

# BOLETÍN DE HISTORIA DE LA CIENCIA

Director: Ignacio Daniel Coria

*Año 31, n° 61*

*1° Semestre 2012*

## ÍNDICE

El Padre Buenaventura Suárez, SJ. y su aporte al desarrollo inicial de la ciencia astronómica paraguaya <i>Julio Rafael Contreras Roqué</i>	3
Estado actual de la investigación sobre fuentes académicas coloniales de las ciencias físico naturales <i>Celina A. Lértora Mendoza</i>	13
*	
Dossier documental Manual dwe Frascati 2002 (1)	30

## ***Boletín de Historia de la Ciencia***

Director: Ignacio Daniel Coria

### Comité Asesor

*Abel Luis Agüero* (Facultad de Medicina - UBA, Buenos Aires)

*Ana María Alfonso-Goldfarb* (Centro Simão Matías - PUC - San Pablo)

*Luz Fernanda Azuela* (Facultad de Geografía - UNAM - México)

*Márcia Ferraz* (Centro Simão Matías - PUC - San Pablo)

Copyright by Ediciones FEPAI, M. T. de Alvear 1640, 1° E, Buenos Aires.

e-mail: fundacionfepai@yahoo.com.ar

Queda hecho el depósito de Ley 11.723. Se permite la reproducción total o parcial del contenido de este Boletín, siempre que se mencione la fuente y se nos remita un ejemplar.

**ISSN 0326-3312**

**El Padre Buenaventura Suárez, SJ.  
y su aporte al desarrollo inicial de la ciencia astronómica paraguaya**

*Julio Rafael Contreras Roqué*  
Inst. IBIS, Univ. Nac. de Pilar, Ñeembucú, Paraguay

El desarrollo de la ciencia, particularmente de las exactas y naturales en el Nuevo Mundo se concentró en las ciudades con mayor organización política y que contaron desde poco después de la conquista con universidades, como el Perú y México. Los demás asentamientos de contribuciones de valía se distribuyeron en forma más aleatoria y dispersa y llegaron a abarcar, como en el caso que nos ocupa a la distante y aislada zona misionera del Paraguay colonial.

Entre las ciencias exactas se contó la Cosmografía, que originada a partir de la obra de ese título de Claudio Ptolomeo en el siglo II de nuestra Era, se entendía en el sentido de su tiempo, esencialmente postrenacentista en su inicio, como un campo particular de convergencia de las matemáticas prácticas con la astronomía, la geofísica e incluso, con la geografía física. Fue un área del conocimiento de particular relevancia en el desarrollo de la navegación, en la orientación geográfica terrestre y marina, y en la predicción de los acontecimientos astronómicos y también en los fundamentos y avances de la cartografía. Por eso recibió especial atención de los reyes y príncipes, creándose tempranamente cargos como el de Cosmógrafo Real y Cosmógrafo Mayor en el Portugal de Enrique el Navegante [siglo XIV] y en las coronas ibéricas de Aragón y de Castilla. Ya unificada España se desarrolló una verdadera escuela de Cosmografía en Sevilla. Centrado el interés en este aspecto del conocimiento, el mismo ejerció un enorme arrastre en el fundamental de las matemáticas y de la astronomía.

El Virreinato del Perú, del que dependió el Paraguay hasta 1776, creó el cargo de Cosmógrafo Mayor. Eduardo Dargent Chamot (2009), dice:

“En 1630 se establece el cosmografiato en el Parù, nombrándose primero en el cargo a Francisco de Quiroz. Sabemos que este primer cosmógrafo del Perú publicó un Tratado de navegación con tablas de declinación del sol. De Quiroz y de su sucesor Diego de León es muy poco lo que se sabe al punto que muchos han pensado que el cosmografiato recién se inició con Francisco

Ruíz Lozano, quien en realidad sucedió a Diego de León en 1662. Los quince años que duró la dirección de Ruíz Lozano son los que en verdad inician los estudios científicos modernos en el país. Entre la obra de este cosmógrafo se encuentra un Derrotero general de la Mar del Sur, que contenía tablas de declinación del sol y de las estrellas de primera magnitud, publicó Lunarios con importante información astronómica dirigida especialmente a los navegantes, pero tal vez su obra cumbre en el tema que nos ocupa fue el Tratado de Cometas, observación y juicio del que se vio en esta Ciudad de los Reyes, y generalmente en todo el mundo, por los finales del año 1664 y principios de 1665. Fue publicado en Lima en 1665 y tiene el mérito de ser el primer trabajo astronómico salido de una imprenta de la América Meridional. A la muerte de Ruíz Lozano, lo sucedió en el cargo [que ahora era] de Cosmógrafo Mayor del Reino el flamenco Juan Ramón Coninck, natural de Malinas y primer profesor de la Cátedra de Matemáticas de la Universidad de San Marcos en Lima. Al hacerse cargo Coninck del cosmografiato, comenzó a publicar una serie de Anuarios, que continuó hasta su fallecimiento, producido en 1709, fue sucedido por el limeño Pedro de Peralta y Barnuevo [1663-1743] quien lo desempeñaría hasta sus últimos días”.

Peralta y Barnuevo publicó sus Observaciones Astronómicas en 1717, e inició y sostuvo entre los años 1711 y 1743 un nuevo anuario El Conocimiento de los Tiempos, que años después proseguiría el médico y polígrafo aragonés Cosme Bueno [1711-1798], pero entre ambas personalidades, el cargo de Cosmógrafo Mayor del Reino fue desempeñado desde 1744 hasta 1749 por el francés Louis Godin [1704-1760], quien fuera miembro de la expedición de La Condamine y Bourger (Adrien Favre, 1938), desde ese año hasta 1760 por el jesuita Juan Reher [1691-1756], nativo de Praga.

Adicionalmente no podemos olvidar la permanencia en el Río de la Plata y después en Chile y el Perú entre 1707-1713, del sacerdote Louis Feuillée [1660-1732] de la congregación de los mínimos de San Francisco de Paula, que era físico, matemático y naturalista (Chardon, 1945; Rípodas Ardanaz, 2002), que pudo hacer ejercido un influjo directo cuando Buenaventura Suárez [1679-1750] ya era egresado de la Universidad de Córdoba, en la que estudió entre 1696 y 1706 y había pasado este último año a las Misiones del Paraguay, en las que prontamente comenzó a realizar observaciones y mediciones astronómicas, que según varios de sus biógrafos trascendieron pronto en el resto del continente y en Europa.

Vemos así cómo en la capital virreinal se daban los nexos e incentivos como para que se desarrollara localmente la ciencia cosmográfica y cualquiera de sus allegadas, en especial la astronomía. Además, está la relación directa de la Compañía de Jesús con este tipo de investigaciones, a través del padre Reher, especialmente en los años más activos de la carrera científica de Buenaventura Suárez, desarrollados entre 1706 y 1750.

De parte de la Corona y también con directo interés en la Compañía de Jesús por sus densos vínculos en ultramar, existía una especial atención a ese tipo de estudios, puesto que no podemos dejar de lado en esta síntesis el problema de las longitudes geográficas, que a nivel universal aún no estaba resuelto cuando se incorporó a sus tareas misionales en el Paraguay Buenaventura Suárez en cercana coincidencia con la llegada de Cosme Bueno al Perú en 1730, y que recién se pudo manejar con cierta precisión pasada la primera mitad del siglo XVIII, en la medida en que los navegantes fueron dotados no sólo de los fundamentos teóricos físicos y astronómicos para determinarla, sino también del instrumental adecuado para las determinaciones pertinentes, especialmente de telescopios para las observaciones estelares y de relojes de precisión capaces de soportar las agitaciones de los navíos. Asociadas ambas dotaciones instrumentales se daba la única forma posible de coordinar y complementar las observaciones astronómicas en puntos geográficos dados, integrándolas sobre el substrato planetario.

No faltaba en América, en Lima, posiblemente en forma parcial en Córdoba y en Bogotá, y en las misiones jesuíticas mayores, la literatura científica precursora que ya comenzaba a estar, aunque incompleta y dificultosamente, a disposición de los estudiosos, como el que autores coloniales peruanos denominan el Diario de los Sabios, del año 1680: Se trata del nombre traducido del primer periódico científico, publicado en París desde el 5 de enero de 1665, denominado *Journal des Sçavans*. Téngase en cuenta que el sentido de la época de las calificación de *Sçavans* (hoy un término francés arcaico, reemplazado por *Savants*, que es más específicamente referido a científicos) se refería a “eruditos”.

Esta referencia denota el refinado relacionamiento limeño con los progresos europeos del saber de los universitarios y cosmógrafos de Lima, algo imposible en Buenos Aires o en la Asunción de aquellos años, aunque mientras estuvieron los jesuitas y como ya lo adelantamos, es muy probable que se recibieran en el área misionera publicaciones de esta naturaleza, incluyendo los célebres *Journaux de Trévoux* (publicados en Francia con participación jesuítica) implicó una

compenetración más que superficial en las nuevas ideas. Es posible que contribuyera fuertemente a esta actitud la llegada de La Condamine y de algunos de sus compañeros al Perú que, seguramente, habrán sido buenos interlocutores acerca de estos temas.

Recuérdese que los primeros artículos científicos del área rioplatense se enviaron desde San Cosme y Damián en el Paraguay: fueron un par de breves escritos astronómicos del padre Buenaventura Suárez, S. I. (Asúa, 2004, 2005; 2008; Asúa y Hurtado de Mendoza, 2004), que aparecieron en las *Transactions of the Royal Society*, de Londres, en los años 1747 y 1748.

