitur, ita qua esse in terra supponitur, non aliunde, quam ex attractione lapidum, ceterorumque potest convinci. Quod ad modum vero attractionis sspetat, idem plane dicendum est, proportionem tamen servata, quod de magnete jam diximus. Subjicio proinde,*

²² Sect. I. *Physices* lib. V. cap. 2. *translato* num, 15.

²³ Epist, I. *De motu impresso a Motore*.

verisimile esse, quemadmodum virtus magnetica ita in orbem diffunditur, ut corpuscula radiose exsiliencia tanto rariora fiant, quanta procedant longius, sicque minus conferta minus polleant, et superata quadam distantia, attractioni imparia, ac tandem nulla sint, eodem modo telluris globum ita illam suam attractricem vim in orbem diffundere, ut corpusculorum emissorum radii summopere tandem rarescant, neque ex quacunque distantia (ut, si. velis, supralunari, aut extramundana) attrahere lapidem possint. Concipe certe lapidem in spatiis illis imaginans, quae sunt pretensa ultra hunc Mundum, et in quibus posset Deus alios Mundos condere, an censeas ipsum illico, ubi constitutus illie fuerit, versus hanc terram convolaturum, et non potius ubi fuerit semel positus immotum mansurum, utputa quasi non habentem neque sursum, neque deorsum, quo tendere, aut unde recedere valent. Si censeas fore, ut huc feratur, imaginare non modo terram, verum etiam totum Mundum e se in nihilum redactum, spatiaque haec esse perinde inania, ac antequam Deus Mundum conderet; tunc saltem, quia centrum non erit, spatiaque omnia erunt similia, censebis lapidem non huc accesurum, sed in loco illo fixum permansurum. Restituatur Mundus, et in ipso terra, an lapis statim huc contendit? si fieri dicas, oportet sane sentiri terram a lapide, debereque proinde terram transmittere in ipsum vim quamdam, atque adeo corpuscula, quibus sui sensum illi imprimat, seseque restitutam, ac in eodem loco denuo existentem veluti renunciet; secus enim, quomodo capis, posse lapidem allici ad terram? Id vero si ita futurum sit, quidnam aliud arguitur, quam et lapidem, et alia corpora terrena terram petere, quod corpusculis ab illa transmissis ad eam allicantur. Et fac jam, certum aliquod aeris nos ambientis spatium fieri a Deo prorsus inane y adeout neque ex terra, neque aliunde aliquid in ipsum pervertiat, an constitutus in eo lapis feretur in terram, centrumve ipsius? certe non magis, quam constitutus in spatiis illis ultramundanis y quia ipsi nihil neque cum terra, neque cum alia re quacumque Mundi ipsius communicanti perinde erit, ac Mundus, terraque, aut centrum non esset, nihilque rerum existeret? Annon igitur, sit in terram jam fertur, ideo ferri putandum est, quod aliquid ipsam circumstet, qui cum communionem habeat, et maxime ex parte terrae, a quo pertrahatur, si id quidem non sufficit, quod superne est, ut ab eo pellatur? Nec te morer, quod tanta moles, quanta ingentis saxi est, non [p. 11] videatur compelli posse tenuibus adeo chordulis; nam considera, etiam quam tenuibus magna ferri moles ad magneticum lapillum trahatur²⁴. Hac itaque Gassendisticae hypotheseos de origine gravitatis summa est, gravia scilicet corpora eam ob causam continuo niti, ut deorsum moveantur, quia, non secus atque magnes ferrum ad se allicit, continuo a terra trahantur; trahi autem a terra, illius globo

²⁴ Epist. I. *De motu impresso a motore translato* n. 15.

erumpunt quoquoersus, ab eoque vibrantur secundum rectam lineam, perinde prorsus atque luminis radii a corpore lucido, exillísimae quídam hamatae, uncinataeque atomi, quae, ubi in corpus, quod libere in aere pendet, incurrunt, illud veluti arripiunt, tum, quasi capta praeda, ad terram, unde discesserant, simul cum eo revertuntur. Verum haec hypothesis uti fingi facillime potest, ita nonnisi difficillime, ne quid amplius dicam, potest animo comprehendi.

Propositio III

Sensibillum corporum gravitas oritur ex eo minime potest, quod exillissimae quaedam atomi, quoquoersus a terra emissae, atque radiorum instar vibratae corpora ipsa libere in aere pendentia arripiant, eaque, ut deorsum moveantur, determinent.

1504. Probatur 1. Impossibile prorsus est, ut, quae ex terraqueo globo quoquoeraus erumpunt corpuscula, determinare pensile in aere corpus ad descensum possint. Enimvero vel incurrunt in solidas ipsius corporis partes, vel illius poros subeunt, penetrantque liberrime. Si primum: tantum abest, pensile corpus in terram trahi ab illis posse, ut repellí ab ipsis potius debeat, atque in altum deferri; quippe, cum sit ad motum *passive* prorsus indifferens, motui incurrentium corpusculorum obsequatur, necesse est, plane non secus atque navis, quae in medio maris existit, impellent vento obsequitur. Si alteram: videtur perspicuum, pensile ipsum corpus, neque repellí ab illis posse, neque adduci, utpote quod illorum motui haudquaquam resistit; quemadmodum navis, ut observat Cl. P. Maignan²⁵, si pro velo expansum haberet rete, ab incurrente vento nullatenus moveretur. Ergo impossibile omnino est, ut substantiale telluris effluvium sit efdiciens causa gravitatis.

Probatur 2. Pensile in aere corpus vel ab iis atomis in terram trahitur, quae in solidas illius partes incurrunt, vel ab iis, quae ejusdem poros subeunt. Si ab iis, quaedam poros corporis ingrediuntur: ergo corpora eo erunt graviora, quo magis porosa sunt, utpote quae majorem incurrentis effluvii copiam excipiunt; ac proinde majorem quoque vim, qua deorsum labantur. Si vero ab iis, quae incurrunt in partes corporis solidas: ergo *gravitas* corporum *proportionaliter* respondebit numero solidarum particularum, quae illorum superficiem telluri obversam consistuunt. In hasce quippe dumtaxat particulas *magneticae* telluris atomi incurrunt, ut est perspicuum. Falsum est autem, tam ea corpora, quae magis porosa sunt, esse

²⁵ *Philos natura* cap. XIV, ad prop. 9, n. 6.

graviora, quam pondus corporis quantitati superficiei, quae telluri obversa est, *proportionaliter* respondere. Ergo neque ex atomis in solidas corporis partículas incurrentibus, neque ex atomis illius poros penetrantibus potest, tamquam ex causa effectrice, *gravitas* corporis derivari.

Probatur 3. Etenim sive ex iis *magneticis* atomis, quae in solidas corporis partes, sive ex iis, quae in illius poros incurrunt, *gravitas* ipsius corporis oriri dicatur, explicandum manet hac in hypothesi, quomodo hujusmodi atomi pensile in aere corpus, ut in terram recta feratur, determinent. Id enim non minus obscurum est, ac sit ipsa corporis gravitas, praesertim si atomi, quae illi corpus incurrunt, ex ipsae esse dicantur, quae illud in terram deferunt. Concipi enim nullatenus potest, a quonam determinentur illae atomi, ut ad terram, ex qua eruperant [p. 12] iterum, corpore arrepto, revertantur. Plane chymerica profecto est vis, si qua terrae tribuitur, qua emissas atomos iterum retrahat. Ecquis namque terram admonet, pensile corpus a satellitibus atomis arreptum esse, ac proinde adesse tempus, quo eas iterum alliciat, simulque cum praeda ad se iterum retrahat? Praetere, *attractrice* huscemodi potentia telluri concessa, frustraneas omnino esse uncinatas atomos, quibus corpus in aere pensile arripiatur, atque in terrain deferatur. Non enim video, cur allicere pensile corpus, illudque *immediate* attrahere terra non possit, quemadmodum ipsas atomos attrahit *immediate*, easque, ut ad iuum principium redeant, *immediate* determinat. Id certe captu adeo difficile arbitror, ut Delio natatore indigeat.

Neque valet, si dicas cum Gassendo, uncinatis quoque, hamatisque atomis ferrum ad magnetem trahi. Non valet, inquam, quia eadem ipia ratione, qua negamus, gravia in terra, descendere, quia per atomos ex ipia terra emissas ad eam trahuntur, negamus quoque, per haud dissimiles atomos ferrum ad magnetem deferri.

Ceterum, si concedatur Viro doctissimo, terram ad se trahere gravia corpora, quemadmodum ferrum a magnete allicitur, per atomos scilicet uncinatas, dandum quoque nobis ab illo est, ut quemadmodum per interposita quaedam corpora vis magnetis plurimum debilitatur, atque etiam plane retunditur, eodem quoque modo, nimirum per corpora interjecta, attrahens telluris vis infringi possit, et plurimum minui; atque hinc fore, ut corporum gravitas plurimum decrescat, si illud inter ipsamque terram plura corpora in eadem linea verticali statuuntur. Manifestum est autem, gravitatem corporis hanc ob causam ne tantillum quidem minui, sed eandem prorsus manere. Ergo magneticum telluris effluvium non est causa efficiens, cur sensibilia corpora in terram tendant, quamvis ex haud dissimili effluvio oriri tendentiam ferri in magnetem, Gassendo concedatur.

Hypothesis Du-Hamel

1505. Censent alii, quos inter Cl. Du-Hamel, naturalem corporum descensum, atque adeo et ipsorum *gravitatem* provenire ex circumambiente fluida quadam substantia, quae congenito suo pondere corpora libere in ea pendentia deorsum jugiter premat, et urgeat. *Ut enim nihil videtur probabilius, inquit laudatus Vir Cl., quam gravia deorsum ferri a causa extrinseca, et impellente, sic nihil explicari est difficilius, quam modus, quo haec impulsio perficitur. At si quis ex multis sit eligendus, is mihi potior videtur, qui subtili aeri terrestria corpora suo pondere prementi, et urgenti motum rerum gravium refert acceptum, undecunque motus ille, aut impulsio huic aeri subtili accedat, seu ab aetherea substantia, quae illum deorsum trudit, seu ab innato pondere*²⁶. Verum etsi haec opinio magnam verisimilitudinis speciem praeseferre prima facie videatur, penitus tamen inspecta, a vero aliena prorsus est, nullaque potest ratione defendi. Itaque

Propositio IV

Naturalis gravium descensus oriri minime potest ex incumbente aerea, sive alterius naturae, liquida substantia, quae pensilia corpora deorsum suo pondere premat, et urgeat.

1506. *Probatur 1.* Nequit sensibilibum corporum *gravitas* ex incumbente ponderosa liquida substantia, tamquam ex causa effectrice, desumi, nisi, vel palam primo fiat, undenam *ponderosas* illi substantiae accedat; vel idem per idem, atque adeo secus plane ac fieri ab ingenuo Philoopho liceat, corporum *gravitas* [p. 13] explicetur. Palam autem non sit hoc in hypothesi, sed principii loco, ut patet, assumitur, ponderosam esse fluidam illam substantiam, ex qua incumbente dicitur corporum sensibilibum *gravitas* praevenire. Ergo haec nequit esse origo gravitatis, quin gravitas ipsa gravitatis causa esse dicatur.

Probatur 2. Etenim, hac posita origine *gravitatis*, dandum necessario est, *pondus* corporum non eorum *massae*, sed eorum *superficie* proportionaliter respondere. Consequens est enim, ut tanta sit gravitatio corporis, quanta est pressio, quam ab incumbente fluido corpus ipsum patitur; et ideo quanta est *superficies*, si cetera paria sint, cui premens fluidum incumbit. Certa autem res est, omnium Philosophorum probata consensu, gravitationem corporis non illius *superficie*, sed ejusdem *massae*

²⁶ Philos. *ad usum Burgundta*, Tom. IV, Tract. 2, Dissert. 2, cap. 2.

proportionaliter respondere (§ 1487). Ergo falsum est, sensibillium corporum *gravitatem* ex preasione incumbentis ponderosi fluidi provenire.

Confirmatur. Si namque ex pressione incumbentis liquidae substantiae gravitatio sensibillium corporum oriretur, posset gravitatio ipsa propterea dumtaxat augeri, et minui, quod illorum figura mutetur. Ob solam quippe figurae mutationem crescere posse, atque decrescere *superficiem* corporis, cui premens fluidum incumbit; adeoque posse et corpus ipsum hanc dumtaxat ob causam modo magis, modo minus deorsum premi, nemo est, qui non videat. Constat autem, corporis gravitationem neque augeri, neque minui ob id tantum, quod illius sigura mutetur (§ 1491). Ergo sensibillium corporum gravitatio nequit ex pressione incumbentis ponderosi fluidi, cui innatant, derivari.

Probatur 3. Cum enim corpora non sint ponderosa ex se, nequeunt ponderoso fluido tota immergi, suoque genio in illo relinqui, nisi sursum ab eo impellantur. Manifestum quippe experientia est, constabitque apertius suo loco, solidum etiam grave, si graviore fluido immergatur, sursum ab eo detrudi. Igitur tantum abest, naturalem gravium descensum ex gravitate circumambientis fluidae substantiae: posse desumi, ut hinc potius futurum videatur, corpora ipsa debere a telluris centro jugiter recedere, sursum deferri.

Hypothesis Leibnitii

1507. Statuit demum postrema opinio, sublunarium corporum *gravitatem* oriri ex fluidissima quadam substantia, quae telluris globum circumambiens nucleum continens, ac veluti vesus, ab illius centro secundum rectam lineam recedere quoquo nitatur. Opinionem hanc adumbravit celeberrimus Leibnitius. Is enim, rejecta Cartesiana hypothesi, propterea quia, ea admissa, non eodem modo in locis *aequatori*, et *polo* vicinis versus terre centrum gravia, ut diximus, impellerentur, *alia*, inquit, *assignari posset causa non obnoxia huic difficultate, concipiendo dispositionem materiae cujusdem ex globo telluris propulsae, aut alterius sideris in omnes partes propulsae, quae radiationem quamdam producat, radiationi lucis analogam; ita enim habebimus recessum a centro materiae aetherae, quae corpora crassiora, eandem vim recedendi non habentia, versus centrum depallet, seu gravia reddet*²⁷. Profecto, hujuscemodi si detur substantia, certo certius futurum est, nullum corpus inn atgare illi posse, nullum corpus innatare, quin deorsum, et quidem

²⁷ In *Actis Eruditorum Lipsiae* ad annum 1690, men. Maii pag. 235.

secundum rectam lineam ubique terrarum, constantissime, ac marium ab ea detrudatur. Sicuti enim, ut suo loco dicitur, solidum, quod sit aqua minus grave, aquae immersum, sursum secundum rectam lineam ab ea impellitur; ita vicissim, si detur fluida substantia, cuius omnes partes a centro terrae, quam continet, recedere quoquoersus secundum rectam nitantur, necesse itidem est concedatur, corpus quodcunque, illi substantiae immersum, jugi nisu deorsum tendere moveri, et reapse versus telluri centrum moveri. si suo veluti genio om ea relinquatur, et reapse versus telluris centrum in ea relinquatur. Palam quoque hinc facile efficitur, cur in aequalibus a tellure distantis *gravitas* corporum *proportionaliter* respondeat [p. 14] quantitati *materiae*, quae in illis est, diversis. vero distantis eadem non maneat *gravitas*, sed *in ratione inversa* quadratorum distantis minuatur. *Facile intelligimus* (ita utrumque explicat Vir Cl. Nicolaus de Martino, cui haec opinio de gravitatis origine minime displicet) *qua ratione pondus cujusque corporis in data a tellure distantia quantitati fute materia correspondeat. Non pressio, quam subit corpus grave, tanta est, quantum exerunt particulae materiae subtilissimae, quae ad servandum aequilibrium in locum illius corporis subingredi conantur: quarum quidem particularum numerus correspondet multitudini partium, grave illud corpus componentium, hoc est, quantitati materiae in corpore illo existenti; quum interstitiorum ejusdem corporis nulla ratio sit habenda, quippe quae jam materia illa subtilissima sint repleta. Intelligimus etiam, qua ratione fiat, ut vis gravitatis in recessu a tellure decrescat in duplicata ratione distantia, atque adeo ut ponderae corporum in diversis a tellure distantis sint conjunctim, ut quantitates materiae directe, et quadrata distantiarum inverse. Nam, quum oriatur vis gravitatis ex pressione, quam materia quaedam subtilissima exertit in grave corpus, erit vis gravitatis in omni distantia proportionalis huic pressioni. Jam. vero si concipiamus subtilissimam illam materiam divisam in innumeras superficies concentricas telluris superficiei, erit hac pressio major in superficie minori, et minor in superficie majore; adeoque reciproce proportionalis quadrate distantiae. Itaque et ipsa vis gravitatis in omni loco reciproce proportionalis erit quadrato distantia, adeoque in recessu a tellure decrescet in duplicata ratione*²⁸. Verum licet non inficiar precipuas *gravitatis* leges, atque phoenomena hac in hypothesi facillime explicari, adeoque hypothesim ipsam videri dignam, quae ceteris hactenus expositis prsseratur, re tamen attente considerata, fateri, nunc vel invitus cogor, eam ceteris non esse feliciorern. Sit ergo

²⁸ *Elem. Statices* Sect. I. Cap. 3.

Propositio V

Efficiens gravitatis causa in corporibus sublunaribus nequit esse fluidissima quadam substantia, qua tellurem circumbiens, ab illius centro recedere quoquoersus secundum rectam lineam continuo nitatur.

1508. Probatur. Fluida illa substantia, ex cujus nisu recedendi quoquoersus secundum rectam lineam a telluris centro, *pondus* sublunarium corporum oriri dicitur, vel est ea ipsa, in cujus vibratorio motu positum *lumen* est, vel ab illa est prorsus diversa. Si primum: ergo Sole supra horizontem prope meridiem existente, quae illi subsunt solida pensilia corpora, minime in terram gravitabunt. Enimvero, cum fluida illa substantia terram versus tunc a sole urgeatur (quippe terram versus ab eo *lumen* diffunditur), nisi illa tunc minime poterit, ut ab ipsa terra recedat; atque hinc, ut quae illi tunc innatant solida corpora, deorsum trudat, nisi forte placeat, oppositas *ex diametro* vires posse simul ab ea exerceri, motusque contrarios simul ab ea posse produci. Si alterum: ergo genus duplex subtilis materiae admittendum est, alterum scilicet in cujus seu nisu seu vibratorio motu consistat *lumen*, alterum, ex cujus vi recedendi, a telluris centro corporum *pondus* proveniat. Id autem absurdum est, nec nodum solvit. Absurdum est, quia, liberum cuique tunc esset tot fingere in Mundo *subtilis materia* genera, quot sunt, quae per eam explicari posse videntur, naturae phaenomena. Nodum non solvit; cum enim ea etiam subtilis materia, quae *luminis* subjectum est, deorsum trudi impellique ab ea debeat, quae a telluris centro recedere continuo nititur, fieret tandem, ut nihil prorsus, aut ferme nihil illius substantiae, quae *gravitatis* causa est, prope telluris superficiem haberetur; atque hinc, ut prope telluris superficiem nullum corpus gravitaret, utpote quod nullum sit illi substantiae immersum, a quo deorsum detrudatur. Futurum porro ut nihil, [p.15] aut ferme nihil illius substantiae prope telluris superficiem existat, quae nititur continuo ab illius centro recedere, ex legibus aequilibrii certum apertumque est. Ex illis enim constat, duas liquidas substantias inaequalis gravitatis simul permisceri non posse, quin tamdiu moveantur, donec quae levior est, supra graviorem tota sese constituat. Substantiam autem, quae recedere a continuo nititur, spectari posse veluti leviolem; eam vero tamquam graviorem, quae ab illa deorsum truditur, nemo, ut arbitror, ibit inficias. Certe aeris substantiam, nonnisi hujusce aequilibrii causa, circa tellurem conglobari, apertius videtur, quam ut demonstratione indigeat. Duo igitur admitti non possunt subtilis materiae genera, ex quorum altero *lumen*, ex altero *gravitas* corporum derivetur, cumque *gravitas* ipsa haud possit ex ea fluida substantia oriri, in cujus motu *lumen* consistit, relinquatur,

sublunarium corporum *gravitatem* ex subtili materia, quae a telluris centro recedere continuo nitatur, minime posse desumi.

Confirmatur. Etenim *primo*, si eadem omnino sit fluida substantia, ex qua et *lumen* oritur, dum, actione innatantis lucidi corporis, vibratorium motum concipit, et *gravitas* corporum derivatur, quatenus nisu quem habet recedendi a telluris centro, ea deorsum premit, videtur, eandem manere non posse corporum *gravitatem*, sive medium lumine perfusum sit, sive *lumine* careat. Concipi enim nullatenus potest, quomodo motus, qui illi substantiae ab innatante lucido corpore terram versus communicatur, cui vim eam non minuat, qua nititur substantia ipsa a telluris centro recedere; vel si minuit, cur, hujusmodi nisu decrescente, illius effectus, *gravitatio* scilicet innatantis corporis, nullatenus minuatur.

Secundo: explicandum est, quomodo corpus lucidum exiguae magnitudinis, atque adeo etiam virtutis, ut flammula candelae, valeat *lumen* quoquo versus diffundere: hoc est, vibratorium motum, etiam terram versus, fluidae illi substantiae communicare. Vis enim, qua illa substantia nititur a telluris centro recedere, tanta profecto est, ut ea, qua partes lucidi corporis eandem ipsam substantiam premunt, vinci minime posse videatur, experientia demonstrante, ab ea vi, qua luminis radius diffunditur, nullius utut exigui corporis *gravitatem* posse superari. Non ideo ergo gravia sunt, quia a subtilissima quadam, fluidissimaque substantia, quae a telluris centro recedere quoquo versus secundum rectam lineam continuo nitatur, in ipsum centrum jugiter detrudantur.

Corollarium

1509. *Quo certius est, extrinsecam esse causam gravitatis, eo est incertius, in quaenam physice posita ea sit, et quomodo corpora, qua gravia dicuntur, ut deorsum tendant, compellat.*

Sectio Tertia

De Newtoniana corporum omnium in se invicem gravitatione

1510. Vim, qui sublunaria corpora in terra veluti sponte sua descendunt, *gravitatem* scilicet, omnibus omnibus inesse corporibus, nempe tam iis, quae supra, quam iis, quae infra Lunam sunt, imo veluti materiae *proprietaem*, et *universalem* naturae *legem* spectare eam debere, arbitrantur Newtoniani. Ajunt enim, corpora quaeque in

se invicem gravitare, omniumque particulas attrahere sese mutuo, sive singulas in singulas veluti *gravitate* impelli. Perinde siquidem illis est, unum ab altero trahi, atque unum in alterum gravitare. *Omnia corpora*, inquit Cl. Gravessandus, sese mutuo petunt, aut sese mutuo versus tenens, vi quae singulis particulis materiae in singulas particulas competit, et vis, qua corpus in alia agit, efficitur in omnibus viribus conjunctis particularum, ex quibus corpus [p. 16] *constat, ideo vir hac crescit in ratione, in qua materiae quantitas augetur, et immutabilis est in singulis particulis; ad eandem distantiam semper eadem distantiam semper eadem; aucta autem distantia, decrescit vis, ut quadratum distantiae augetur. Vim hanc gravitatem nominamus, considerando corpus, quod aliud versus sponte tendit; quia eo nomine vis has in telluris vicinis datur. Considerando autem corpus, ad quod aliud tendit, vis hac vocamus attractionem. His nominibus eundem effectum, et nil praeter effectum designamus; nam cum omnis gravitas sit reciproca, corpus sese mutuo versus gravitate, idem significat, quam corpora sese mutuo attrahere, aut ad se mutuo sponte tendere. Effectum hunc pro lege naturae habemus, quia nunquam fallit*²⁹. Gravesando consentiens Clarke, docet vim hanc sive *attrahentem*, sive *gravitatem* ita corporibus omnibus convenire, ut nullum plane existat, quod vel aliquo in loco, vel aliquo tempore privati illa possit, quemadmodum nullum est, quod valeat extensione soliditateque destitui. *Vis gravitans*, ait Clarke *universalis est quoad extensionem suam: hoc est, corpora universa, quantum sciamus, ubicunque locata sint, uno modo in terra, verum etiam in caelis, sive in Luna, sive in planetis, sive in Sole, sive alio quovis in loco, hac vi omnium afficiuntur. Est etiam hac vis universalis quoad genera corporum: hoc est, omnia corpora, cujuscumque figurae, formae, testurae, sive simplicitatis sint, sive compositae, sive fluida, sive firma, sive magna, sive exigua, sive moveantur, sive quiescant, haec vi omnium afficiuntur. Est etiam hac vis universalis quoad tempus: hoc est, caeteris paribus, nullo tempore, vel minuitur, vel augetur*³⁰. Haec est igitur attrahens illa vis, quam tanti faciunt, totque laudibus extollunt adeo Newtoniani, ut dici de ea jure ac merito posse videatur, quod de *fortuna* olim scripserat Plinius. Etenim, siccuti fortuna, populorum omnium, ita *vis attrahens*, omnium Newtonianorum voce, *non Mundo, et locis omnibus, omnibusque horis sola invocatur, una nominatur, una accusatur, una agitur rea, una cogitur, sola laudatur, sola arguitur... Huic omnia feruntur accepta, et ita tota ratione mortalium sola utramque paginam implet*³¹. Verum quid de ea sentiam ipse, paucis accipe.

²⁹ *Elem. Physices* parag. 4017 et seq.

³⁰ Not. in *Physicam Rohaultii*, P. II cap. 28, art. 13

³¹ *Hist. Natural.* Lib II, cap. 7

Propositio Unica

Vis attrahens, sive gravitans, prout eam explicant, atque in natura reapse haberi contendunt Newtoniani, vedetur haud posse ab ingenuo Philosophi sine ulla dubitatione admitti.

1511. Plura sunt, quae prohibent, quominus *vis attrahens, sive gravitans*, quae materiae densitati *proportionaliter* respondeat, si caetera paria sunt, quaeque in *ratione inversa* quadratorum distantiae decrescat, corporibus omnibus, singulitque eorum corpusculis inesse sine ulla prorsus dubitatione dicatur.

I.

1512. In primis namque *attrahens* illa *vis* videtur principio *rationis sufficientis* pemnitus adversari. Nulla est enim ratio *sufficiens*, cur duo corpora in vacuo spatio existentia atrahere possint sese mutuo, sive in se invicem *gravitare*. Quiescenti siquidem corpori B accedens corpus A (*Fig. 2, Tab. IV*) illud determinet, ut in ipsum A moveatur. *Sufficiens* itaque hujusce determinationis ratio nonest *intrinseca*; tum quia nullum corpus politum in quiete determinate seipsum potest ad motum (§ 150), tum quia explicandum tunc est, cur corpus B potius in A secundum directionem *ba*, quam aliam *palgam* versus tendat; atque insuper cur non tendat in A, nisi certo intervallo distans ab illo fuerit, certum quippe est, non in quacumque, sed in certa dumtaxat, et determinata distantia [p. 17] unum corpus ab altero trahi. Neque illa determinationis ratio corpori B *extrinseca* est. Enim vero, cum etiam in spatio plane vacuo, ipsimet fatentibus Newtonianis, fiat mutua *tractio* corporum, nihilque *reale* corpora ipsa emittant, quod efficiat, ut unum in alterum tendat, nihil certe habetur extra, quod *sufficiens ratio* esse possit, cur unum in alterum moveatur.

II.

1513. Id porro apertius fiet, si considerabimus, non sensibilia tantum corpora, verum et primitivas materiae particulae sese mutuo, illorum iudicio, atrahere. Non enim fingi potest, ex hisce particulis *substantiale effluvium* erumpere, cui, tamquam causae, mutua illarum *tractio* accepta referatur. Neque potest dici, particulas ipsas innatare liquidae, cuidam substantiae, cujus vi et energia contra se invicem illae urgeantur. Omnia siquidem corpora, seu *fluida*, seu *solida* ex hisce particulis, ut ait

etiam ipsemet Newtonus³², primo componuntur. Igitur nihil prorsus habetur extra copora, quae sese mutuo attrahere dicuntur, quod Newtonianae huiusce *attractionis* queat jure ac merito *sufficiens ratio* nuncupari. Fatetur quidem Cl. Autor³³ fieri posse, ut, quam ipse *attractionem* appellat, *impulso* peragatur. Verum quomodo id stare queat, si etiam inter corpuscula rerum primitiva attractio detur, plane non video. Dubium non est ergo, quin *attractionis* Newtonianae nulla prorsus sit *ratio sufficiens*.

III.

1514. Hinc Newtonianam *attractio* vel nulla est, vel inter *occultas* rerum *qualitates* necesse est statuatur. Ea enim *qualitas* dicitur *occulta*, quae, teste Cl. Volfio, *sufficiente ratione destituitur, cur subjecto insit, vel saltem inesse posse*³⁴, *cujus vero ratio a priori reddi nequit*³⁵. Profecto et ipse *attractionis* autor Newtonus, tantum abeset, ut illius rationem assignet, qui potius eam ab se ignorari fateatur. Ita siquidem accipi vult *attractionis* vocem, *ut in universum solummodo vim aliquam significare intelligatur, qua corpora ad se mutuo tendant, cuicumque demum causarum attribuenda vis illa sit*³⁶; imo ne audet quidem vim ipsam tamquam *reale* aliquod, *physicumque principium* definire. Ait enim Vir summus: *Voces attractionis, impulsus, vel propensionis cujuscunque in centrum, indifferenter, et pro se mutuo promisque usurpo, has vires non physice, sed mathematice considerando. Unde caveat Lector, ne per hujusmodi vires cogitet, me speciem, vel modum actionis, causamve, aut rationem physicam alicubi definiri, vel centris, quae sunt puncta Mathematica, vires vere et physice tribuere, si forte ad centra trahere, aut vires centrorum esse dixerit*³⁷. Hinc nuperus quidam contra D. De-Voltaire scribens, *l'attrazione, inquit, per asserto del Filosofo Inglese, è una causa puramente possibile, un principio solamente Geometrico, una forza occulta, di cui egli considera, e calcola gli effetti... La mente perspicace, che ha fatto scoprire al grande Neuton cose sì sublimi, gli facea conoscere, che l'attrazione alla fine non lascia nell'intelletto alcuna idea chiara, e ch'ella ha non sòche di misterioso, ed inintelligibile, che pare, che ella rissusciti quelle qualità occulte con ragione in un*

³² *Optices*, q. 31, pag. 395 ss.

³³ *Ibidem*, pag. 380.

³⁴ *Ontol.* Parag. 180.

³⁵ *Lexic. Philos.* v. *qualitas occulta*.

³⁶ *Optices*, q. 31, pag. 380.

³⁷ *Princip. Philos. Mathem.*, ad. Def. VIII.

*alio oblio seppellite*³⁸. Gravessandus demum asserere minime dubitat, non tantum sibi ignotam esse causam, cur copora sese mutuo attrahant, verum etiam effectum hunc exiis naturae legibus, quae nobis notae sunt, haud posse deduci. Inquit enim: *effectum hunc pro lege naturae habeamus, quia nunquam fallit, et hujus causa nobis est [p. 18] ignota, et ex legibus notis minime deduci potest*³⁹, Newtoniana itaque *attractio* uinter *occultas qualitates* numeranda est, si digna hoc nomine ea omnis censeatur corporum affectio, cujus *sufficiens* sive *ratio*, sive *causa* ignorantur.

IV.

1515. Oportet fortasse aliquis cum Newtono, corporum *attractionem, et inertiae vim* considerati, *non ut* occultas qualitates, *que ex* specificis rerum, formis *oriri fingantur, sed ut* universales naturae legices, quibus res ipsae sunt formatae. *Quippe principia quidem talia revera existere stendunt phoenomena naturae, licet ipsorum causae quae sint, nondum fuerit explicatum. Utique qualitates ipsae sunt manifestae, earumque causar solummodo occultae.* Qualitatum occultarum nomen indiderunt Aristotelici non qualitibus manifestis, sed istius modi tantum qualitibus, quas in corporibus latere, quasque esse ipsas manifestorum effectuum causas incognitas existimabant⁴⁰. Verum contra est; quia tantumdem respondere possunt Scholastici, cum ab illis quaeritur causa, cur magnes trahat ferrum, et fuccinum paleas, quam sublunaria corpora in terram labantur; neque lege minus constanti sit tendentia ferri in magnetem, quam planetarum in se invicem gravitatio perficiatur. Igitur vel nulla vis, seu *qualitas*, utut ignota, *occulta* dicenda est, vel etiam *vis attrahen* Newtoniana *qualitas occulta* dicatur oporteret; sique, ut ipse ait Newtonianus, *affirmare, singulas rerum species specificis praeditas esse qualitibus occultis, per quas ex vim certam in agendo habeant, certosque effectus manifestus producant, hoc utique est nihil dicere*⁴¹; nihil dicere itidem est, quod ille idem ait, *exiguas nempe corporum particulas habere virtutes, potentias, sive vires, quibus per interjectum aliquod intervallum agant non modo in radios luminis ad eos reflectendos, refringendos, et inflectendos, verum etiam mutuo in seipsas ad producenda pleraque pahenomea natura*⁴².

³⁸ Lettera d'un Fisico sopra la Filos. Neuton del Signor di Voltaire, pag. 32.33.