En la correspondencia del ilustrado viajero José Perfecto de Salas [1714-1799], con nutrida actuación en Lima, intercambiada con José Antonio de Rojas [1732-1816], ilustrado, patriota y bibliófilo chileno, se menciona la existencia de colecciones prácticamente completas del *Journal des Sçavans* en Lima y en Santiago de Chile, además de una serie de publicaciones científicas de igual calidad y mérito (Ricardo Donoso, 1963, cap. XIV, pp. 377, *passim*). Ignoramos hasta qué punto la Orden jesuítica facilitaba el flujo interno de esa información, pero el hecho de la gran coherencia en los aportes cosmográficos, médicos, naturalistas y científicos en general de la Orden, que se suceden casi inmediatamente a las instalaciones efectivas de la misma en la provincia del Paraguay, en 1607, como surge de los aportes históricos de Guillermo Furlong (1919, 1945, 1947a,b, 1948, 1969), habla a favor de una acción activa de estímulo y apoyo, que es la que habría permitido, ni bien el joven sacerdote Buenaventura Suárez demostró estar capacitado por su dominio de las matemáticas y del saber cosmográfico moderno necesario para ello, que se le autorizara y se lo dotara de elementos para construir, a partir de 1706, su observatorio astronómico, siguiendo el modelo del primero instalado en América del Sur, en Recife, por el naturalista y astrónomo germano Georg Marcgrave o Marcgravius [1610-1648], en 1639.

Gracias al mismo publicó Marcgrave una de las primeras obras introductorias astronómicas americanas, su *Progymnastica Mathematica Americanae*, pero su telescopio era directamente europeo y de alta calidad para su tiempo, mientras el que instaló en San Cosme y Damián el padre Buenaventura Suárez estaba construido artesanalmente con elementos locales. Lo hizo con apoyo de los catecúmenos indígenas y llegó a construir más de un aparato que iban desde los 2,20 hasta los 4,60 metros de longitud (Kriegler y Villegas V., 2009). Dijo al respecto Juan María Gutiérrez (1868) de su labor: “Vióse en la necesidad de construir los instrumentos

de observación con sus propias manos, empleando las maderas tersas y consistentes de los bosques vírgenes, en aquellas piezas que requerían bronce o platina para recibir las delicadas graduaciones con que se miden las distancias entre los astros y se señalan sus pasos por el meridiano”. Los lentes estaban tallados en cristal de roca (cuarzo, material duro y muy difícil de pulir) seguramente traídos de áreas del noreste de la actual provincia argentina de Misiones.

Además (Lértora Mendoza, 1993, 1994, 2000; Telesca, 2011) dan cuenta para los años formativos del joven sacerdote santafesino de la activa introducción y manejo de las teorías en boga del siglo XVI, mientras que a lo largo de su vida fue paulatinamente impregnándose de las más modernas, que se instalaban con sensible retraso en el área americana y rioplatense. Suárez, llevado por su vocación misional, no dejó nunca de lado su interés por las ciencias, en particular las matemáticas (Furlong, 1969: 426). Este último nos dice:

“Nacido en 1679, Suárez sólo pudo conocer en las postrimerías de su larga y bien aprovechada vida la creación del método de las coordenadas, cuyo hallazgo correspondió a Descartes [1596-1650], y la creación del cálculo infinitesimal, cuyo descubrimiento debióse a Newton y Leibniz, pero es indudable, y basta hojear sus escritos éditos e inéditos para comprobar que si no conoció los ricos filones de la moderna ciencia de las matemáticas, le eran bien conocidos y supo él explorar, con genio, los viejos y gloriosos filones tan bellamente y tan sabiamente aprovechados por John Nepper [1550-1617], por Henry Briggs [1561-1630], por Johannes Kepler [1571-1630] y por Galileo Galilei [1564-1642]”.

En la Provincia del Paraguay Suárez fue desde su inicio como misionero destinado a la misión de San Cosme y Damián, situada cerca de la actual ciudad de Encarnación. Era relativamente pequeña pues en 1767, al ser expulsados los jesuitas por decisión real de Carlos III contaba sólo con 260 indígenas reducidos. En ella llevó a cabo Suárez intensas actividades médicas, además de avanzar continuamente en sus trabajos científicos.

Félix de Azara (1904: 95, 96), que en su viaje a las Misiones efectuado en 1786, cuando estaban ya prácticamente abandonadas a su suerte las pertenencias de la antigua reducción, pudo ver “...donde estaba el pueblo de San Cosme cuyos vestigios se conocen, y hay un ranchito. Aquí es donde el mencionado P. Diego Suárez (sic) hizo sus observaciones y compuso su Lunario para cien años, haciendo

pasar el primer meridiano por este lugar...” y además, “...hallé un cuarto de círculo astronómico de 14 pulgadas de radio hecho de madera y fabricado por el P. Diego (sic) Suárez...”, del que critica su relativa inexactitud en relación con el instrumental europeo de avanzada que llevaba el naturalista aragonés. Véase al respecto Contreras Roqué (2011: 196).

En la que fuera la plaza mayor de la antigua misión se ha hallado un notable reloj de sol tallado en la piedra de una columnata trunca, con líneas horarias incisas y un indicador vertical de forma triangular. Es un bello artefacto que habla aún hoy de los afanes de conocimiento y de la habilidad instrumental del P. Buenaventura Suárez, seguramente ayudado en la ejecución por indígenas entrenados. La propia evolución del tamaño de las lentes indica el perfeccionamiento tecnológico que iba logrando, puesto que los últimos telescopios alcanzaron a usar algunas que, superando a las primeras de 13 a 16 pulgadas de diámetro, llegaron a las 18, 20 y 23 pulgadas.

Gracias a ese instrumental llegó a elaborar trabajos acerca de Marte e hizo el seguimiento de la trayectoria anual de Venus. Describió la superficie lunar y realizó mapas celestes de bastante precisión. Pudo también estudiar los anillos de Saturno, que había descubierto en 1655 el físico y astrónomo Christiaan Huygens [1629-1695] en Holanda. Otra tarea meticulosa que desarrolló Suárez durante cerca de trece años, fue la observación de los satélites de Júpiter. Publicó Tablas astronómicas, mapas del cielo y datos calendarios de alto valor en su disciplina y apenas realizados en latitudes australes como la del Paraguay. Pero, su obra más publicada y difundida es el Lunario, sobre el que volveremos más adelante.

Como síntesis de la labor científica de Buenaventura Suárez podemos enunciar principalmente sus trabajos acerca del pasaje del planeta Venus por el disco del sol, un acontecimiento astronómico conocido como el “tránsito de Venus” por delante del sol., que tiene lugar cuando se encuentran alienados los planetas Tierra y Venus con el disco solar al que el segundo de estos planetas perfila su silueta sobre el disco solar inflamado, de modo que sólo puede ser percibido mediante instrumental que atenúe el brillo solar. Es perceptible sólo en los meses de junio y diciembre, en la cercanía de los solsticios. Se trata de un fenómeno poco frecuente, con cuatro tránsitos a lo largo de 243 años, agrupados de a pares distanciados los pasos de cada uno entre sí ocho años. Las observaciones de Suárez databan de junio de 1716 y seguramente el jesuita tuvo en sus manos una copia del trabajo en el que Edmund Halley, en Inglaterra, predijo que el siguiente tránsito se daría en diciembre de 1761.



Como fenómeno astronómico fijo y predecible –aunque con ciertas variaciones por la atracción gravitacional terrestre sobre la órbita de Venus– se consideraba de gran valor en cuanto a su observación confirmatoria desde distintos ángulos de paralaje, para la confirmación y predicción de otros fenómenos celestes. El valor de los trabajos de Suárez (Asúa, 2004, 2008) es doble: el científico en sí, que incorporó la observación a una red de datos para la cual hasta se enviaron expediciones científicas europeas a zonas alejadas. Pero, desde una perspectiva de la historia de la ciencia significa algo alentador para impulsar el desarrollo de la conciencia científica paraguaya, hoy en trance de activación, puesto que los primeros trabajos científicos de toda el área rioplatense que se publicaron en una revista internacional de alta valía como las *Transactions of the Royal Society* de Londres. Fueron dos, ambos sobre el mencionado fenómeno del tránsito de Venus, realizados en el Paraguay y por parte de un nativo del virreinato del Río de la Plata.

En cuanto al Lunario de un siglo, ésta obra es el fruto de una enorme labor de años, de cálculo y meditación, que suministra información a la que describe someramente el propio título de la obra como lo damos a conocer en la bibliografía de esta contribución. Como dice Furlon (1969: 427), pocos libros científicos rioplatenses “...entre 1536 y 1968 han tenido un éxito tan lisonjero”. Más allá de la exageración y parcialidad, pues ignora a Ameghino, a De Robertis y a Houssay, entre muchos otros, se trata de algo notable.

El libro, destinado a ser útil a los americanos durante un siglo tuvo más éxito en Europa, donde mereció varias ediciones. Además llevaba incluida una sección con correcciones geográficas para los madrileños que usaran la obra. Predijo eclipses y otros acontecimientos celestes y se atuvo a equivalencias de latitud y de hemisferio, haciendo una tabla de diferencias de tiempo en tan variadas localizaciones como Amsterdam, Asunción, Berlín, Cabo de Buena Esperanza, Córdoba del Tucumán, Edinburgo, Gante, La Habana, Cantón, Lima, Londres, Martinica, México, Pekín, Roma, Siam, Stockholm, Varsovia y otras ciudades.

Sigue Buenaventura Suárez a través del siglo que define en el título de la obra, las fases de la luna y los eclipses, con sus variantes horarias a través del espacio y lo hace con notable precisión. Furlong (op. cit.: 429) menciona las opiniones del sabio astrónomo jesuita del siglo XX, José Ubach, quien refuerza la creencia –que compartimos plenamente– de que se trata de una obra desmesurada, gigantesca, terriblemente difícil de componer y de imaginar siquiera en todas sus dimensiones. Revela en el autor facultades particularísimas que, quién sabe qué hubieran brindado

en un medio más dotado y competitivo. Tengamos en cuenta que careció de libros y elementos de apoyo, en especial de las publicaciones de colegas y predecesores, harto difíciles de reunir en América y que ni siquiera en la actualidad se hallan en repositorios sudamericanos.

La de Buenaventura Suárez, un verdadero apóstol misionero, dedicado al bien físico y espiritual de los indígenas reducidos, pues tenía habilidades y conocimientos médicos y le tocó afrontar epidemias graves, es una obra apenas parangonada en tierras del antiguo virreinato y corresponde a ese fructífero y apasionado siglo XVIII que cuenta, refiriéndonos localmente al Paraguay, con los también gigantescos esfuerzos de Félix de Azara, Florián Paucke, Joseph Sánchez Labrador, Martín Dobrizhoffer, y hasta de otros más lejanos en su sede pero igualmente volcados sobre el país como los de Charlevoix y de Cosme Bueno. Todos ellos requieren más conocimiento y comprensión y puede ser una buena tarea generacional su revaloración y rescate. El haberlos olvidado es también parte de un lamentable descuido de los años que nos separan del promisorio novecientismo paraguayo y que desembocan en la crisis acontecida en buena parte del siglo XX y agravada en lo que va de éste.

### **Bibliografía**

- Asúa, Miguel de, “The publication of the Astronomical observations of Buenaventura Suárez S. J. (1679-1750)”, *European Scientific Journals. Journal of Astronomical History and Heritage*, 7, N 2, 2004: 81-84.
- ----- “Algunas observaciones astronómicas efectuadas en Paraguay por el [Rev. B. Suárez, S. I.] comunicada a la Royal Society por [Jacob de Castro Sarmento, M. D.]. *Ciencia Hoy*, Buenos Aires, vol. 15, N. 85, febrero-marzo 2005: 56-59.
- ----- “Names which he Loved, and Things Well Worthy to be known: Eighteenth-Century Jesuit Natural Histories of Paraquaria and Rio de la Plata”, *Science in Context*, 21, N. 1, 2008: 39-72.
- Asúa, Miguel de y Diego Hurtado de Mendoza, “Ciencia en las Misiones Jesuíticas. La astronomía de Buenaventura Suárez, S. J. (1679-1750)”, *Stromata*, 60, 2004 [fide, Asúa, 2008].
- Azara, Félix de, *Geografía Física y Esférica de las Provincias del Paraguay y Misiones Guaraníes*. Compuesta por Don Félix de Azara, Capitán de Navío de la Real Armada en la Asunción de Paraguay. Año de MDCCXC (1790) (Manuscrito en la Biblioteca Nacional de Montevideo) Bibliografía, Prólogo y Anotaciones por Rodolfo R. Schuller. Montevideo, Anales del Museo Nacional de Montevideo,

Sección Histórico-Filosófica, Tomo I, en 4º mayor, 1904, pp. I-CXXXII + 1-478, 10 láminas, 6 mapas, retrato.

- Chardon, Carlos E., *Los naturalistas en la América Latina*. Tomo I. *Los siglos XVI, XVII, XVIII*. Alejandro Humboldt, Carlos Darwin, La Española, Cuba y Puerto Rico. Editorial del Caribe, Santo Domingo, 1949, pp. 1-336 + láminas I-XXVII.

- Contreras Roqué, Julio Rafael, *Félix de Azara. Su Vida y su época*. Tomo Segundo. El despertar de un naturalista. La etapa paraguaya y rioplatense (1782-1801). Diputación Provincial de Huesca, Zaragoza, 2011, pp. 1-467. Ilustrado.

- Dargent Chamot, Eduardo, *El observatorio astronómico de Lima*, 2009.

En: <derroteros.perucultural.org.pe/textos/edu.doc>.

- Donoso, Ricardo, *Un letrado del siglo XVIII, el doctor José Perfecto de Salas*. Tomo I. Con una advertencia de Ricardo R. Caillet-Bois. Instituto de Historia Argentina “Emilio Ravignani”, Facultad de Filosofía y Letras, Buenos Aires, 1963.

- Favre, Adrien, “Un Centenario olvidado. El viaje de La Condamine”, *Boletín del Instituto de Investigaciones Históricas* (Bs. As.) Año 16, T. 22, N. 73-76, 1938: 23-29.

- Furlong, Guillermo, “El primer astrónomo argentino: Buenaventura Suárez”, *Estudios* (s. As.) 17, 1919: 107-117 y 172-185.

- Furlong, Guillermo, *Matemáticos argentinos durante la dominación hispánica*, Bs. As., Cultura Colonial Argentina, III, Editorial Huarpes, 1945.

- Furlong, Guillermo, *Médicos argentinos durante la dominación hispánica*. Prólogo del Dr. Aníbal Ruiz Moreno, Bs. As., Cultura Colonial Argentina VI, Ed. Huarpes, 1947.

- Furlong, Guillermo, *Nacimiento y desarrollo de la filosofía en el Río de la Plata (1536-1810)*, Bs. As., Ed. Guillermo Kraft Ltda., 1947.

- Furlong, Guillermo, *Naturalistas Argentinos durante la dominación hispánica*. Prólogo de Gregorio Williner, Bs. As., Cultura Argentina VII, Ed. Huarpes, 1948.

- Furlong, Guillermo, *Historia social y cultural del Río de la Plata, 1536-1810. El trasplante cultural. La Ciencia*, Bs.As., TEA, Tipografía Editora Argentina, 1969

- Gutiérrez, Juan María, *Noticias históricas sobre el origen y desarrollo de la enseñanza pública superior en Buenos Aires*, Bs. As., 1868: 181-218.

- Keriegler, Reinhold R. y Martha A. Villegas V., “Buenaventura Suárez (1769-1749). Un destacado astrónomo de Sudamérica y su hermoso reloj de sol de San Cosme y Damián”, *Carpe Diem, Revista Gnomónica*, N. 29, marzo de 2009, p. 1-16, en versión impresa (original digital).

- Lértora Mendoza, Celina A., “2Introducción de las teorías newtonianas en el Río de la Plata, Mundialización de la Ciencia y la Cultura Nacional”, 1993: 307-323.

- Lértora Mendoza, Celina A., “Fuentes para la historia de la astronomía de los siglos XIV y XV. Eclipses y tablas”, *Mathesis* (México) 10, 1994: 291-312.
- Lértora Mendoza, Celina A., “Difusión de la nueva Física y Ciencia Nacional”, *Boletín de Historia de la Ciencia* (Bs. As.)19, N. 37, 2000: 16-32.
- Suárez, Buenaventura, *Lunario de un siglo. Que comienza en Enero del año de 1740, y acaba en Diciembre del año de 1841, en que se comprehenden ciento y un años cumplidos. Contiene los aspectos principales del Sol y Luna, esto es las Conjunciones, Oposiciones, y Quartos de la Luna con el Sol, según los movimientos verdaderos y en la noticia de los Eclipses de ambos Luminares que serán visibles por todo el siglo en estas Misiones de la Compañía de Jesús en la Provincia del Paraguay...* Imprenta de Francisco da Silva, Lisboa, 1743. pp. [4] + 1-204 [reimpresión facsímil en pdf de Brián Ginés Bejarano y Nani Morello, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, de la segunda edición de esa obra, pues de la primera no quedan ejemplares conocidos].
- Telesca, Ignacio. “La Astronomía en las Misiones Jesuíticas. Buenaventura Suárez, S. J. Un poeta de la ciencia”, Asociación de Aficionados a la Astronomía - Planetario Buenaventura Suárez, 2011; en Internet:  
<http://www.astropar.org/hml/astronomiajesuitas.hatmul>

## Estado actual de la investigación sobre fuentes académicas coloniales de las ciencias físico naturales

Celina A. Lértora Mendoza  
Conicet- Bs. As.

### Introducción

Antes de abordar el tema específico de este trabajo, es necesario establecer algunas precisiones sobre el concepto y alcance de “ciencia” en la época que nos ocupa, y que suele coincidir con la denominada “ciencia moderna”.

La llamada “ciencia moderna” abarca un largo período que va de mediados del siglo XVI a fines del XIX. Como nos ocupamos de la época colonial, el siglo XIX no nos interesa ahora. Pero en los demás siglos hay que distinguir

- diferentes etapas
- diferentes ramas científicas

Tomemos en consideración las tres ramas científicas que tuvieron que ver con los estudios académicos, que son a los que me referiré en este trabajo.

Para la **Física** los períodos a considerar son los siguientes:

- a. Renacentista, con las Academias (como la del Lincei), época en que se genera la polémica antiescolástica;
- b. Experimentalista (siglo XVII) al que también se suele llamar, para América “ciencia barroca”; se aprecia un predominio pragmático del método inductivo teorizado por Francis Bacon (aunque los científicos le hicieron poco caso). Desde el punto de vista de los avances lo más importante es la mecánica galileana;
- c. La nueva física, que se introduce con los *Principia* de Newton a fines del XVII y se consolida a lo largo de todo el XVIII. Lo decisivo de esta etapa es una nueva teoría física unificada a escala terrestre y cósmica, es decir, una teoría que permitiera integrar la mecánica galileana con las leyes de Kepler. La física postnewtoniana toma dos direcciones, conforme a las dos grandes ramas de interés del propio Newton: a) la física general, cuyo continuador en el siglo XVIII más interesante (incluso como jesuita) fue Boscovich, y luego ya en principios del XIX Lagrange; b)

el experimentalismo, que continúa sobre todo la línea de la óptica y en que se ubican los científicos y difusores de formación (y mentalidad) experimentalista, como Nollet (el más importante introductor de Newton en América), Musschenbroeck, Gravessande, etc.