³⁹ *Elem. Physices*, Parag. 4053

⁴⁰ *Optices*, q. 31, pag. 409.

⁴¹ *Ibidem*.

⁴² *Ibidem*, pag., 380.

V.

1516. Fallitur autem, absit verba invidia, Cl. Rogerus Cotes, dum iis, qui, ut ipse loquitur, *gravitatem occultum esse quid, perpetuo argutari solent*, respondet, *occultas esse causas, non illas quidem, quarum existentis per observationes clarissime demonstratur, sed has solum, quarum occulta est, et ficta existentia, nondum vero comprobata*⁴³: fallitur inquam, quia *occulta* non dicitur *vis*, seu *qualitas*, cujus existentia dubia est, sed cujus existentia ignoratur. Certo certium est enim, vim eam existere, qua *papaver* soporem inducit, et *sena* corpus pigrat; neque tamen vires huiusmodi, aliaque id genus plurimae, desinunt propterea esse occulta; quia nempe, licet rerum existentia certissime constet, attamen in quonam *physice* posita sit illarum natura, nos prorsus latet.

[p. 19] VI.

1517. In illud propterea genus *sophismatis*, quod solet a Logicis *non causa pro causa* nuncupatur, incidunt Newtoniani, dum per *attrahentem vim*, non exposita illius essentia, naturae phaenomena explicant. Reddunt quippe pro causa merum vocabulum. *Philosophi illi*, inquit Cl., Vir Ludovicus a Ripa, *qui effectus omnes juxta eorum systema ab attractione ortos coacervant, et illum ad unam inferunt Naturae legem universalem, immutabilem, tenui labore causam reddunt cujuscumque abstrusi phaenomenis. Satis enim illis est, vocabulum pro causa adducere*⁴⁴. Grave igitur nemini sit, si dixerò cum eodem Viro doctissimo, *Newtonianos, introducentes attractiones, non jam ut qualitates occultas, aut sympathias, sed ut leges universales naturae, multum accedere ad Physicam Aristotelis; ac fortasse aliquid non contemnendum addi posse libro Launoi De Varia Aristotelis fortuna*⁴⁵.

VII.

1518. Quod si spectentur ea naturae phaenomena, ex quibus solet a Newtonianis *tractio* colligi, eo cogimur, ut non unum, sed tot *attractionis* genera, quot ferme sunt phaenomena, quae ex *attractione* derivantur, dari dicamus. Tam dissimiles quippe, tamque inter se contrariae sunt leges, quibus phaenomena ipsa subiiciuntur,

⁴³ Praef. in edit. 2. Newtoni.

⁴⁴ Dissert. *Meteorolog.* pag. 54.

⁴⁵ Ibidem, pag. 53.

ut una omnium efficiens causa esse non possit. *Animadverto, inquit, quem modo laudavimus, Vir. Cl., gravitatem habere suas leges, pro quas explicantur motus, et effectus, qui ab illa pendent. Elastra quoque habent suas legem. Quamvis autem ignorem causam, habeo quantum satis est ad stabiliendas demonstrationes. Si contra converto me ad attractiones, et illas considero in magnete, corporibus electricis, et illas observo, quae apparent in vitro, compellentes fluida in tubos capillares magno impetu ad notabilem altitudinem, et guttas oleosas sursum ascendere facientes per laminas contiguas, et inclinatas, et animadverto attractionum, et repulsionum vi fieri reflexiones, refractiones, et dispersiones luminis, hisque causis attribui virtutem elasticam aeris, et corporum solidorum, et effectus alios attendo, quod effectus alios attendo, quos singulos recensere labor: fateor candida, non in tanta varietate rerum non habere, ubi consistam, neque mihi data suppetere, quibus ratiocinando innitar, quando horum effectuum omnium, generale principium quaero. Adverto praeterea, quod phaenomena sunt, quae commemoravi, totidem leges esse, quibus ea reguntur. Causa exempli: quid attinet gravitas ad attractiones magnetis? Hae massis proportionales non sunt; non decrescunt reciproce, ut quadrata distantiarum; obnoxia sunt diversis accidentibus; unoque mallei ictu virtus magnetica dissipatur, ac destruitur⁴⁶. Idipsum ingemue fatetur summus ille experimentator Musschenbroekius, cum ait: inventus est magnes, praeterquamquod virtute universali alterum magnetem movet, neque lapidem hunc tantum, sed quoque ferrum, tum avena Virginiensem, in qua nihil forsitam est metalli, etiam Granatum gemmam pro rubore elegantis mano in praetio habitam, tum cineres combustarum plurium herbarum, caput mortuum ex oleo therebinthinae, lateres coctos vulgares, lapidem Lough neagh, alique plura corpora trahit; imo neminem fugit hac tempestate, qui modo Physicam a primo lumine salutavit, insignem ejusmodi vim electricam, ab attractrice prorsus diversam, aliisque gaudentem proprietatibus, dari in omnibus resinis vegetabilium, in omnibus resinis durioribus fussilium, in omni gemmarum pellucidarum genere, in omnibus vitrorum speciebus, eamque ad centenorum pedum distantiam produci, tum quoque deprehendi in omnibus setis, crinibus, capillis quorumcumque animalium, uti et in avium plumis⁴⁷. Neque demum id dissimulat [p. 20] summus ipse Newtonus. Haec habet Vir eximius; vis gravitatis diversis est generis a vis magnetica. Nam attractio magnetica non est, ut materia attracta Corpora aliqua magis trahuntur, alia minus, plurima non trahuntur. Et vis magnetica in uno et eodem corpore intendi potest, et remissi; est nonnumquam longe major pro quantitate materiae, quam vis gravitatis;*

⁴⁶ Dissert. Meteorol., pag. 54.

⁴⁷ Orat. De methodo instituendi experimenta pag. 32.

*et in recessu a magnete decrescit in ratione distantia non duplicata, sed fere triplicata, quantum ex crassis quibusdam observationibus animadvertere potui*⁴⁸. Si ergo (concludit Cl. Ludovicus a Ripa) *diversae leges sunt, necessarium est, diversas etiam esse causas; et ideo attrahente, vim, quae densitati materiae particulariter respondat, quae in ratione inversa quadratorum distantiae intensive decrescat, male sumi pro generali naturae canone*⁴⁹,

VIII

1519. Me porro cohibere non possum, qui ea hic subijciam, quae hac ipsa de re differens, tradit eruditissimus Pluche. Arbitror enim, futurum esse neminem, qui, si haec expenderet animo ingenuo, tandem non fateatur, vel nullam, vel tot *attractionis* species, quot ferme sunt, quae per eam explicantur, naturae phoenomena, admitti oportere. *Prima di spiegare*, inquit Vir. Cl. Newtonianos alloquens, *il moto accelerato della lor gocci d'oglio, dimandaremo loro, come avvenir possa, che una gran mole, essempigrazia, la chiesa catedrale di Parigi, che ha un attrazione preso che infinita in paragone d' una penna, non attragga a sè cotesta penna, che cuola liberamente nell'aria lungo le di lei mura. Appresso dimanderemo loro, prchè nella cantomata, o nell'angolo, che unisce la muraglia della croce della chiesa medesima colla muraglia della nave, non si provi un'attrazione vie viù possente, che in altra parte. Pare, che un piccolo corpor non dovrebbe arrischiarsi in questo passo per tema d'esservi trasportato et attaccato alle mura per un quasi fucchiamento, il quale via via crescerebbe, como scema il quadrato della distanza. Ciò non si può dare. rispondono seriamente, perchè la terra, il pianeta grande fa cessare tutte queste attrazioni nercè la superiorità della sua*⁵⁰; *ed acciochè non ne dubitiamo, eccoli fuori col calcolo: si pesa la piuma, la Catedrale, o poi la terra, e la lunga filza di zero, de' quai sorpassa el peso della Catedrale quello della piuma, +e non niente, se si paragone a quella, onde il peso del globo tgerrestre supera quello della Cartedrale. L'Aritmetica corre bene; non vogliam negare: ma l'uso, che si fa di*

⁴⁸ *Princip. Philos. Mathem*, Lib. III, prop. 6, coroll. 5. Vide Cl. P, P, Le Seur, et Jacquier in hunc locum

⁴⁹ *Dissert. Mathem.* pag, 55.

⁵⁰ Si quis obicit, quod corpora omnia, quae apud nos sunt, hac lege gravitate deberent in se nutuo, cum tamen ejusmodi gravitas neutiquam sentiatur; respondeo, quod gravitas in haec corpora, cum sit ad gravitatem in terram totam, ut sunt haec corpora ad terram totam, longe minor est, quam ut sentiri possit. *Newtonus*, lib. III, *Princip. Philos. Mathem.* prop. 7, coroll. 2.

essa, è assurdo. Se la Catedrale non ha più attrazione in presenza della terra, perchè due lastre di vetro avevano maggior privilegio? Come possono esse liberamente essercitati il loro diritti in presenza del grande pianeta? Oh! dicono i Newtoniani, questa è un'attrazion d'altro genere. Vi sono della attrazione, che operano nel centro de' corpi, y con tutta la profondità delle masse: ve ne sono, che operano sol con la superficie. Tale si è specialmente quella delle lastre di vetro. Sieno più, o meno dense coteste lastre, la goccia va egualmente per la sua strada. E qui v'è un'attrazione d'un carattere particolare; ma se ne distinguono di più altre forte. Ve n'ha di magnetiche, vo n' ha di... Non sta per noi, che il Newtoniano non ne immagini di quanti' altre spezie egli vuole, Ma fermiamoci in quella, che eglino pretendono aver Dio per una legge singolare annessa alla superficie di certi corpi, e non d'altri. Se questa attrazione è d'un carattere particolare, perchè darla per prova dell'attrazione universale, che agisce del centro di tutti i corpi? Numeriamo chi le ricche scoperte [p. 21] della Filosofia del Nord: attrazioni centrali, attrazioni superficiali, attrazioni in distanza, attrazioni di contatto, e ineficaci fuori del contatto, attrazione simpatiche, magnetiche, elettrice, od altretali, che si diversificano al par degli effetti, e che (per accrescere il mirabile, e l'oscuro in tal materia) quando portano la loro attività ad un certo punto di distanza, d'attrattive, che erano, diventomno tutt' in un tratto forze repellenti. Eccoci per certo avanzatti di molto in Filosofia. Abbiamo sbandite le qualitadi occulte degli Antichi, bench' in sostanza altro non significassero, sicomme la attrazione, che un certo effetto sensibile. di cui era ignorata la causa, e ricadiamo oggidì nella medesima oscurià, en ella medesima inutilità, introducendo tante attrazioni di una spezie particolare, quanti vediamo particolari effetti. Che mai si guadagna col cambio? Susiste sempre un modo di parlare di ciò, che non s'intende, e di parlare a dilungo, e con enfasi. È vero, che si calcolano, e si algebrizzano (per valerli qui di questga nuova voce) le attrazioni. Ma chi pediva un tempo, che si calcolasse, e si algebrizzasse, il grado di attività delle qualitadi occulte? Si sarebbono allora dette cose accurate e coerenti nè più, nè meno. Venghiamo ad ogni proposito importunati co'termini di accrescimento, o diminuzione delle potenze attrattive in ragione inversa del quadrato della distanza. Ma in somma elli è il progresso di tutoo ciò, che si disperde in giro in giro, e che scema di forze a proporzione degli spazi, il progresso degli odori, il progresso del calore, e quelle della elettricità: quando poi avremo ben calcolati questi, od altri progressi, sapremo noi che d'avantaggio, che cosa sia odore, cosa sia calore, et elettricità?⁵¹. Hac Cl. Pluche, quae cum sint

⁵¹ Istoria del Cielo, Tom. II, lib. 2 la Cosmosgenia parag. 9, il Mondo di Newtono pag. 210 et seq. Venetiis 741

verissima, *apertum manet, attrahentem, sive gravitantem* Newtoni vim dignam plane non esse, quae tamquam divinum inventum a Philosopho habeatur.

IX.

1520. Primitivarum porro particularum materiae non una, Newtonianos ipsos si audiamus, est *vix attractrix*. Illas esse praeditas esse vi, ea proportione decrescente, qua distantiae quadratum augetur, docet Cl. Gravessandus. Is ipse quoque habet, ea primitivarum particularum viribus simul junctis illam unam fieri, qua pollet corpus; et ideo vim corporis densitati materiae *proportionaliter* respondere. *Omnia corpora, inquit Cl. Autor, it etiam in limine diximus, sese petant, mutuo versus tendunt, vi, quae singulos particulis materiae in singulas particulas competit; et vis, qua corpus in alia agit, efficitur ex omnibus viribus conjunctis particularum, ex quibus corpus constat; ideo vis haec crescit in ratione, in qua materiae quantitas augetur*⁵². Hisce vero iisdem particulis aliam simul inesse vim ab ea, quum modo explicavimus, plane diversam, affirmat Cl. Keillius, eoque teste, Newtonus ipse confirmat. Ait Keillius: primo, *praeter vim illam attractricem, qua planetarum, cometarumque corpora in propriis orbitis retinentur, aliam etiam inesse materiae potentiam, qua singula, ex quibus illa constat, particulae se invicem attrahunt, et reciproce a se invicem attrahuntur; et han vim decrescere in majore, quam duplicata ratione distantiae augescens*⁵³. Secundo; *vim, attractivam, qua pollent singulae materiae particulae in ipso contactu, vim gravitatis prope in immensum superare; et ideo hanc vim non nisi per spatiola admodum exigua diffundi; in majoribus distantibus prorsus nulla esse*⁵⁴. Tertio: *vim, qua corpusculum aliquod ad aliud corpus maxime propinquum attrahitur, quantitatem suam non mutare, sive augetur corporis attrahentis materia, sive minuatur, eadem manente corporis densitate, et corpusculi [p. 22] distantia*⁵⁵. Quarto: *particulas materiae pro diversa ipsarum structura, et compositione diversis pollere viribus attractivis, futurum nempe, ut non aequae sortis fit attractio, cum particula datae magnitudinis pluribus perforata fuit meatibus, ac si omnino solida, et vacui experta esset*⁵⁶, Postremo: *particularum perfecte solidarum vires attractivas ex figuris ipsarum multum*

⁵² *Elem. Physices*, parag. 4047.

⁵³ *Epist. ad Gulielmum Cockburn de legibus attractionis*, Theor. 4.

⁵⁴ *Epist. laudata*, Theor. 8.

⁵⁵ *Ibidem*, Theor. 11.

⁵⁶ *Epist. laudata*, Theor. 14.

*pendere*⁵⁷. Nisi ergo dicere nobis placeat, vel tantos Viros sibi mutuo adversari, vel dissimiles non esse *vires attractives*, quae dissimilibus adeo legibus subiiciuntur, fateamur oportet, non unam sufficere, ipsorummet Newtonianorum iudicio, ad explicanda naturae phaenomena effectuum, quae ex *attractione* derivantur, ratio reddatur.

X.

1521. Consideratione quoque dignum puto, quod ipse habet *attractionis* Autor, videlicet exiguas materiae particulae ea donatas esse vi, quae licet fortissima sit, in contactu, attamen, non solum evanescat in minima sensibili distantia, verum etiam in *vim repellentem*, aucta distantia, mutetur. *Sicuti in Algebra*, inquit Vir summus, *ubi quantitates affirmativae evanescunt, et desinunt, ibi negativae incipiunt; ita in Mechanicis ubi attractio desinit, ubi vis repellens succedere debet*⁵⁸, cui consentiens Cl. Gravessandus, ait, hisce legibus subiici *attrahentem* eam *vim*, quae inter minimas componentes corporum particulas dari observatur, nimirum, *ut ipso particularum contactu fuit perquam magna, et subito decrescat, ita ut ad distantiam quamminimam, quae sub sensus cadit, non agat; imo etiam ad majorem distantiam sese mutet in vim repellentem*⁵⁹. Hec igitur vis omnino alia ab ea videtur, qua praedita dicuntur corpora sensibilia. Vis quippe horum corporum agit etiam in maxima distantia; et licet decrescat ea proportione, qua distantiae quadratum augetur, nunquam tamen in *repellentem*, ut illa, degenerat. Itaque aut vis duplex particulis materiae tribuenda est; aut dicendum; aliae materiae particulis, alia, corporibus sensibilibus *attrahentem vim* convenire, Videtur tamen utrumque haud parum Newtonianis officere.

XI.

1522. Officit illis primum. Si enim duplex *vim attrahens*, inest primitivis materiae particulis; injuste in primi rem agunt Newtonianum, dum eam tantum vim, quae materiae quantitate *proportionalitem* respondeat, quaeque in *ratione inversae* quadratorum distantiae decrescat, tamquam *universalem* naturae *legem*, et materiae *proprietaem* habendam volunt. Si enim utraque haec vis inest materiae particulis, non est profecto cur non utraque eodem titulo decoretur. *Secundo*: videtur captu

⁵⁷ *Ibidem*, Theor. 15.

⁵⁸ *Optices* q. 31, pag. 403.

⁵⁹ *Elem. Physices* parag. 75.

impossibile, ut una eademque materiae particula A (*Fig. 2 Tab V*) duplicem hanc vim habere simul possit, simulque utramque in eandem particulae ab alia, in *repellentem* mutari dicatur, nequit particula A simul agere en B duplici hac vi, nisi certa data distantia *ab*, particulam B ad se attrahat, simulque a se repellat: attrahat nempe ea vi, quae in omne distantia ponitur *attrahens*; repellat vero ea vi, quae, aucta distantia, in *repellentem* mutatur. *Tertio*: explicatum est, et ratio reddenda cur, si primitivae particulae materiae ea duplici vi praedita sunt, sensibilia quoque corpora iisde viribus non sint affecta, adeo nimirum ut quaemadmodum una, ita etiam alia crescat in illis ea ipsa proportione, qua materiae quantitas in ipsis augetur. Non me latet, futurum fortasse, qui dicat, unam dumtaxat ex illis viribus conspicuam esse in corporibus sensibilibus; quia tantum una quavis distantia operatur. Verum [p. 23] nisi palam sit, quomodo vis una exerceri possit in quavis distantia, altera vero nequaquam, sed tantum in minima distantia, quae cadit sub sensu, etsi plurimae particulae praeditae hac vi simul uniantur, parcant, si dixerō, ignotum per aequum ignotum hac responsione explicari. Ejus demum conditionis is *vis* illa attrahens quae, aucta distantia, in *repellentem* mutatur, ut nulla prorsus esse posse videatur illis *ratio sufficiens*. Non enim particulae materiae mutatur *intrinsicus*, cum illarum a se mutuo distantia vel augetur, vel minuitur. Nulla itidem fluida substantia ex illis erumpit, vel extra illas existit (sunt enim primitivae) cujus actione possi *attrahens* earundem *vis*, aucta distantia, in *repellentem* mutari. *Vis* ergo, quae pro distantiae inaequalitate modo sit *attrahens*, modo *repellens*; quae qui insit particulis materiae primitivis, quin sensibilibus corporibus competat, vel nulla prorsus est, utpote *sufficiens ratione* destituta, vel inter *occultas* Scholasticorum *qualitates* est statuenda.

XII.

1523. Ad alterum vero quod spectat, nimirum si velint Newtoniani, aliam esse *attrahentem vim*, quae inest particulis rerum primitivis, aliam, quae corporibus sensibilibus convenit, arbitror, necessario futurum, uti idem concedans *primo*, tum haud recte dixisse Cl. Gravessandus, *omnia corpora sese mutuo petere, aut sese mutuo versus tendere vi, quae singulis particulis materiae in singulas particulas competit; et vim, qua corpus in alia agit, effici ex omnibus viribus conjunctis particularum, ex quibus corpus constat; et ideo hanc vim crescere in ratione, in qua materiae quantitas augetur*⁶⁰ *Secundo*: id ab ingenuo Philosopho admitti minime posse, nisi eidem palam ipsi efficiant, qua ratione fiat, ut attrahens

⁶⁰ *Elem. Physices*, parag. 4047.



M. ABBE NOLLET

Leçons de Physique Experimentale, Tome Cinquième, cinquième édition, Paris, Chez Durand, 1775. [Se transcribe del original, en francés antiguo]

XV Leçon
Sur la Lumiere

[p. 4] **I Section**

De la nature et de la propagation de la Lumiere

J' entends par le mot de *lumiere* le moyen dont la nature a coutume de se servir pour affecter l'oeil de cette impression vive et presque toujours agréable qu'on appelle *clarté*, et pour nous faire appercevoir la grandeur, la figure, la couleur, la situation des objets qui sont hors de nous-mêmes à une [p. 5] distance convenable. Ce moyen, quel qu'il soit, est un être distingué du corps visible et de l'organe; il reside comme intermede entre l'un et l'autre, et il occupe par lui-même et par son action l'intervalle que les sépare: sans cela il me paroît impossible de comprendre comment un corps peut agir sur un autre corps.

Mais cet agente qui transmet à l'oeil l'action du corps lumineux ou illuminé doit être lui-même quelque chose de matériel; autrement comment pourrit-il recevoir et communiquer une modification qui ne peut convenir qu'à la matiere? comment pourroit-il être touché ou agité physiquement par l'objet visible, et toucher de même l'organe sur lequel il se fait sentir? Cette réflexion seule devoit suffire pour nous faire comprendre que la lumiere est effet d'une matiere en mouvement; mais cette vérité se montre d'ailleurs par tant d'entraits, qu'il est impossible de la révoqier en doute, pour peu qu'on raisonne suivant les principes le plus généralement reçues en physique. Pourquoi, par exemple, ne peut-on pas regarder [p. 6] le soleil en face? Par quelle raison les gens qui ont la vue tendre ne voyagent ils qu'avec peine ayant les yeux ouverts sur la neige ou sur un terrain blanc? D'où vient qu'une personne accoutumée à dormir dans une chambre bien obscure, s'éveille plutôt que de coutume, si l'on a oublié de fermer les volets de ses fenêtres?

Tous ces effets ne prouvent-ils pas que la lumiere nous touche, nous blesse même, quand ses impressions se font mal a propos, ou qu'elles sont trop fortes? et quelle autre substance qu'une matiere, peut se faire sentir ainsi sur nos corps? D'ailleurs nous sommes les maîtres d'augmenter, de diminuer, de renfermer la

lumiere dans un espace; tous les jours il noys arrive de mesur ses mouvements, de la détourner, de lui opposer des obstacles: nous ne pourrions pas en user ainsi avec im être immatériel, parce qu'il seroit insaisissable à nos sens et a nos efforts.

Nous conviendrons donc avec tous les Physiciens de nous jours, que ce qui répand la clarté dans un lieu, ce que rend visibles les objets qu'on y [p. 7] aperçoit, est une vraie matiere, dont l'action peut être plus ou moins forte suivant les circonstances. Mais quelle est cette matiere, et comment se trouve-t-elle dans le lieu où elle se fait sentir? c'est une autre question sur laquelle les sentiments son partagés.

Selon la pensée de Descartes et des ceux qui suivent exactement sa doctrine, la matiere propre de la lumiere est un fluide immense, dont les parties pluis petites qu'on ne le peut dire, et arrondies en forme de globules, remplissent uniformement et sans interruption toute la sphere de notre univers: le soleil qui en occupe le centre, les étoiles, et tous les corps qui s'enflamment, sur la terre et ailleurs, animent cette matiere par un mouvement qui ne la transporte pas d'un lieu dans un autre, ais que l'agire par una espece de trémoussement en quelque façon semblable à celui qui fait le son dans l'air; de sorte que l'astre ou le corps flamboyant devient par-là le centre d'une sphere lumineuse, à peu près de même qu'une cloche, où tout autre corps sonore qu'on met [p. 8] en action, fait resonner au loin et de toutes parts la masse d'air au milieu de laquelle il est palcé.

Quand on attribue, comme Descartes, aux parties de cet élément qui porte la lumiere, ou dont l'action est la lumiere même, une contiguité parfaite et une inflexibilité à toute épreuve, on se met en droit de dire avec lui, ou'il ne faut qu'un instant indivisible pur transmettre l'impulsion du corps lumineux à la plus grande distance: une file de ces globules, aussi longue qu'elle puisse être, étrant pressé par un bout, doit agir en même temps par l'autre, comme un tringle de fer ou de bois transmet sans aucun retardement sensible le coup de marteau qu'on imprime à l'une de ses extrémités, ou comme on voit le choc d'une boule d'ivoire passer subitement par un grand nombre de boules semblables qui se touchent ayant leur centre dans la même ligne: et cette prétention répond fort bien au mouvement de la lumiere qui paroît instantanée, parce que nous lui voyons parcourir sur la terre des espaces considérables [p. 9] dans des temps si courts, que nous avons presque renoncé à l'espérance et au dessein de les mesurer.

Telle a été l'opinion de Descartes sur la nature de la lumiere, et sur sa maniere de se répandre: opinion qui a dû souffrir quelques changements; parce qu'on a fait

depuis certaines découvertes qui l'exigeroient, mais dont les fonds qui peut subsister, me semble si naturel, si plausible, si commode pour rendre raison des phénomènes, que je ne crains pas de dire, qu'elle eût été l'opinion de tout le monde, si des intérêts particuliers n'y eussent mais emêchement. Newton lui-même l'auroit eue. être adoptée, si un milieu résistant dans la vaste étendue des cieux lui eût paru compatible avec le système des attractions, ou s'il eût osé dire bien ouvertement que la lumière est un être incapable de résistance.

Suivant le sentiment de ce grand homme¹ et de ceux qui sont [p. 10] attachés à ses principes, la lumière est une émanation réelle du corps lumineux: le soleil lance continuellement autour de lui des rayons de sa propre substance, qui s'étendent jusqu'aux extrémités de la sphère du monde. et ses rayons sont composés de parties qui se succèdent et se renouvellent perpétuellement dans le même lieu avec toute la vitesse que nous fait appercevoir la propagation de la lumière: chaque étoile fixe en envoie du même dans toutes les directions imaginables, et par une raison nécessaire de cette hypothèse. le flambeau qu'on allume pendant la nuit au milieu d'une grande plaine, n'y devient valable qu'en remplissant à chaque instant de son découlement lumineux un espace hemispherique qui peut avoir plus de deux lieues de diamètre.

Ainsi, selon ce dernier système, la lumière, ou ce qui nous fait voir les objets, est tantôt une substance céleste qui part des astres, tantôt une matière terrestre que l'inflammation développe; mais de quelque source qu'elle vienne, elle coule avec une rapidité [p. 11] dont rien n'approche, et ses parties se divisent, se refferment, s'étendent au point de former des volumes qui tiennent du prodige, eu égard au petit espace qui les contenoit auparavant, et au peu de temps qu'il faut pour leur faire prendre une si grande étendue.

S'il faut prendre un parti entre ces deux opinions, j'avoue franchement que la vraisemblance me détermine pour la première. Elle a pourtant ses difficultés que je ne dissimulerai pas; et je n'y veux souscrire qu'avec les restrictions et les changements que les observations et l'expérience y ont fait faire, et que Descartes lui-même n'est pas manqué d'y introduire conformément à sa méthode, s'il eût assez vécu pour en avoir la nécessité. Mais avec ces conditions il me semble qu'on est bien plus à son aise pour concevoir l'origine, la propagation et les effets de la lumière, qu'en supposant des émissions effectives, continues et opposées

¹ C'est aussi l'opinion de Gassendi et de quelques autres philosophes modernes que ont précédé Newton, et qui ont suivi en cela les idées de Démocrite et d'Épicure.

entr'elles: ce qui met dans la nécessité d'imaginer les accidents les plus bizarres, pour prévenir ou réparer l'épuisement des astres, des principes que la saine physique [p. 12] desavoue, pour concilier des mouvements contraires qui devroient se détruire réciproquement, on perdre leurs premières directions, des modes ou manières d'être dans la matière, aussi nouveaux qu'incompréhensibles, pour se débarrasser d'une surabondance de rayons qui devroient avoir comblé toutes les planètes depuis le temps qu'elles y sont exposées, et pour sacher de trouver le vuide dans l'espace des cieux, par où les Newtoniens mêmes ne peuvent se dispenser de faire passer tous ces torrents de lumière.

Je trouve donc que l'on fait moins de violent aux tells crables, et qu'on le rend plus intelligible, en défaut avec Descartes: "Les objets visibles, ainsi que les yeux, par lesquels deivent être aperçus, sont toujours plongés dans un fluide qui s'étend sans interruptions des uns aux autres; cette matière intermédiaire est susceptible d'une espèce de mouvement qui lui est propre, et qui ne peut être formé qu'au fond de l'oeil, de même qu'il ne peut être caché que par des corps flamboyants [p. 13] purs comme tels. Dès qu'elle est agitée en quelque endroit que ce soit de la sphère d'activité, ne manque pas d'en être affecté, et à cette occasion l'âme aperçoit et juge à une certaine distance et dans la direction du mouvement qui a fait impression, l'objet qui en est la cause".

Si l'on a peine à croire que les choses puissent se passer ainsi, on pourra se le persuader en réfléchissant sur l'usage d'un autre sens, destiné comme la vue à nous faire connaître les objets qui sont hors de nous. Comment entendons-nous la voix d'un homme que nous parle de loin pendant la nuit? Est-ce par des portions d'air rendues sonores dans l'espace qui est entre cet homme et nous, pour venir frapper nos oreilles? on sait bien qu'une même masse d'air d'une très grande étendue sans se déplacer l'action ou le trémoussement du corps sonore dans toutes ses parties, et que toute oreille saine qui s'y trouve plongée participe au son [p. 14] qui ce fluide par la contiguïté de ses molécules. Cet exemple, que personne ne révoque en doute, ne suffit-il pas pour nous porter à croire que le corps lumineux, de même que le corps sonore, fait passer son action à l'organe par un fluide qui lui sert de véhicule?

Mais quel est ce fluide subtil, qui peut ainsi, en tout temps et de tout lieu, nous faire passer en un instant des ténèbres les plus épaisses à la plus brillante clarté?

Les effets du feu portés jusqu'à l'inflammation, le font briller à nos yeux, et la clarté qu'il répand s'étend beaucoup au de-là de l'espace où il fait naître la chaleur: d'un autre coté les rayons du soleil qui font comme la source principale de la lumiere qui éclaire notre globe, échauffent et enflamment tout ce qu'on y expose, lorsque leur action est augmenté par le moyen des miroir, ou autrement. Si la lumiere brûle et que le feu éclaire, n'est-il pas raisonnable de penser qu'on seul et même élément produit ces deux effets; et que si l'un se voit sans l'autre, c'est que tout [p. 15] deux ne dépendent pas des mêmes circonstances, quiqu'ils aient un seul et même principe? Cette pensée s'accorde bien avec la simplicité et l'oeconomie qu'on viut régner dans toutes les opérations de la nature; on peut l'admettre au moins comme une hypothèse très-vraisemblable, quoi-qu'elle déroge à celle de Descartes qui faisoit dépendre la lumiere et la chaleur de deux éléments différents.

Si l'on se détermine bien a croire que la matiere du feu est présente dans presque toutes les substances qui appartiennent à la terre, parce qu'on les voit s'échauffer sensiblement, et même s'embraser par des chocs et des frottements extérieurs, ou par des mouvements intestins qu'on y excite, comme je l'ai fait voir dans la 13^e Leçon, on peut se persuader aussi par quantité d'exemples tirés des trois regnes de la nature, que la lumiere est également présente par.tout, au-dedans comme au dehors des corps, et qu'il ne lui manque, pour se rendre sensible à nos yeux, qu'un certain mouvement et un milieu propre à le transmettre. Plusiers de ces exemples [p. 16] font voir à quiconque n'a point de préjugé contraire, que ce qui brulle à la surface d'un corps, peut assi faire naître et entretenir de la chaleur au dedans, si quelque circonstance de plus occasionne ou favorise cet effet. Ceci peut se prouver par les expériences suivantes.

*

[p. 46] ...ingénieuse pensée de N. Beccari, que l'on rtrouve à al fin de son ouvrage ci.dessus cité. "De meme, dit-il, que plusieurs Physiciens ont pensé avec toute forte de vraisemblance, qu'il n'y a aucun corps absolument privé de chaleur, on pourroit dire aussi qu'il n'y en a aucun parfaitement obscur". En effet, toutes les matieres recelant dans leur intérieur le principe de l'inflammation et de la lumiere, peut-être sont-elles sujettes de faibles embrasements qui se renouvellent autant de fois qu'on les expose à la clartédes corps lumineux et si nous n'apercevons ces effets que dans certaines especes, et dans des cas particuliers, on peut croire que ce

n'est point parce qu'ils sont rares, mais plutôt parce que nos sens ne sont point assez délicats pour la sentir par-tout où ils existent².

L' **extreme** vitesse avec laquelle la lumière agit à la plus grande distance où la vue puisse atteindre sur la terre [p. 47] a dû faire penser d'abord, que son mouvement étoit absolument instantané: et c'est l'idée que Descartes s'en étoit formée, avant qu'il y eût des raisons capables de faire penser autrement; mais en 1676 le célèbre Dominique Cassini observa dans le retour des éclipses du premier satellite de Jupiter un retardement qui le porta à croire, que la lumière employoit environ 14 minutes à traverser le diamètre entier de l'orbe annuel de la terre, et que nous ne recevions qu'au bout de 7 minutes la lumière émanée du soleil qui occupe à peu près le centre de cet orbe. Il est vrai que par de fortes raisons il se crut obligé d'abandonner ensuite cette conséquence; mais M. Roemer l'ayant adoptée, et après lui M. Bradley, l'un et l'autre par de longues suites d'observations, établirent cette opinion de manière qu'elle assez universellement reçue, et qu'on ne doute presque plus que le mouvement de la lumière ne soit progressif.