Para la **Astronomía** los períodos son:

- a. Discusión copernicana, que abarca hasta c. 1640 con la “retractación de Galileo”; se permite la defensa del heliocentrismo como “hipótesis” (fórmula de un tomista, el cardenal Bellarmino). Por tanto, ya a fines del XVII y el XVIII es estándar<sup>1</sup> usar el heliocentrismo en Astronomía. Lo que no se permite es defenderlo como teoría dentro de la Física filosófica (la del curriculum de Artes);
- b. Formulación de Leyes (sistema ticónico y sobre todo Kepler). Tengamos en cuenta que la formulación de la ley de gravedad de Newton es una mejora de la tercera ley de Kepler;
- c. Astronomía postnewtoniana, que amplía el sistema newtoniano (pensado para explicar el sistema solar) al universo galáctico.

Para la **Química** las etapas son también distintas, aunque con puntos de contacto:

- a. Experimentalistas de los XVI y XVII, ocupados especialmente en la articulación de leyes, como Boyle, Mariotte, etc.;
- b. Atomistas del siglo XVII, sobre todo Gassendi, y su vinculación con el mecanicismo cartesiano. Ya es estándar en el siglo XVIII. Es una teoría, sólo indirectamente verificable;
- c. La nueva química, con Lavoisier, queda fuera de la época jesuita.

Por otra parte, es necesario establecer en qué sentido hablaremos de “ciencia” en la etapa colonial y qué aportes hubo. Este aporte está siendo investigado y revalorado de tal modo que hoy se tiene un criterio de su valor muy distinto al que había hace dos o tres décadas. Algunos tópicos pueden considerarse hoy como afirmaciones de consenso común:

1. Hubo una práctica científica, aunque no muy desarrollada en América Colonial, especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XVIII;

<sup>1</sup> Al decir que una teoría es “estándar” quiero significar que su uso está generalizado, que no implica al usuario ningún tipo de riesgo (dentro de los límites convencionales) y que se expone tanto en obras de investigación (de circulación restringida) como en manuales didácticos y obras de divulgación.

2. Hubo una enseñanza científica y una transmisión de conocimientos desde Europa bastante amplia y actualizada, sobre todo en la época mencionada;
3. Esos núcleos fueron luego desarrollados por la llamada “ciencia criolla” de los primeros años independientes y constituyeron el origen de la historia científica de las naciones que surgieron a comienzos del siglo XIX, es decir, que no hubo una radical solución de continuidad en todos los centros ni en todas las disciplinas, como se había sostenido hasta hace poco

Dentro de este panorama, el tema de las fuentes ha sido decisivo, porque las afirmaciones de una y otra parte se basaron muchas veces en fuentes incompletas, sesgadas o interpretadas con criterios anacrónicos. Puede decirse que la investigación sobre fuentes ha sido decisiva en este cambio de la historia a que me he referido.

Los estudios de fuentes coloniales han tenido, y todavía tienen, algunas dificultades específicas. Solo mencionaré algunas:

1. La dispersión de los fondos, que se encuentran en diversos repositorios, algunos de los cuales guardan materiales muy ajenos a su actual función específica;
2. La falta de catalogación de muchas piezas, y en otros casos el difícil acceso a la información sobre registros;
3. La dificultad de consultar los fondos, que en algunos repositorios tiene muchas restricciones;
4. La falta de formación técnica adecuada por parte de muchos investigadores interesados en esta temática (paleografía, castellano antiguo, latín, filología).

Dentro de las fuentes coloniales, un lugar especial merece las fuentes académicas, es decir, la documentación producida en cursos y oposiciones de cátedras. Las dificultades indicadas son aplicables a este rubro incluso en mayor medida. Tal vez ellos sea la causa de que estos estudios están más retrasados que otros.

## **Fuentes**

Las fuentes académicas coloniales se refieren a

- a. Universidades
- b. Colegios mayores
- c. Colegios carolingios
- d. Conventos con facultad de conferir grado

La comunidad de procedencia puede ser

- a. Laicos
- b. Clero secular
- c. Clero regular

En realidad es el clero regular el que ha producido la mayor parte de la documentación colonial en su totalidad, aunque con tendencia a su desplazamiento por el secular y los laicos a partir de la segunda mitad del XVIII y concretamente luego de la expulsión de los jesuitas (1767).

A su vez, dentro de las Órdenes religiosas que tenían cátedras a cargo, para nuestro objetivo las más importantes son la Compañía de Jesús y la Orden Franciscana. Esto se debe a que son los que con más regularidad incorporaron en sus cursos de Arte conocimientos científicos de la modernidad. Por lo tanto, me ocuparé en especial de los estudios sobre estas dos Órdenes

## **Jesuitas**

La tarea científica de los jesuitas tanto en Europa como en sus misiones asiáticas americanas ha sido objeto de variados estudios. En Francia un equipo de investigadores, la mayoría de los cuales pertenece al CNRS, lleva adelante un proyecto de investigación sobre “Historia de los jesuitas desde el Renacimiento al Siglo de las Luces”. En México la investigación principal sobre este período la lleva el Centro de Estudios sobre la Universidad de la UNAM y otros similares, como en Argentina el centro homónimo de la Universidad de Córdoba. Un importante trabajo sobre edición de fuentes coloniales, especialmente cursos académicos manuscritos, es el proyecto “Hacia una historia del pensamiento filosófico en Colombia, 1610-2000”, de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. En Venezuela, en la Universidad de Zulia (Maracaibo) un equipo vinculado a las cátedras de filosofía también se ha dedicado al estudio de manuscritos académicos coloniales. Todos estos grupos tienen publicaciones recientes, una selección de las cuales figura al final de este trabajo.

Los temas de investigación y discusión más relacionados con la historia de las ciencias físico naturales son

**1. El aporte pre-ilustrado (antes de 1767).** Los primeros decenios del siglo XVIII presentan un panorama mucho más variado y dinámico que los últimos del



siglo anterior. Este período preilustrado colonial se caracteriza, en el ambiente académico, por una etapa de crítica y movilización de los contenidos curriculares que habían adquirido un notable fijismo estructural desde mediados del siglo XVI. No puede dudarse que esta movilización fue un precedente de las reformas ilustradas. La cuestión es en qué medida lo fue, es decir, si realmente la ilustración como tal, en cuanto a su recepción académica, está ligada a este período o más bien surge contra él.

Las dos tesis se han esgrimido con argumentos bastante fuertes. Por la negativa se invoca la documentación específicamente ilustrada, que señala su expresa voluntad de modificar contenidos obsoletos e inservibles. Por la afirmativa se muestra que en el período preilustrado (anterior a la expulsión de la Compañía) se produce el inicio de recepción de la ciencia moderna y de las cuestiones científicas y epistemológicas suscitadas por el experimentalismo científico, la nueva lógica y en general la nueva visión de la naturaleza. Precisamente se aduce que fueron los jesuitas (los que parecían enemigos del impulso ilustrado) quienes dieron el primer paso en la movilización del curriculum filosófico, incluso bastante antes de la década del 1760, cuando ya es bien visible el primer resultado.

En cuanto a mi propia posición en mi investigación, en primer lugar, asumo que la categoría historiográfica de “preilustración” es -como todas- una construcción metodológica cuyos perfiles se van componiendo en la medida en que la documentación histórica lo permite. Por lo tanto, no necesariamente todos los centros deben ostentar ciertos caracteres coetáneos en igual medida. Por otra parte, restrinjo la aplicación de esta categoría al ámbito académico, donde sí puede establecerse con cierto rigor su delimitación, mientras que su aplicación a otros ámbitos debería justificarse en cada caso. Por consiguiente, no es válido traer a colación elementos extracadémicos de confronte, para inferir la existencia o inexistencia de estos caracteres que denominé preilustrados, salvo los que se deduzcan razonablemente de los datos que poseemos en dicho ámbito.

Propongo una hipótesis continuista: la ilustración académica fue precedida por un período de crisis y parcial disolución de las estructuras y contenidos escolásticos del s. XVII. Esta hipótesis es coherente con una visión continuista en la historia de las ideas y las teorías científicas, campo en el que no se producen saltos al vacío. Desde el lanzamiento de la teoría kuhniana de las revoluciones científicas, los estudios historiográficos y los análisis de casos han mostrado que sin perjuicio de que dichos cambios paradigmáticos sucedieron efectivamente en casi todos los

ámbitos del saber, ellos no se produjeron en la forma simplificada en que los muestra el esquema teórico de Kuhn, y que es necesario también considerar el elemento de continuidad que vincula a dos paradigmas en oposición y sustitución.

**2. Valoración del aporte.** La historia de la ciencia americana colonial es un campo de discusiones marcadamente ideológicas. Desde fines del siglo pasado se oponen dos corrientes historiográficas claramente perfiladas, aunque en este largo siglo hayan presentado diversos matices. Por una parte tenemos una interpretación que Torquia Estrada<sup>2</sup> ha denominado “encomiástica” y que yo llamo “apologética” (por analogía con la función de la apologética religiosa) y por otra la denominada - también por él- “liberal” a la que prefiero llamar “crítica”. Durante la primera mitad de este siglo ambas han tenido en común su apriorismo, porque en general se basaron en fuentes escasas y a veces mal leídas. En los últimos decenios, el significativo avance de las investigaciones de historia científica colonial ha permitido fijar nuevos parámetros a la discusión.

La cuestión religiosa ha entreverado estas discusiones con la apreciación de los meritos y deméritos de la Iglesia (sobre todo la católica) en este proceso que ha dado en llamarse de “mundialización de la ciencia”. La cuestión, me parece, no puede resolverse sino sobre la base de más exhaustivos estudios que los habidos hasta ahora. Algunos de los muchos interrogantes que se plantean al respecto son los siguientes:

1. ¿Cuándo y cómo introdujeron los jesuitas noticias de la ciencia moderna?
2. ¿Qué tipo de legitimación le prestaron, si es que lo hicieron?
3. ¿Hubo diferencias entre los diversos casos conflictivos: teoría de la materia, heliocentrismo, nueva física, nueva química?
4. ¿El comportamiento fue homogéneo o varió según las épocas y/o los centros?
5. ¿Puede hablarse de una "doctrina oficial jesuita" contrapuesta o al menos distinta a otra "doctrina tolerada"?

<sup>2</sup> Cf. Juan Carlos Torchia Estrada, “La escolástica colonial en América Latina. Algunas observaciones sobre criterios de interpretación”, *Actas del 2º Congreso Nacional de Filosofía*, Bs. As. 1982, v. 2: 464-470. Como ejemplos de la primera menciona a Laos (Perú) e Ingenieros (Argentina) y de la segunda a Furlong (Argentina) y Robles (México). Sostiene en definitiva que para examinar más críticamente el fenómeno de oposición entre escolástica y modernidad hay que tomar una nueva actitud que denomina de “sano historicismo”.

6. ¿Hubo libertad de pensamiento y de cátedra dentro de la Orden, o tal libertad, que sin duda se detecta en al menos algunos documentos, sólo existió hacia afuera?

Los trabajos de investigación en curso intentan contestar satisfactoriamente todas algunas de estas cuestiones. Por mi parte sostengo lo siguiente

1. Respondiendo a la primera, sobre el tiempo y la forma de introducción científica moderna por parte de los jesuitas, me parece que -en general- hay que esperar hasta mediados del siglo XVIII, no antes de 1750 y que dicha introducción fue bastante elemental. En los cursos académicos jesuitas fue marginal al contexto disputativo principal y más bien “referida” que “aceptada”<sup>3</sup>. En la mayoría de los textos académicos jesuitas las únicas referencias numéricamente significativas que hallamos son el cartesianismo y el gassendismo, es decir a la teoría de la materia preilustrada. Esta constatación es significativa porque por las mismas fechas hay una presencia indisimulable del pensamiento cartesiano en la cultura americana<sup>4</sup> y porque el pensamiento de los novatores era conocido y en buena medida aceptado por las élites criollas<sup>5</sup>.

2. De lo dicho se infiere que la Compañía americana no parece haber prestado adhesión a las nuevas teorías, en el marco de su enseñanza interna y oficial. En

<sup>3</sup> Cf. mi trabajo *Fuentes para el estudio de las ciencias exactas en Colombia*, Santa Fe de Bogotá, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1995, “La física en la Nueva Granada”, p. 21- 31.

<sup>4</sup> Observa Rómulo Carbia que un juicio repetido por los autores tradicionales, afirmando la inmunidad americana a las ideas cartesianas, no puede sostenerse frente a los hechos: aunque estaba incluido en el *Index* “donec corrigatur”, fue conocido por los hombres cultos de América como lo prueban las menciones a su pensamiento y su obra que se repiten sobre todo a partir de mediados del XVIII (“Descartes en la cultura colonial de América”, *Descartes. Homenaje en el tercer centenario del 'Discurso del Método'*, Bs. As. 1937, t. 3: 35-40).

<sup>5</sup> Señala A. de Micheli que los novatores americanos comienzan su lucha a partir de 1750, siguiendo a Feijóo. De ello hay pruebas en Nueva España: en la biblioteca de la Universidad de México, fundada en 1760, había obras de novatores españoles como Solano Luque y Piquer, además de otras europeas que elenca (cf. “Ilustración y ciencia en España y en la Nueva España”, *Logos* 13, n. 38, 1985: 47-55). Estamos hablando de una época contemporánea a la reseñada aquí.

todos los casos relevados, cuando se mencionan, se hace negativa o dubitativamente, aunque no sean teorías dogmáticamente erróneas para el fuero eclesiástico.

3. Una cuestión más interesante es ver si hay alguna diferencia en el tratamiento del tema de la composición de la materia y las otras doctrinas conflictivas. Dejamos de lado la nueva química, porque ella es posterior a la expulsión y por tanto no entra en el parámetro temporal de la enseñanza y difusión jesuita en América. Pero la teoría corpuscularista de la materia y en general el atomismo de Gassendi sin duda debían ser conocidos por los profesores, porque figuran en todos los manuales del XVIII<sup>6</sup>. Curiosamente, los cursos relevados traen muy poca bibliografía del XVIII. Pareciera haber una opción por la “identidad histórica” jesuita que se endurece a medida que la oposición avanza contra ella. Esta hipótesis contraría la versión - incluso generada por los jesuitas mismos hace unos decenios- de una “identidad revolucionaria” o “conflictiva” por parte de la Orden en esta época<sup>7</sup>. Creo que este

<sup>6</sup> Señala A. Ardao que el atomismo es una característica del pensamiento hispanoamericano del siglo XVIII. Con Descartes la física se hace corpuscularista y con Gassendi el corpuscularismo se transforma propiamente en atomismo, apoyando una concepción mecanicista del universo. Estos matices entre cartesianismo y gassendismo no siempre fueron percibidos, pues muchas veces se los ataca o defiende juntos (cf. “El atomismo filosófico hispanoamericano del s. XVIII”, *Revista venezolana de filosofía*, n. 23, 1987: 7-24). Es precisamente el caso de los cursos que estudiamos aquí. Ardao señala que en la década del 50 los jesuitas Soldevilla y Jugo impugnan el atomismo, distinguiendo ambos casos. Considera que Abad es “más decidido” en su curso, donde expone a Gassendi y Descartes, en este orden (ibid. p. 17). Lamento no poder concordar esta vez con el prof. Ardao, pues aunque Soldevilla y Jugo se refieren al atomismo, no lo exponen tan claramente como se infiere de este artículo, y en cuanto a Abad, si bien hace una breve exposición de Gassendi y Descartes, los refuta indirectamente en sus conclusiones escolásticas.

<sup>7</sup> El carácter “conflictivo” de los jesuitas es un dato que recogen prácticamente todos los historiadores. La cuestión es en qué sentido lo son y cómo se valora tal conflictividad. G. Furlong, por ejemplo considera que su “conflictividad” deriva de dos hechos: su avanzada intelectual (que incluye “lo mejor” de la ciencia moderna) y sus ideas políticas, diríamos “democráticas” (*Nacimiento y desarrollo de la filosofía en el Río de la Plata, 1536-1810*, Bs. As. 1952 p 159 ss y 585 ss respectivamente). En cambio E. Rivera de Ventosa considera que la “conflictividad” jesuita era política frente al absolutismo monárquico y disputativa entre el clero, en materias éticas y religiosas, pues ellos sostenían fuertemente el probabilismo moral que en general era rechazado por otros círculos eclesiásticos católicos, dentro y fuera de

punto al menos merece ser puesto en duda ateniéndonos a un estudio puntualizado de la documentación conservada, como el que aquí intentamos.

**4.** Sobre la homogeneidad o heterogeneidad de comportamientos relativos a este tema, según épocas y lugares, me parece que la respuesta por la segunda alternativa se impone, de acuerdo a la base documental. Sin embargo, esta variación de criterios no me parece tan grande como la que a veces se deduce con una consideración superficial de la documentación. Así, creo que es exagerado afirmar el rol jesuita decisivo en la difusión de la ciencia moderna sólo por constatar referencias (que nunca son adhesiones totales) a algunos de sus desarrollos. Por lo tanto, la presencia o ausencia de menciones a la teoría de la materia, sin duda marca variación de criterios, pero dentro de un modesto marco de variabilidad.

**5 y 6.** Las últimas dos cuestiones se implican y pueden tratarse juntas. Lo que me interesa discutir es la relación entre la “doctrina oficial” de la Orden y las teorías o ideas “toleradas” (y eventualmente propiciadas, pero informalmente). De hecho, los documentos americanos más “novedosos” de los jesuitas que conservamos pertenecen a ámbitos no jesuitas (universidades y otros centros intelectuales, no colegios de la Orden). La documentación que elenco aquí es toda interna, es formación de y para jesuitas. ¿Tiene este hecho alguna relevancia? En mi criterio sí. No es casual que estos cursos, cuya finalidad principal no es formar intelectuales liberales (filósofos o científicos) sino miembros conspicuos de la Compañía, dediquen tanto espacio y energías a las disputas que la Orden sostenía con los rivales en el terreno del pensamiento (que es también un reflejo de los otros terrenos, donde la conflictividad era también patente y quizá más determinante). Esto a mi parecer explica, como ya lo he observado para el caso de nueva Granada, que los cursos jesuitas sean altamente polémicos, pero intraescolásticos, y que reproduzcan situaciones académicas ya desusadas en otros centros. Esto tiene que ver -me parece- con la situación conflictiva real de la Compañía en relación con otras comunidades religiosas y es lo que -en mi criterio- explica por qué donde no hubo conflictividad (el caso del Río de la Plata) las disputas intraescolásticas disminuyen notablemente, quedando abierta una puerta a otras noticias.

España (cf. “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: 23-44).

Si mi hipótesis del carácter altamente ideológico de la formación jesuita del último cuarto de siglo de su permanencia americana es correcta, entonces también habría que considerar una posible explicación inversa. De hecho algunos autores han sostenido (el caso más claro es Furlong) que los jesuitas eran muy avanzados y que esa fue quizá una de las causas determinantes de su expulsión (aparte de las políticas). Hoy tendemos a moderar estos juicios. Por mi parte, y basándome en consideraciones puramente historiográficas, creo que debemos aceptar por una parte, la existencia de una tradición doctrinaria monolítica y muy poco permeable a cuestiones de la ciencia moderna, que se evidencia, según esta investigación, en el desinterés por explicar la teoría experimentalista de la materia en una época en que ya era estándar. Pero por otra también debemos reconocer que la Compañía permitió -al menos eso- que algunos de sus miembros desarrollaran ideas nuevas, incluso altamente originales (ejemplos de ello tenemos varios en Europa). Sin embargo, los muestreos que llevo a cabo en América inducen a pensar que este grupo “fermental” fue muy minoritario y que operó más bien fuera de los ámbitos administrativos de la Orden.