Beaucoup des gens en tirent tout de suite cette conséquence, que la propagation de la lumière ne se fait donc pas, [p. 48] comme le pensent les Cartésiens, par un simple mouvement de pression, qui le corps lumineux imprime à un fluide présent par tout, mais par une véritable émission qui fait passer réellement les parties de ce fluide depuis leur source jusqu'au terme de leur translation, en quoi je trouve qu'on va très loin, sans nécessité et sans fruit; je dis sans fruit, parce que la lumière donnant sans cesse d'un astre par un mouvement progressif de ses parties, par disoit toujours dans l'espace des cieux cette plénitude incommensurable dont on cherche à débarrasser le système des trajectoires; j'ajoute sans nécessité, parce qu'il me semble qu'on peut concilier la nouvelle découverte avec le sentiment des Cartésiens d'aujourd'hui touchant la propagation de la lumière.

En supposant, en effet, comme une vérité hors de contestation, que l'action de la lumière souffre un retardement de 7 à 8 minutes³, lorsque le [p. 49] corps lumineux qui la met en mouvement est à une distance de 32 ou 33 millions de lieues, ou

² On doit joindre à l'article des phosphores artificiels, ce qui a été dit dans la XII Leçon de phosphore de Brant, et de celui de Homberg.

³ Les Savans ont varié sur la quantité de ces retardements; les uns ont dit 7, les autres 8 minutes, et M. Newton lui-même a passé de la première affirmation à la seconde

environ⁴, est il nécessaire pour en rendre raison, et faire parourir réellement. et en si peu de temps, cet espace immense à chaque globule de lumiere, de supposer au rayon de ce fluide une vitesse qu'on peut à peine concevoir, telle en un mot qu'elle surpasse plus de seize cens mille fois la rapidité d'un boulet de caon qui parcourroit uniformément 600 pieds par seconde.

Je vois bien qu'il ne faut plus tenir rigoureusement à la pensee de Descartes, et que le rayon de globules lumineux qui s'étend d'un astre a mon oeil ne peut pas être maintenant comparé à un bâton ou à une file de petits corps parfaitement contigus, et d'une inflexibilité absolue: mais qui nous empêche de les considérer, ces particules, comme autant de petis balons, ou de petits pelotons élastiques, et d'une contiguité [p. 50] un peu moins rigoureuse? Avec ces deux suppositions qui nous écartent d'une précision qu'on auroit peine à admettre, et qui nous rapprochen 16 des voies ordinaires de la nature (qui souffre par-tout des à peu-près) je conçois sans peine que l'action du corp lumineux dans toute la longueur du rayon qui doit la transmettre, ne sera instantanée que pour nos sens, et dans le cas d'une distance très-bornée; mais que cette transmission, quelque prompte et que l'insensible qu'elle puisse être, exige une succession réelle d'instans très-remarquable, si le chemin que la lumiere doit parcourir est fort long.

J'avoue qu'en entendant ainsi la propagation de la lumiere, on est arrêté par des difficultés; mais l'autre opinion a aussi les siennes, et je les trouve encore plus grandes.

On vous fait voir, par exemple, pendant la nuit une partie considerable du ciel par un trou d'épingle, et l'on vous dit: Est-il possible que la petite portion de lumiere qui remplit ce trou, reçoive et tranmette distinctement [p. 51] les mouvements imprimés par tant d'étoiles, 'a un nombre égal de files de globules? A quoi je répons: Est-il plus aisé de croire que ce trou, tout petit qu'il est, devienne le passagve commun d'autant de petits torrents de lumiere qui coulent avec un rapidité inexprimable, qui s'y croisent sans se confondre, et qui s'y heurtent sans rien perdre de leur premiere direction? Quelque parti qu'on prenne, il y a certainement de quoi s'étonner: mais le premier des deux me paroît moins violent.

⁴ On voit bien que je ne prétends pas donner ici la juste distance du soleil à la terre: c'est une question sur laquelle les Astronomes mêmes ne sont pas bien d'accord.

On objecte encore, que si la lumiere étoit présente par-tout, et qu'elle devint sensible par la seule action des corps lumineux, il n'y auroit jamais de ténèbres, parce que cette pression, ce choc se distribueroient confusément dans toutes sortes de directions, et à toute la massa de ce fluide, comme il arrive a une liqueur contenue dans un tonneau, lorsqu'elle est frappée par quelque endroit que se soit.

Mais les arguments que l'on tire de pareilles comparaisons ne sont pas assez concluants; parce qu'il y a toujours beaucoup de disparité, et qu'on [p. 52] est en droit d'en supposer encore plus qu'on n'en apperçoit, attendu le peu de connoissance que nous avons de ces grands ressorts de la nature. Le tonneau qui contient la lumiere que le soleil anime, ce n'est pas moins que l'univers; et si dans l'exemple dont on veut se prévaloir, l'eau n'est secouée également dans toutes ses parties qu'à cause de la réaction prochaine du vaisseau, on aura peine à trouver quelque chose qui réponde à ces parois solides et rapprochées, quand on prétendra que le même effet doit se trouver dans le vaste fluide qui reçoit l'action des astres et des autres corps lumineux.

D'ailleurs, quand un rayon solaire est introduit dans une chambre obscure, il n'est pas vrai, si l'on veut parler exactement, que la chambre ne soit éclairée que dans la direction de ce jet de lumiere vive; elle l'est encore, quoique plus soiblement, dans les autres endroits; sans cela verrois on le rayon ailleurs que dans lui-même? L'oeil placé à coté et à une distance assez considérable, l'apperçoit, comme l'on fait, très-distinctement, et [p. 53] qui prouve que toute la lumiere éteinte qui remple la chambre, reçoit quelque ebranlement de celle qui forme le rayon; à peu près comme l'ait qui ne reçoit pas le son dorectement à cause de quelque obstacle impenétrable, ne laisse pas que de retentir un peu, par la secousse qu'il reçoit, des rayons sonores qui passent au dessus, ou à coté.

On me répliquera, sans doute, que cette lumiere qui se fait sentir hors du rayon, est un effet de la réflexion causée par l'air dans lequel il passe, ou par les poussières dont ce fluide est toujours changé; mais je puis répondre que j'ai vu encore assez distinctement ce même jet de lumiere, lorsque j'avois soin de le faire passer par un ruyau de verre bien net, dans lequel j'avois fait le vuide, le plus parfait qu'il est possible de faire, avec une bonne machine pneumatique⁵. Les reflexions alors

⁵ Cette experience exige beaucoup de soins, et de précautions assez delicates. Il faut 1^o, que la chambre soit bien obscure, 2^o. Que le jet de lumiere vienne directement du soleil dans un brau joru d'été. 3^o. Que se rayon solaire ait au moins un pouce de diametre. 4^o. Que le ruyau

devoit être nulles, [p. 54] ou comme telles, puisque l'air avoit été poussé à ses derniers degrés de raréfaction, et que les petits corps étrangers qui s'y trouvent ordinairement mêlés, s'en étoient séparés des les premiers coups de piston⁶,

En fin, l'on objecte encore, contre l'opinion Cartersienne, que dans un espace rempli de globules, on ne conçoit pas comment les impulsions pourroient toujours se communiquer en lignes droites; parce qu'il n'est pas possible, dit-on, de supposer que tous les centres de ces petites sphères se trouvent justement alignés dans toutes les directions imaginables. Mais comprend-on mieux dans l'autre système, comment ces petits êtres globuleux [p. 55] tombant sur des surfaces qui ne sont pas régulières, (car à la rigueur on n'en connoît pas de telles,) sont cependant toujours l'angle de leur réflexion sensiblement égal à celui de leur incidence, par rapport à ces surfaces. C'est un effet qu'on voit arriver communement, malgré l'obstacle qui semble devoir l'empêcher; il en est apparemment de même que l'alignement des centres, dont on suppose, et dont on veut faire valoir le défaut, pusique nonobstant l'irregularité reconnue des surfaces polies, le rayon de lumiere ne laisse pas de se réfléchir assez régulièrement: il faut donc que la nature ait des ressources que nos spéculations n'embrassent point encore; dans ces fortes de questions l'on ne prendroit jamais aucun parti, si l'on ne vouloit épuser absolument que celui qui seroit au-dessus de toute difficulté apparente. Les rayons sonores s'alignent fort bien dans l'air, et leurs réflexions se sont assez régulièrement, comme les échos: si quelqu'un pretendoit que ces effets n'arrivent que parce que les parties ou molécules [p. 56] de l'air ne sont pas globoulouses, je lui accorderois volontiers que celles de la lumiere ne le sont pas non plus: je ne leur attribue certe figure que pour en adopter une, et parce que l'imagination ne m'en fournit aucune autre qui s'accorde mieux qu'elle avec les phénomènes; mais, à parler franchement, j'ignore de quelle figure sont les parties de ces fluides subtils sur lesquels nos sens n'ont point de prise, et je suis prêt a leur attribuer celle qui conviendra le mieux, et contre laquelle on ne trouvera plus rien à objecter: en attendant que nous ayons cela les éclaircissements qui nous manquent, et que nous n'aurons probablement pas si-tôt, regardons les

de verre dans lequel on le fait passer, soit deux ou trois fais plus gros que lui, afin qu'il soit plus aisé de l'y maintenir d'un bout a l'autre, sans qu'il en touche les parois. 5°. Que le verre plan qui le ferme par un bout ne soit pas trop épais. 6°. Que par l'autre bout le rayon solaire soit reçu sur un miroir incliné à 45 degrés, qui le détourne dans un ruay de métal placé à retour d'équerre. a fin qu'aucune partie de cette lumiere ne soit réfléchie dans le ruyau de verre.

⁶ Voyez les Mém, de l'Acad, des Sciences, 1740, pag. 243.

parties de la lumiere comme des globules, conformément au langage reçu en Physique⁷.

*

[p. 142] **XVI Leçon**
Sur la Lumiere

Suite de la II^e Section

Article Second

De la Lumiere réfléchie, ou des principes de la Catoptrique

J'ai déjà dit au commencement de cette Section, que les rayons de la lumiere s'étendent en ligne droit tant qu'ils sont dans un milieu d'une densité uniforme; et c'est la loi commune de tous les mouvements simples qui sont censés n'avoir qu'une seule détermination. Ces mêmes rayons toujours soumis aux regles générales de la nature, sont sujets aussi à se détourner de leur premiere direction, lorsqu'il se trouve sur leur route un corps, qui leur refusant le [p. 143] passage les force à rebrousser chemin, ou une matiere plus ou moins pénétrable pour eux, que celle dans laquelle ils ont commencé à se puvoir, qui leur donne occasion de s'incliner d'un côté, ou d'un autre: la premiere de ces deux sortes de déviations est ce qu'on appelle *reflexion* de la lumiere; la seconde se nomme *réflexion*.

C'est principalement à la rencontre des corps opaques, que la lumiere se réfléchit: les plus durs, les plus compactes, ceux qui sont susceptibles de poli le plus parfait, et dont la couleur approche le plus du blanc, sont universellement reconnus pour être les plus propres à cet effet: je n'ai rien à dire sur cela que tout le monde ne sache bien. L'éclat de la neige, le brillant des métaux, sont des preuves aussi communes que palpables de cette vérité. Mais ce qui paroîtra sans doute bien étrange à plusieurs de mes lecteurs, c'est qu'on dispute aujourd'hui très-sérieusement en physique pour savoir, si ce sont les parties propres de ces surfaces qui font rejaillir la lumiere. Depuis les recherches [p. 144] et les découvertes admirables que Newton a faites sur cette matiere, bien des gens d'après lui soutiennent la négative, et prétendent que les rayons sont renvoyés ou repoussés avant même que de toucher à la surface d'un corps, et cela par un certain *pouvoir*

⁷ Sur la propagation de la lumiere, on fera bien de lire une belle Dissertation, de feu M. Jean Bernouilli, qui a remporté le prix de l'Academie des Sciences en 1736.

qu'on ne déduit point, et qui enduit, pour ainsi dire, les surfaces, en s'ajustant à leur figures.

L'obscurité de l'expression, et les conséquences singulieres qui se déduissent de cette nouvelle doctrine, la rendent suspecte aux personnes les plus raisonnables, et qui ont le moins d'envie de rejeter avec partialité et qui tient à la philosophie Newtonienne. Quoi, dit-on, ce n'est point d'amalgame de mercure et d'étain appliqué derriere la glace de mon miroir qui me fait voir mon image? mais sans cela cependant je ne vois rien: quelle place y a-t-il entre cette enduit métallique et le verre, pour y loger le prétendu pouvoir réfléchissant? pu s'il lui en faut si peu, comment fait-on qu'il agit à una certaine distance des surfaces? ce n'est donc pas non plus ce metal [p. 145] préparé avec tant d'art, et poli avec tant de soin, qui opere par lui-même le merveilleux effet du télescope? et poruquoi ne fail-il plus rien voir quand il est seulement terni? que fait la netteté du métal à cette puissance qui ne tient point à lui, puisqu'elle agit hors de lui? Enfin, quand je regarde un objet quelconque, ce n'est donc pas lui que je vois, mais quelque chose d'étranger à lui; puisque les points visibles d'où procedent les rayons réfléchis ne sont point sa propre substance.

Il faut convenir qu'on peut faire sur cela bien des questions embarrassantes, et qu'il n'est guere possible de faire goûter ce pouvoir secret auquel on attribue les mouvements réfléchis de la lumiere, à quiconque se sera fait une loi de n'admettre en Physique aucune cause abstraite, et qui ne soit intelligiblement mécanique. Mais si ce mot obscur, par lequel on n'a voulu être exprimer qu'un fait, et qui indispose tant des gens, parce qu'il a l'ait d'introduire une qualité occulte, si ce mot, dis-je, doit être interpreté dans un sens vraiment [p. 146] physique, ne fût ce que par une conjecture plausible, il pourroit assurer qu'on revint de la répugnance qu'il inspire, et qu'on se familiariser peu à peu avec ses paradoxes auxquels ils donne lieu, et qui semblent d'abord si ridicules. C'est dans cette vis que je vais dire ce que je pense avec quelques Physiciens de ces derniers temps, touchant la cause immédiate des réflexions de la lumiere. Si je peut me faire entendre, j'ose me flatter que on concevra assez nettement comment il est possible que les rayons rejaillissent à la rencontre d'un corp opaque, sans toucher les parties propres de la surface.

Qu'en se rappelle ici ce que j'ai dit dans la premiere Section * [al margen XV Leçon, p. 4 et suiv.] en parlant de la nature de la lumiere, et de sa maniere d'être. J'ai été établi par ces preuves tirées de l'expérience, que ce fluide qui nous fait voir les objets, est universellement répandu dans l'univers; qu'il existe au-dedans, comme au

dehors des corps; qui remplit tous les espaces qui ne sont point occupés par une autre matiere: et qu'il n'y a rien dans la nature qui [p. 147] n'en soit intimement pénétré, jusques dans ses moindres molécules, de même, et bien plus encore, que n'est imbibée d'eau une éponge mouillée. Conséquemment à cette premiere idée, nous devons concevoir que la contiguité des parties propres d'un corps quelconque est perpétuellement interrompue par des globules de la lumiere qui remplissent ses pores; et toute surface de tissu dont les mailles sont remplies par ces mêmes globules.

Si l'on fait attention ensuiete à la grande porosité des corps, tellement connue et avouée des Physiciens, que selon la plûpart d'entre eux, les métaux les plus compactes ont plus de vide que de plein; si l'on réfléchit sur sa prodigieuse divisibilité de leurs parties qui nous laisse à peine la liberté de conjecturer des atômes, et si l'on n'oublie pas que la matiere de la lumiere est un fluide d'une subtilité inexprimable, on concevra sans peine que les mailles du tissu dont je parle, doivent être bien délicates, et que chacune d'elles contenant les [p. 148] globules de la lumiere comme enchâillés et fixés dans un chaton, toutes ensemble composent une surface, où cette derniere matiere a bien plus de part que celle même des corps, qu'on se propose de voir, et qui ui sert comme de cadre.

C'est donc principalement fut on globules encadrés que tombent les rayons, et comme ces filets de lumiere ne sont eux-mêmes que ces globules de la même nature aligné dans une même direction, et même d'un mouvement de vibration, je conçois que les parties de reflet sembleraient leur, les réfléchir et les renvoyent mieux que ne pouvoir jamais faire la matiere propre de la surface à laquelle elles appartiennent, car quand on suppose que celle-ci fût elastique aussi, est-ilo vraisemblable qu'elle le soit si point de s'agiter, de trembler avec la même frequence, de rendre de un mot, vibrations pour vibration? ou qui paroît être cependant indispensablement nécessaire, pour conférer aux rayons réfléchis le mouvement où [p. 149] l'action des rayons incidents, au moin dans le système de ceux avec qui je pense que la propagation de la lumiere se fait par un mouvement de pression.

Une seule surface, ou plutôt une couche infiniment mince, conçue comme je viens de l'exposer, ne seroit pas réfléchissante; parce que les globules de la lumiere, comme des diamants miontés à jour, transmettroient toute l'action qu'ils auroient reçue à d'autres fautes de globules qui se trouveroient infalliblement derriere, puisique tout espace en est plain: le même effet arriveroit encore, si les rayons tombent sur un corps composé de couches homogènes qui se pondissent

maille pour maille, ou, ce qui est la même chose, dont les pores fussent dirigés en lignes droites; et c'est n'idée qu'il faut se faire des corps dianahes ou transparents.

La lumiere n'est donc réfléchie, que quand elle tombe sur des globules de son espece, rangés et arrêtés dans une surface, de maniere que l'action que leur est communiquée, ne puisse, ni passer plus loin, ni être amortie par [p. 150] quelque cause particuliere provenant de la nature pur de l'état actuel du corps qui le contient; et comme en cela le tout ou rien n'a jamais lieu, on peut dire qu'il n'y a aucune suerface qui réfléchisse parfaitement toute la lumiere qu'elle reçoit, comme à n'y en a point non plus dou il n'en puisse revenir un peu.

Si l'on entend ainsi la cause du mouvement réfléchi de la lumiere, ou pouvoir réfectif qu'on attribue aux surfaces comme un être distingue d'elles mêmes, cesse d'être un mustere: c'est la luimiere éteinte et finde de l'embouchure des pores, qui s'anime para l'action même des rayons qui la touchent, et dont la reaction se fut remarquer, quand le mouvement qu'ell rejoin ne peut passer plus loin. Cela n'est-il pas plur que probable, quand nous voyons un grand nombre de corps continuer de lire dans l'obscurité, après avoir été esposés au grand jour, comme je l'ai repporté en parlant des phosphores? et si l'expérience nous porte à croire, qu'en certains cas la lumiere se réfléchit avant, et sans même que les [p. 151] surfaces des corps en aient été touchées, ce phénomène s'expliquera bien encore indépendamment de toute qualité abstraite. On peu penser que les globules arrêtés dans la surface d'en corps servent comme de points d'appui a ceux qui les précédent hors de certe surface, et que ceux ci pressés par les rayons qui tombent dessus, réagissent sur eux de maniere, que tout les points de réflexion se trouvent à une petite distance du corps sur lequel ces rayons sont dirigés.

J'avoue qu'en embrassant certe opinion, on se met dans la nécessité de renoncer aux idées les plus communes, et de se roidir contre des préjugés bien accredités et bien difficiles à vaincre. Se persuadera t-on, par exemple, que les corps ne soient pas visibles par eux-mêmes, mais seulement par les points de luimiere dont elurs surfaces sont persemés? Qu'à proprement parler, nous n'avons touché? Cependant quel moyen de penser autrement, si nous ne pouvons rien voir que ce qui nous renvoie de la lumiere; et si les rayons qui nous [p. 152] travent les images des objets ne peuvent être reenvoyés vers nos yeux que par des globules de cette matiere impalpable, qui se trouve dans la même superficie avec les parties propres des corps? Aidons-nous de quelques comparaisons, pour adoucir un peu la dreté de ces conséquences, et pour disposer les esprits en leur faveur.

Quand vous jerez la vue sur un morceau de drap teint en écarlate, votre première pensée n'est-elle pas que vous voyez un rissu de laine, et ne vous révolteriez-vous plus d'abord contre quiconque vous assureroit que vous voyez toute autre chose que ce-la? Cependant si vous y faites bien attention, et si vous raisonnez avec ordre, vous serez forcé de convenir que vous n'appercevez qu'un enduit de cochenille adhérent à la matière propre de l'étoffe, des particules colorantes incrustées dans les pores de la laine; en un mot, une substance étrangère à l'objet que vous avez en pensée, et qui ne vous laisse voir de lui que sa grandeur, sa situation, sa figure, et nullement sa matière propre.

[p. 153] Lorsque vous regardez un morceau de papier mouillé, et qu'il vous paroît plus bis qu'il n'a coutume de l'être étant sec, vous n'ignorez pas que la cause de ce changement ne fuit le jeu dont il est imbibé; mais pourriez-vous avec la pointe de l'aiguille la plus fine toucher un endroit de la surface, qui ne participât à cet effet? Que dis-je? le meilleur microscope seroit-il capable de vous faire distinguer les endroits où l'eau s'est logée, d'avec les parties solides qui n'ont pu en être pénétrées?

Voilà donc, comme vous voyez, des cas (et j'en pourrais citer une infinité d'autres) où les corps ne font pas visibles par leur propre matière, mais seulement par une substance étrangère qui s'est logée dans leurs pores. Si l'art peut produire cet effet avec des teintures ou des liqueurs, qui n'approchent point à beaucoup près de la subtilité de la lumière, pourquoi ne penserez-vous pas que tous les corps naturellement imbibés de ce fluide dans lequel ils se sont formés, et où ils sont perpétuellement plongés, n'en eussent [p. 154] toujours à leurs surfaces une quantité égale à celle de leur pores, qu'en fait être prodigieuse, et que ce en soit la non-seulement la principale mais même la vraie et la seule cause de leur apparence ou visibilité?

Je prévient votre réponse: C'est me direz vous, que la lumière par elle-même n'est point un objet au lieu que les particules colorantes, ou celles d'un liqueur, sont des petits corps; et quand ces matières étrangères, ou accidentelles, souffrent immédiatement à une vue, ou une cachant ce que je cherche à voir, ou ce que je crois voir, cette aspects masque au moins est un être réel et très différent de la lumière qui on'en trace l'image.

Par les exemples que j'ai allégués, je n'ai prétendu faire entendre autre chose, sinon que les pores d'une surface, toujours beaucoup plus nombreux que les parties solides, peuvent être remplis d'une substance étrangère à laquelle on ne

devoir faire nulle difficulté d'attribuer la réflexion des rayons qui rendroient certe surface visible, et je crois avoir suffisamment [p. 155] rempli cette vue. Quant à la nature de ces particules colorantes, ou par la présence desquelles il arrive des réflexions de lumiere différentes de ce qu'elles étoient auparavant, je conviens que ce sont des petits corps, qui ne ressemblent point à ces portuncules de lumiere que nous supposons logées à l'embouchure des pores; mais j'ose avancer et je le prouverai ailleurs, que la cochenille inscrustrée dans les pores de la laine, n'est point para elle même ce qui foit voir le drap rouge; elle n'est que la causa occasionelle; et sans une lumiere qui lui l'est propre, et dont elle est abreuvée comme une éponge, ni elle-même, ni la laine qu'elle couvre, n'auroit cette belle couleur qui éclate à nos yeux. L'eau qui altere la blancheur du papier, en le faisant paroître plus bis, n'est pas non plus la cause immédiate de ce changement; ce n'est point, parce que j'apperçois des parcelles d'eau mêlées avec les parties propres du papier, que je vois celui-ci moins blanc qu'à l'ordinaire; c'est plutôt parce qu'une partie de la lumiere qui tome sur cete feuille, [p. 156] trouvant les pores remplis d'une matiere transparente, s'absorbe dans soon épaisseur, et passe au-delà; in en revient d'autant moins par réflexion: il réfléchit moins de rayhons.

Je conviens qu'on auroit peine à concevoir, comment la lumiere peut être elle même un objet visible, si l'on saisoit abstraction des circonstances. Ces petites portions de lumiere qui brillent à l'embouchure des pores, sont comme autant de miroirs qui nous font voir les surfaces en nous renvoyant le jour qui les éclaire; mais il ne faut point publier que ces miroirs sont encadrés, pour ainsi dire, et circonscrits suivant la figure, la grandeur et la situation des places qu'ils occupent; ainsi, par cela seul, leurs effets doivent varier comme la porosité des corps, c'est-à-dire, à l'infini. Si vous ajoutez encore les différences qui peuvent venir de l'état actuel des surfaces, plus régulières, plus polies les unes que les autres, vous comprendrez aisément pourquoi elles ne brillent pas toutes egalemment, quoique visibles para la même cause.

[p. 157] On pourroit m'objecter encore, que suivant mes principes, les corps les plus poreux devroient éclater en lumiere plus que tous les autres: ce qui est visiblement contraire à l'expérience; puisqu'asasez généralement ce sont ceux qui sont les plus sombres.

Mais ce n'est pas seulement parce qu'un corps est poreux qu'il réfléctit de la lumiere, c'es principalement, parce que ses pores sont remplis de portions de lumiere incapables de transmettre dans l'épaisseur du corps, ou au-delà, le mouvement qui leur est imprimé par les rayons incidens. Si ces vides son tellement

ouverts, qu'ils admettent non-seulement la matiere de la lumiere, mais aussi quel'autre fluide, comme l'air de l'athmosphere, s'ils ont alignés de maniere que les globules qui s'y trouvent aient la liberté de faire passe à d'autres l'action qu'ils ont reçue, cette plus grande porosité, au lieu d'aider á rendre la surface plus lumineuse, sera un effet tout contraire; cela n'a pas besoin d'une plus grande explication.

Si l'on me demande présentement [p. 158] pourquoi la plupart des surfaces. en réfléchissant la lumiere vers nous, ne font naître dans nos yeux que leur propre image, tandis que d'autres (qu'on nomme peut cela miroirs) y font arriver celle des objets qu'on leur présente sous un certain aspect, je repondrai que les dernieres plus regulieres, plus polies et plus resplendissantes que les autres, renvoient un plus grand nombre de rayons, et les conservent des directions qui ont des rapports mesurés et constants avec les rayons incidentes que leur sont venus de l'objet. Je ne m'arrêterai pas présentement à étendre et éclaircir davantage cette réponse, parce qu'elle est l'objet principal de cet article dans lequel nous avons à traiter des effets de la lumiere réfléchie, en supposant toujours que les surfaces réfléchissantes sont régulières, et d'un poli parfait.

Quand la lumiere va frapper un corps opaque, solide ou fluide, on peut dire qu'elle se partage en toutes parties, dont une se réfléchit régulièrement, affectant, après qu'elle a touché la surface réfléchissante, une [p. 159] direction qui a un rapport constant avec celle qu'elle avoit auparavant: une autre partie se réfléchit irrégulièrement en s'éparpillant de tous les cônes, á cause des inégalités qui se trouvent indispensablement à la surface qui la renvoie (car il n'y en a aucune qui soit parfaitement polie); en fin une troisieme portion s'éteint dans le contact, soit que les parties propres du corps qu'elle touche ne soient pas capables de lui rendre, ou de lui laisser reprendre la force qu'elle perd en les heurtant, soit que son action pénètre dans les pores, et s'y anéantisse.

Suivant que ces trois parties de lumiere l'emportent l'une sur l'autre par leurs quantités, les surfaces sur lesquelles les rayons tombent, prennent différents noms, et produisent divers effets par rapport à la vision. Nous appellons *sombres* ou *obscurés* celles qui absorbent beaucoup de lumiere, et qui en renvoient peu; nous nommons *claires* ou *resplendissantes*, celles qui en réfléchissent de toutes parts, et en grande quantité; et nous donnons le nom de *miroirs* à celles d'où la plupart des rayons reviennent avec un [p. 160] certain ordre. Celles-ci se sont à peine appercevoir; mais elles nous représentent distinctement les objets qui les éclairent; celles de la seconde espece sont très visibles, et ne font voir qu'elles-mêmes; les

autres ne se sont guere plus voir que les miroirs; mails elles n'ont pas, comme eux, la propriété de représenter les objets éclairtés qu'on leur oppose.

Comme il s'agit ici d'effets constants, on voit bien que c'est à cette portions de lumiere qui se réfléchit regulierement, que nous devons avoir affaire, celle-là seule étant assujetois à des mouvements qu'on puisse prevoir, et sur lesquels il foit possible d'établir une théorie. Nous supposons donc que les surfaces réfléchissants sont des miroirs parfaits; ou pluche, nous faisons abstraction de la lumiere dispersée par leurs irrégularités, ou éteinte par quelqu'autre défaut de leur part.

Un rayon de lumiere ne peut tomber sur la surface d'un miroir que de deux façons, ou perpendiculairement, comme *fe*, Fig. 1, par rapport à la ligne *ab*, ou bien obliquement, comme [p. 161] *dc*, par exemple. C'est à l'exérence à nous dire ce qui doit arriver dans l'un et dans l'autre cas: nous ne pouvons pas le devinet: parce que ne connoissant point à *priori* le degré d'elasticité qui appartient, ni au rayon qui choque, ni à la surface qui est choquée, nous ne saurions prévoir au juste comment se sera la réflexion.

*

[p. 336] **XVII Leçon**
Suite des Proprietés de la Lumiere

III. Section
De la Lumiere décomposée, ou de la nature des Couleurs

Avant Newton, personne n'avoit imaginé que la lumiere pût se décomposer, ni que les parties séparées les unes des autres se distinguassent par des proprietés constante et des effets sensibles⁸. Descartes, et ceux qui avoient raisonné d'après lui sur la nature de cette matiere, l'avoient considérée comme un fluide homogene, mais susceptible [p. 337] de certaines modifications, à l'aide desquelles ils croyoient pouvoir expliquer tout ce qui concerne les couleurs. On supposoit que les globules alignés qui forment les rayons, outre l'impulsion qu'ils reçoivent du corps lumineux, et qu'ils se transmettent en droite ligne, tournoient encore sur leur propre centre; et

⁸ Wolffius avoit bien dit que les couleurs étoient toutes contenues dans la lumiere; mais Newton est le premier qui ait développé cette idée, en faisant voir séparément et distinctement les différentes parties de la lumiere décomposée.

que de ces deux mouvements combinés et variés à l'infini, par le plus et le moins de vitesse et de masse, naissoient au fond de l'oeil toutes ces différentes impressions, auxquelles nous avons donné le noms de *rouge*, de *jaune*, de *bleu*, etc. avec toutes les nuances qui leur appartiennent.

Il n'y a point d'hypothèses qui n'ait son foible et ses difficultés: celle-ci en a sans doute; mais, quoi qu'on ait pu dire contre elle, on doit convenir qu'elle est ingénieuse, simple et naturelle. Après avoir adopté même tout ce que Newton a établi par la voie de expérience, un Physicien peut encore, sans inconséquence, retenir ce qu'il y a d'essentiel dans cette doctrine: car en reconnoissant plusieurs especes de lumiere, ne peut-on [p. 338] pas supposer que ce qui constitue leurs différences, est une certaine combinaison de mouvements, dont tel ou tel ordre des globules est susceptible, à raison de plus ou moins de masse ou de ressort? comme il est vraisemblable, que dans le même volume d'air il y a des particules plus grossieres et d'une élasticité moins vive, par lesquelles se font entendre les tons graves. et d'autres que des qualités différentes rendent propres à transmettre des sons plus aigus. Newton a voulu s'en tenir à des faits, pour rendre raison des couleurs, cela est très-sage: mais si l'on veut aller au-delà, et remonter aux causes de ces faits par des conjectures, celles de Descartes et du P. Malebranche, prises ensemble, me paroissent plausibles à bien des égards: elles ont parts telles à Newton même⁹. Je les indique au Lecteur qui sera curieux de s'en instruire, mais l'expérience ne nous fournissant rien qui établisse solidement ces opinios, je m'arrête avec le Philosophie [p. 339] Anglois aux effets sensibles, qui peuvent servir à explquer les phénomènes de la vision qui ont rapport aux couleurs.

Nous distinguons les objets visibles, non-seulement par leurs grandeurs, leurs figures, leurs situations, leurs distances, leurs degrés de clarté, mais encore par une forte d'illumination. qui fait que chacun d'eux brille 'a nos yeux d'une façon particuliere, et qui ne dépend pas de la quantité de lumiere qui l'éclaire: c'est ce dernier moyens de visibilité, que la nature varie avec une magnificence sans égale, et dont elle embellit toutes ses productions; c'est, dis-je, cette apparence particuliere des surfaces, que nous nommons *couleur* en général, et dont nous exprimons le sespeces par les noms de *blanc*, de *rouge*, de *jaune*, de *bleu*, etc.

On est naturellement porté à croire que les couleurs et leurs nuances appartiennent aux corpos qui nous les font sentir; que le blanc réside dans la neige,

⁹ Voyez la treizieme des questions qui sont à la fin de l'Optique de Newton.

le rouge dans l'étoffe teinte en écarlate, le verd dans l'herbe des prairies, etc. et c'est un préjugé mal [p. 340] fondé bien des égards: pour savoir ce qu'il en faut rebattre, réfléchissons un peu sur ce qui se passe à l'aspect d'un objet coloré.

La lumière tombe sur un corps, et le rend visible. Si nous le regardons alors, les rayons qu'il transmet, ou qu'il réfléchit vers nos yeux, y peignent son image, et nous jugeons qu'il est de telle ou telle couleur. Ce jugement n'a jamais lieu si l'objet n'est éclairé; pendant la nuit tout est noir, rien n'est coloré: les couleurs dépendent donc de la lumière; sans elle nous n'en aurions aucune idée.

Elles dépendent aussi des corps; car exposé au même jour, le vin, le cinabre paroissent rouges, tandis que la bière et l'or sont jaunes, et que les champs sont merveilleusement émaillés de fleurs de toutes les couleurs.

Mais tout cela est hors de nous; et ne nous en viendrait aucune notion, si la lumière transmise ou réfléchiée par les objets, ne touchoit l'organe de la vue, pour rendre ces apparences sensibles, et si ces impressions [p. 341] ne réveilleroient en nous des idées que nous avons apprises à exprimer par certains termes. Un aveugle, comme l'on sait, n'aperçoit pas les couleurs; et s'il l'a toujours été, les noms qu'on leur donne ne lui en font pas naître l'idée. Disons donc que les couleurs considérées en nous sont des sensations, de même que les saveurs, les sons, les odeurs, etc.

Ces réflexions nous indiquent trois points de vue sous lesquels nous pouvons traiter des couleurs: 1^o Nous pouvons les considérer dans la lumière; 2^o, dans les corps, en tant que colorés, 3^o. par rapport à celui de nos sens quelles affectent particulièrement, et par lequel nous les distinguons.

Article I

Des couleurs considérées dans la lumière

J'ai remarqué dans la section précédente, en parlant des corps réfringents raillés en forme de lentilles, que la courbure sphérique ne convenoit pas, pour ressembler dans le plus petit espace possible les rayons [p. 342] de lumière qui partent divergents de chaque point d'un objet; que, dans la vue de perfectionner les lunettes ou télescopes de réfraction, les Mathématiciens avoient cherché et indiqué d'autres sortes de convexité plus propres à produire cette réunion parfaite; mais que la difficulté de les faire prendre au verre, avoit empêché qu'on ne mit ces mots en

usage. Newton¹⁰, après Descartes¹¹, s'occupa sérieusement de ces recherches, et su soin de procurer, s'il étoit possible, aux Articles des procédés sûrs, pour travailler des lentilles qui rassemblent les rayons de lumiere, meux que ne le peuvent faire des segments de spheres. Mais au lieu d'arriver au but qu'il s'étoit proposé, il acquit de nouvelles connoissances que l'en écartèrent davantage; il découvrit qu'on étoit impossible de reçéunir parfaitement, comme on le souhairoit, les rayons de la lumiere, quand même le corps réfringent employé à cet effet, seroit raillé de la maniere la plus convenable [p. 343] pour le produire. Il reconnut par des expériences décisives, que la lumiere n'est point homogene dans ses parties, qu'elle en a de plus réfrangibles les unes que les autres; d'où il arrive nécessairement qu'une lentille de verre, quelle que puisse être sa courbure, lersqu'elle reçoit un faisceau de rayons venant d'un astre, ou d'un autre corps lumineux, rend les uns plus convergents que les autres, et ne réunit dans un seul point, que ceux qui sont de nature à se plier également: "Je m'apperçus, dit-il, que ce qui avoit empêché qu'on ne perfectionnait les télescopes, n'étoit pas, comme on l'avoit cru, le défaut de la figure des verres, mais plutôt le mélange hétérogene des rayons dirrèrement réfrangibles"¹².

Newton fit cette belle et inportante découverte, en réchéchissant sur un phénomène connu bien longtamps auparavant, et que l'on voit toujours avec admiration, quand on fait l'Expérience que voici.

[p. 344] I Expérience

Préparation

Au volet d'une fenêtre exposée au midi, pu à peu près, ou bien au fond *acb* de la caisse représenté para la Fig. 6, de la 15^e Leçon, Pl. 2, il faut pratiquer un trou rond de 5 à 6 pouces de dianetre pour recevoir la piede *AB*, Fig, 1, qui s'y arrête avec des vis. ou avec deux crochers: cette piece consiste en un tuyau long d'un pied, ou un peu moins, ouvert par les deux bouts, et pourtant a l'une de ses extrémités une boule de bois qu'il traverse, par le moyen de laquelle il se meut en tour sens dans une double coquille, à la maniere d'un genou.

Ce tuyau, qui peut avoir deux pouces de diametre, doit répondre dans une chambre fort obscure, et sert à y introduire un jet de lumiere venant immédiatement

¹⁰ Principes de la Philos. nat., Liv. I

¹¹ Dioptrique chap. 8.

¹² Transact. Philosoph. N. 80- Ceci peut se rapporter à l'année 1665.

du soleil, ou réfléchi dans quelqu'autre direction, par le moyen d'un miroir plan de metal, placé dans la caisse, et sur un support [p. 345] en dehors de la fenêtre¹³. On rétrécit l'ouverture *C*, autant qu'on le veut, avec un morceau de bois dur tourné en cul de lampe, évidé comme un entonnoir, et garni au bout d'une petite platine de métal percée au milieu.

Pour les Expériences qui doivent se faire dans beaucoup mieux qu'un simple trou a la fenêtre, parce qu'il empêche que la lumiere réfléchie par les objets extérieurs ne se répande [p 346] dans la chambre; ce qui peut affaiblir, et même faire manquer les effets qu'on cherche à voir.

Au rayon de lumiere introduit dans la chambre par le tuyau dont je viens de parler, on oppose l'angle d' un prisme triangulaire *D*. Fig 3, formé d'un morceau de verre solide, dont les faces soient bien fressés et polies le plus parfaitement qu'il soit possible. Voyez la Fig, 3.

Pour rendre mes prismes d'un usage plus commode, et pour empêcher qu'ils ne se dépolissent, lorsqu'on les pose sur des tables, je fait garnir les extrémités de deus emboitures de cuivre, au milieu desquelles sont foudées des tiges *EE*, du même métal, qui sont comme l'axe du prisme prolongé de part et d'autre, Elels servent à le soutenir, et à le faire tourner entre deux supports élevés perpendiculairement sur un regle *FF*, porté sur une tige ronde qui se jausse et se basse en glissant dans un pied, et qui s'arrête à telle auteur qu'on veut, par la pression d'une vis *G*. An haut de cette tige est encore un mouvement de charniere, *H*, semble [p. 347] à celui de la tête d'un compas. au moyen duquel le prisme s'incline autant qu'on le veut.

L'angle du prisme, par lequel on fait passer le rayon solaire, n'a point de grandeur déterminée pour le succès de l'Expérience. Celui dont Newton s'est servi

¹³ La meilleure maniere de faire les expériences dont nous avons à parler dans cet Article, c'est d'introduire le rayon solaire immédiatement, et sans le secours d'aucun miroir; c'est ainsi que Newton les a faites, et qu'il a dû les faire, pour avoir des résultat hors de tout soupçon. Mais si la fenêtre n'est pas exposée à peu près au midi, ou que la saison fasse prendre au soleil une hauteur méridienne trop fgrande, on est obligé de réfléchir le rayon, pour le jeter dans une direction convenable: cela se peut faire, quand il ne s'agit que de répéter des expériences connues, et en prenant la précaution de n'employer que des miroirs bien parfaits pour la figure, et pour le poli. Ceux de métal, parce qu'ils n'ont qu'une surface réfléchissante, seroient toujours préférables à ceux de glace étamée qui ont une doublé réflexion, s'ils ne se ternissoient pas aisément.

étoit presque équilatéral: on peut très-bien réussir avec des angles plus petits; cependant il est bon qu'ils ne soient pas au-dessous de 45 degrés.

Comme le verre est souvent défectueux, soit par les filandres, soit par les bouillons qu'il contient dans son épaisseur, on doit demander aux ouvriers des prismes qui aient 5 à 6 pouces de longueur, avec des faces d'un bon pouce de largeur, afin d'y pouvoir choisir plus aisément des endroits d'une homogénéité convenable.

Au défaut de prismes de verre solide, on en peut faire avec des lames de glace mince, bien dressées, et jointes ensemble par le moyen de quelque mastic: on les remplit d'eau bien claire, ou de quelque autre liqueur limpide, dont il faut connoître le pouvoir réfractif.

[p. 348] *Effets*

Lorsque le rayon solaire a traversé l'angle du prisme, au lieu de suivre sa première route, et d'aller former en *I* un cercle simplement lumineux, il se relève dans une situation à peu près horizontale, avec les circonstances suivantes

1°. Ce rayon paroît dilaté en forme d'éventail, et fait sur un carton blanc *KL*, élevé verticalement à 16 ou 18 pieds de distance du prisme, une image longue¹⁴, arrondie par en haut et par en bas, comprise d'un bout à l'autre entre deux lignes droites parallèles,

2°. La largeur de cette image égale le diamètre du cercle lumineux que le [p. 349] rayon solaire marquerait en *I*, s'il ne rencontroit pas le prisme: d'où l'on peut conclure, que le rayon n'est dilaté que dans un sens.

3°. Cette lumière réfractée, à compter depuis le prisme jusqu'au carton, paroît par bandes diversement colorées; et l'image *MN* qui en est formée, porte les mêmes

¹⁴ La longueur de l'image colorée dépend de la grandeur de l'angle du prisme, et de la distance que l'on met entre ce prisme et le carton sur lequel on reçoit la lumière réfractée; à 15 pieds du prisme, mesure de France, l'image a environ 9 pouces de haut, quand l'angle réfringent est de 64 degrés, et que le rayon incident est autant incliné à l'une des faces que le rayon émergent l'est à l'autre: ce que l'on reconnoît, lorsqu'en faisant tourner le prisme sur son axe, l'image colorée cesse de monter pour commencer à descendre.

couleurs dans l'ordre qui fuit de bas en haut: rouge, orangé, jaunem, verd, bleu, indgo, violet.

Explication

Newton ayant répété plusieus fois, avec beaucoup de soin, l'Èxpérience que je viens de rapporter, trova que les résultats en étoient très-constants; et après y avoir bien réfléchi, il essaya de les expliquer par les conjectures suivantes. Il lui vint en pensée, que la lumiere pourroit bien être un fluide composé de parties essentiellement différentes: premièrement, par le degré de réfrangibilité; secondement, par la propriété d'exciter en nous le sentimen de certaines couleurs.

En effet, en supposant ces deux [p. 350] points, il est aisé de rendre raison des effets rapportés ci-dessus. Car 1^o, si l'on considere le rayon total qui entre dans le prisme, comme un assemblage de filets de lumiere, qui ne se détournent pas également de leur premiere route, en se refractant, c'est una nécessité que les uns s'élevent plus que les autres au-dessus de l'espace circulaire *I*, où ils auroient tous été le rendre, sans l'interposition du corps réfringent: et dela doit résulter cette dilartation de bas en haut, quji donne, comme on le voit, la forme d' ventail à la lumiere réfractée.

2^o. Il fuit encore de la même supposition, que l'image *MN* doit être beaucoup plus longue que large; parce que le rayon n'étant dilaté que dans un sens, la largueur comprise entre les deux côtés rectilignes ne doit pas excéder le diametre du cercle lumineux qui auroit paru en *I*, sans l'interposition du prisme.

3^o. Cette même image doit être arrodié, come elle l'est en effet, par ses deux extrémités: car on a tout lieu de croire qu'elle est formée, [p. 351] par des images circulaires, qui anticipent les unes sur les autres, en aussi grand nombrem, qu'il y a d'especes de rayons differemment réfrangibles; le gran nombre de ces images circulaires, et la contiguité de leurs centres sont apparemment qu'on n'apperçoit pas d'angles rentrants, et que le côtés sont sensiblement rectilignes.

4^o. Dans la supposition que les filets de lumiere qui composent le rayon incident, soient capables de se réfracter les uns plus que les autre, on ne doit pas s'attendre que la lumiere après les réfractions se dilate, ou s'éparpille dans un autre sens, que celui de bas en haut: car le prisme ayant ses bases égales et semblables, les surfaces des côtés étant d'ailleurs bien droites, la lumiere qui tokbe sur des lignes prises

suivant la longueur du verre, pénètre des épaisseurs comprises entre des lignes paralleles: et alors, ou les réfractions sont nulles dans ce sens, ou la seconde rend insensibles les effets de la premiere.

5°. En fin, si les couleurs qu'on remarque dans l'image *MN* résident [p. 352] véritablement dans la lumiere, et que les rayons divisés et séparés les uns des autres, soient capables de réveiller constamment en nous les idées que nous avons attachées aux noms de rouge, orange, jaune, verd, etc., quand une fois ils se sont demêlés, en vertu de leur plus ou moins de réfrangibilité, ils doivent paroître véritablement sous ces couleurs, soit qu'on reegarde immédiatement, soit que le carton balnc que les a reçus, les réfléchis vers nos yeux.

Sur ce pied-la, il y auroit dans la lumiere, telle qu'elle est naturellemnt, sept especes de rayons capables de produire autant de couleurs.

Ces couleurs s'appelleroient simples ou primitives, et l'on attribueroit à leurs différentes combinaisons toutes les autres, qu'on remarque sdans la nature.

La lumiere sans couleur, telle qu'elle paroît en venant immédiatement du soleil ou d'une autr astre, seroit celle qui renfermeroit toutes les couleurs simples, par un lélange parfait; et ce qu'on nomine noir, ne [p. 353] soit qu'une privation de toute lumiere simple ou composée.

Voila ce que conçut Newton, en méditant sur l'expérience du prisme; mais quoique ces premieres pensées se présentissent avec un air de vraisemblance capable de séduire, un Philosophe qui chercheroit sincérement la vérité, in ne crut bien verifié tout ce qu'il s'étoit permis de supposer, et qu'après avoir prouvé par des faits ou par des raisonnements décisifs, l'insuffisance des explications qu'on voudroit substituer aux siennes. C'est ce qu'il a fait avec une force et une sagacité digne de son génie, dans un excellent Traite * [*al margen**Traité d'Optique su la lumiere et sur les couleurs, traduit de l'Anglais en François par M. Casici] qui est aujourd'hui entre les mains de tot le monde, et qu'il faut lire entierement, pour être bien instruit sur cette matuere. J'en ai extrait ce que j'ai cru nécessaire, pour établir solidement le fond du systhème, et dans le grand nombre d'expériences que l'Auteur a produites en preuves, j'ai choisi celles qui m'ont paru les plus belles, les plus concluantes, et dont les succès ne tient point çà des manipulations trop [p. 354] délicates, afin que le Lecteur curieux de les voir, puisse entreprendre de les répéter lui même, sans craindre de les manquer.

Toute la théorie dont il s'agit ici, roule sur deux points capitaux, que voici: 1°. La lumière est composée de rayons plus réfrangibles les uns que les autres. 2°. Chaque rayon est d'une couleur déterminée, dont se teignent les objets qu'il éclaire. Examinons avec Newton, si ces deux apparences qu'on remarque dans l'expérience du prisme, sont des modifications accidentelles de la lumière, comme on le pourroit croire, ou bien des propriétés inhérentes que rien ne puisse changer.

*

[p. 372] [...] **VII Expérience**

Preparation

Introduisez dans un chambre bien obscure un rayon solaire de la grosseur d'une plume à écrire; à 10 ou 12 pieds de la fenêtre par où passe ce rayon, recevez-le sur une lentille de verre *AB*, Fig. 9, qui ait son foyer à 3 ou 4 pieds de distance: immédiatement après cette lentille, présentez un prisme *CD*, à travers lequel le cône de lumière formé par la lentille soit obligé de passer, et recevez la lumière réfractée sur un carton blanc, que vous tiendrez à une distance à peu-près égale à celle du foyer de la lentille.

Effets

Le cône de lumière réfracté par le prisme, produit sur le carton une image oblique et fort étroite, dont les couleurs sont plus distinctes qu'elles n'ont coutume de l'être, quand on fait la même expérience sans faire passer les rayons incidents par une lentille.

[p. 373] *Explication*

Si le jet de lumière qui vient par la fenêtre ne rencontre ni lentille ni prisme, il iroit en droite ligne former le cercle lumineux *abcd*. En devient convergente, et se rassemble dans un petit espace au centre de ce cercle: lorsqu'on fait passer ensuite ce cône total de lumière par un prisme, il se réfracte et se divise en autant de cônes particuliers, qu'il y a d'espèces de rayons et de nuances dans chaque espèce. Or comme ces espèces sont au nombre de sept, avec une intensité de nuances intermédiaires, on doit penser que l'interposition du prisme après la lentille, occasionne un nombre infini de cônes, à la pointe desquels chaque espèce de lumière

se trouve concentrée dans un très-petit espace circulaire; et comme les centres de ces cercles demeurent aussi distantes les uns des autres dans l'image retrécie *ef*, Fig. 10, que dans la plus large *EF*, produite sans lentille et par la seule interposition du prisme, il est évident que, [p. 374] la lumière de chaque espèce doit être non seulement plus forte, étant concentrée par la lentille, mais aussi plus pure et plus dégagée des autres, puisque les petits cercles, qui expriment les espèces entre *ef*, n'anticipent pas uns sur les autres, comme ceux qui sont compris entre *EF*.

En usant de ce moyen pour avoir les couleurs plus séparées les unes des autres, si l'on trouvoit l'image *ef* trop étroite. en faisant passer le rayon solaire qui entre dans la chambre, non par un trou rond, mais par une ouverture étroite et longue, ayant attention que la longueur soit parallèle à celle du prisme. Alors l'image *ef* prendra la forme d'un carré long, comme *ghik*, Fig. 11, les couleurs seront par bandes, aussi vives et aussi pures qu'auparavant, et l'on pourra sûrement et commodément faire des épreuves sur toutes les couleurs, excepté peut-être l'indigo et le violet, qui sont des lumières très faibles d'elles-mêmes, et qui s'alterent aisément, par le mélange [p. 375] presque inévitable de celle qui se répand irrégulièrement dans la chambre.

Cet effet, dont je donne pour garants la parole de Newton¹⁵, et ma propre expérience¹⁶, tient pourtant à quelques conditions qu'il est bon d'énoncer ici. Il faut que l'ouverture par laquelle passe le rayon [p. 276] solaire, soit au plus d'une ligne de large; que la lentille soit environ à 12 pieds plus loin; que son foyer soit un peu long, comme de 9 à 10 pieds; que l'angle réfringent du prisme ait au moins 60 degrés. Tout cela étant observé, on trouve que l'image *ef* est un peu plus de 70 fois

¹⁵ Traité d'Optique sur la lumière et sur les couleurs, Liv. I, Pars 1, Exp. 2.

¹⁶ Il y a plus de 25 ans que je répète cette Expérience, et que je vois le résultat énoncé ci-dessus, conformément à ce qu'a dit Newton. Cependant un Auteur célèbre que j'estime beaucoup, m'a cité, il n'y a pas long temps, comme lui ayant dit qu'elle ne me réussissoit pas. Je ne me suis suivi nullement ni de ce qu'il m'a demandé à cet égard, ni de ce que je lui ai répondu: mais comme je vois par la lecture de son ouvrage, qu'il a cherché dans cette Expérience un autre résultat, que celui que est annoncé par Newton, il peut se faire que je lui aye répondu négativement, lorsqu'il m'aura demandé, sans autre explication, si j'étois jamais venu à bout de produire l'effet qu'il avoit en vue. Je suis forcé de mettre ici cette Note, parce qu'un Auteur Hollandois, qui a publié les *Elements de Philosophie*, fondé apparemment sur ce mal-entendu, me met au rang de ceux qui dissident avoir tenté sans succès l'Expérience dont il s'agit, et me fait partager avec le R.P. Castel, et M. Gauthier, l'honneur, auquel je ne prétends pas, d'avoir pris Newton en défaut.

plus longue que large; et l'on est en droit de conclure que chaque espece de lumiere y est dans la même proportion plus simple, que celle qui vient immédiatement du soleil.

Poir réssir encore avec plus de sûreté, il faut que la chambre soit bien obscure, que le prisme et la lentille soient bien travaillés, d'un verre homogene et bien net, et couvrit, avec du papier noir collé, toutes les parties de ces instrument, qui sont inutiles a l'expérience, de peur que quelques portions du jet de lumeire, réfractées au réfléxhies irréguliéremmen, n'altèrent ou n'empêchent les effets qu'on attend.

Pour savoir maintenant jusqu'à quel point les couleurs sont fixes et inaltérables dans la lumiere, on peut les soumettre aux épreuves suivantes.

*

[p. 404] [...] J'ai dit au commencement de cet article que Newton, dans le temps qu'il cherchoit à perfectionner les télescopes composés de verre, en substituant à la convexité sphérique une autre courbure plus propre qu'elle à rassembler tous les rayons qui partent de chaque point de l'objet, avoit fait une nouvelle découverte, en conséquence de laquelle il étoit impossible, avec quelque forme de verre que ce fût, de parvenir à certe parfaite réunion. Cette découverte est, que les rayons qui composent la lumiere, sont inégalement réfrangibles, à incidences égales et dans le même milieu, comme je l'ai prouvé d'après ce Philosophe. En effet, comme les verres ne réunissent les rayons qu'en les réfractant les bleus et les violents se plian plus que les autres en passant par una lentille, se joindront et [p. 405] se croiseront nécessairement plus près du verre que les rouges et les jaunes, en l'on doit comprendre qu'il y aura toujours autant de foyers à la suite de rayons dcifféremment réfrangibles; ainsi, lorsque pour construire un instrument de dioptrique, on a besoin de déterminer le foyer d'un lentille, on ne le peut faire que pour une espece de rauons à la fois, et ce point de éunion n'est certainement pas celui de toute la lumiere qui paasse par le verre.

Newton ayant chrché et déterminé par le calcul la distance du premier de ces foyers au dernier¹⁷, [p. 406] prouva par l'expérience même, que le defaut qui en

¹⁷ Le sinus d'incidence de chaque rayon homogene, est en raison donnée à son sinus de réfraction. La réfraction des rayons les moins réfrangibles, est à celle des plus refrangible, à-peu-près comme 17 à 18. Le plus petit espace circulaire d'où les verres d'un télescope

résultoit étoit sensible dans la pratique. Ayant pris un morceau de carton peint moitié en rouge et moitié en gros bleu, comme celui de notre V^e Expérience, il l'enveloppa plusieurs fois suivant sa longueur, avec un gros fil noir, qui sormont comme des grosses lignes les deux parties diversement colorées. Il applique ce carton comme un mur, de manière que la longueur étoit horizontale; il l'éclaira fortement pendant la nuit, en mettant un peu devant une grosse chandelle allumée. A six pieds de distance de-là, il éleva verticalement un lentille de verre, longue de quatre pouces, et capable de rassembler les rayons réfléchis par les différents point du carton coloré, et de leur fait converger vers autant d'autres points [p. 407] à la même distance de six pieds de l'autre côté, et peindre ainsi l'image de cet objet sur un papier blanc qu'il présentait en l'avancant tantôt plus, tantôt moins, et en observant quelle partie du carton coloré se peignoit distinctement. En procédant ainsi, il remarque que pour avoir une image distincte et bien terminée de la partie rouge traversée de lignes noires, il falloit porter le papier un pouce et demie plus loin de la lentille, que lorsque la partie bleu se peignoit de même; ce qui montre incontestablement que les rayons bleus ont leur foyer plus près que les rouges, en passant par la même lentille, et que l'objectif d'une lunette ne peut rassembler dans un même endroit, qu'une partie de la lumière qu'il reçoit, à moins que l'objet ne soit d'une des couleurs prismatiques, rouge, jaune, verd, ou bleu, etc¹⁸.

puissent ressembler toutes formes de rayons paralleles, est la 55 partie de toute l'ouverture de ce verre.

Si les rayons de toutes les especes venant d'un point lumineux quelconque dans l'axe d'une lentille convexe, sont réunis par la réfraction en des points qui se soient point trop éloignés de la lentille, le foyer des rayons les plus réfrangibles sera plus près de la lentille, que celui des rayons les moins réfrangibles à la distance.

¹⁸ Depuis la première impression de ce Volume, on est venu à bout de vaincre cette difficulté qui paroissoit insurmontable, en composant l'objectif de la lunette avec deux matières différemment réfringentes; est ingénieux moyen fut imaginé proposé par M. Euler des l'anne 1747; et l'un auroit joui bien plutôt du succès qu'il devoit avoir, s'il n'eût pas fallu pour cela regarder comme faux un fait garanti par une expérience de Newton, qui a montré tant de sagacité et d'exactitude dans toutes celles qu'il a publiées. M. Klingenstierna osa franchir cette barrière en 1755, et détermina M. Dollond, savant Opticien de Londres, à refaire de nouveau cette importante épreuve, sur la foi de laquelle on fondoit l'impossibilité de corriger l'aberration des rayons différemment réfrangibles, en conservant une réfraction qui plût suffisamment la lumière vers l'axe de la lumière; heureusement il se trouva que Newton s'étoit trompé, et M. Dollond s'étant bien convaincu, se mit à faire des objectifs composés de deux especes de verres, qui lui ont très-bien réussi, et avec lesquelles une lunette de cinq pieds de longueur équivaloit entout à une lunette de quatorze ou quinze pieds. Alors in ne reste plus à désirer qu'une théorie générale et sûre, qui déterminât les courbures des verres relativement

[p. 408] De tous les phénomènes qui ont [p. 409] rapport aux couleurs de la lumière, il n'est pas de plus beau, ni qui mérite plus notre curiosité et notre admiration, que ce grand arc qu'on voit briller au ciel, lorsqu'ayant le dos tourné au soleil, on regarde une nuée qui fond en pluie, et qui est éclairée par cet astre, élevée à une certaine hauteur sous l'horizon¹⁹. De tout temps on en a eu une haute idée; les hommes sauvés du déluge universel, l'ont reçu et regardé comme un signe de paix de la part de Dieu: le Paganisme en a fait une divinité sous le nom d'*Iris*; les Poètes l'ont célébré de toutes les manières²⁰, et [p. 410] les Philosophes de tous les siècles se sont efforcés d'en connaître et d'en expliquer les causes physiques.

Antoine de Dominis, Archevêque de Spalato, qui écrivait vers la fin de XVI^e siècle, a raisonné sur *l'arc-en-ciel*, mieux que tous ceux qui l'avoient précédé, en attribuant sa forme et ses couleurs aux rayons de Soleil réfractés et réfléchis par les gouttes de pluie vers l'œil du spectateur. Descartes enchérissant sur les explications de ce savant Italien, éclaircit encore la matière; mais il étoit réservé à Newton de la mettre dans son plus grand jour, en appliquant à ce phénomène, sa découverte de la décomposition de la lumière, et de la réfrangibilité propre à chaque espèce de rayon: c'est son ouvrage même qu'il faut lire et étudier, si l'on cherche des raisons complètes et exactes de toutes les circonstances; je ne veux exposer ici que ce que tout le monde peut entendre; et pour cela, je suivrai la marche de deux premiers

à leurs différents degrés de réfringence respective pour des lunettes de toutes longueurs, et qui affranchit les Articles de la nécessité humiliante où ils eussent été de copier servilement les ouvrages de M. Dollond; c'est ce qu'on fait de la manière la plus complète Messieurs Clairaut et d'Alembert, aux Mémoires desquels je renvoie le Lecteur. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* 1756, pag. 380, et 1757, pag. 524. Opuscules de M. d'Alembert, Tom. 3

Ceux de mes Lecteurs qui ne seroient pas en état d'entendre les Mémoires que je viens de citer, pourront s'en tenir à la lecture de l'Histoire de l'Académie, 1750, p. 112 et suiv.

Plusieurs Auteurs et Artistes de Paris guidés par M. Clairaut, ont imité avec succès les objectifs composés de M. Dollond; ce qui les embarrasse le plus, c'est d'avoir des morceaux de verre assez grands et assez nets qui diffèrent entr'eux par leur degré de réfringence, autant qu'il est nécessaire.

¹⁹ Le soleil ne produit l'arc-en-ciel que quand il est moins élevé que de 42 degrés sur l'horizon.

²⁰ Dans presque toutes les Poésies galantes, on trouve le nom d'*Iris*, pour désigner une beauté rare et touchante. Le P. Noceti, Jéf. du Collège Romain, a fait sur l'arc-en-ciel un poème Latin très élégant, que le P. Boscovich son confrère a enrichi de Notes très instructives.

Physiciens que j'ai cité d'abord, en imitant, [p. 411] comme eux, les principales apparences de l'arc-en-ciel, par une expérience que voici.

*

[p. 418] **Article II**

Des couleurs considérées dans les objets et dans le sens de la vue

On ne peut pas nier que les corps ne contribuent en quelque façon aux [p. 419] couleurs dont ils nous paroissent revêtus. Il ne suffit pas qu'un objet soit éclairé parce que nous le voyons blanc, jaune, ou verd; quoiqu'il y ait dans la lumière qu'il reçoit, tout ce qu'il faut pour le faire paroître tel à nos yeux, comme on l'a prouvé dans l'article précédent. Il faut encore qu'il y ait en lui quelque qualité ou disposition qui le rende propre à réfléchir ou à transmettre certaines parties de cette lumière, à l'exclusion des autres.

Je dis à réfléchir ou à transmettre certaines espèces de rayons; car les corps que nous nommons colorés, sont ou opaques ou transparents; et la disposition dont je parle, que peut-elle être, sinon dans les premiers une cohérence particulière de leurs surfaces, un certain arrangement de leur parties superficielles, et dans les derniers une porosité qui soit analogue ou par la grandeur ou par la figure, à telle ou telle espèce de lumière?

Cette idée toute simple, peut suffire dans l'opinion de ceux qui attribuent à la lumière un mouvement de translation, qui transporte réellement les globules du corps lumineux aux [p. 420] objets visibles, et de ces objets jusques à nos yeux: en comptant sur une propagation de cette espèce, on peut dire que les surfaces réfléchissantes sont des assemblages de parties solides qui font rejaillir en avant la lumière qui vient les heurter, et que les corps transparents sont des espèces de cribles qui en laissent passer la plus grande partie; et pour rendre raison des couleurs, on peut ajouter qu'en conséquence d'une certaine proportion ou analogie, dans la superficie des uns et dans la porosité des autres, sont repoussés ou transmis. La lumière rouge, par exemple, de préférence se tamisera à travers le rubis, et rejaillira de dessus le cinabre; le topaze et l'or seront la même chose à l'égard des rayons jaunes; l'émeraude et l'herbe des prairies à l'égard des verds, etc.

Mais si l'on demeure attaché au sentiment de Descartes, et qu'on n'admitte dans les rayons de lumière qu'un mouvement de vibration communiqué de proche en proche aux globules qui les composent, sans aucun [p. 421] déplacement de leur part; si l'on pense aussi, comme nous, que la lumière, ou plutôt son action, n'est pas réfléchie par les parties propres des surfaces, mais par celles de son espèce présentent à leur embouchure, il faudra ajouter à l'idée que je vient d'exposer, pour expliquer les apparences de couleurs; car à quoi serviroit de concevoir les corps transparents comme des cribles à lumière, si ce fluide subtil n'avoit point de mouvement qui pût lui faire traverser l'épaisseur de ces corps?

Ajoutons donc cette hypothèse, que non seulement les surfaces réfléchissantes ont leurs pores remplis de lumière, pour réfléchir celle qui tombe dessus; mais que cette lumière, dans les surfaces colorées, est de telle ou telle espèce, et capable par-là de recevoir et de rendre à des globules semblables le mouvement qui leur est propre. Ainsi la cochenille teint en rouge, non par elle-même, mais parce que ses particules, divisées et logées dans les pores de la laine, sont comme autant de petites éponges abreuvées de lumière rubrique [p. 422] propre à réagir contre une pareille lumière, et sur lesquelles les rayons d'une nature différente s'amortissent et s'éteignent, par le défaut d'une réaction convenable.

Concevons de plus les corps transparents qui ont des couleurs, non comme de simples cribles, mais comme de réseaux dont les mailles contiennent quelque espèce particulière de lumière capable de recevoir et de transmettre au-delà le mouvement qui lui est communiqué par des rayons d'une même nature: les pores alignés d'une masse de vin, renferment donc des suites de globules rubriques, qui, frappés par une lumière composée, ne reçoivent et ne transmettent que le mouvement qui appartient aux rayons de cette couleur.

Les surfaces parfaitement réfléchissantes, celles que nous nommés *miroirs*, et que renvoient toutes les espèces de lumières, séparément ou toutes ensemble, contiennent dans une proportion semblable à celle que [p. 423] la nature a observée dans la composition de la lumière solaire; de-là vient, que ces corps sont toujours prêts à repousser ou à transmettre l'action des rayons homogènes, séparés ou réunis.

Les surfaces blanches et les corps qui n'ont qu'une transparence imparfaite et sans couleur, ne diffèrent de ces derniers que du plus au moins; c'est-à-dire, que la lumière incidente s'y réfléchit, ou passe à travers avec déchet et irrégularité, soit par défaut

d'alignement dans les pores, soit par une figure, une grandeur, un arrangement peu favorables des parties propres de ces corps.