Por otra parte, estimo que debemos considerar una diferencia significativa según que hablemos de jesuitas dentro y fuera del imperio español. Dentro de la zona hispánica, me parece claro que la “doctrina oficial” jesuita no ha sido receptora de las novedades científicas modernas, y que cuando alguna referencia se ha hecho, ha sido más bien como información tolerada (o incluso formalmente rechazada). Esto no significa negar que individualmente algunos o muchos miembros de la Orden apoyaran las ideas modernas. Quiero decir que el sistema jesuita americano de enseñanza y transmisión científica, como tal, fue tradicionalista. Me parece que debe ser el punto de partida para considerar nuestras regiones como casos con particularidad propia, y no verlas como el reflejo de un “internacionalismo” homogéneo de la Orden, algo así como nuestra idea actual de la “planetarización”.

Para estas compulsas me limito a la física, cuyos temas resultan los más permeables a las discusiones sobre ilustración y anti-ilustración americanas. Dentro de la física, a su vez, hay varios temas especialmente conflictivos: la teoría de la materia, el sistema heliocéntrico y las teorías de Newton. Son temas ya definitivamente instalados en la física académica europea a mediados del XVIII, que es la época que considero<sup>8</sup>. Por lo tanto, puede pensarse que un *aggiornamento* en la

<sup>8</sup> Cf. Olga V. Quiroz Martínez, *La introducción de la filosofía moderna en España. El eclecticismo español de los ss. XVII y XVIII*, México, 1968, p.251 ss. Señala la autora que

docencia jesuita debería quedar indicado aquí. Además, son temas “puente” vinculados a los esfuerzos por introducir nuevas concepciones físicas en la época ilustrada. En tercer lugar, la comprensión de las teorías físicas preilustradas parece ser un requisito indispensable para la comprensión ulterior de la nueva física, sobre todo en el ámbito docente no científico, que es el que estamos considerando. Y finalmente, porque la presencia o ausencia de esta etapa de disolución de la tradición segundo escolástica y la incorporación de las ideas experimentalistas, marcarán -en mi hipótesis- las profundas diferencias que se detectan en la época ilustrada (y quizás unos años antes de 1767) entre la enseñanza oficial académica y los nuevos centros intelectuales, docente o no, que son los que al cabo lograron introducir en la colonia la mayoría de los aspectos ilustrados que la universidad y los colegios sólo recogieron muy parcialmente<sup>9</sup>. En síntesis, la situación en la difusión, enseñanza y aplicación de la física nos da un panorama bastante exacto de la realidad científica americana. Para la compulsa tomo también la primera mitad del s. XVIII y especialmente los últimos decenios de la presencia jesuita en América, porque son sin duda los más relevantes para el tema y también la documentación conservada es más abundante.

desde Cardoso, que realiza una crítica detallada al aristotelismo sin intentos de conciliación, la defensa del atomismo clásico en la versión de los modernos comenzó a circular en algunos centros españoles. El mismo Cardoso explica cartesianamente el fenómeno del calor como movimiento de corpúsculos y enseña que los cuerpos actúan entre sí por efluvios. Los eclécticos, desde fines del s. XVII criticaron sobre todo las concepciones aristotélicas del lugar, el movimiento y el tiempo (ibid., p. 336). Quizá la percepción de la insuficiencia escolástica al respecto determinara la disminución de esta parte de la *Physica* en los tratados y cursos de los eclesiásticos.

<sup>9</sup> Por ejemplo si consideramos la larga lista de científicos mencionados por autores españoles de los ss. XVII y XVIII que presenta Quiroz (*ob. cit* p. 350 ss) llamará inmediatamente la atención que poquísimos son mencionados en la mayoría de los cursos jesuitas americanos, incluyendo los novohispanos que he consultado. Esto hace aun más raro el caso del rioplatense Benito Riva que, lejos de ser un "tipo" de la enseñanza jesuita inmediatamente anterior a la expulsión (como lo presenta Furlong), aparece como un caso raro que hay que explicar. Por otra parte, también creo detectar que entre los jesuitas pasó mucho más desapercibida la figura de Feijóo, a quien se señala casi unánimemente como el divulgador por excelencia de la ciencia moderna en España en el período preilustrado, desde c. 1725 (cf. Jean Sarrailh, *La España ilustrada de la segunda mitad del s. XVIII*, México, FCE 1957, trad. de la 1ª ed. francesa de 1954, p. 414 ss).

## **Franciscanos**

Si bien los franciscanos tuvieron cátedras tempranamente, su presencia académica fue menos significativa que la de los jesuitas hasta la expulsión de estos. Desde entonces en algunos lugares se hicieron cargo de las cátedras e instituciones vacantes. El aporte académico franciscano es menos estudiado. En Roma, el Instituto de Historia, perteneciente a la Orden, tiene algunos proyectos sobre la historia académica franciscana, pero limitados a Europa. En América no hay proyectos estructurados específicamente, sino que el sector franciscano es cubierto por los otros proyectos generales a que ya hice referencia.

Algunas de las cuestiones para debatir y esclarecer son:

1. En qué se diferenció la enseñanza de los franciscanos, con relación a otros Órdenes, especialmente los jesuitas, a lo largo de estos siglos, en las materias que nos ocupan.

2. Qué papel jugaron luego de la expulsión

Con respecto a la primera cuestión, las investigaciones -parciales- actuales muestran que en Europa, a nivel de la manualística, los ss. XVII (segunda mitad) y XVIII, no había grandes diferencias. Los franciscanos incorporan tempranamente en sus cursos de Lógica (primer año del curso de Artes) una parte dedicada a matemática. Como he mostrado en algunos trabajos, la física escotista podía componerse bien con el experimentalismo del s. XVII, pero resultó difícil el tránsito al pensamiento newtoniano. Considero que esa es la causa de que tanto la manualística europea como los cursos americanos no hayan logrado integrar la nueva física, a pesar de que la exponen correctamente en sus líneas generales.

En cuanto al papel jugado después de la expulsión, no está suficientemente esclarecido, pero creo que la investigación tiende a mostrar que continuaron en la misma línea anterior, es decir que, en el fondo, la supresión de la Compañía no modificó significativamente sus opciones académicas.



### **Una cuestión para terminar**

Sin duda es mucho lo que queda por hacer en cuanto a búsqueda y estudio documental. Sin embargo, lo que me parece, desde otro ángulo, algo más difícil, es el consenso sobre una metodología y parámetros de valuación consensuados entre los investigadores. Aprecio que hay todavía mucha ideologización de las discusiones historiográficas. Además de las cuestiones relativas a la valoración (o desvaloración) global de la labor eclesiástica en América, creo que hay otro punto en que bordeamos siempre peligrosamente el equívoco. Me refiero a la indistinción de áreas disímiles como la filosofía y la ciencia. Dado que los contenidos provenientes de la ciencia se mezclan con los filosóficos en los mismos cursos de Artes, pueden producirse algunas confusiones hermenéuticas, que han determinado, a mi modo de ver, dos incomprendiones. Una proviene en general de historiadores científicos, que critican los cursos de Artes desde la perspectiva de los científicos propiamente dicho, sin considerar que los profesores no lo eran (ni siquiera, en su mayoría, en Europa). Otra, a la inversa, proviene de historiadores de la filosofía o las humanidades, que tienden a defender al escolasticismo o a sobrevalorar los conocimientos científicos de los profesores<sup>10</sup>.

En mi concepto, ésta y otras tensiones hermenéuticas serán tema de profundización y debate en los próximos años. Y esperamos poder dar algunos pasos positivos en ese camino.

<sup>10</sup> Así por ejemplo Germán Marquínez, considera un deber “defender a Mimbela” de los “ataques” que provendrían de historiadores con preconceptos sobre el escolasticismo. No comprende que esos historiadores (entre ellos, yo misma) estábamos haciendo historia de la ciencia y no de la filosofía, y entonces observamos que las referencias a la ciencia de este profesor (y de otros) está sesgada por su marco filosófico que le impide una comprensión cabal de los supuestos metodológicos y epistémicos de los científicos propiamente dichos, no divulgadores (“Mateo Mimbela (1663-1736), el maestro aragonés que enseñó filosofía y teología en el Nuevo Reino de Granada”, *Revista Española de Filosofía Medieval*, 9, 2002: 297-326.

### Bibliografía seleccionada, desde 1990

- ALONSO MARAÑÓN, Pedro Manuel, “Los estudios superiores en Santo Domingo durante el período colonial. Bibliografía crítica, metodología y estado de la cuestión”, *Estudios de Historia Social Económica de América*, 11, 1994: 65-108.
- BALDO I LACOMBA, Marc, “La universidad colonial hispanoamericana (1538-1810): bibliografía crítica, metodología y estado de la cuestión. El Río de la Plata”, *Estudios de Historia Social y Económica de América*, 11, 1994: 207-229.
- BEUCHOT, Mauricio, “Latin Works by Some Sixteenth-Century Philosopher from New Spain”, *Acta Conventus Neo-Latini Torontonensis*, New York, Birghmton, 1992: 347-855.
- BEUCHOT, Mauricio y Bernabé NAVARRO (compiladores), *Dos homenajes: Alonso de la Veracruz y Francisco Xavier Clavijero*, México, UNAM, 1992.
- CASADO ARBONIES, Manuel y otros, “Índice de documentos sobre Hispanoamérica existentes en el Archivo Histórico de la Provincia de Toledo de la Compañía de Jesús (AHPTSJ) en Alcalá de Henares. Siglos XVI-XX”, *Estudios de Historia Social y Económica de América*, 10, 1993: 185-454; 11, 1994: 390-395.
- FABRE, Pierre-Antoine. “Dépouilles d’Egypte. L’expurgation des auteurs latins ans les colleges jésuites”, *Les jésuites et la Renaissance*, Luce Giard (éd.) Paris. P.U.F., 1995: 55-76
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Jaime, “La Cátedra de Scoto en México en el siglo XVIII2, *Actas del IV Congreso Internacional sobre los Franciscanos en el Nuevo Mundo Siglo XVIII*), Choilula- Puebla, 1991: 561-584.
- --- “La universidad centroamericana durante el período colonial”, *Estudios de Historia Social y Económica de América*, 11, 1994: 51-63.
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, María de la Paz, “La Universidad de San Francisco Xavier de Chiquisaca (Alto Perú). Bibliografía crítica y estado de la cuestión”, *Estudios de Historia Social y Económica de América*, 11, 1994: 181-188.
- HARRIS, Steven J., “Les chaires de mathématiques”, *Les jésuites et la Renaissance*, Luce Giard (éd.) Paris, P.U:F. 1995: 239-261.
- HIDALGO PEGO, Mónica, “Los colegios novohispanos y sus vínculos con la Real Universidad en a historiografía sobre la educación colonial”, *Historia y Universidad. Homenaje a Lorenzo Mario Luna*, México, UNAM, 1996: 329-338.
- JULIA, Dominique, “Généalogie de la *Ratio studiorum*”, *Les jésuites à l’âge baroque (1540-1640)*, Luce Giard et Louis de Vaucelles SJ (dir.) Grenoble, Jérôme Millon, 1996: 115-130.
- KNABENSCHUC de PORTA, Sabine, “Ontología del movimiento en la cosmología venezolana del siglo XVIII”, *Ideas Valores*, 101, 1996: 100-116.