Enfin, ce que nous nommons *sombre*, *obscur*, et *noir*, n'est qu'une privation plus o moins grande de la lumiere transmise ou réfléchie; ce qui vient de ce que les corps éclairés, que nous paroissent tels, absorbent ou éteignent l'action de la lumiere; cet effet, suivant l'opinion que j'espose ici, doit être attribué à ce que la lumiere qui remplit les pores, se trouve trop engagée parmi les parties propres de matieres qui [p. 424] la contiennent, et est incapable par-là de recevoir et de communiquer une grande partie du choc qui lui vient ds rayons incidents.

Puisqu'on n'est pas d'accord sur la nature du mouvement dont la lumiere s'anime, et que bien des gens tiennent encore aujourdhui pour la translation ou émission réelle des globules, je ne prétends donner tout ce que je viens de dire en dernier lieu, que comme une hypothese; mais qu'on l'embrasse ou qu'on la rejette, par rapport à l'inhérence prétendue de la lumiere dans les corps, et à la maniere dont je suppose que l'action des rayons incidents se transmet par les milieux diaphanes, ou se réfléchit par les surfaces opaques, je ne crois pas qu'on puisse se dispenser d'en admettre la partie essentielle qui n'intéresse aucun système, ou plutôt qui s'accommode à tous, je veux dire ce que j'ai avancé d'abord, que la couleur des corps naturels consiste principalement dans un certain arrangement, dans la figure particuliere et dans la ténuité plus ou moins grande de leurs parties, en tant que [p. 425] cela les rend propres à réfléchir ou à réfracter plus ou moins la lumiere, et à les rendre visibles, sous tel ou telle espece de rayons

Newton, qu'on ne peut se dispenser de citer a tout instant dans cette matiere, après un grand nombre d'expériences et d'observations, maniées et examinés avec un exactitude et un sagacité sans exemple, s'en est tenu, pour expliquer les couleurs des corps naturels, à la seule épaisseur plus o moins grande des petites lames ou particules qui les composent; il a porté sur cela des commençants auroient peine à se suivre; il ne prétend pas moins que 'déterminer les degrés de ténuité que doivent avoir les parties constituantes des surfaces ou des épaisseurs, pour faire qu'un corps vu par réflexion ou par transparence, nous semble rouge, jaune, ou bleu. D'où on fuit qu'on pourroit aussi juger de la grandeur de ces êtres (que les meilleurs microscopes sont encore bien éloignés de nous faire distinguer) par [p. 426] la couleur seule de leur assemblage.

Pour moi, en adoptant pour cause principale des couleurs dans les corpus naturels, les différents degrés d'émincissement ou de ténuité de leurs parties, je n'en exclus, ni la figure de chacune d'elles, ni la contexture de leur assemblage, et je compte beaucoup sur les variétés qui naissent de-là dans leur porosité. Voici dans l'Éxperience suivante, une des principales preuves de Newton, qui peut m'en servir également.

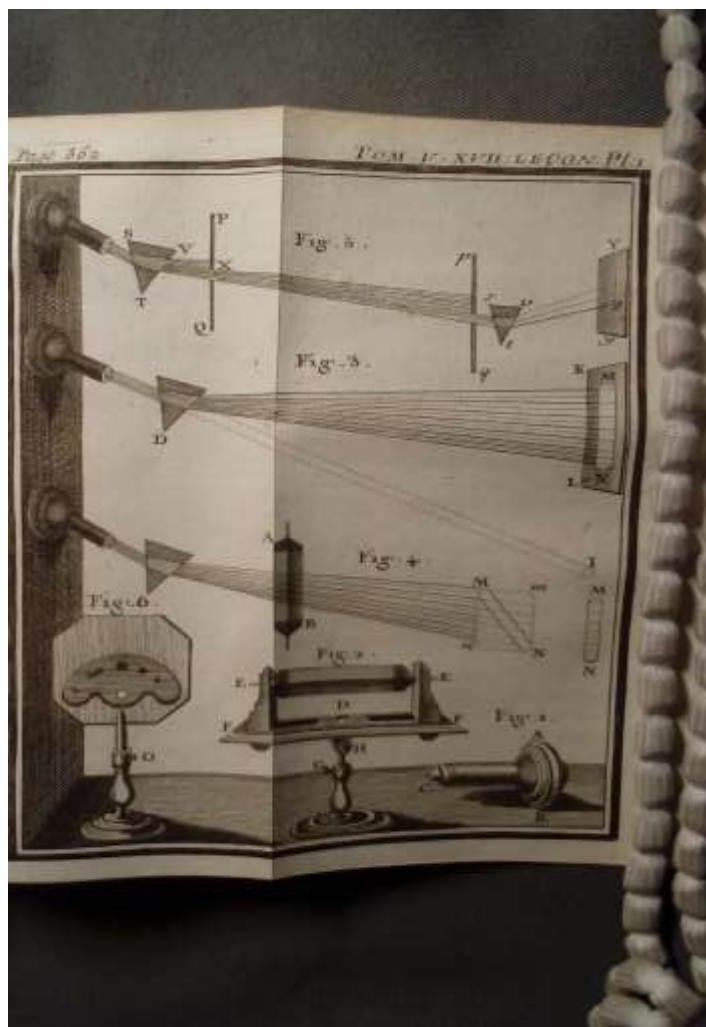


Lámina 1 (Fig. 1-6)

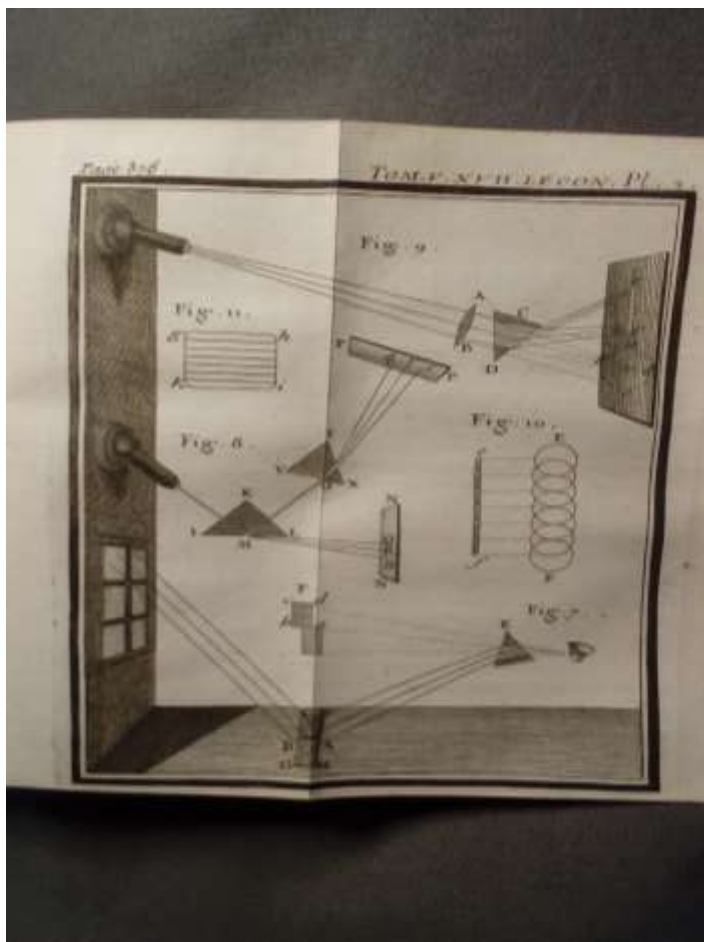


Lámina 2 (Fig. 7-11)



TEODORO DE ALMEIDA

Física Experimental, o Instituciones de la Natural Filosofía, Dispuestas, así para el uso de las Aulas, como para completa instrucción de todos los aficionados a esta ciencia que aspiran a saberla con sólidos fundamentos.

Su Autor, El P. D. Theodoro de Almeyda, de la Congregación del Oratorio de S. Felipe Neri de Lisboa, de la Academia Real de las Ciencias, de la Sociedad Real de Londres, y de la de Vizcaya.

Traducidas al castellano por D.F.G.P. Tomo Primero

Con Licencia Madrid; en la Imprenta Real. 1790.

[Se ha actualizado la ortografía]

[p. 266] **Parágrafo III. De la causa de la gravedad**

441. Paso ahora a la gravísima cuestión de la causa de la gravedad, o más bien a un campo abundantísimo de disputas, en que los Filósofos han peleado fuertemente, y por mucho tiempo con los argumentos más poderosos. Pues todos convienen en que la gravedad de los cuerpos sea un movimiento natural; y hay una disputa interminable sobre si el movimiento de descenso en los graves sea movimiento natural del cuerpo que primero se mueve; esto es, si hay algún otro cuerpo que con su movimiento precise a la piedra a descender.

Nosotros, pues, que ya vamos a concluir el Tratado de la Mecánica, apenas podemos referir sumariamente las opiniones de [p. 207] autores gravísimos sobre estos puntos, y mucho menos el examinarlas. Y si los de nuestros tiempos esperan alguna decisión, diré lo mismo que el Orador Romano tratando el mismo argumento, que con más facilidad diría (en tales materias) lo que no sentía que lo que sentía¹.

442. En primer lugar citaré a los peripatéticos, que dicen que los graves tienen una cualidad intrínsecamente inherente que llaman ímpetu, por el cual los cuerpos dejados libremente buscando el centro de la tierra, descienden.

443. La opinión de Gasendo es, que la tierra es como un imán de grandísima extensión, y de prodigioso poder, que atrae a sí todos los cuerpos, así como el imán atrae el hierro. Esto lo explica este insigne Varón diciendo que salen de la tierra, sí

¹ Cicerón, *De Natura Deorum*. Lib. 2.2.1.

como del imán continuos efluvios, que volviendo hacia la tierra arrastran consigo a los graves.

444. Después Descartes estableció, que gira alrededor de la tierra un vórtice de cierta materia sutil: juzga que las partículas de esta materia gozan de mayor fuerza centrífuga que las partículas de los cuerpos terrestres, y que éstas giran con la tierra en un mismo vórtice; así como sucede en el agua agitada en remolino, cuyas partículas se apartan del centro con mayor fuerza que las [p. 208] partículas [...]

[p. 270] [...] **450.** En tercer lugar no me conformo con *Leibniz en asignar por causa de la gravedad la materia sutil que sale de la tierra por líneas rectas*. En esta opinión hay muchos defectos; primero es necesario saber cuál es la causa del movimiento en esta materia; 2º, supuesto el ejemplo del vaso (que no viene a propósito) es preciso establecer en los Cielos una superficie cóncava y sólida, de la cual no pueda pasar la materia, así como es sólida la superficie en el fondo del vaso, de la cual no pueden pasar las columnas del fluido que impelen hacia arriba al leño; mas esta superficie alrededor de la atmósfera es falsa e imaginaria.

451. Cuarto: *tampoco sigo a Descartes ni a sus sectarios, a quienes agradaron tanto sus vórtices*: y se prueba que esta causa de la gravedad esa arbitraria y falsa: 1º, porque este vórtice que fingen no giraría cerca del centro de la tierra, sino de su eje; y por tanto los graves no descenderían al centro de la tierra, sino por líneas perpendiculares a su eje, lo que es falso.

Y si para eludir esta razón suponen otro vórtice paralelo al eje de la tierra, ¿éste será [p. 271] uno o duplicado, para que salgan juntamente de ambos polos? Si es uno solo, mudará la dirección de los graves; impeliéndolos hacia el centro cuando el vórtice pasa del polo al ecuador; y cuando pasa del ecuador al otro polo, impelirá los globos hacia el polo. Y si quieren suponer dos vórtices, uno y otro se destruirán mutuamente.

452. Ni hace al caso que el imán tenga dos polos, puesto que cada uno de ellos obra sobre una parte peculiar de la aguja: porque si el polo boreal en la brújula es rechazado o impelido por un vórtice, el otro polo austral de la misma brújula es rechazado por el otro, cuando por el contrario los graves que corresponden a un vórtice, o serían impelidos hacia el polo por él solo, o por ambos, y no obedecerían a ninguno de ellos.

453. Pruébese 2º: porque supuesto este método de filosofar, cuanto más compacta y densa fuese la masa del cuerpo, con tanta menor fuerza descendería, por diferir así menos de la materia sutil, y ser impelidos con mayor fuerza en el vórtice hacia la circunferencia de la tierra. Porque la materia sutil por tanto impele los graves hacia el centro, porque tiene más fuerza centrífuga que ellos: luego cuantas más partículas de materia haya en el cuerpo, tanta mayor fuerza centrífuga tendrán. y serán impelidos hacia el centro con menor fuerza.

[p. 272] **454.** 3º, Porque esta pugna de las fuerzas centrífugas, para que la menor se mude en centrípeta, supone un término en el vórtice, del cual no puede pasar la materia; esto es una mera ficción; porque si se ponen otros vórtices por término, la materia de cada un sería arrebatada por los vórtices vecinos, y no impelería al centro.

4º, Porque, según la opinión de Descartes, no se concede ningún lugar a los pequeños vacíos o poros, lo cual sentado, se sigue necesariamente, que todas las partículas de la materia tienen igual fuerza centrífuga: y es extraño que todo esto se escapase a la gran sagacidad de Descartes.

Hasta aquí he dicho lo que me parece de estos hombres célebres, ahora paso a exponer, ya que no la verdadera, a lo menos la más verosímil.

455. Así es, que *la causa de la gravedad es la misma ley establecida por Dios, cuyo Ejecutor es el mismo Todopoderoso.* Porque el movimiento de gravedad es el mismo movimiento natural del cuerpo que primero se mueve: es así que según lo dicho y probado, Dios es la causa próxima de ese movimiento: luego también lo es del movimiento de gravedad.

Lo primero es evidente; pues hasta ahora no se ha encontrado ningún cuerpo que mueva los graves hacia abajo, pues son vanas las opiniones de los que atribuyen la [p. 273] gravedad innata de los cuerpos a otro cuerpo que los haga bajar: luego los graves, cuando se mueven hacia abajo, son los primeros cuerpos que se mueven.

Suplico ahora que se arguya de buena fe: pues aquellos cuerpos, cualesquiera que sean, que se dice impelen los cuerpos hacia abajo, son ciertamente cuerpos, que de suyo no pueden tener movimiento ni ningún conato apara este efecto, si no le reciben de afuera. Pregunto, pues: ¿De quién reciben el movimiento estos efluvios o vórtices? Si de otros cuerpos, vuelvo a preguntar, de quién lo reciben estos; y así

sucesivamente hasta que llegamos a un cuerpo que se mueva el primero de todos, el cual ha de ser puesto en movimiento por un espíritu.

Si hay alguna cosa que pueda impedir a Dios la acción próxima sobre los cuerpos en el descenso, igualmente se la debe impedir sobre la materia sutil, o sobre los efluvios, o sobre otro cualquier cuerpo que se suponga hace bajar los graves. Pues ¿a qué fin estas ficciones, si precisamente hemos de venir a parar en el punto de que se procura huir? Luego la misma dificultad que nos objetan pelea contra aquellos que nos ola oponen, después que han fingido infinitas cosas sin probar nada, y que aun son inútiles para explicar el efecto de la gravedad.

456. Objetan finalmente: en tan grande oscuridad vale más confesar que ignoramos [p. 274] que atribuirle temerariamente a Dios. Pero esto lo niego: estamos bien ciertos de la operación de Dios que produce los graves continuamente en lugares sucesivos, y no nos queda duda, según lo que se ha dicho: luego no habiéndose inventado otra causa que ejecute juntamente con Dios este efecto, no es temeridad atribuirle a Dios solo.

Parágrafo IV

De la grande extensión de la fuerza de gravedad y de su diversidad en los cuerpos

No es de menor importancia lo que se sigue: es a saber, si toda materia es grave, o si toda es igualmente grave; y por lo perteneciente a lo primero.

Proposición I

457. *Toda materia es grave.*

Porque en las leyes de la naturaleza debemos buscar siempre la simplicidad, a no impedirlo una razón evidente: en esta suposición, toda materia es grave: luego, etc. Además, si unos cuerpos se inclinan hacia abajo, y otros hacia arriba, se disolvería la máquina del mundo, puesto que las partículas de la materia se apartarían unas de [p. 275] otras mutuamente: esto no se puede afirmar; luego toda materia es grave.

458. Objetan algunos que el aire no es grave porque no se siente su presión; ni tampoco el fuego, porque se dirige hacia arriba. Pero se engañan, pues el aire es grave, como diremos en su lugar; mas no sentimos su presión; porque

acostumbrados desde la infancia, y como endurecidos los sentidos, no percibimos absolutamente su fuerza; porque toda sensación exige mutación del órgano, como se mostrará en su lugar.

459. Por lo que hace al fuego, ya diremos en otro lugar que es grave; y el que parezca que sube espontáneamente, sucede, porque es impelido hacia arriba por el aire más grave, del mismo modo que el leño grave sube sobre el agua como por sí mismo.

460. Dicen también, que la materia sutil que rodea todo el espacio por donde giran los Planetas no es grave; porque de otra suerte los cuerpos terrestres serían oprimidos con una presión infinita. Pero en esto no hay un error solo: primeramente, porque es muy incierto si existe esta materia sutil, antes bien es muy verosímil que los Planetas se muevan en el vacío. Además, si allí existiese materia, ésta procuraría bajar hacia aquel cuerpo celeste, cuya atracción prevaleciese, atendida la masa y a cercanía, pero nunca gravitaría hacia la tierra.

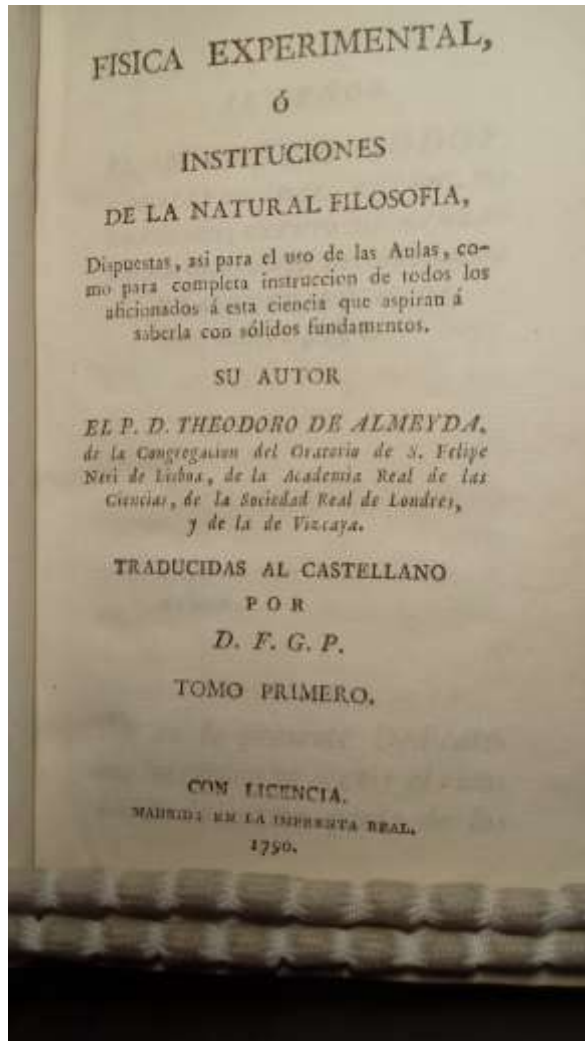
[276] Esto solamente se debe entender de la gravedad de los cuerpos terrestres; pues por lo que hace a los celestes, demostraremos en la Astronomía, que es común la gravedad mutua de la tierra, del Sol y de los Planetas; de suerte que la Luna gravita hacia la tierra del mismo modo que una piedra que allí existiese.

Proposición II

461. *La gravedad es igual en una porción igual de materia.*

Porque primeramente, no hay razón para conceder diversa gravedad a las partículas de la materia: pues esta diversidad destruiría la simplicidad y unidad de las leyes de la materia: luego la gravedad es igual en porción igual de materia.

Además, vemos que los cuerpos más graves contienen más materia en igual volumen que los más leves; luego la gravedad sigue la masa; y por consiguiente, cuanto mayor gravedad hubiese en un cuerpo, tendrá más conjunto de partículas primitivas: y al revés, la gravedad será menor cuando fuese menor el número de las partículas de la materia.



BENITO JERÓNIMO FELJÓO

Theatro Critico o Discursos varios en todo genero de materias, para desengaño de errores comunes

Escrito por el M.I.S. D. Fr. Benito Gerónimo Feyjoo y Montenegro
Maestro general de la Religión de San Benito del Consejo de S. M. &c
Tomo Quinto:

Nueva impresión

En la qual van puestas las Adiciones del Suplemento en sus lugares

Con las licencias necesarias

En Madrid: en la Imprenta de D. Gabriel Ramírez.

Año M.DCC.LXV.

A costa de la Compañía de Impresores y Libreros del Reyno
[se mantiene la ortografía original]

[p. 339] **Discurso XII**

Nuevas Propiedades de la luz

1. Ya en otra parte dije, que para los ojos del entendimiento no hay cosa más obscura que la luz. Algunos de los Filósofos más sutiles de este siglo, y del pasado, que trabajaron con infatigable aplicación en el examen de esta bellísima criatura, hicieron dudoso (y en parte hallaron falso) casi quanto de ella creyó la Antigüedad. De suerte, que como poco ha la Astronomía hallo no pocas manchas en el Sol, la Filosofía descubrió muchas sombras en la luz. Dígolo así, porque mucho de lo que la Antigua Filosofía tenia por claro, y evidente, en fuerza de la investigación de los Modernos, se ha visto ser obscuro, y dudoso.

Bien, que por otra parte, en fuerza de la misma investigación, se ha dado nueva luz a la luz, descubriendo en ella, ya por lo que toca a la Filosofía, ya por lo que mira a la Óptica, algunas verdades, que ignoraron los pasados siglos. En este Discurso propondremos, para instrucción, y deleite del Lector, lo más delicado, curioso, y exquisito, que nos ocurre sobre la materia, dividiéndolo en diferentes Conclusiones.

[p. 340] **Primera Conclusión**

La Luz es pesada.

§ I.

2. Esta Conclusión se prueba eficazmente con los experimentos de Mr. Duclos, y Mr. Homberg, de la Academia Real de las Ciencias. El primero, habiendo calcinado el Regulo de Antimonio, en cantidad de cuatro onzas, con el Espejo Ustorio, le hallo aumentado de dos dracmas, hecha la operación. El segundo, hallo mucho mayor aumento en el Regulo de Marte expuesto al vidrio ardiente. Uno, y otro aseguraron haber ejecutado las operaciones de modo, que ninguna otra materia más que la de la luz podía haberse introducido en los minerales expresados. Véanse las *Memorias de la Academia Real de las Ciencias* del año 1705.

3. Compruébase la verdad de los experimentos expresados con los que alega el famoso Boyle en el tratado *de Ponderabilitate flamma*, por los cuales consta, que los metales incluidos en vasos sellados herméticamente, y reducidos a fusión, o calcinación, por el fuego, aumentan sensiblemente su peso; lo cual no puede venir sino de las partículas sutilísimas del fuego, que penetrando los poros del vaso se incorporan con el metal derretido, o calcinado. Digo, que no puede venir de otra cosa, por la sagaz precaución con que Boyle hizo aquellos experimentos, hasta usar de gruesos vasos de vidrio, que se sabe son totalmente impenetrables al humo, y a otro cualquiera cuerpo extraño, que se mezcla con la llama; y pesando el vaso después de la operación, en el cual nunca se halló [p. 341] la más leve disminución en el peso, la que, si se encontrase, daría lugar a la conjetura de que algunos ramentos, o partículas desgajadas de su superficie interna habían aumentado el peso de los metales.

4. No solo con metales, mas con otros cuerpos no metálicos, como la cal, y el coral, hizo Boyle experiencia, y en todos experimentos el aumento referido.

5. Ni se me oponga, que los experimentos de Boyle no prueban nuestra conclusión, pues aquellos se hicieron con el fuego impuro, y grueso de acá abajo, y nuestra conclusión habla de la luz, o llama purísima del Sol. Esta distinción no sirve aquí para respuesta, pues aunque debemos conceder, que este fuego elemental, es impuro; pero la llama que penetra el vidrio va desprendida de toda impureza, y se puede asegurar, que es tan pura como los rayos del Sol, siendo el vidrio impenetrable a todos otros corpúsculos, que puedan considerarse incorporados en la llama, sean de azufre, humo,

aire, tierra, etc. Así es constante, que cuanto hay de heterogéneo en la llama se queda fuera, y lo que entra por los poros del vidrio es llama simplicísima, y purísima.

6. Advierto aquí, por excusar más objeciones, que no todos los metales, o materias son igualmente susceptibles del aumento de peso por la llama. El metal, que en los experimentos de Boyle adquirió mayor porción de peso fue el hierro, y el que menos la plata. Aquel se aumentó más de una quinta parte; esta, apenas adquirió una centésima vigésima parte de peso. Y aun Boyle sospechó, que este leve aumento se hiciese en alguna pequeña porción de cobre, que frecuentemente está incorporada con la plata vulgar. Del oro nada dice en el tratado citado; pero por lo que asegura en otra parte, que después de tener dos meses en continua fusión al fuego una porción de oro, le halló sin disminución, ni aumento alguno en el peso, [p. 342] se infiere, que por lo menos este fuego elemental, así como no se lo disminuye, tampoco se lo aumenta.

7. Esta desigualdad se debe creer, que depende de ser la textura de los cuerpos más, o menos proporcionada para detener, y filar las sutilísimas partículas de la llama.

Segunda Conclusión

La Luz, no sólo se propaga por línea recta, mas también por líneas curvas.

§ II

8. La propagación de la luz por línea recta se ha tenido por máxima inconcusa en la Óptica, y en la Filosofía, y aun hoy esta comúnmente recibida como tal por ignorancia de las observaciones, que persuaden lo contrario. El Padre Francisco María Grimaldi, célebre Jesuita, fue el primero que observó, que los rayos del Sol, al encuentro de cuerpos opacos, se doblan un poco, de modo, que los que tocan sus lados opuestos, ya no prosiguen paralelos, sino algo divergentes, y así la sombra del cuerpo opaco interpuesto es de más anchura que el mismo cuerpo. El experimento, que hace más sensible esta verdad, es el de un cabello, puesto a un agujero muy pequeño, por donde entren los rayos del Sol a un cuarto obscuro. En él se ve, que la sombra del cabello es mucho más ancha que el mismo cabello, lo cual no pudiera ser, si los rayos, que tocan los dos lados opuestos del cabello, prosiguiesen observando el paralelismo. El Caballero Newton confirmo, é ilustro en gran manera las observaciones del Padre Grimaldi. A esta mudanza [p. 343] de determinación del curso de la luz dieron el nombre de *Inflexión*, a distinción de las dos que eran únicamente conocidas antes; conviene a saber, *Reflexión*, y *Refracción*.

9. Siendo esto así, me parece que nunca la luz del Sol se nos comunica por línea recta, pues los corpúsculos opacos, que nunca faltan en la Atmosfera, deben dar alguna inflexión a sus rayos, bien, que esta es tan poca, que si la materia no se examina con particulares observaciones, parecen venir por línea recta.

10. El Caballero Newton, que a fuerza de muchos experimentos, acompañados de agudísimas reflexiones estableció, o pretendió establecer la heterogeneidad de los rayos del Sol, constituyendo en la diversidad intrínseca de ellos toda la diversidad de los colores, y no en la diferente modificación, que les dan las superficies de los cuerpos opacos, en quienes inciden, asimismo pretende, que unos rayos padecen más inflexión que otros; pongo por ejemplo, los rayos rojos, o que constituyen el color rojo son los que se doblan más, y los de color violado son los menos flexibles. Es de fácil ejecución un experimento, con que lo prueba. Abierto un pequeño agujero, por donde entre la luz del Sol en un cuarto obscuro, póngase en él un cuerpo opaco que no le ocupe todo, sí que quede algún espacio, por donde entre la luz, entre las extremidades del cuerpo, y las del agujero; verase que en la semisombra formada a las extremidades de la sombra total (llamémosla así) del cuerpo interpuesto se forman tres bandas distintas de diferentes colores, en que el más cercano a la sombra total, es violado, y el más distante, rojo. Para que no yerre el experimento, alguno que quiera hacerle, advierto, que si el agujero por donde entra la luz se ensancha algo más, los tres colores se pierden, o confunden, y solo queda a las extremidades de la [p. 344] sombra total una banda de semisombra, en la forma misma que la vemos cotidianamente en las sombras de todos los cuerpos, que no están colocados con la precaución dicha de dejar estrecha entrada a la luz.

11. Pero a mí me parece, que así la inflexión de la luz, como la mayor inflexión de unos rayos, que de otros (prescindiendo de que esto provenga de su misma naturaleza, o de otra causa) se pueden probar bien con el Fenómeno regular de la semisombra misma, que ciñe las extremidades de la sombra total de los cuerpos opacos dejados libremente a toda la plenitud de la luz quiero decir colocados, no en algún agujero por donde la luz entre estrechada, como propone Newton, sino en sitio totalmente ilustrado, o a Cielo descubierta.

12. Nótese lo primero, que aquella semisombra no es igualmente obscura en toda su latitud, sí que es más obscura a proporción que se va acercando a la sombra total, y se va aclarando a proporción que se aleja de ella, de modo, que de la sombra total a la luz total, se va disminuyendo la obscuridad por grados insensibles. Nótese lo segundo,

que la semisombra tiene más latitud, cuanto es mayor su distancia del cuerpo opaco interpuesto.

13. Este Fenómeno se explica perfectamente supuesta la inflexión de la luz mayor en unos rayos, que en otros, y parece imposible explicarle sin ella. Lo primero, si la luz no padeciera inflexión al encuentro del cuerpo opaco, y desigual esta en distintos rayos, no resultarla de él semisombra alguna, si solo sombra perfecta, perfectamente, y sensiblemente terminada. La razón es, porque si los rayos, que vienen por el lado del cuerpo opaco, siguiesen la misma dirección, que antes traían, ilustrarían el espacio, que ocupa la semisombra del mismo modo, que ilustraban otro espacio de igual latitud antes de llegar al cuerpo opaco: luego como al espacio anterior ilustraban [p. 345] perfectamente, ilustrarían perfectamente a éste; por consiguiente no habría en él semisombra alguna. La consecuencia es clara, y no lo es menos el antecedente; porque dos espacios iguales, heridos de igual cantidad de rayos (que en el grado de luz se suponen ser iguales, y aun los mismos) igualmente son iluminados.

14. Lo segundo, el espacio que ocupa la semisombra es iluminado de algunos rayos, porque si no sería totalmente sombrío, como el que está inmediatamente a las espaldas del cuerpo opaco; pero no de tantos como otro igual espacio, que es perfectamente iluminado y pues siendo así, también él estaría iluminado perfectamente: luego en aquel espacio hubo disgregación de rayos, doblándose unos, o haciéndose más afuera que otros. Y lo que el Fenómeno persuade es, que son muy pocos los que se doblan poco, o se hacen más hacia la sombra total, pues la parte de faja inmediata a la sombra total, es más oscura que el resto.

15. Lo tercero, el aumento sucesivo de la latitud de la semisombra, al paso que se va alejando del cuerpo, confirma dicha inflexión de la luz, pues doblándose ésta de la línea recta que seguía, es preciso, que su desvío de la sombra total, cuya margen es continuación de aquella misma recta, sea menor en el principio, que en el progreso. Esto es general a toda línea, que se aparta de la recta, con cualquiera determinación que sea.

16. Todo esto se haría más claro, usando de figura. Pero esta especie de figura, para explicar todas las circunstancias de la semisombra, pide un género de dibujo artificioso, y delicado, de que es capaz mi idea, mas no mi mano.

[p. 346] **Tercera Conclusión**

La Luz tiene fuerza impulsiva.

§. III

17. Pruébese esta conclusión eficazísimamente con los dos experimentos de Mr. Homberg, de que da noticia la *Historia de la Academia Real de las Ciencias*, al año de 1703. El primero fue, que poniendo una materia muy ligera, como el Amianto, en bastante cantidad, al foco del Espejo Ustorio, los rayos del Sol unidos en él, la arrojaban del carbón donde estaba colocada. El segundo, que habiendo fijado en un madero el muelle de una muestra por una de sus dos extremidades, y dejado la otra extremidad libre, enderezó contra ésta varias veces los rayos del Sol recogidos en el foco de un vidrio ardiente, cuyo diámetro era de doce a trece pulgaradas, y vio, que siempre la extremidad libre del muelle se movía con vibraciones muy sensibles, como si la hubiesen impedido con un palo. Estos dos experimentos juzgo, que no dejan en la conclusión propuesta alguna duda.

[p. 347] **Cuarta Conclusión**

Es muy probable, que la propagación de la Luz no se hace instantáneamente.

§. IV

18. Hasta estos últimos tiempos nadie puso duda en la propagación instantánea de la luz. Todos han creído, que no obstante la enormísima distancia que hay de los más remotos Astros a nosotros, en aquel momento mismo, que se coloca cualquier Astro sobre nuestro Horizonte, llega su luz a la tierra.

19. Algunos insignes Astrónomos Modernos, como Romer, Newton, Huygens, y otros, pretenden haber demostrado claramente lo contrario, hasta llegar a calcular los minutos, que tarda en venir la luz del Sol, desde su superficie a la de la tierra. La demostración es como se sigue: Sábese por las Tablas Astronómicas el punto fijo en que se deben eclipsar aquellos Planetas menores, o secundarios, compañeros de Júpiter, que llaman *Satélites* suyos. Hallase empero, que hay tiempos en que estos Eclipses se ven de acá siete, u ocho minutos primeros más temprano, y tiempos en que se ven siete, u ocho minutos más tarde de lo que deben arribar, según las Tablas. Dicen estos Astrónomos, que la anticipación sucede cuando, según el sistema

Copernicano, la tierra con su movimiento annuo se pone entre el Sol, y Júpiter, y la retardación, cuando según el mismo sistema el Sol está colocado entre Júpiter, y la Tierra: esto es, cuando la Tierra con [p. 348] su revolución annua está en la mayor cercanía, y en la mayor distancia, que puede tener, respecto de Júpiter. De que se sigue, que la luz tarda de catorce a diez y seis minutos primeros en correr todo el diámetro del Orbe annuo, o del círculo, que forma la Tierra con su revolución annua, que se computa tener sesenta y seis millones de leguas; y siendo la mitad de este diámetro la distancia que hay del Sol a la Tierra, sale, que la luz tarda de siete a ocho minutos en correr esta distancia, por consiguiente en cada minuto primero anda cuatro millones de leguas con corta diferencia.

20. Es verdad, que estos Astrónomos envuelven en la demostración el movimiento annuo de la Tierra, porque siguen el sistema Copernicano; pero en la realidad la demostración es independiente de él, y se verifica del mismo modo en los demás sistemas, que suponen la Tierra inmóvil, siendo cierto, que según los más ajustados cómputos, Júpiter se aleja de la Tierra de sesenta y dos a sesenta y seis millones de leguas, más en unos tiempos, que en otros. Que esta gran diferencia de distancias provenga del movimiento de la Tierra por el Orbe annuo, como quería Copérnico, o del movimiento de Júpiter, y sus Satélites por un círculo muy excéntrico a la tierra, como pone Ticho Brahe, o en fin de hacer los Planetas su curso por líneas espirales, como hoy después de Keplero está muy recibido, no hace al caso. Del mismo modo corresponden las observaciones en cualquier sistema. Por consiguiente, si ni en ellas, ni en la constitución de las Tablas Astronómicas hubo error, sale por consecuencia fija, que la luz tarda los minutos que se ha dicho en la distancia referida. Pero el error en tantos minutos primeros, que hacen la cuarta parte de una hora, sería tan grande, y monstruoso que se hace increíble en unos Astrónomos tan hábiles. Adviértese, que las leguas de que [p. 349] aquí habíamos, son de las que caben veinte en un grado.

21. Fuera de la demostración dicha, se prueba la propagación sucesiva de la luz por los mismos experimentos, con que probamos la tercera Conclusión; pues es imposible tener la luz fuerza impulsiva, o ejercerla sin movimiento local, como es claro. Para que un cuerpo impela, o mueva, localmente a otro, es preciso que tenga en sí el mismo movimiento, sin que sea posible señalar en toda la naturaleza algún ejemplar en contrario. Ahora prosigo así: Ningún movimiento local se puede hacer en instante: luego la luz no se propaga instantáneamente. La menor subsunta se prueba concluyentemente. Lo primero, porque el movimiento local, en confesión de todos los Filósofos, o esencialmente es sucesivo, o por lo menos, sin milagro, no puede dejar de serlo. Lo segundo, porque de ser instantáneo, se seguiría necesariamente estar el

cuerpo movido en el mismo instante en dos lugares: conviene a saber, en el lugar de donde se mueve, y en el lugar adonde se mueve.

22. Puede probarse lo mismo por la primera conclusión, pues los corpúsculos de la luz, que aumentan el peso a los cuerpos con quienes se mezclan, no pueden introducirse en sus poros sin movimiento local, como parece evidente: por consiguiente hay en esta progresión alguna sucesión, aunque cortísima, de tiempo.

THEATRO CRITICO UNIVERSAL,

ó Discursos varios en todo genero de materias,
para desengaño de errores comunes :

ESCRITO

POR EL M.I.S. D.Fc. BENITO GERONIMO FEYJOO Y MONTENEGRO

*Maestro general de la Religion de San Benito,
del Consejo de S. M. &c.*

TOMO QUINTO:

Nueva impresion,

en la qual van puestas las Adiciones del Suplemento en sus lugares.



CON LAS LICENCIAS NECESARIAS.

EN MADRID : En la Imprenta de D. GABRIEL RAMIREZ.
Año M.DCC.LXV.

à costa de la Compañia de Impresores , y Libreros del Reyno.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

ABAD NOEL ANTONIO LE PLUCHE

Espectáculo de la Naturaleza o conversaciones acerca de las particularidades de la historia natural que han parecido más a propósito para excitar una curiosidad útil a los jóvenes lectores.[...] Traducido al Castellano por el P. Estevan de Terreros y Pando. Madrid. 1753 ss. [Escritura actualizada]

Discurso Preliminar

Consideramos ya, caro Amigo mío, en los tomos precedentes al hombre en sí mismo y según la mayor parte de aquellos respectos que puede tener con su semejante. Seguimos con algún cuidado los [p. 2] diversos servicios, y los lazos principales con que la sociedad se forma, y se mantiene. Pero el hombre muere, y a sus obras les cabe también la misma suerte. Pues ¿a qué fin ha sido el trabajo de hacer al hombre, y a sus obras objeto de nuestras averiguaciones? ¿Podrá servirnos de diversión estudiar el origen, y progresos de una posada, que hemos de dejar bien presto? ¿Tomaremos la fatiga de saber quién ocupó ayer un cuarto que hoy nos señalan, o algún afán, para que les quede más cómodo a los que vendrán mañana? Ni a los unos, ni a los otros les tenemos obligación; y aun apenas reparamos en aquellos que se aposentan inmediatos a nosotros. Que se entre en el mesón, o que se salga, ¿que nos importa? Para nosotros es lo mismo, pues mañana marcharemos. Lo que nos ocupa y en lo que solo pensamos es en una comida decente, y en el uso de algunos muebles necesarios; esto procuramos asegurar; lo demás vaya como fuere.

Poco más, o menos, lo mismo nos sucede acerca de la sociedad de todo el Género Humano: ella pierde los socorros que la sostienen, y los motivos de darlos, si es así que se acaba todo con la vida. Solo será sociedad en el nombre.

Pero si con todo eso quisieran insistir en la diferencia grande que hay entre dos posadas, de las cuales dura la una solo un día y [p. 3] la otra muchos; vengo bien en dejar una comparación, que da a entender en el hombre mucho mayor indiferencia de la que tiene en realidad acerca de los bienes de esta vida. Formémonos, pues, idea más ajustada.

Destruida la esperanza de otra vida; separemos también por un instante de los hombres, y de su comercio la Religión; y que los gobierne totalmente el interés. Este móvil, yo lo confieso, los hará tanto más activos para asegurarse un estado feliz, cuanto piensen más fuertemente que le han de gozar muchos años. Pero en esta

imposición, y serie de cosas todos los estados del Género Humano serán otras tantas tropas de bandoleros; cada familia una cuadrilla de malhechores, que, a pesar del intenso amor propio, y de la ansiosa codicia que los domina a cada uno de ellos, se convendrán con una apariencia de orden en partir entre sí cuanto puedan quitar impunemente a los otros.

Esta será una alternativa precisa: no hay que esperar de gente sin Religión sino, o la indiferencia, o los robos, y desafueros en los caminos. El servicio de la patria en medio de los mayores peligros, el amor constante de la justicia a vista de las más contrarias, y activas solicitudes, el mérito de la virtud tan perseguida, como invariable para el cumplimiento de las obligaciones, son palabras vacías de [p. 4] significación, pues solo expresan fantasías puras, y bienes sin realidad, Qué sustancia se encuentra en efecto en atormentarse sin cesar por cumplir una sociedad, que se ha de dejar mañana, o en correr trabajosamente por entre una multitud de contradicciones tras cierta gloria que le darán solamente a sus cenizas? Después de la muerte, dicen los tales, lo mismo es haber tenido buen paladar para poner las posturas, (***) y dar su voto en el vino, que haber sido grande Orador, o gran Político. Naturalmente todos los hombres aparecen ser felices, y proporcionan sus trabajos con las esperanzas que tienen. Si no esperamos, pues, otra cosa, parece que los que más consiguientemente racionan, son los que se apoderan de los mejores puestos a costa de aquellos, a quienes por derecho le pertenezcan, o que disponen de su misma vida, cuando les causa molestia, o en fin, los que apartan su pensamiento de la muerte, entregándose con un abandono absoluto a cuando los puede agradar, y divertir. Este último partido es más numeroso, porque es el más cómodo. Puédese acaso declarar contra su conducta, y destreza? Huyendo de volver sobre sí mismos, y de hacer reflexión sobre su vida, se parecen a aquellos infelices a quienes condenó a muerte la justicia, que se [p. 5] aturden con vino, o se enajenan con opio antes de la ejecución: porque, yo le pregunto a quien quiera que no esté desposeído en un todo de la razón y sentido, qué pareceres, o qué bienes podrá esperar la república de unos hombres unidos para el hurto, sumergidos en la embriaguez, o abandonados a la desesperación ¿Juzguemos de su disposición por su voto mismo, y por sus dichos. No son estos sus ordinarios discursos: “Que la vida no es negocio serio: que solo lo que se debe aparecer es, pasar tranquilamente unos días, después de los cuales no hay que temer ni que esperar cosa alguna”? No sería cosa graciosa, que se dijese en altas voces, y sin el menor rebozo: “La virtud es solo una quimera, u no tiene derecho a imponérsenos por obligación, ni ley, pues deja cada día a sus secuaces sin socorro, y sin recompensa: pero supuesto que se aprecia tanto, conservemos la apariencia, juguemos bien nuestro juego, saquemos a los demás lo que podamos, y

arriesguemos para el retorno lo menos que nos sea posible; el más sabio es aquel que se burla de todo el Género Humano”? No es esto lo que se publica; pero se piensa, y se canta lo equivalente en todos los tonos y letras. “Hagamos dulce esta vida, y démonos prisa a gozarla: no tenemos aquí otro negocio, sino el de nuestro contentamiento, y placer, bebamos, comamos, [p. 6] alegrémonos hoy, que mañana moriremos”. Tal es la Filosofía de Anacreonte y de Horacio; y tal es la doctrina a que se consagran tantas plumas delicadas, y tantos pinceles hábiles: tal el resumen de las sublimes lecciones con que la poesía, las cantadas, y las óperas resuenan en todos los Teatros con tanta continuación. Esto anima las conversaciones, y afirma el modo de obrar de ciertas personas, que se creen en posesión de unir a los hombres, y de hacerlos sociables entre sí; tal es el principio que los dirige y en sus obras guardan bien la consecuencia.

Pero ya lo dejamos notado, y nunca se puede explicar, ni sentir con demasía, que los que se precian, o miran como gloria el pensar de esta manera, arruinan la sociedad, la atrancan por los cimientos, y desbaratan la fábrica; arrojan entre los hombre algunas apariencias de amistad, y algunos lazos de unión; pero son lazos engañosos, y sin solidez alguna, semejantes a los que se tienden en aquellas asambleas, en que se juntan personas aventureras, para divertirse unas con otras con una máscara en el rostro se da unos a otros la mano, se agasajan, y se complacen al pasar de una a otra parte; pero ni allá se tratan proyectos durables, ni empeños serios. Esto mismo sucede en la suposición que hemos dicho a toda sociedad. Sin la esperanza de la vida venidera, la presente no es sino un [p. 7] baile que dura muy poco, un baile pasajero, que no nos impone más obligaciones que el exterior interesado de un afecto político sin trabajo, y sin realidad, que unas fórmulas y una jerigonza de palabras, sin consecuencias, sin sustancia, y sin sentido; presto se sale del empeño, y se huye al primer instante en que se experimenta trabajo, o se siente el menor disgusto.

Ataques horribles, y heridas mortales le da a la sociedad, y a los principios de toda unión verdadera un hombre de entendimiento ingenioso, a quien se escucha, y que se introduce con dulzura, cuando se empeña en persuadir, que no hay más realidad que lo que vemos. y que fuimos criados como el resto de los animales para obedecer a la ley de nuestras inclinaciones. ¿Qué viene a ser en su Escuela la finalidad del matrimonio, la integridad de los Consejos y Tribunales, la fidelidad del comercio, y la virtud de todos los estados? Más temibles son Doctores semejantes en la República, que los Piratas y Monederos falsos, contra quienes se toman tan tas, y tan justas precauciones.

No ignoro, que nos hallamos fortificados de antemano contra los Predicadores de las delicias, y el desenfreno, por medio de un fondo de aprecio que hacemos, y de una estimación que sentimos allá dentro de nosotros [p. 8] mismos, y aun acaso, a pesar nuestro, de todo aquello que es justo, bien ordenado, noble, generoso, sin las poquedades del amor propio, y que mira sin declinación alguna las verdaderas ventajas de la sociedad.

Pero ello viene a ser así, que este aviso, y afección que experimentamos en favor de la virtud es el objeto de la risa de los disolutos, y aun para nosotros mismos la materia de una verdadera perplejidad, hasta tanto que quedemos convencidos de la realidad de una Religión. Esta idea del verdadero mérito nos mueve inmensamente: aquella complacencia que sentimos, en cuanto es bueno, y honesto, y que no ha podido todavía corromper la cortedad de la educación, nos descubre bien claramente la excelencia de nuestra naturaleza. Admiramos una virtud que sirve a los hombres, sin esperar algo de ellos, sin premio alguno presente, siendo quien la aprueba Dios solo. pero esta virtud quedará sin efecto, o sin perseverancia, si no camina con la firme persuasión de un estado en que se corona el mérito con la posesión del Autor de todos los bienes, y este estado aún no se ve. Por el contrario; aquí padecemos, y llevamos la pesada carga de los descuidos, o de las injusticias que son incontables en esta vida, y que por lo común duran otro tanto como esta dura. Con que solo la certidumbre de la Religión, y de la justicia [p. 9] venidera, es quien puede aclararnos las dificultades, alentarnos en los trabajos, y remediar las imperfecciones de la sociedad.

En efecto, al modo que ya hemos visto que sería la creación de la tierra una obra imperfecta, y aun inútil fin del hombre, que es quien registra todas las perfecciones que la adornan, y quien se aprovecha de todos los frutos que produce; así la creación del hombre, tal cual es, y como la conocemos, nos viene a ser incomprensible, y llena de imperfecciones sin la Religión, y sin la esperanza bien fundada de otra vida. El hombre es un conjunto de luces, y de ignorancias, de inclinaciones, y de insuficiencias, de esperanzas, y de incertidumbres, de placeres y de trabajos, de virtudes y de vicios, de caídas, y de arrepentimientos, de proyectos, y de inutilidades, de grandeza y de poquedad.

Yo señalo ahora otra pincelada a esta pintura. Si el sepulcro es para el hombre el fin de todo; el Género Humano se divide en dos partes, de las cuales una se entrega impunemente a los delitos, y la otra se allega sin fruto a la virtud.

La sociedad se halla sin principios, y sin alicientes, con que solamente formarán su seguridad falsedades ingeniosamente imaginadas acerca de una vida futura. Si hay hombres virtuosos que la siguen, es porque hay hombres [p. 10] engañados en ella. Con que de esta manera los licenciosos, fraudulentos, y falaces, que se burlan de la sociedad misma, son los sensatos y los que tienen el juicio en su lugar; y el Criador que puso tanta orden en este mundo visible, no estableció regla, ni justicia en una naturaleza inteligible, y racional; aun después de haberle inspirado una idea tan alta de la regla, y de la justicia. Luego el hombre es un caos, un enigma, que sin la luz de la revelación, y de la vida futura, quedaría inexplicable,

Pero alguno hay que me detiene aquí en medio de mi camino: un Deísta es, uno de aquella secta que admite la inmortalidad del alma. Vos, me dice, vais muy lejos de la verdad. La vida del hombre es un enigma inexplicable, si no le asociamos la vida venidera: lo concedo; pero ¿qué necesidad hay de que nos desate la revelación ese modo, y nos aclare ese enigma? ¿No nos basta la razón?

No es necesario, sino solo la justicia venidera para empeñarnos en abrazar la virtud; y la esperanza de esta justicia dimana naturalmente de la sabiduría de un Ser Omnipotente, y de la espiritualidad de nuestra alma; esto es evidente. La razón sola basta sin duda para conducirnos por medio de su evidencia, dice otro Deísta, de la secta que cree el alma material. Pero por qué causa, o con qué derecho queremos [p. 11] recurrir a una vida venidera? Qué nueva hay de ella, si no admitimos la revelación? Vosotros os forzáis allá en vuestro seno esta idea; y como no podéis dar fianzas de ella, ni salir garantes de su verdad, no os escucho de modo alguno: demasiado crédulo sería yo, si me atoviese a vuestras decisiones; mi doctrina es más sencilla. Yo miro al hombre como a cualquier otro animal: por qué, pues, pregunto, ha de tener más obligaciones que él tiene, y por qué habrá conciencia que le dirija? En acabándose la vida, se acabó todo, Mientras vive el animal, huye el mal, y busca el bien en cuanto puede; pero muerto el animal, todo murió.

Para desagrar al hombre de las injusticias de esta vida, no es necesaria otra alguna, como no es necesaria tampoco para darles satisfacción a un buey, o a una oveja de los trabajos, y de la muerte que les hicieron sufrir. Esto es evidente.

Qué haremos, pues? Veis aquí dos hombres, que sacudieron el yugo de la revelación, para seguir el uno, y el otro la evidencia de la razón; y que esta evidencia los hace sacar dos conclusiones contradictorias? El principio es de parecer, que se ponga al Materialista en un cadalso, como a hombre capaz de degradar la excelencia

de nuestra naturaleza, y de pervertir la sociedad: y éste le envía al otro a la casa de [p. 12] locos como a un idiota, que sin qué ni para qué nos atormenta con obligaciones meramente imaginarias.

Esta misma contradicción que acabamos de ver acerca de la necesidad de otra vida, la hallaremos del mismo modo, tanto en las opiniones modernas, como en las antiguas, acerca de la eternidad, de la renovación del mundo, del finito, e infinito; del cuerpo, y del espíritu; y aún acerca de la mayor parte de las cosas que pertenecen a la naturaleza, y a la Religión. Este contraste, y batalla de opiniones es inevitable. El hombre ha recibido alguna luz para conducirle; puede deducir, e hilar sus consecuencias, de modo que aplique con proporción lo que le es posible discernir. De este modo obra racionalmente. Pero todavía se queda en una oscuridad profunda en mucha parte aun acerca de aquellas mismas cosas que posee, y de que goza. Las ve como ocultas con un velo: registra los rasgos de un enigma, cuyo sentido queda todavía oculto, y aunque cierto de la realidad de los objetos que posee, o espera, conoce la flaqueza de sus luces, y suspira por otras más puras, y más intensas. Esta confesión de sus límites no es solamente modesta, sino justísima, y absolutamente conforme a la mezcla de luces, y de tinieblas que todos experimentamos; y no menos conviene con la expresión de la Escritura: *Quaerere* [p. 13] *Deum, si forte attracten.*: que nuestra razón buscando a Dios, y cualquiera otra verdad, solamente la encuentra, antes de la revelación, procediendo como palpando, y a bulto, y aunque juntamente quede el hombre cierto de la existencia de aquel objeto; pero no por eso hay entera evidencia de él.

El conocimiento de nuestras imperfecciones nos hace solicitar algún suplemento, o mayores luces. Cuestión es, a la verdad, muy interesante el inquirir si la necesidad de una revelación prueba la existencia de ella; pero cortemos cuestiones, y abreviemos. Con que si *de hecho*, por medio de la revelación de una vida futura, y de la virtud que nos lleva a ella, se nos dio ya este suplemento; obraremos como miembros en tal caso, dejando de recurrir en orden a esto a las simples luces de nuestra razón? No es acaso el partido más sabio atenernos fielmente a la revelación? Solo en esta conducta se encuentra la prudencia; pues esto es salir de las tinieblas que palpamos en nosotros, por caminar a la luz que nos ofrece el Criador: y de nuestra parte es necesario este modo de proceder, cuando se trata de una obra, para la cual no nos consultó el Artífice, y cuyo agente vive fuera de nosotros.

Los Españoles podremos, discurriendo acerca de los intereses de otras Provincias, traer cien razones, que nos parecerá que clara, y [p. 14] evidentemente

demuestran, que los Suizos, y Holandeses debe, o no, formar un tratado de comercio con nosotros. Pero ni la evidencia de un interés conocido, y urgente hará que de hecho intervenga esta alianza, si no hubiere tratado alguno; y si se hubiese ratificado, y hecho público, tampoco se impedirá la alianza por la evidencia de un inconveniente futuro. Esta es obra libre: cuando la publicación se ha hecho no queda ya materia, ni lugar a la disputa. Así, pues, cuando se habla de una revelación Divina, hecha al Género Humano, pasados ya muchos siglos de ignorancia, y de idolatría, es cosa lastimosa armarse de razonamientos contra el hecho, y oponer la Metafísica a la historia. No aumentamos sabiduría, multiplicando cuestiones que no podemos responder. Convenía esperar 4000 años? Era menester tanta detención para la obra de nuestra salud? Por qué no empezó Dios sus obras salvando al Género Humano? No debe Dios, no debió... Todas estas cuestiones son injustas, desproporcionadas, e indecorosas; solo una, que es la racional, tenemos derecho a hacer. La cuestión legítima es ésta: *Dios ha manifestado siempre su preferencia, su sabiduría y sus intenciones en el Espectáculo de Universo, en los latidos e impulsos de la conciencia, y en las instrucciones que pasaron por tradición desde los primeros hombres a las generaciones siguientes: ha [p. 15] añadido a esta revelación primitiva alguna nueva manifestación que precisamente nos instruya de su voluntad, y nos conduzca a la salud?* Si de hecho se escuchó de nuevo su voz, si nos comunicó una regla. un cuerpo de Religión. y juntamente medios poderosos para conseguir la salud, esto es ya caso de hecho, y nos basta que sea notorio, y real: con que el examen vendrá a recaer, no sobre la equidad de los derechos de Dios, cuyos pensamientos son tan superiores a los nuestros; no sobre la proporción de los medios que están en la libertad de su elección; sino sobre la notoriedad del hecho. Todo se reduce a esto: de justicia le debemos a un Ser infinitamente poderoso, y sabio, el pensar que cuanto ejecuta es lo más arreglado, y lo más justo: y la dificultad que experimentamos en penetrar lo que Dios reserva a solo su conocimiento, no impide que sea real, y verdadero aquello que nos declara, ni que haya en la aplicación una conveniencia admirable para el remedio de nuestras necesidades. Un hecho, pues, que ya es cosa pasada, y que no se puede ver, solo se asegura con pruebas testimoniales. ¿Se ha publicado, y hay testimonios de la paz hecha entre nuestro Reino y la Holanda? ¿Se ha publicado, y hay testimonios de la nueva de nuestra salud, y de la reconciliación del Género Humano con Dios? No hay cosa más simple que esta cuestión. [p. 16] Pues no lo es menos la respuesta: veisla aquí: *El Evangelio, la nueva de nuestra redención es entre todos los hechos tan notorio, y cierto, que sus testimonios son los menos equívocos, los más numerosos, los más eficaces, los más durables, y los más expuestos a los ojos de todo el Mundo.*

De estos testimonios existentes, los unos precedieron a la obra, o fueron como preparativos suyos; los otros se subsiguieron, y son el anuncio, la publicación, y la confirmación de esta obra misma.

1º. Los preparativos de la obra de nuestra salud se han conservado con testimonios esclarecidos, que se extienden a toda la naturaleza, y también en toda la sociedad del Género Humano.

2º. El anuncio, o la publicación del Evangelio, se hizo, y se continúa en hacer por medio de Enviados más notoriamente encargados de conservar nuestros actos, y protocolos, y más autorizados que los Embajadores de las Potencias contratantes para instruirnos de nuestras ventajas, y empeños. Más precauciones se han tomado para ilustrar la Misión de estos Embajadores, y para prevenir nuestros errores, que en los tratados juntos que todos los hombres hacen unos con otros, para evitar la incertidumbre, y para asegurarse de aquello que a cada uno pertenece.

[p. 17] La orden más proporcionada que podremos seguir aquí en tratar la obra de nuestra salud, y redención es la misma que tuvo Dios en ejecutarla. La certidumbre del Evangelio se puede sacar de las cosas que le precedieron, o de las que se siguieron al Evangelio mismo. Juntemos primeramente los preparativos con que quiso Dios hacer su obra expectable, y digna de reconocimiento entre los hombres, cuando ya llegase a manifestada, y si de aquí resulta una prueba, y una intención señalada, y notable, la llamaremos *Preparación Evangélica*.

Pero ésta supone el conocimiento de la historia del Género Humano, y de las cosas que pasaron en el Mundo, de suerte, que queda como reservada para aquellos, cuyos talentos son mayores, o que adquieren más conocimiento con sus tareas. En el segundo medio que tomó Dios para este asenso, se proporcionó a la capacidad de todos, aun de los entendimientos más limitados; y no empleó para convencerlos, ya los estreche el tiempo, o ya se les hayan cortado los talentos, sino unos medios, y caminos, más llanos, los más expeditos, y claros, de manera que los pongas en seguro de toda ilusión. Un modo con que Dios publicó esta nueva feliz, y esta alianza con el Género Humano tampoco se distingue de aquel con que se anuncian semejantes nuevas a los hombres [p. 18] entre sí mismos y con que forman sus tratados, y disponen los actos de posesión para que logren las fincas, y haciendas los herederos. ¿Qué medios toman los hombres? Recurren a instrumentos judiciales, a un archivo público, que se abre, y revuelve según pide la necesidad, y ocasión a mensajeros fidedignos, o a una embajada solemne, y suficientemente autorizada. Tal

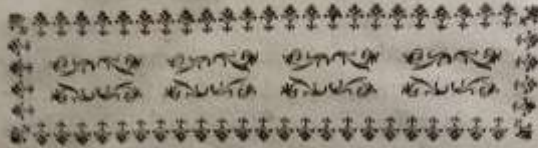
es la práctica. y tales los instrumentos que concretan, y aseguran los hechos entre nosotros, obteniendo la voluntad de los que contratan mutuamente, pero todavía es más simple, más reiterado y más indefectible en la publicación, y en su seguridad el modo de afianzar nuestra salud, y aquella vida a que todos somos llamados. No intervienen aquí metáforas, ni figuras: el archivo de que hablamos es un verdadero depósito, y el Apostolado Evangélico es una verdadera embajada. A lo que resulta de todo esto, llamaremos *Demostración Evangélica*. Esta segunda prueba logra una gran ventaja, y es, que hallándose más satisfactoria, y completa para los entendimientos comunes, y más inteligible para las potencias más limitadas, es al mismo tiempo de una naturaleza capaz de contentar los talentos más altos, y cultivados, y aun a los que siendo en sí singulares, no pueden, por falta de tiempo, o sobra de ocupaciones, entregarse a investigar una [p. 19] amplia; y para todos es la más segura de cuantas se pueden idear, y que decide para sabios, e ignorantes igualmente. El mismo correo, que es bastante creíble, y conocido por la reputación de su bondad, puede hacer creer la nueva de que trae, tanto a los Magistrados, y Príncipes, como al más ínfimo Pueblo. El mismo Notario, que es apto para guardar los contratos de los Labradores, y de los Rústicos, basta para asegurar cuatro mil ducados de renta a un Caballero, y a un Filósofo. Los Enviados de una Potencia del Asia, que vienen a ofrecer a los Europeos las mercaderías que estos piden en cambio de aquellas en que abundan, y de que los Asiáticos carecen, pueden afianzar el canje, y dejar obligada a su parte, tanto en los Estados populares, y Democráticos, como en las Testas coronadas.

Contra un Notario no se disputa jamás. Pues mil veces más indecente es la disputa, y más fuera de razón contra el Apostolado Evangélico, porque las pruebas que le autorizan son más esclarecidas, y más numerosas. Dios has querido dar a conocer al hombre su voluntad, y decretos por el camino usual de los testimonios, y de una embajada, por acomodarse a la inteligencia del hombre, y para haberse con él como una criatura racional, y libre. En este modo de proceder, que es el que afianza la seguridad entre nosotros, quiso el Criador que [p. 20] nos hallásemos en orden a la otra vida la luz, y la certidumbre. Esta conducta era perfectamente a propósito para satisfacer la razón. El que asiente al Evangelio, según esto, es a proporción del mismo modo racional, que aquel que busca la intención del Rey de España, y de los Holandeses en los artículos de una paz ya publicada, y no en los artículos de su razón propia. Pero juntamente con la seguridad del medio encuentra aquí el hombre cierta economía en la distribución de la luz; acompañada de la esperanza de una comunicación más clara, y más abundante. Este modo de proceder es visiblemente necesario para dar lugar a la elección de la libertad, y el mérito a la confianza. Debía

intervenir una grande diferencia entre la obra de la naturaleza, y de la gracia. La impresión de los objetos naturales en nuestros oídos, y en nuestros ojos, no dejan al hombre ni libertad ni mérito. No hay mérito para el hombre en convenir en que el Sol está sobre el Horizonte al Medio día, ni está en su mano el escuchar el trueno que resuena sobre su cabeza: y así la impresión del Evangelio debía ser de otro carácter. Las pruebas son suficientemente claras para satisfacer a un entendimiento que Dios toca, y para hacer inexcusables ciertos corazones indiferentes: pero Dios se queda todavía escondido, ya sea para castigar un racionador, y sofista presuntuoso, [p. 21] que cree tener derecho a entenderlo todo; o ya sea para perfeccionar un corazón fiel, que suspira por la plenitud de una claridad eterna, alabando a Dios por la medida de luz que le comunica, y que actualmente le baste.

Poniendo a sus ojos de Vm señor mío, la preparación, y la publicación del Evangelio, creeré haber dado al Espectáculo de la Naturaleza, y al Tratado del Hombre con una cosa que es su verdadero término, pues como la tierra que habitamos fue criada para el hombre, así también el hombre fue criado para la gracia.

Fol. 1



ESPECTACULO DE LA NATURALEZA.

TOMO XV.

PARTE I; Y VIII DE LA OBRA.

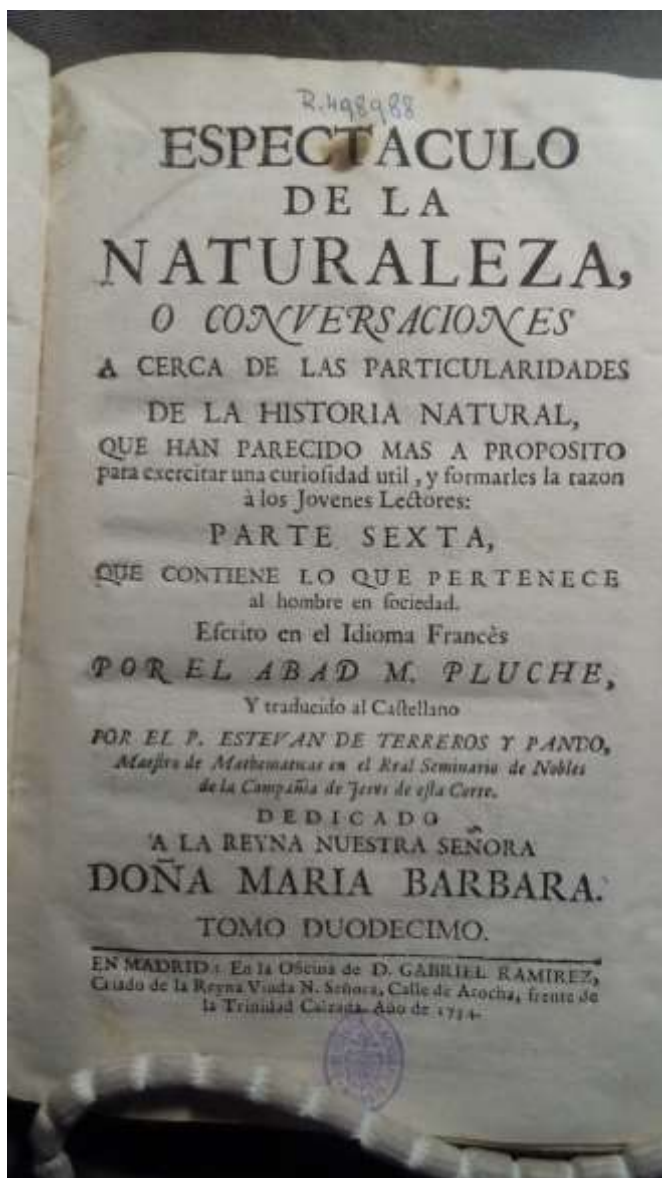
QUE CONTIENE LO QUE
pertenece al hombre en sociedad
con Dios.

DISCURSO PRELIMINAR
*á cerca de la necesidad de una
revelacion.*



Considerámos ya , charo Amigo
mio , en los tomos precedentes
al hombre en sí mismo, y según
la mayor parte de aquellos res-
pectos que puede tener con su
semejante. Seguimos con algun cuidado los
Tom XV. A

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA



CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

Biblioteca Newtoniana
Fuentes bibliográficas

ALMEIDA, Teodoro (1722-1804)

- Almeida, Teodoro, *Recreación filosófica o diálogo sobre la filosofía natural para instrucción de personas curiosas que no han frecuentado las aulas* (traducción al castellano del original portugués), 2ª impresión corregida y aumentada, Madrid, 1786-1792 (8 tomos).