- KNOBLOCH, Eberhard, “L'oeuvre de Clavius et ses sources scientifiques”, *Les jésuites et la Renaissance*, Lucre Giard (éd.) Paris, P.U.F., 1995: 263-283.
- LAPLANCHE, François, “Réseaux intellectuels et options confessionnelles entre 1550 et 1620”, *Les jésuites à l'âge baroque (1540-1640)*, Luce Giard et Louis de Vaucelles SJ (dir.) Grenoble, Jérôme Millon, 1996: 89-112.
- LERNER. Michel-Pierre. “L'entrée de Tycho Brahe chez les jésuites ou le chant du cygne de Clavius”, *Les jésuites et la Renaissance*, Paris, P.U.F., 1995: 145-185.
- LÉRTORA MENDOZA, Celina A., “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.
- --- “Scoto frente a Newton: una visión del escotismo en el s. XVIII”, *Verdad y vida*, 51, n. 202-293, 1993: 281-298.
- --- “Observaciones sobre la enseñanza de la física en el Nuevo Reino de Granada”, *Quipu*, 10, n. 1, 1993: 23-39.
- --- “La óptica newtoniana en el Río de la Plata: tres ejemplos de fines del s. XVIII”, *Sextas Jornadas de Historiad el Pensamiento Científico Argentino. Actas*, Bs. As., Ed. FEPAI, 1994: 47-61.
- --- “Bibliografía newtoniana en el Río de la Plata colonial”, *Newton en América, Simposio III Congreso Latinoamericano e Historia de la Ciencia y la Tecnología*, C. A. Lértora Mendoza (compiladora), Bs. As. Ed. FEPAI, 1995: 81-101.
- --- *Fuentes para el estudio de las ciencias exactas en Colombia*, Bogotá, Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales, 1995.
- --- “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- Colciencias, 1995: 223-235.
- --- “La recepción de la química moderna en el Río de la Plata. Ensayo de reinterpretación”, *Las ciencias químicas y biológicas en la formación de un mundo nuevo*, Patricia Aceves Pastrana (editora), México, UAM, 1995: 95-112.
- --- “Algo más sobre la Cátedra e Matemáticas del Colegio del Rosario”, *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 19, n. 74, 1995: 535-546.
- --- “Los jesuitas y la introducción de la ciencia moderna en América colonial: Nueva España, Nueva Granada y Río de la Plata”, *Jesuitas, 400 años en Córdoba. Actas del Congreso Internacional*. Córdoba, Univ. Nac. de Córdoba, Univ. Cat. de Córdoba, Junta Provincial de Historia de Córdoba, 1999, t. 1: 229-244.
- --- “Nollet y la difusión de Newton en el Río de la Plata”, *Proceedings of the XXth International Congress of History of Science*, Volume V: *The Spread of the Scientific Revolution in the European Periphery, Latin America and East Asia*, Ed.

by Celina A. Lértora Mendoza, Efthymios Nicolaïdis and Jan Vandermissen, Turnout, Brepols, 2000: 123-136.

- --- “La filosofía académica preilustrada en Nueva Granada”, *Congreso Internacional sobre la Universidad Iberoamericana*, Antonio Colomer Viadel (Coord.), Madrid, COEI, 2000, vol. 1: 169-187.

- --- “Transmisión de conocimientos químicos en la etapa colonial rioplatense”, *Tradiciones e intercambios científicos. Materia médica, farmacia y medicina*, Patricia Aceves Pastrana (editora), UAM-Xochimilco, 2000: 229-253.

- --- “La difusión de la nueva física y la ciencia nacional”, *Boletín de Historia de la Ciencia FEPAI*, 19, n. 37, 2000: 16-32.

- --- “Teoría de la materia en el último período jesuita novohispano. Apuntes para una controversia”, *Universidad e Ilustración en América. Nuevas perspectivas*, María Cristina Vera de Flachs (compiladora), Córdoba, 2002: 43-55.

- LOHR, Charles H. SJ, “Les jésuites et l'aristotelisme du XVI siècle”, *Les jésuites et la Renaissance*, Luce Girad (éd.) Paris, P.U.F., 1995: 79-91.

- MARQUINEZ, Germán, “Mateo Mimbela (1662-1736), el maestro aragonés que enseñó filosofía teología en el Nuevo Reino de Granada”, *Revista Española de Filosofía Medieval* 9, 2002: 297-326.

- MASSIMI, Marina, “A teoria das paixões na visão da ciência jesuítica dos séculos XVI e XVII”, *VII Seminario Nacional de Histórica da Ciência e da Tecnologia-Anais*, Rio de Janeiro, 1997: 99-103.

- --- “La teoria del temperamenti nei cataloghi dei gesuiti in missione in Brasile nei secoli XVI e XVII”, *Physis. Rivista internazionale di Storia della Scienza*, 37, n. 1, 2000: 137-149.

- MUÑOZ GARCÍA, Ángel, “La cosmografía de Suárez de Urbina”, *Ideas y Valores*, n. 119, 2002: 35-52.

- NAVARRO, Bernabé, “La *Physica speculatio* de Fray Alonso de la Veracruz y la filosofía de la naturaleza o cosmovisión aristotélica en el Nuevo Mundo”, *Dos homenajes: Alonso de la Veracruz y Francisco Xavier Clavijero*, M. Beuchot y B. Navarro (compiladores.), México, UNAM, 1992: 45-68.

- OLMOS SÁNCHEZ, Isabel, “La Universidad de México y los estudios superiores en la Nueva España durante el período colonial. Bibliografía crítica y estado de la cuestión”, *Estudios de Historia Social y Económica de América*, 11, 1994: 15-50.

- RANGLES, W. G. L., “Le ciel chez les jésuites espagnols et portugais (1590-1651)”, *Les jésuites et la Renaissance*, Luce Girad (éd.) Paris, P.U.F., 1995: 129-144.

- 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.
- ROMANO, Antonella, *La Contre-Réforme mathématique. Constitution et diffusion d'une cultura mathématique jésuite à la Renaissance (1540-1640)*, Roma, École Française de Roma, 1999.
- SALINAS, María Isabel, “La Orden de la Merced y la enseñanza en la Argentina durante el período hispánico”, *Archivum* 16, 1992: 29-40.
- SERRANO PRADA, José María, *Catálogo sistemático de la Biblioteca del Colegio de Misiones de Popayán*, Popayán, Universidad del Cauca, 1992.
- SILVA, Renán, *Universidad y sociedad en el Nuevo Reino de Granada. Contribución a n análisis histórico de la formación intelectual de la sociedad colombiana*, Bogotá, Banco de la República, 1992.
- SOTO ARANGO, Diana, “Estudio bibliográfico y de fuentes de las universidades y colegios mayores de Santa Fe en el s. XVIII”, *Estudios de Historia Social y Económica de América* 11, 1994: 123-136.
- --- *Mutis: filósofo y educador*, Bogotá, Univ. Pedagógica Nacional, 1990.
- TEN, Antonio, “Ciencia y filosofía. El debate ilustrado”, *Ciencia, técnica y estado en la España ilustrada*, Joaquín Fernández Pérez e Ignacio González Tarascón (ed.), Madrid, 1990: 353-365.
- TORCHIA ESTRADA, Juan Carlos, “Los estudios de Filosofía (artes) en el siglo XVI: México y Perú”, *Revista Interamericana de Bibliografía*, 49, n. 1-2, 1999: 69-98.
- VERDOY, Alfredo, “El archivo histórico de la Provincia de Toledo de la Compañía de Jesús”, *Miscelánea Comillas* 53, 1995: 173-181.
- WEINBERG, Gregorio, *Ilustración y educación superior en Hispanoamérica, Siglo XVIII*, Bs. As. Academia Nacional de Educación, 1997.
- ZILLER CAMENIETZKI, Carlos, “O Museu do Colégio Romano e a organização do conhecimento na Companhia de Jesús (1651-1680)”, *VII Seminario Nacional de Histórica da Ciencia e da Tecnologia- Anais*, Rio de Janeiro, 1997: 95-98.

## **DOSSIER DOCUMENTAL**

### **Medición de las actividades científicas y tecnológicas Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental Manual de Frascati 2002**

#### **Organización para la cooperación y desarrollo económicos**

En virtud del artículo 1º de la Convención firmada el 14 de diciembre de 1960, en París, y que entró en vigor el 30 de septiembre de 1961, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) tiene como objetivo promover las políticas destinadas a:

- Lograr la más fuerte expansión posible de la economía sostenible y del empleo y aumentar el nivel de vida en los países miembros, manteniendo la estabilidad financiera y contribuyendo así al desarrollo de la economía mundial.
- Contribuir a una correcta expansión económica en los países miembros y en los no miembros en vías de desarrollo económico.
- Contribuir a la expansión del comercio mundial sobre una base multilateral no discriminatoria, conforme a las obligaciones internacionales.