- Almeida, Teodoro, *Recreación filosófica o diálogo sobre la filosofía natural para instrucción de personas curiosas que no han frecuentado las aulas*. Tomo II, Madrid, imprenta Vda. De I barra, 1786. Traducido por Luis Antonio Figueroa.

BOSHOBİ – BOSKOVICH? Rudger (1711-1787)

- Boscovic, Rudjer Josip, *De centro gravitatis*. Dissertatio publica propugnata in Collegio Romano Soc. Jesu... Editio altera. Accedit disquisitio in centrum magnitudinis qua quaedam in ea dissertatione proposita, atque alia iis affinia demonstrantur, Romae, N. et M. Palarini, 1731.

- Boscovic, Rudjer Josip, *Dissertatio de maris aestu*, Romae, ex typographia Momarek, 1747.

- Boscovic, Rudjer Josip, *Sopra el turbine che la notte tra gli xi, e xii giugno de 1749 danneggiò una gran parte di Roma dissertazione...* Roma, Appresso N. M. Pagliarini, 1749.

- Boscovic, Rudjer Josip, *De lunae atmosphaera dissertatio*, Romae, G. Salomoni, 1753.

- Bosjovic, Rudjer Josip, *Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium*, Viennae Austraie, in officina Libraria Kaliwodiana, 1758.

- Boscovic, Rudjer Josip, *De solis ac lunae defectibus Libri V...* Ibidem autem et astrogonomiae synopsis, et heoria luminis Newtoniana, et alia multa ad physicam pertinentia, versibus pertractantur, cum ejusdem auctoris adnotationibus. Editio Veneta prima ex exemplari editionis Londinensis anni 1760. Correcta, et perpolitio ab ipso auctore, Venetiis, Typis A. Zatta, 1761.

- Boscovic, Rudjer Josip, *Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in natura existentium*, Venetiis, ex Typographica Remondiniana, 1763.

- Boscovic, Rudjer Josip, *Dissertationes quinque ad dioptricam pertinentes*, Vindebonae, J. Thomas, 1767.

- Boscovic, Rudjer Josip, *Memorie sulli Cannocchiali diottrici...* Milano, Nella stamperia di G. Marelli, 1771.
- Boscovic, Rudjer Josip, *Giornale di un viaggio da Constantinopoli in Polonia... con una sua relazione delle rovine de Troia*, Bassano, Remondini, 1784.

BOYLE, Roberto (1627-1691)

- Boyle, Robert, *The works of the honourable Robert Boyle in five volumes*. To which is prefixed the life of the author, 5 v. London, A. Miller, 1744. [editio altera, London 1772].
- Boyle, Robert, *The origine of formes and qualities, according to the corpuscular philosophy*, illustrated by considerations and experiments, writtem formerly by was of notes upon an essay about nitre, Oxford, R. Davies, 1666.
- Boyle, Robert, *Experimenta et considerationes de Coloribus. Primum ex occasione, inter lias quasdam Diatribas, ad amicum scripta, nunc vero uin lucem produre passo, ceu [sic] initium Historiae Experimentalis de Coloribus*, Roterodami, 1671.
- Boyle, Robert, *Roberti Boyle nobilissimi Angli, Opera Omnia*, Venetiis, J. Hertz, 1697, 3 v.
- Boyle, Robert, [*Opera Omnia*] London, 1772.
- Boyle, Robert, *The works*, Ed. by Thomas Birch, Facsimil ed. London 1772, Hildesheim, 1965, 6 v.

BRIXIA, Fortunato (A BRESCIA) - Girolamo FERRARI (1701-1754)

- Brixia, Fortunato, *De qualitibus corporum sensibilibus dissertatio Physico-Theologica*, Brixia 1749.
- Brixia, Fortunato, *Philosophia sensuum mechanica methodice tractata, atque ad usus academicos accomodata*, Brixiae, 1751-2 (2 vol.).
- Brixia, Fortunato, *Philosophia sensuum mechanica methodice tractata, atque ad usus academicos accomodata*, Tomus I. Physica Generalis Pars prima. De corpore physico generatim sumpto, ejusque affectionibus, deque compositorum naturalium principiis et proprietatibus. Opera omnia tomus primus. Venetiis, ex Typographia Remondiniana, 1756.
- Brixia, Fortunato, *Philosophia sensuum mechanica methodice tractata, atque ad usus academicos accomodata*. Opera omnia tomus secundis. Physices Generalis Pars secunda. De motu gravium tam solidorum, quam fluidorum. Editio novissima Venetiis, ex Typographia Remondiniana, 1756.

CABEI (CABEO), Nicolás (1586- 1650)

- Cabbeo (Cabeus), Niccolo SJ, Nicolai Cabei Ferrariensis Societatis Iesu. *In quatuor Libros Meteorologicoum Aristotelis Commentaria, et Quaestiones Quatuor Tomis Comprenhensa*, quibus non solum meteorologica, tum ex antiquorum dictis, tum maximo ex singulorum rerum experimentis explicantur, Romae, Typis Haeredum Francisci Corbellatti, 1646, 2 v.

CAMPAILLA, Tomás (1668-1740)

- Campailla, Tomasso, *Considerazione sopra la fisica del signor Isacco Newton, nella sua opera De Principi di filosofia matematici* (editado en *Opusculi Filosofici*, Palermo, 1738, Op. 3: 61-285.

CARDENAL PTOLOMEO (PTOLOMEI), Juan Bautista (1653-1726)

- Ptolomeo,SI, Joanne Baptista Card., *Philosophia Mentis et Sensuum secundum utramque Aristotelis methodum pertractata, metaphysice et empirice*, a Joanne Baptista a Ptolemaeo in Collego Romano, Romae 1696. *Pars Prima Physicae*.

- Ptolemaeo SI, Joanne Baptista Card., *Philosophia mentis et sensuum secundum utramque Aristotelis methodum pertractata, metaphysice et empirice*, Roma, 1702. *Physica Particularis*.

CASSINI, Jacobo (1677-1756)

- Cassini, Jacques, *Elements d'astronomie*, Paris, De l'imprimerie royale, 1740.

- Cassini, Jacques, *Suite des Mémoires de l'Academie royale des sciences, année MDCCXVIII*, Paris, De l'imprimerie royale, 1720.

- Cassini, Jacques, *Elements d'astronomie*, Paris, De l'imprimerie royale, 1740.

- Cassini, Jacques, *Tables astronomiques du soleil, de la lune, des planetes, des etoiles fixes, et des satellites de Jupiter et de Saturne; avec l'explication et l'usage de ces mêmes rtables*, Paris, l'imprimerie royale, 1740.

CASTEL, Luis (1688-1757)

- Castel, Louis Bertrand, *Traité de physique sur la pesanteur universelle des corps*, 2 v. Paris, A. Cailleau, 1724.

- Castel, Louis Bertrand, *Le vrai système de physique générale de M. Isaac Newton*, Paris, C.-F.Simon, 1743.

CLARKE. Juan (1682-1757)

- Clarke, John, *A demonstration of some of the principal section of Sir Isaac Newton's principles of natural philosophy*. In wich his peculiar method of treating

that usefull subject, is explained and applied to some of the chief phaenomena of the systems of the wordl, London, J. and J. Knapton, 1730.

- Clarke, Samuel, Leibniz, Newrton, etc., *Recueil de diverses pièces sur la Philosophe, la Réligion naturelle, l'Histoire, les Mathématiques*, etc., 3^a ed. Lausanne, 1759.

- *Recueil de diverses pièces* (ed. Lausanne, 1759) correspondencia entre Leibniz y Clarke sobre el sistema newtoniano.

CORSINI, Eduardo (1702-1765)

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad Usum Scholarum Piarum*. Editio Veneta anterioribus correctior, Venetiis, ex Typographia Balleoniana, 1743. Tomus Primus, [Logica].

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad Usum Scholarum Piarum*. Editio Veneta anterioribus correctior, Venetiis, ex Typographia Balleoniana, 1743. Tomus Secundus [Physica Generalis].

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad Usum Scholarum Piarum*. Editio Veneta anterioribus correctior, Venetiis, ex Typographia Balleoniana, 1743. Tomus Tertius [Physica Particularis Tractatus I. De Coelo et Mundo].

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad Usum Scholarum Piarum*. Editio Veneta anterioribus correctior, Venetiis, ex Typographia Balleoniana, 1743. Tomus Quartus [Physica Particulares Tractatus II. De corporibus viventibus].

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad Usum Scholarum Piarum*. Editio Veneta anterioribus correctior, Venetiis, ex Typographia Balleoniana, 1743. Tomus Quintus [Ethica].

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad Usum Scholarum Piarum*. Editio Veneta anterioribus correctior, Venetiis, ex Typographia Balleoniana, 1743. Tomus Sextus [Metaphysica].

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad Usum Scholarum Piarum*. Editio Veneta anterioribus correctior, Venetiis, ex Typographia Balleoniana, 1743. Tomus Septimus [Institutiones Mathematicae].

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad usum Scholarum Piarum*. Editio novissima in septem tomos distributa, Venetiis, Remondiniana, 1764.

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad usum Scholarum Piarum*. Editio novissima in septem tomos distributa, Venetiis, Remondiniana, 1764. Tomus secundus continens Physicae Particularis, Tractatum Primum.

- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad usum Scholarum Piarum*. Editio novissima in septem tomos distributa, Venetiis, Remondiniana, 1764. Tomus tertius, continens Physicae Particularis Tractatum Primum.
- Corsini, Eduardi, *Institutiones Philosophicae ac Mathematicae ad usum Scholarum Piarum*. Editio novissima in septem tomos distributa, Venetiis, Remondiniana, 1764. Tomus quartus, continens physicae particularis tractatum secundum.

DECHALES (DESCHALES) Claude Françoise Millet (1621-1678)

- Dechales, Claude Françoise Milliet, *Les élémens d'Euclide expliquez d'une manière nouvelle et très facile*, Paris, 1683.
- Dechales, Claude Françoise Milliet, *Cursus seu mundus mathematicus*. Editio altera ex manuscriptis authoris anotata et emendata, opera et studio R. P. Amati Verain, Lugduni, 1690, 4 vv.

DUHAMEL, Juan Bautista, del Oratorio (1624-1706)

- Duhamel, Jean Baptiste, *Astronomia physica*, seu de luce, natura, et motibus corporum caelestium libri duo. Inm priori... In posteriori... Accessere Petri petiti Observationes aliquot eclipsium solis et lunae: cum dissertationibus de latitudine lutetiae, Parisiis, P. Lamy, 1660.
- Duhamel, Jean Baptiste, *De meteoris et fossilibus libri duo*, Parisiis, P. Lamy, 1660.
- Duhamel, Johannes Baptista, *De consensu veteris et nova Philosophia, Libri duo* In priori libro Platonis, Aristotelis, Epicurii, Cartesii et aliorum de Principiis rerum naturalium placita excutiuntur, ac Physica generalis pene tota pertractatur. In Posteriori agitur de Elementis et Chymicorum Principiis, necnon de mixtione et dissolutione corporum, ubi Chymia fere universa explicaatur. Parissis, Apud Carolum Savreux, 1663.
- Duhamel, Johannes Baptista, *De corporibus affectionibus tum manifestum tum occultis libri duo seu promotae per experimenta Philosophiae specimen*, Paris, 1670.
- Duhamel, Johannes Baptista, *De corpore animato Libri quatuor seu promotae per experimenta Philosophiae*, Paris 1673.
- Duhamel, Johannes Baptista, *De consensu veteris et nova philosophia liobri quatuor seu promotae per experimenta Philosophiae pars prima*, Rothomagi, 1675.
- Duhamel, Johannes Baptista, *Philosophia Vetus et Nova, ad usus Scholae accomodata. Tomus II, Physicam contiens*, Paris, 1684.
- Duhamel, Jean Baptiste, *Regiae scentiarum academiae historia*, in qua praeter ipsius academiae originem et progressus, tum mathematica in certum ordinem diferuntur, Parisiis, S. Michellet, 1698.
- Duhamel, Johannes Baptista, *Philosophia vetus et nova*, Venetiis, 1736.

EULER, Leonardo (1797-1783)

- Euler, Leonhard, *Introductio in analysim infinitorum*, 2 v. Lausannae, Marcum-Michaellem Boousquet et Socios, 1748.
- Euler, Leonhard, *Diotricae...* 3 v., Petropoli, Impensis Academiae Imperialis Scientiarum, 1767-1771.
- Euler, Leonhard, *Opuscula analytica...* 2 v., Petropoli, Typis Academiae imperialis scientiarum, 1783-1784.
- Euler, Leonhard, *L'arithemetique raisonné et démontrée*, Berlin, Voss, 1792.
- Euler, Leonhard, *Introduction a l'analyse infinitésimale*, 2 v., Paris, Barrois, 1796-1797.
- Euler, Leonhard, *Opuscula analytica...* 2 v., Petropoli, Typis Academiae imperialis scientiarum, 1783-1784.

FABRI (FABRO). Honorato (1606-1688)

- Fabri, Honoré, *Philosophia excerpta ex praelectionibus*, auctore Petro Mousnerio (pseudónimo de Fabri), Lugduni, 1646.
- Fabri, Honoré, *Tractatus physicus de motu locali, in quo effectus omnes, qui ad impetum, motumnaturalem, violentum, et mixtum pertinent, explicantur, et ex principiis physicis demonstrantur*. Auctore Petro Mousnerio, Lugduni, I. Champion, 1646.
- Fabri, Honoré SI, *Physica, id est Scientia rerum corporearum in decem tractatus distributa*, Lugduni, 1649, 4 v.
- Fabri, Honoré, *Eustachii de Eivinis Septempedani Bravis annotatio in Systema Saturnium*, Romae, Dragondelli, 1660.
- Fabri, Honoraé, *Dialogi Physici*, Lugduni, 1669.

FELJÓO, Benito Jerónimo (1676-1764)

- Feijóo, Benito Jerónimo, *Teatro Crítico Universal o Discursos varios en todo tipo de materias para desengaño de erroes comunes*, 9 T, Madrid, 1786.

FERRARI, José Antonio (siglo XVIII)

- Ferrari de Modoetia, José Antonio, OFM, *Veteris et recentioris Philosophiae Dogmata Joannis Dunsii Scoti, Subtilium Principis Doctrinis accomodata atque in tres tomos distributa*. Tomus tertius. *Physicae pars II, Particularis et Pars III, Aniamstica*. Ed. quarta, Matriti, apud Blasium Roman, 1787.
- Ferrari de Modoetia, José Antonio, OFM, *Veteris et recentioris Philosophiae Dogmata Joannis Dunsii Scoti, Subtilium Principis Doctrinis accomodata atque in*

tres tomos distributa. Tomus secundus. Priorem Physicae partem, quae Physica generalis dicitur, complectens. Ed. quarta, Matriti, apud Blasium Roman, 1790.

GASSENDI, Pedro (1592.1655)

- Gassendi, Pierre, *Petri Gassendi Animadversiones in decimum librum Diogenis Laertii*, Lugduni, apud G. Barbier, 1649.

- Gassendi, Pierre, *Opera Omnia*, Lugduni, 1658. Rep. Stuttgart Bad, 1964, 5 v.

- Gassendi, Pierre, *Abrégé de la philosophie de Mr. Gassendi*, Paris, J. et E. Langlois, 1674.

GOUDIN, Antonio (1640-1695)

- Goudin OP, Antonio, *Philosophia thomista juxta inconcussa tutissimaque Divi Thomae dogmata quatuor tomis comprehensa*: authore P. Fr. Antonio Goudin.

GRAVESSANDE, Guillermo Jacobo (1688-1742)

- Gravesande, Willem Jacob van's, *Mathematical elements of physics*, prov'd by experiments; Being an introduction to Sir Isaac Nwton's philosophi, 2 p. 1 v., London, G. Strahan et al. 1720.

- Gravesande, Willem Jacob van's, *Mathematical elements of natural philosophby* confirmed by experiments, or an introduction to Sir Isaac Newton's philosophi, 2 v., 2^a ed. London, J. Senex and W. Taylor, 1721-1726.

- Gravesande, Willem Jacob van's, *Philosophiae Newwtonianae Institutiones*, in usus academicos, Lugduni Batavorum, P. van der Aa, 1723.

- Gravesande, Willem Jacob van's, *Matheseos universalis elementa*. Quibus accedunt, specimen commentarii in arithmeticam universalem Newtoni; ut et de determinanda forma seriei infinitae adsumatae regula nova, Lugduni Batavorum, S. Lcuhtmans, 1727.

- Gravesande, Willem Jacob van's, *An explanation of the Newtonian philosophy*, in lectures read to the youth of the University of Leyden. Traslated into English by E. Stone, London, W. Unnys and R. Manby, 1741.

- Gravesande, Willem Jacob van's, *Elements de physique demonstrez mathematiquement et confirmez par des experiencies; ou intgroduction a la philosophie Newtonienne*, 2 v., Leide, J. A. Langerek, J. et H. Verbeek, 1746.

- Gravesande, Willem Jacob van's, *Physicae elementa mathematica, experimen ta confirmata, sive Introductio ad Philosophbiam newtonianam*, Leidae, 1748.

- Gravesande, W. J. Sturm St., *Oeuvres Philosophique et metaphysiques*, Amsterdam, 1777.

HAUSER, Bertoldo (1713-1762)

- Hauser, Bertholdus SJ; *Elementa Philosophiae ad rationis et experientiae ductum conscripta atque usibus scholasticis accommodata*, Augustae Vindel et Oeniponti, 8 v. 1755-1764.
- Hauser, Bertholdo, SI., *Elementa Philosophiae ad rationis et experientiae ductum conscripta atque usibus scholasticis accommodata*, Augustae Vindel et Oeniponti, v. 4, *Physica Generalis*, 1758; v. 5, *Physica Particularis pars Prior*, 1769

HUYGENS, Christian (1629-1695t)

- Huygens, Christian, *Christiani Hugeni Zvelichemii Brevis assertio Systematis Saturnii sui*, Florentiae, s/ed., 1660.
- Huygens, Christian, *Traité de la lumière*, où sont expliquées les causes de ce que lui arrive dans la reflexion et dans la refraction. Et particulièrement dans l'atrange refraction du cristal d'Islande, par CH. D. Z avec un Discours de la causa de la pesanteur, Leide, 1690.
- Huygens, Christian, *Opera mechanica, geometrica, astronomica et miscellanea*, quatuor voluminibus contexta; quae collegit, disposuit, et schedis authoris emendavit, ordinavit, auxit atque illustravit Guilielmus Jacobus's Gravesande, 4 v., Ludguni Batavorum, G. Potuliert, 1751.
- Huygens, Christian (1629-1695), *Oeuvres complètes de Christian Huygens*, 22. V. La Haye, M. Nijhoff, 1888-1950.

KEPLER, Juan (1571-1630)

- Kepler, Johan, *Harmonices mundi*, Lincii Asutriae, Godofredi Tampachii, 1619.
- Kepler Johan, *Joannis Kepleri astronomi opera omnia*, 8 v. Francofurti, A. M. et Erlangae, Heyder et Siummer, 1858-71.
- Kepler, Johan, *Dioptricae* [Petri Gvassendi Institutio Astronomica, Juxta Hypothesiis tgam Veterum quam Recentiorum, cui accesseruntr alilei Galilei Nuntius Siderus et Johhanis Kepleri Dioptrice] Londini 1683.
- Kepler, Johan, *Opera omnia*, Frankofurti et Erlangae, 1853, 8 v.
- Kepler, Johan *In libros opticos*, ed. *Opera Omnia*, Frankofurti, 1853, v. 2.

KIRCHER, Atanasio (1602-1680)

- Kircher, Athanasius, *Magnes, sive de arte magnetica opus tripartitum* quo praeterquam quod universal magnetis natura, eiusque in omnibus artibus et scientiis usus nov a methodo explicatur, a viribus quoque et prodig... Romae, Sumptibus H, Scheus, 1641.

- Kircher, Athanasius, ... *Ars magna lucis et umbrae in decem libros digesta*. Quibus admirandae lucis et umbrae in mundo... Romae, H. Scheus, 1646.
- Kircher, Athanasius, ... *Iter extatius coeleste...* hac secunda editione praelusionibus et scholiis illustratum; ac Schematismis necessariis, qui deerant, exornatum, Herbipoli, sumptibus J. Andr. et Wolffs. jun. Endterorum haeredibus, 1660.
- Kircher, Athanasius, *Mundus subterraneus*, in XII libros difetus; quo divinum subterrestris mundi opificium, mira ergosteriorum natura in eo distributio; 2 v. Amstelodami, apud J. Janssonium et E. Weyerstraten, 1664-1665.
- Kircher, Athanasius, *Ars Magna Sciendi in XIII Libros Digesta*, qua nova et universali methodo Per Artificiosum combinationum contextum de omni re proposita et prope infinitis rationibus disputari, omniumque summaria quadam cognitio comparari potest, Amstelodami, 1669.
- Kircher, Athanasius, *Phonurgia nova sive Conjugium Mechanico-physicum artis et natura paranympha phonosophia concinnatum*, Campidonae, 1673.
- Kircher, Athanasius, *Physiologia Kircheriana Experimentalis...* Amsterdam, 1680.
- Kircher, Athanasius, *Fasciculus Epistolarum* complectentium Materias philosophico-Mathematico- Medicas... ad... D. Lucas Schrökios... Hieropnymum Cvelschium, Ankelium, Theopilym Spoizelium, Augusta Vindelicorum, 1684.
- Kircher, Athanasius, *Musurgia Universalis sive Ars magna consoni et dissoni* in X liobros digeta, Romae, 1701-1710.
- Kircher, Athanasius, *Magneticum naturae regnum*, sive disceptatio physiologica de triplici in natgura rerum magnete, juxta triplicem ejusdem natuyrae gradum digesto iunanimato animato sensitivo qua occultae prodigio... Amstelodami, Ex officina J. Janssonii à Waesberge (s.f).

LAFOND. Sigaud de, José (1730-1810)

- Sigaud-Lafond, Joseph Aignan. *Leçons de physique expérimentale*, Paris, Des Ventes de la Doué, 1767, 2 v.
- Sigaud-Lafond, Joseph Aignan, *Traité de 'électricité*. Dans lequel on expose, et on démontre par expérience, toutes les découvertes électriques, faites jusqu'à ce jour, pour servir de suite aux leçons de physique du même auteur, Paris, Des Ventes de la Doué, 1771.
- Sigaud-Lafond, Joseph Aignan, *Description et usage d'un cabinet de physique expérimentale*, Paris, Gueffier, 1775, 2 v.
- Sigaud-Lafond, Joseph Aignan, *Elémens de physique théorique et expérimentale, pour servir de suite à la description et usage d'un cabinet de physique expérimentale...* Paris, P. F. Gueffier, 1777, 4 v.

- Sigaud-Lafond, Joseph Aignan, *Essai sur différentes especes d'air, qu'on désigne sous le nom d'air fixe, pour servir de suite et de supplément aux éléments de physique du même auteur*, Paris, P. F. Gueffier, 1779.
- Sigaud-Lafond, Joseph Aignan, *Précis historique et expérimental des phénomènes électrgriques depuis l'origine de cette decouverte jusqu'à ce jour*, Paris, Rue et Hôtel Serpente, 1781.
- Sigaud-Lafond, Joseph Aignan, *Dictionnaire de physique (et Supplément)*, Paris, Rue et Hôtel Serpente, 1781-1782, 5 v.

LEGRAND, Antonio (1629-1699)

- Legrand, Antoine, *Physica*, Ámsterdam, 1664.
- Legrand, Antoine, *Historia Naturae, variis experimentis et ratiociniis elucidata*, London, 1673.
- Legrand, Antoine, *Institutio Philosophiae secundum principia D. Renati Descartes*, Genevae, 1694.

MAIGNAM, Manuel (1601-1676)

- Maignam Emanuel OM, *Cursus philosophicus concinnatus ex notissimis cuique principiis ac praesertim quod res physicas instauratus ex lege Naturae sensatis experimentis passim comprobata*. Tolosa 1653, 4 v.
- Maignam, Emmanuel, *Cursus Philosophicus recognitus et auctior*. Concinnatus ex notissimis cuiqued principiis et praesertim chupad physicae instauratus ex lege naturae sensatis experimenta passim comprobata, Lugduni, 1673.

MARIOTTE, Edmundo (1620-1684)

- Mariotte, Edmé, *Traité de la percussion ou chocq des corps*. Dans lequel les principaleds regles du mouvement, contraires à celkes que Mr. Descartes, et quelques autres modernes ont voulu établir, sont démontrées par leurs veritabels causeds, Paris, E. Michallet, 1673.
- Mariotte, Edmé, *Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides*, Paris, E. Michallet, 1686.
- Mariotte, Edmé, Oeuv res de M. Mariotte, de l'aCademie Royale des Sciences, A. Leide, Pierre Vander Aa, 1717, 2 v.
- Mariotte, Edmé, *Oeuvres complètes de M. Mariotte*, de la Academie Royale des Sciences; coimprenant tous les traités de cet auteur, tant ceux qui avoient déjà paru déparément, que ceux qui n'avoient pas encore été publiés... revues et corrigées de nouveau. Nouvelle édition, La Haye, J. Neaulne, 1740, 2 v.

- *Traité de la nature es couleurs, Oeuvres complètes*, Leide, Pierre Vander, t. 1 1717:196-320.

MAYR, Antonio (1673-1749)

- Mayr, SI, Antonio, *Philosophia Peripatetica Antiquorum principiis et recentiorum experimentis confirmata*, Ingolstadii, 1799.

MUSSCHENBROEK, Pedro (1692-1761)

- Musschenbroek, Petrus van, *Introduction ad Philosophiam naturalem*, Lugduni Batavorum, 1762, 2 v.

- Musschenbroek, Petrus van, *Essai de physique...* avec une description de nouvelles sortes de machines pneumatiques, et un recueil d'experiences, Leyden, S. Luchtmans, 1739, 2 v.

- Musschenbroek, Petrus van, *Institutiones Physicae conscriptae in usus academicos*, Lugduni Batavorum, S. Luchtmans, 1748, 2 v.

- Musschenbroek, Petrus van, *Compendium physicae experimentalis conscriptum in usus academicos*, Lugduni, Batavorum, apud S. et J. Luchtmens, 1762.

- Musschenbroek, Petrus van, *Introductio ad Philosophiam naturalem*, Editio prima italica, Patavii, Typis Seminarii 1768, 2 v.

- Musschenbroek, Petrus van, *Elementa Physicae conscripta in usus académicos*. Opera et Studio Antonii Genuensis, Venetiis 1781, 2 v.

- Musschenbroek, Petrus van, *Elementa Physicae conscripta in usus academicos*, Opera et studio Antonii Genuensis, Venetiis, 1782, 2 v.

NEWTON, Isaac (1642-1727)

- Newton, Isaac, *Opticks. A treatise of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light*, London, S. Smith and B., Walford, 1704.

- Newton, Isaac, *Optice, sive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis libri tres*, Londini, Impensis S. Smith et B. Walford, 1706.

- Newton, Isaac, *Opticks. A treatise of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light*, London, W. And J. Innys, 1718, 3 ed. 1721, 4^a Ed corr. 1730.

- Newton, Isaac, *Optice, sive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis libri tres*, Londini, Impensis G. et J. Innys, 1719.

- Newton, Isaac, *Philosophia naturalis Principia Mathematica*. Editio tertia aucta et emendata, Londini, 1726. Ed. Fac. with variant readings, Alexandre Koyré and I. Bernard Cohen, with the assistance of Anne Witman, Harvard, Univ. Press, 1972, 2 v.

- Newton, Isaac, *Optice, sive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis libri tres*, Latini reddidit, Samuel Clarke STP, Lausanne et Genevae, 1740.
- Newton, Isaac, *Philosophia naturalis principia mathematica*, Perpeuis commentariis illustrata, communi studi Pp. Thome Le Seur et Francisci Jacquier, 3 v. Genevae, Barrillot et filii, 1739-1742.
- Newton, Isaac, *Optices libri tres*, Accedunt ejusdem Lectiones Opticae. Et Opuscula Omnia ad liucem et colorem pertinentia Sumpta ex Transactionibus Philosophicis, Patavii, Typis Seminarii, 1749.
- Newton, Isaac, *Opera omnia*, London 1779 ss, 5 v.

NOLLET, Juan Antonio (1700-1770)

- Nollet, Jean Antoine, *Essai sur l'électricité des corps*, Paris, Chez les Frères Guerin, 1746.
- Nollet, Jean Antoine, *Ensayo sobre la elasticidad de los cuerpos*, escrito en idioma francés por Mons. El Abate Nollert de la Academia Real de Ciencias de Paris y de la Regia Sociedad de Londres. Traducido al castellano por D. Joseph Vazquez y Morales, añadida la Historia de la Electricidad, Madrid, Imp. Del Mercurio, 1747.
- Nollet, Jean Antoine, *Lettres sur l'électricité*, Paris, M.-L. Guerin et L. F. De la Tour, 1754.1760.
- Nollet, Jean Antoine, *Leçons de physique experimentale*, 6 v. Amsterdam et Leipzig, Akste'e et Merjus, 1754-1765.
- Nollet, Jean Antoine, *Lecciones de Física Experimental*, Traducción de Antonio Zacagnini, SI, Madrid, 1757, 6 v.
- Nollet, Jean Antoine, *L'art des expériences; ou Vis aux amateurs de la Physique sur les choix, la construction et l'usage des instruments; sur la préparation et l'emploi des drogues qui servent aux expériences*, 2^a ed., 3 v., Paris, P. E. G. Durand, 1770.
- Nollet, Jean Antoine, *Leçons de Physique expérimentale*, 4^a ed. Paris, 1771.

PLUCHE (LE PLUCHE), Noel Antonio, Abate (1688-1761)

- Pluche, Noel Antoine, *Le spectacle de la Nature*, ou Entretiens sur les particularités de l'Histoire naturelle qui ont paru les plus à rendre les jeune gens curieux et à leur former l'esprit. Paris, 8 v. 1732, 1734 (2-3), 1739 (4), 1746 (5-6-7) 1750 (8).
- Pluche, Noel Antoine, *Histoire du ciel considéré selon les idées des poètes, des philosophes, et de Moïse*. Où l'on fait voir: 1°. L'origine du ciel poétique. 2°. La méprice des philosophes sur la fabrique du ciel et de la terre. 3°. La conformité de l'expérience avec la seule physique de Moïse, 2 v. Paris, La Ve. Estienne, 1739.

- Pluche, Noel Antoine, *The history of the heavens, considered according to the notions of the poets and philosophers, compared with the doctrines of Moses*, 2 v. J. Osborne, 1740.

POURCHOT, Edmundo (1651-1734)

- Edmond Pourchot. *Institutio philosophica ad faciliorem veterum ac recentiorum philosophorum lectionem comparata*, Paris, 1695, 4 v.

- Pourchot. Edmundo, *Appendix ad Institutiones Philosophicas sive Series Disputationum Scholasticarum* in varia Philosophiae capita, naturali ordine dispositarum; cui praemisum est totius Philosophiae Compendium 4ª ed. (Tomus 5 Institutiones] Paris 1733.

- Purchotti, Edmond, *Institutiones philosophicae ad faciliorem veterum et recentiorum philosophorum intelligentiam comparatae*- 4ª ed. Parisiis, 1767.

REGNAULT, Noel (1683.1762)

- Regnault, Noel, *Entretiens mathématiques*, 3 t, Paris, 1743.

- Regnault, Noel, *Les entretiens physiques d'Ariste et d'Eudoxe ou Physique Nouvelle en Dialogues*, Paris, 4 v., 1755.

ROHAULT, Jacobo (1620-1672)

- Rohault, Jacobe, *Traité de Physique*, 3 ed. Paris, 1676, 2 v.

- Rohault, Jacobe, *De arte mechanica Tractatus Mathematicus*, E gallico sermone factus, Londini, 1692

- Rohault, Jacobe, *Physica*, Latine vertit recensuit et uberioribus jam adnotationibus ex illustrissimis Isaacii Newton maximam partem haustis, amplificavit et ornavit Samuel Clarke, A. M. Londini, 1702.

TAGLINI, Carlo (1670-1747)

- Taglini, Carlo, *Lettera filosofica* scritta all' Illustrissi. Sig. Marchese da Gabriello Riccardi, Firenze, 1729.

- Taglini, Carlo, *Lettere scientifiche* sopra vari dilettevoli argomenti di fisica... ascritto alle Società regia d'Inghilterra all'Accademia delle scienze de belle arti di Parigi..., Firense, Stamperia all'Insegna d'Apollo in Piazza Imperiale, 1747.

TOSCA, Tomás Vicente (1651-1723)

- Tosca, Tomás Vicente, *Compendio Mathematico*, en que se contienen todas las materias más principales de las Ciencias que tratan de la cantidad, 2ª imp. Madrid, 1727, 8 vol.

-Tosca, Tomás Vicente, *Compendium philosophicum praecipuas philosophiae partis complectens nempe rationalem, naturalem et transnaturalem*, Valentiae, 1754, 8 tomos.

WOLFF Christian (1679-1754)

- Wolff Christian, *Aerometriae elementa in quibus alioquæ Aëris vires ac proprietates juxta methodum geometricarum demonstrantur*, Lipsiae, 1709.

- Wolff Christian, *Cosmologia generalis methodo scientifica pertractata, qua ad solidam, in primis Dei atque naturae cognitionem via sternitur*, Francofurti et Lipsiae, 1731.

- Wolff, Christian, *Christiani Wolfii Elementa Matheseos Universale*, Editio Nova, Genevae, Bousquet, 1732-1741, 5 v.

-Wolff, Christian, *Elementa Matheseos Universae*, Genevae, 1740, 5 v.

- Wolff, Christian, *Cours de Mathématique qui contient toutes les parties de cette science, mises a la portée des Començans*, Paris 1747.

- Wolff, Christian, *Cosmologia generalis*, Veronae, Apud haeredes M. Moroni, 1779.

- Wolff, Christian, *Elementa Matheseos Universae, Elementa Optica*,. Genevae 1740, t. III.

Bibliografía citada

Fuentes

Manuscritos

- Braco OFM, Fernando, *Pars tertia Philosophiae scilicet / metaphysica / Dictata a Patre Frate Ferdinando Braco / Catedra Artium / Moderatore / In hac magno Bonaerensis Recolectiones / Caenobio.*

. Medrano, Mariano, *Tertia Philosophiae pers / scilicet Physica generalis / quae in rerum naturalium contemplatione versatur / Juxta recentiorum Philosophorum / placita elucubrata / A domino Doctore Mariano / Medrano, hujusce Carolini / Collegii artium Cathedrae moderatore / Tomus 3us. incepta die 12 mensis Maii 1794 / Me audiente Saturnino Seguro.*

- Pereyra, Elías del Carmen OFM, *Physica Generalis nostri Philosophici Cur/sus pars tertia, quae de corporibus naturalibus, affectionibusque ejus / sermonem instituit juxta recentiorum Philosophorum placita / experientias que discurrens / Elaborata a Patre / Frate Elia del / Carmen, in regia / corduvensi academia / Moderatore / Incepta 3a. kalendas augusti anni Domini 1784 / Me audiente Josepho Vincentio / a Faente hujus Lauretani Collegii omnium / minimo alumno.*

- Riva SJ, Benito, [Curso de Física], Universidad de Córdoba, 1764

- Rivarola, Pantaleón, *Tertia Philosophiae Pars / metaphysica scholastica methodo in gratiam studentium congesta Deiparaeque semper / Virgini Mariae in alto Montis Serraten/sis vertice collocatae, ex corde sacrata dicata/que a Doctore Pantaleone Ribarola. Hoc in regio Sancti Caroli Bona-Aeropolitano / Collegio Artium Cathedrae Moderatore / die vigesima octava Mensis Februarii, anno/no Domini millesimo septingentesimo octogesimo primo: / Me audiente Josephi Juliano a Guerra.*

. Rodríguez, Cayetano, *Tertia Philosophiae Pars / Nimirum Physica / Quae in rerum naturalium contemplatione / versatur / Juxta recentiorum placita elaborata / a Patre Frate Caietano Josepho Rodri/guez / Incepta Die quinto Augusti/ anno Domini / 1782/ Me audiente Cayetano Josepho a Zavalva ejusdem Universitatis Collegii Mon/serraten/sis minimo alumno / Physica General.*

- Rufo SJ, José, *Tripartitae Philosophiae tertia / pars / Commentaria in Artis Meta/physicam, in libros de Anima necnon / de Ortu et Interitu juxta vulgarem / soc.*

Jesu methodum complectens / A. R. P. Josepho Rufo / meritissimo Philosophiae Cathedrae in hac Cordubensi Academia Moderatore / Audiente me Joanne / Rodriguez Collegii Regalis Montserratensis alumno / Anno Domini 1766.

- Zavalea, Diego Estanislao de, *Elementa / Philosophiae Universae / In gratiam / Studiosae juventutis regii Sancti Caroli / Bonaeropolitani convicotorii Scholaribus / accommodata / A D. Dre. Dn. Didaco Stanislao de Zavalea / olim ejusdem convicotorii alumno / nunc in eodem philosophiae professore / Secunda pars / seu / Physica Generalis / Incepta die tertio Augusti / anno Domini millesimo septingentesimo nonagesimo quinto.*

Ediciones antiguas

- Brixia, Fortunato, *Philosophia Sensuum Mechanica methodice tractata atque ad usus academicos accommodata*, T.1, *Physica Generalis pars prima* (De corpore physico generatim sumpto, ejusque affectibus, deque compositorum naturalium principiis et proprietatibus); T. 2. *Physica Generalis pars secunda* (De motu corporum gravium tan solidorum quam fluidorum), Venecia 1756.

- Clarke Samuel, *Recueil de diverses pièces sur la Philosophie, la Religion Naturelle, l'histoire, les Mathématiques, etc.* 3ª ed. Lausanne, 1759, T. 1.

- Dupasquier, Sebastián, *Summa Philosophiae Scholasticae in quatuor partes, Tomus III, Physica*, Patavii, 1718 et alii.

- Ferrari de Modoetia, José Antonio, *Veteris et Recentiores Philosophiae Dogmata Joannis Dunsii Scoti., Subt. Princ. Doctrinis accommodata*, T. 2: *Priorem Physicae partem, quam Physica Generalis dicitur* (varias ediciones: Madrid 1787, Venecia 1767), T. 3: *Philosophia, Pars Secunda, quae dicitur Physica Particularis* (ed. 1790).

- Frassen, Claudio, *Philosophia academica II*, Roma, 1776.

- García Biezma, Augustinus, *Philosophiae naturalis III*, Madrid, 1750.

- Hernández, Jacinto, *Cursus integer philosophicus III*, Zaragoza, 1694.

- Jacquier, François, *Institutiones Physicae*, T. IV, Valencia, 1784

- Mastrio de Médula, Bartolomé, *Philosophiae ad mentem Scotus cursus integer*, Venecia, 1727.

- Oruerk, Antonius, *Cursus integer Philosophiae Schotisticae*, Valladolid, 1768.

- Pedro de Santa Catalina, *Cursus philosophicus II*, Madrid, 1693.

- Scotus, Joannis Duns, *Opera Omnia*. Cf. Ed. Wadding, Paris, Vivès, 26 v., 1891-1895.,

Bibliografía secundaria

- Abrantes, Paulo César C. “Newton e a Física Francesa no século XIX”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, serie a, v. 1, 1989: 5-31.
- Agassi, Joseph, “Externalism”, *Manuscripto* 2, N. 1, 1978: 64-78.
- Arboleda, Luis Carlos, “Sobre una traducción inédita de los *Principia* al castellano hecha por Mutis en Granada c. 1770”, *Quipu* 4, N. 2, 1987: 291-313.
- ----, “Acerca del problema de la difusión científica en la periferia: el caso de la física newtoniana en la Nueva Granada (1740-1820)”, *Ideas y Valores*, N. 79, 1989: 3-25.
- Ardao, Arturo, “El atomismo filosófico hispanoamericano del siglo XVIII”, *Revista Venezolana de Filosofía*, N. 23, 1987: 7-24.
- Aspell, Marcela y Carlos Page (Comp.), *La Biblioteca Jesuítica de la Universidad Nacional de Córdoba*, Córdoba, Ed. Eudecor, 2000, compilada y editada por Marcela Aspell y Carlos Page.
- Astuto, Philip, *Eugenio Espejo: ecuatoriano de la ilustración, 1747-1795*, México, FCE, 1969.
- Baldó Lacomba, Marc, “La Ilustración en la Universidad de Córdoba y el Colegio de San Carlos de Buenos Aires, 1767-1810”, *Estudios de Historia social y Económica de América*, Rev. Univ. Alcalá, 1991:31-70.
- Bastos, Jener y Roberto Moreira Wavier, “Conflictos entre os *Principia* de Newton e os *Principia* de Descartes”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Serie 2, v. 2, 1989: 65-76.
- Beauchot, Mauricio y Jorge Iñiguez, “Ciencia empírica contra ciencia teórica: un falso dilema”, *Quipu* 3, N. 2, 1986: 213-232.
- Benito Moya, Silvano G.A., *Agradable a Dios y útil a los hombres. El universo cultural en las bibliotecas de los Franciscanos de Córdoba del Tucumán (1575-1850)*, San Antonio de Padua, Ed. Castañera. 2018.
- Bergmann, Gustav, *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Tecnos, 1961.
- Brunet, José, *Los Mercedarios en la Argentina*, Buenos Aires, 1973.
- Caracciolo Parra, León, *Filosofía Universitaria venezolana, 1788-1821*, Caracas, Univ. Central Venezuela, 1989.
- Cardiel Reyes, Raúl, *Los filósofos modernos en la independencia latino-americana*, México, UNAM, Esc. Nac. Ciencias Políticas y Sociales, 1964.
- Cassirer, Ernst, *Filosofía de la Ilustración*, México, FCE, 1972.

- Caturelli, Alberto, *Historia de la Filosofía en la Argentina (1600-2000)*, Buenos Aires, Ciudad Argentina y USAL, 2001.
- Cohen Bernard, *El nacimiento de la nueva física*, Buenos Aires Eudeba, 1973.
- -----, *The Newtonian Revolution, with Illustrations of the Transformation of Scientific Ideas*, Cambridge, Univ. Press, 1980.
- Comadrán Ruiz, Jorge, *Bibliotecas cuyanas del s. XVIII*, Mendoza, Univ. Nac. de Cuyo, 1961.
- Chiabra, Juan, *La enseñanza de la filosofía en la época colonial*, La Plata, Univ. Nac. de La Plata, Biblioteca del Centenario, 1911.
- D'Alembert, J. *Discurso Preliminar a la Enciclopedia*, Buenos Aires, Lautaro, 1947.
- De Libera, Alain, *La philosophie médiévale*, Paris P.U.F., 1993; traducción *La filosofía medieval*, Buenos Aires, Fundación Hernandarias, Editorial Docencia, 2000.
- Dujovne, León, *La filosofía de la historia desde el Renacimiento hasta el s. XVIII*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1959.
- Durant, Will y Ariel, *La edad de Voltaire. Historia de la civilización europea occidental de 1715 a 1756, con una atención especial al conflicto entre la religión y la filosofía*, Buenos Aires, Sudamericana, 1973.
- Furlong, Guillermo, *Bibliotecas Argentinas durante la dominación hispánica*, Buenos Aires, Huarpe, 1944.
- -----, "Notas y aclaraciones sobre la enseñanza pública superior en Buenos Aires durante la época colonial", en *Contribuciones para el estudio de América-Homenaje al Doctor Emilio Ravignani*, Buenos Aires 1945: 249-270.
- -----, *Nacimiento y desarrollo de la filosofía en el Río de la Plata (1536-1810)*, Buenos Aires, Kraft, 1952.
- Gallardo, Guillermo, "Estudios superiores en Argentina hasta la independencia. La Universidad en su historia", *Cuadernos del Sur*, n. 66, 1970: 101-115.
- Garro, Juan Mamerto, *Bosquejo histórico de la Universidad de Córdoba*, Buenos Aires, Biedma, 1982.
- Glick, Thomas F. "Crítica a N. Stepan y L. Pyenson", *Quiju* 2, N. 3, 1985: 437-442.
- González, Enrique, "El rechazo de la Universidad de México a las reformas ilustradas, 1763- 1777", *Estudios de Historia Social y Económica de América*, Rev. Univ. Alcalá, Salamanca, n. 77, 1991: 94-114.
- Grant, Edward, "Medieval and Seventeenth Century Conceptions of an infinite void space beyond the Cosmos", *Isis* 60. part. 1, n. 201, 1989: 39-60.

- Hall, Rupert, *The Revolution in Science, 1500-1750*, London and N, York, Longman, 1983.
- Hazard, Paul, *El pensamiento europeo del siglo XVIII*, Madrid, Revista de Occidente, 1946 (Prólogo y traducción de Julián Marías).
- Herrera Restrepo, Daniel, “La lógica no ergotista de José Félix de Restrepo”, *Cuadernos de Filosofía Latinoamericana*, Bogotá, N. 40, 1989:110-136.
- -----, “José Félix de Restrepo, filósofo ilustrado”, *Ideas y Valores*, Ns. 85-86, 1991: 19-38.
- Hesse, Mary, “Realism and Evaluation in the History of Science”, *Changing Perspectives in the History of Science*, ed. by Mikulas Teich and Roberto Young, London, Heinemann, 1973: 127-147.
- Kant. M., *Filosofía de la historia. Respuesta a la pregunta ¿qué es la ilustración?*, Buenos Aires, Nova, 1964.
- Koyré, A., *Chute des corps et mouvement de la terre de Kepler à Newton (Histoire et documents d'un problème)*, Paris, Vrin, 1973.
- Kuhn, Thomas S. “Mathematical versus Experimental Traditions in the Development of Physical Science”, *The essential Tension. Selected Stuiies in Scientific Tradition and Change*, Chicago-London, The Univ, of Chicago Press, 1977, v. 3: 31-65.
- Leal, Ildefonso, *Historia de la Universidad de Caracas, 1721-1827*, Caracas, Univ. Central de Venezuela, 1963.
- Lebedev, Sergey, “Internalist- externalist dilemma as an Objectiv Contradiction of the methodological consciousness”, *6ht Ingternational congress of Logic, Methodology an Philosophy of Science- Abstracts*, Section 6, Hannover, 1979: 132-136.
- Lértora Mendoza, Celina A., 1. *La enseñanza de la filosofía en tiempos de la colonia. Examen de cursos manuscritos*, 1, Buenos Aires, FECIC, 1979.
- -----, “Un problema metodológico de historia de la ciencia latinoamericana: recepción vs. creación”, *Historia Social de las Ciencias. Sabios, médicos y boticarios*, Bogotá, Instituto Colombiano de Epistemología, 1986: 147-164.
- -----, “Los estudios superiores rioplatenses y su función en la dinámica cultural”, *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica*, Coordinador, José Luis Peset, Madrid, C.S.I.C. 1989, vol. 1; 389-422.
- -----, “La enseñanza de la Física en el Río de la Plata: tres ejemplos sobre la situación en el s. XVIII”, *Claustros y Estudiantes*, Coordinador Mariano Peset, Valencia, Universidad de Valencia, 1989, vol., 1: 393-410.
- -----, “Scoto frente a Newton: una visión del escotismo en el s. XVIII”, *Verdad y*

vida 51, I N. 202-203, 1993: 281-298.

- ----, "Introducción de las teorías newtonianas en el Río de la Plata", *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Ed. A. Lafuente, A. Elena y M. L. Ortega, Madrid, Doce Calles, 1993: 307-323.

- ----, La óptica newtoniana en el Río de la Plata: tres ejemplos de fines del s. XVIII", *Actas, VI Jornadas de historia del pensamiento científico argentino*, Buenos Aires Ed. F.E.P.A.I., 1994: 47-61.

- ----, "Bibliografía y fuentes para el estudio del curriculum de los colegios y universidades en Argentina colonial", en Margarita Menegus y Enrique González (coordinadores): *Historia de las universidades modernas en Hispanoamérica. Métodos y fuentes*, México, UNAM, 1995: 203-224.

- ----, "Scoto y el hilemorfismo aristotélico: cuestiones metodológicas", *Verdad y vida* 51, n., 202-203, 1993: 217- 231; y en *Via Scoti Methodologia ad mentem Joannis Duns Scoti* (Congreso Escotista Internacional 1993), Roma, 1995: 765-781.

- ----, *Fray Cayetano Rodríguez OFM, Sobre la luz. Libro VI del Curso de Física (1782)*, Transcripción, traducción, introducción y notas, C.A.L.M., Buenos Aires, Ediciones del Rey, 2004.

- ----, *Cayetano Rodríguez OFM. Curso de Física (1782)*, Transcripción, traducción, introducción y notas, C.A.L.M., Buenos Aires, Ed. FEPAI, 2005.

- ----, "Bibliografía newtoniana en el Río de la Plata colonial", *Newton en América. Simposio del III Congreso Latinoamericano de historia de las ciencias y la tecnología* (compiladora CALM), Buenos Aires Ed. F.E.P.A.I., 1995: 81-101

- ----, "La discusión sobre la gravitación universal en la enseñanza rioplatense (s. XVIII)", *Sociedad y educación. Ensayos sobre historia de la educación en América Latina*, Bogotá, Univ. Pedagógica Nacional y Colciencias, 1995: 223- 235.

- ----, "Manuel Moreno y la naciente ciencia argentina", *Científicos criollos e ilustración*, Diana Soto Arango, Miguel Ángel Puig Samper, María Dolores González Ripio (editores), Madrid, Doce Calles - Colciencias. Rudecolombia, 1999: 152- 167.

- ----, "Filosofía en Córdoba colonial: bibliografía y biblioteca", Marcela Aspell, Carlos A. Page (Cmp.), *La Biblioteca Jesuítica de la Universidad Nacional de Córdoba*, Córdoba, Ed. Eudecor, 2000: 103-122.

- ----, "La difusión de la nueva física y la ciencia nacional", *Boletín de Historia de la ciencia FEPAI*, 29, n. 37, 2000: 16-32.

- ----, "Nollet y la difusión de Newton en el Río de la Plata", *Proceedings of the XXth International Congress of History of Science (Liège, 20- 26 July 1997)*,

volume V: *The Spread of the Scientific Revolution in the European Periphery, Latin America and East Asia*, edited by Celina A. Lértora Mendoza, Efthymios Nicolaidis and Jan Vandersmissen, Brepols Turnhout, 2000: 123- 136.

- ----, “Autores postnewtonianos conocidos en el Río de la Plata”, *Congreso Internacional sobre Historia de las Universidades en América y Europa, 10 al 12 de julio de 2003, Córdoba*, Córdoba, Junta Provincial de Historia de Córdoba, 2003: 173-183.

- ----, “Bibliotecas coloniales franciscanas rioplatenses”, *Primer Congreso Sudamericano de Historia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, agosto 2003. Actas*, Santa Cruz, Museo de Historia, Univ. Autónoma Gabriel René Moreno, IPGH, 2004, CD, s/ índice.

- ----, “El fondo bibliográfico antiguo del Convento Franciscano de Jujuy”, *II Simposio sobre Bibliotecas y Archivos del Área Franciscana en América, España y Portugal. Un aporte a la historia de la cultura de los siglos XVII -XX. Buenos Aires. 26-28 de agosto de 2004*, Coordinadores Julio Bunader ofm, Celina A. Lértora Mendoza, S. Antonio de Padua, Ed. Castañeda, 2004, CD s/ índice; y en *Nuevo Mundo* n. 5/6, 2004-2005: 323-346.

- ----, *La enseñanza de la filosofía en tiempos de la Colonia. Análisis de cursos manuscritos*, II, Buenos Aires, Ed. FEPAL, 2007.

- ----, “Obras escotistas en Bibliotecas antiguas rioplatenses” (con Eduardo Bierzychudek), *Duns Scoto en América. Conmemoración del VIII Centenario de su muerte. IV Simposio sobre bibliotecas, archivos y museos del área franciscana en América*, San Antonio de Padua (Bs.As.), Ed. Castañeda, 2009, CD-ROM.

- ----, “Fuentes para la historia del escotismo en el Río de la Plata”, *Duns Scoto en América. Conmemoración del VIII Centenario de su muerte. IV Simposio sobre bibliotecas, archivos y museos del área franciscana en América*, San Antonio de Padua (Bs.As.), Ed. Castañeda, 2009, CD-ROM.

- ----, “La *translatio studiorum* y la *scholastica americana*: un tema actual”, *Revista Española de Filosofía Medieval* 25, 2018: 81-96.

- ----, “Fray Cayetano Rodríguez OFM. Curso de Física, 1782. Quaestio appendix pro Complemento Physicae Generalis” (ed. cr.) *Mediaevalia Americana* 6, N. 1, 2019: 61-.88; digital: www.medievaliamericana.org.

- ----, “Fray Cayetano Rodríguez. Curso de Física 1782. Prima Physicae Pars, Liber Primus. (ed. cr.) *Mediaevalia Americana* 7, n. 1, 2020: 115-144; digital: www.medievaliamericana.org.

- ----, “Fray Cayetano Rodríguez OFM. Curso de Física 1782. Prima Physicae Pars,

- Liber Secundus”, *Mediaevalia Americana* 7. N. 2, 2020: 99-126; digital: www.mediaevaliamericana.org.
- ----, “Fray Cayetano Rodríguez OFM. Curso de Física, 1782. Prima Physicae Pars, Liber Tertius”, (ed. cr.) *Mediaevalia Americana* 8, n. 1, 2021: 129-170; digital: www.mediaevaliamericana.org.
- ----, “Fray Cayetano Rodríguez OFM. Curso de Física, 1782. Prima Physicae Pars, Liber Quartus”, (ed. cr.) *Mediaevalia Americana* 8, n. 2, 2021: 103-133; digital: www.mediaevaliamericana.org.
- ----, “Fray Cayetano Rodríguez OFM. Curso de Física, 1782. Prima Physicae Pars, Liber Quintus” (ed. cr.), *Mediaevalia Americana* 9, n. 1, 2022: 701-100; digital: www.mediaevaliamericana.org.
- ----, Fray Cayetano Rodríguez OFM. Curso de Física, 1782. Prima Physicae Pars, Liber Sextus - Cuestiones 1 a 3 sobre la luz” (ed. cr.)”, *Mediaevalia Americana* 10, n. 1, 2023: 141-184; digital: www.mediaevaliamericana.org.
- Lértora Mendoza, Celina A. y María Cristina Vera de Flachs, “Benito Riba y la introducción de Newton en el Río de la Plata” con María Cristina Vera, *Ilustración y Educación. Comentarios de Textos*, Madrid, Doce Calles, 2009: 229-252.
- Levene, Ricardo, “Fundación de una Biblioteca Pública en el Convento de la Merced de Buenos Aires durante la época hispánica, en 1794”, *Humanidades*, La Plata, v.32, 1950: 27-51,
- Martínez Paz, Enrique, “Una tesis de filosofía del s. XVIII en la Universidad de Córdoba”, *Revista de la Universidad Nacional de Córdoba*, 6, 1919: 228-286.
- Mata Gavida, José, *Temas de filosofía moderna sustentados en 1785 en la Universidad de San Carlos de Guatemala*, Ed. bilingüe, traducida y anotada, Guatemala, Univ. de San Carlos, 1949.
- Mestre, Antonio, “Ilustrados y reforma universitaria: las escuelas”, *Universidades españolas y americanas*, Valencia, Generalitat Valenciana, 1987: 395-402.
- Micheli, Alfredo de, “Ilustración y ciencia en España y en la Nueva España”, *Logos*, 13, n. 36, 1985: 47-55.
- Moreno González, Antonio, “La física en los planes de estudio de la Universidad española (de mediados del siglo XVIII a comienzos del siglo XX)”, *Estudios sobre historia de la ciencia y de la técnica. Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 1988, v. 1: 407-420.
- Navarro, Bernabé, *Cultura mexicana moderna en el siglo XVIII*, México, Sem. de Historia de la Filosofía en México, 1964.

- Otero, José Pacífico, *Estudio biográfico sobre fray Cayetano José Rodríguez y recopilación de sus producciones literarias*, Córdoba, 1899
- Palacio, Eudoxio de Jesús, *Los Mercedarios en la Argentina (1535- 1754)*, Buenos Aires, Ministerio de Cultura y Educación, 1971.
- Paladines Escudero, Carlos, “Estudio introductorio”, *Pensamiento ilustrado ecuatoriano*, Quito, Banco Central del Ecuador, 1991.
- Peña, Roberto, “Noticia sobre la enseñanza de la filosofía en la Universidad de Córdoba durante el período jesuítico (1614-1767)”, *Actas del Primer congreso Nacional de filosofía*, Mendoza, Univ. Nacional de Cuyo, 1949, T. 3: 2103-2107.
- Plebe, Armando, *Qué es verdaderamente la Ilustración*, Madrid, Doncel, 1971.
- Pueyrredón, Alfredo, “La enseñanza de la filosofía en la Universidad de Córdoba bajo la Regencia Franciscana”, *Actas del Primer Congreso nacional de Filosofía*, cit., T.3: 2108-2117.
- Pyenson, Lewis, “Functionaries and Seekers in latin America: Misisionary Diffusion of the Exact Sciences, 1850-1930”, *Quipu* 2, n. 3, 1985: 420-436.
- Quiles, Ismael, “Obras de filosofía existentes en la Biblioteca Jesuítica de la Univ. de Córdoba en la fecha de la expulsión”, *Ciencia y fe*, 3, 1952: 73-85
- Quintero, Jorge E., *Ergotismo, ilustración y utilitarismo en Colombia (siglos XVIII y XIX)*, (II Simposio sobre el pensamiento filosófico latinoamericano, Santa Clara), Popayán, Univ. del Cauca, s/f.
- Quiroz-Martínez, Olga Victoria, *La introducción de la Filosofía Moderna en España. El eclecticismo español de los ss. XVII y XVIII*, México, 1968.
- Ramos Lara, María de la Paz, “La mecánica newtoniana y la institucionalización de la física en México”, *Newton en América*, Buenos Aires, ed. FEPAI, 1995: 11-16.
- Restrepo Forero, Olga, “José Celestino Mutis. El papel del saber en el Nuevo Reino”, *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*, N. 18-19, 1990-1991: 47-99.
- Rivera de Ventosa, Enrique, “La filosofía en Hispanoamérica durante la época de la emancipación”, *Actas del IV Seminario de Historia de la Filosofía Española*, Salamanca, Ed. Univ. de Salamanca, 1986: 175-193.
- ----, “Los jesuitas 'expulsos' por Carlos III dentro del desarrollo del pensamiento español”, *Actas del V Seminario de Historia de la Filosofía Española*, ed. Antonio Heredia, Salamanca, Univ. de Salamanca, 1988: 23-44.
- Robinsosn, Peter, “Revoluciones científicas y relatividad conceptual”, *Metamorfosis*, N. 9, 1978: 14-20 (traducción de Federico Ferro Gay).
- Rudé, George, *Europa en el s. XVIII, la aristocracia y el desafío burgués*, Madrid, Alianza, 1978.

- Ruiz Guiñazú, Enrique, *El Deán de Buenos Aires, Diego Estanislao de Zavaleta, orador sagrado de Mayo, Constituyente, opositor a la tiranía, 1769-1842*, Buenos Aires Peuser, 1952.
- Saladino García, Alberto, “Los métodos de estudio de la historia de la ciencia”, *I Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias y la Tecnología, Resúmenes*, La Habana 1985: 271-272.
- Salazar Ramos, Roberto, “Universidad y cultura colonial”, *Cuadernos de Filosofía latinoamericana* (Bogotá) N.21,1, 1984: 4-24.
- Santorsola, María Victoria, *Tradición filosófica española y Modernidad incipiente en el ámbito académico de Córdoba (1813-1823. Aproximaciones historiográficas a partir del andamiaje hermenéutico gadameriano*, Buenos Aires, Ediciones FEPAI, 2016
- Soto Arango, Diana, *Mutis: filósofo y educador*, Bogotá, Univ. Pedagógica Nacional, 1990.
- ----, *Polémicas universitarias en Santa fe de Bogotá, siglo XVIII*, Santafé de Bogotá, Univ. Pedag. y Colciencias, 1993.
- ----, *La ilustración en las Universidades y Colegios Mayores de Santa Fe, Quito y Caracas. Estudio bibliográfico y de fuentes*, Santafé de Bogotá, Univ. Pedag. Nac. y Colciencias, 1994.
- Soto Arango, Diana y Luis Carlos Arboleda, “Introducción de una cultura newtoniana en las universidades del virreinato de la Nueva Granada”, *Newton en América*, Buenos Aires, Ed. FEPAI, 1995: 29-66.
- Stegmüller, Wolfgang, “Accidental ('non-substantive') Theory Chance and Theory Dislodgment”, *Paradigms and Revolutions* ed. by G. Gutting, Notre Dame Univ, Press, 1980: 75-93.
- Ten, Antonio E. “El Convictorio Carolino de Lima y la introducción de la ciencia moderna en el Perú virreinal”, *Universidades españolas y americanas*, Valencia, Generalitat Valenciana, 1987: 519-533.
- ----, “Ciencia e Ilustración en la Universidad de Lima”, *Asclepio* 40, N. 1, 1988: 187-221.
- Torre Revello, José Miguel, “Lista de libros embarcados para Buenos Aires en los ss. XVII y XVIII”, *Boletín del instituto de Investigaciones Históricas* (Buenos Aires) N. 101, 1930: 292-50.
- Valjavec, V., *Historia de la Ilustración en Occidente*, Madrid, Rialp, 1964.
- Zuretti, Juan Carlos, “La crisis de la Filosofía en el s. XVIII y los autores conocidos en la Universidad de Córdoba”, *Estudios* (Buenos Aires) abril 1947: 128-134.

- -----, “La orientación de los estudios de filosofía entre los franciscanos en el Río de la Plata”, *Itinerarium* (Buenos Aires) 4, n. 10, 1947: 199-207.
- -----, “Tesis sobre Filosofía y Ciencias, defendidas en 1792 en el Real Colegio de San Carlos de Buenos Aires”, *Revista de la Universidad de Buenos Aires*, octubre-noviembre 1948: 516-533.
- -----, “Algunas corrientes filosóficas en Argentina durante el período hispánico: la llamada Filosofía Moderna”, *Actas del Primer Congreso Nacional de Filosofía*, Mendoza, 1949, T. 3: 2122-2128.

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

ÍNDICE

Presentación	5
1. Introducción histórico-metodológica	9
1.El marco histórico	9
2. La cuestión metodológica	13
2. Fuentes foráneas de recepción	21
1. Recepción académica	21
2. Biblioteca newtoniana <i>stricto sensu</i>	33
3. Análisis de los documentos académicos	65
1. Descripción del contenido newtoniano de los documentos	65
2. Estudio de casos especiales	78
4. Fuentes usadas en los cursos: análisis	111
1. Descripción de las citas y los contextos	111
2. Determinación de los textos principales de uso	154
3. Análisis del tratamiento en dichos textos	157
4. Observaciones y conclusiones	158
5. Discusión y conclusiones	161
1. Aspectos histórico-críticos de la <i>translatio</i> newtoniana	161
2. Aspectos histórico-sociales	165
3. Difusión de la nueva física y ciencia nacional	170
4. Conclusión general	182
Cursos manuscritos	185
Textos de los cursos manuscritos - Presentación general	187
Benito Riva SJ	
<i>Physica</i>	189
José Rufo SJ	
<i>Tripartitae Philosophiae tertia Pars</i>	207

Pantaleón Rivarola	
<i>Tertia Philosophiae Pars: Metaphysica</i>	239
Cayetano Rodríguez OFM	
<i>Tertia Philosophiae Pars - Nimirum Physica</i>	265
Elías del Carmen Pereyra OFM	
<i>Physica Generalis nostri Philosophici Cursus pars tertia</i>	301
Mariano Medrano	
<i>Tertia Philosophiae pars scilicet Physica generalis</i>	339
Diego Estanislao de Zavaleta	
<i>Elementa Philosophiae Universae</i>	
<i>Secunda pars seu Physica Generalis</i>	367
Fernando Braco OFM	
<i>Pars tertia Philosophiae scilicet metaphysica</i>	421
Biblioteca newtoniana	447
Presentación Biblioteca Newtoniana	449
Isaac Newton	
<i>Philosophiae naturalis principia mathematica</i>	459
Juan Bautista Cardenal Ptolomeo SJ	
<i>Philosophia Mentis et Sensuum</i>	493
Juan Bautista Duhamnel	
<i>Philosophia Vetus et Nova</i>	532
Tomás Vicente Tosca	
<i>Compendium Philosophicum</i>	549
Christian Wolff	
<i>Elementa Matheseos Universae</i>	629
José Antonio Ferrari de Modoetia	
<i>Veteris et Recentioris Philosophiæ Dogmata</i>	637
Fortunato Brixia	
<i>Philosophia sensuum mechanica methodice tractate</i>	719
Abate Nollet	
<i>Leçons de Physique Experimentale</i>	753

NEWTON EN EL RÍO DE LA PLATA – ÍNDICE

Teodoro de Almeida	
<i>Física Experimental, o Instituciones de la Natural Filosofía</i>	789
Benito Jerónimo Feijóo	
<i>Theatro Critico</i>	795
Abad Noel Antonio Le Pluche	
<i>Espectáculo de la Naturaleza</i>	805
Biblioteca Newtoniana - Fuentes bibliográficas	819
Bibliografía citada	833

CELINA A. LÉRTORA MENDOZA

Las teorías newtonianas en los cursos coloniales de

Benito Riva SJ

Physica

José Rufo SJ

Tripartitae Philosophiae tertia Pars

Pantaleón Rivarola

Tertia Philosophiae Pars: Metaphysica

Cayetano Rodríguez OFM

Tertia Philosophiae Pars - Nimirum Physica

Elías del Carmen Pereyra OFM

Physica Generalis nostri Philosophici Cursus pars tertia

Mariano Medrano

Tertia Philosophiae pars scilicet Physica generalis

Diego Estanislao de Zavaleta

Elementa Philosophiae Universae Secunda pars seu Physica Generalis

Fernando Braco OFM

Pars tertia Philosophiae scilicet metaphysica



F.E.P.A.I