Los firmantes de la Convención constitutiva de la OCDE son: Alemania, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos de América, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía. Los países siguientes se han adherido posteriormente a esta Convención en las fechas que se indican: Japón (28 de abril de 1964), Finlandia (28 de enero de 1969), Australia (7 de junio de 1971), Nueva Zelanda (29 de mayo de 1973), México (18 de mayo de 1994), República Checa (21 de diciembre de 1995), Hungría (7 de mayo de 1996), Polonia (22 de noviembre de 1966), Corea (12 de diciembre de 1996) y la República Eslovaca (14 de diciembre de 2000). La Comisión de las Comunidades Europeas participa en el trabajo de la OCDE (Artículo 13 de la Convención de la OCDE).

Publicado originalmente por la OCDE en inglés y francés con los títulos:

- The Measurement of Scientific and Technological Activities. Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development.

- La mesure des activités scientifiques et technologiques. Manuel de Frascati 2002: Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental. © 2003, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), París. Todos los derechos reservados.

Para la edición española: © 2003, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Publicado por acuerdo con la OCDE, París.

La solicitud de autorización para reproducir parcialmente esta publicación, para uso no comercial o de formación debe dirigirse al: Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, 75006 París, Francia tel. (33-1) 44 07 47 70, fax (33-1) 46 34 67 19, para todos los países excepto Estados Unidos. En Estados Unidos la autorización debe obtenerse del Copyright Clearance Center, Customer Service, (508)750-8400, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA. o bien CCC Online: [www.copyright.com](http://www.copyright.com). Cualquier otra petición de autorización de reproducción o de traducción total o parcial de esta publicación debe dirigirse a: Éditions de l'OCDE, 2, rue André Pascal, 75775 París, CEDEX 16, Francia.

## **Prólogo**

En junio de 1963 la OCDE celebró una reunión de expertos nacionales en estadísticas de investigación y desarrollo (I+D) en la Villa Falconieri de Frascati, Italia. Fruto de sus trabajos fue la primera versión oficial de la Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, más conocida como el "Manual de Frascati". Esta publicación es su sexta edición.

Desde la publicación de la quinta edición en 1994, el papel esencial de la I+D y de la innovación en la economía fundada en el conocimiento ha suscitado un creciente interés. Para garantizar un seguimiento de la I+D, es esencial disponer de estadísticas e indicadores fiables y comparables. Por este motivo, en esta nueva edición del Manual se potencian las diversas recomendaciones y directrices metodológicas, especialmente para mejorar las estadísticas de I+D, en el sector servicios así como en la recogida de datos más detallados sobre los recursos

humanos en I+D. El proceso de globalización representa un desafío para las encuestas de I+D, y por ello esta nueva edición recomienda algunos cambios en las clasificaciones en un intento de tenerlo en cuenta.

Las estadísticas de I+D de las que se dispone hoy son el resultado del desarrollo sistemático de encuestas basadas en el Manual de Frascati y forma parte del sistema estadístico de los países miembro de la OCDE. Aunque el Manual es esencialmente un documento técnico, constituye uno de los pilares de las acciones desarrolladas por la OCDE para que se comprenda mejor el papel de la ciencia y la tecnología mediante el análisis de los sistemas nacionales de innovación. Además, al proporcionar definiciones de la I+D, aceptadas internacionalmente, y clasificaciones de sus actividades, el Manual contribuye a los debates intergubernamentales sobre las “mejores prácticas” en materia de políticas científicas y tecnológicas.

El Manual de Frascati no es solo una referencia para las encuestas de I+D en los países miembro de la OCDE. Gracias a las iniciativas de la OCDE, de la UNESCO, de la Unión Europea y de diversas organizaciones regionales, constituye la norma para las encuestas de I+D en todos los países del mundo.

El Manual de Frascati se basa en la experiencia adquirida a partir de las estadísticas de I+D en los países miembros de la OCDE. Es el resultado del trabajo colectivo de los expertos nacionales del Grupo de Expertos Nacionales en Indicadores de Ciencia y Tecnología (NESTI). Este Grupo, apoyado por un eficaz Secretariado encabezado inicialmente por el hoy fallecido Yvan Fabian y sucesivamente por Alison Young, John Dryden, Daniel Malkin y Andrew Wyckoff, ha desarrollado durante los últimos 40 años una serie de manuales metodológicos bajo el concepto de Ciencia y Tecnología, conocidos como la “Familia Frascati”, que comprende manuales sobre: la I+D (Manual de Frascati), innovación (Manual de Oslo), recursos humanos (Manual de Camberra), balanza de pagos tecnológicos y patentes, considerados como indicadores de ciencia y la tecnología.

El Manual de Frascati también se publica en forma electrónica (disponible en: [www.oecd.org](http://www.oecd.org)). Se tiene intención de poner al día con mayor frecuencia la versión electrónica, a medida que estén disponibles nuevos elementos. Esta versión se completa con documentación relacionada con las encuestas de I+D. La sexta edición del Manual se ha preparado por varios equipos de expertos pertenecientes al grupo NESTI. El secretariado de la OCDE (en particular Dominique Guellec,



Laudeline Auriol, Mosahid Khan, Geneviève Muzart y Sharon Standish) ha desempeñado un papel activo en la coordinación del conjunto del proceso y en la redacción de ciertos capítulos. Bill Pattinson (antiguo delegado australiano del NESTI) ha asumido la responsabilidad de los primeros trabajos de revisión cuando trabajaba en la OCDE. Mikael Åkerblom (Instituto de Estadística de Finlandia y delegado finlandés en el NESTI) trabajó durante un año en la OCDE para preparar la versión final del Manual, integrando los diversos comentarios y sugerencias procedentes de los miembros del NESTI.

Gracias a la generosa contribución voluntaria del gobierno de Japón a la OCDE, esta revisión se ha podido beneficiar de contribuciones sustanciales de expertos y ha podido terminarse a tiempo. La OCDE expresa pues su gratitud a Japón por esta contribución voluntaria. El Manual se publica bajo la responsabilidad del Secretario General de la OCDE.

***Takayuki Matsuo***

Director de Ciencia, Tecnología

***Giorgio Sirilli***

Presidente del NESTI cuando se inició la quinta revisión

***Fred Gault***

Presidente actual del NESTI e Industria, OCDE

## **Capítulo 1**

### **Objetivo y alcance del Manual**

#### **1. Objetivo y alcance del Manual**

##### **1.1. Observaciones preliminares para los usuarios de datos de I+D**

1. El presente Manual se redactó por y para los expertos nacionales de los estados miembros que recogen y publican los datos nacionales relativos a la I+D, y remiten a la OCDE los resultados de las encuestas de I+D. Aunque se dan muchos ejemplos, este Manual sigue siendo un documento técnico, concebido esencialmente como obra de consulta.

2. El capítulo 1 se dirige principalmente a los usuarios de datos de I+D. Facilita un resumen del ámbito y contenido del Manual para ayudar en la utilización del texto. Señala, además, la razón por la cual se recogen o no determinados datos, los problemas de comparación que tales datos plantean y la apreciación que puede hacerse sobre su interpretación.

##### **1.2. Ámbito del Manual y utilización de las estadísticas de I+D**

3. Este Manual se publicó por vez primera hace casi 40 años y trata exclusivamente de la medición de los recursos humanos y financieros dedicados a la investigación y al desarrollo experimental (I+D), a menudo denominados “datos de entrada” (*inputs*) de la I+D.

4. Con el tiempo, las estadísticas sobre estos datos de entrada han demostrado que son indicadores útiles y han sido empleados en informes nacionales e internacionales. Los informes de la OCDE sobre indicadores de ciencia y tecnología (OCDE, 1984; OCDE, 1986; OCDE, 1989a), las series de la OCDE relativas a la revisión y perspectiva de la política científica y tecnológica y el Science, Technology and Industry Scoreboard (“Indicadores comparativos de la ciencia, la tecnología y la industria”, OCDE, cada dos años), todos ellos proporcionan medidas útiles de la amplitud y orientación de la I+D en diversos países, sectores, industrias, campos científicos y otras categorías de clasificación. Las administraciones, interesadas en el crecimiento económico y en la productividad, confían en las estadísticas de I+D como una forma de indicador del cambio tecnológico. Los asesores interesados en la política científica y también en la política industrial, e

incluso en las políticas económicas y sociales de carácter general, las utilizan ampliamente. Tales estadísticas constituyen asimismo un punto de partida esencial para numerosos programas gubernamentales, al tiempo que son un instrumento importante para su evaluación. En muchos países, las estadísticas de I+D se consideran como parte de las estadísticas económicas generales.

5. Sin embargo, las estadísticas de I+D no son suficientes. En el contexto de la economía basada en el conocimiento, cada vez parece más evidente que los datos deben examinarse en un marco conceptual, que permita relacionarlos con otros medios disponibles y con los resultados derivados de las actividades de I+D de que se trate. Por ejemplo, este nexo podría establecerse por medio del proceso de innovación (véase apartado 1.5.3) o en el contexto más amplio de “inversión intangible” que cubre no solamente la I+D y las otras actividades científicas y tecnológicas afines, sino también los gastos de software, de formación, de organización, etc. Igualmente, los datos de personal de I+D deben considerarse en el marco de un modelo para la formación y utilización del personal científico y técnico. Resulta igualmente interesante el análisis de los datos de I+D en relación con otras variables económicas, por ejemplo, con los datos del valor añadido y de la inversión. El presente Manual no se inspira en un único modelo aplicable al sistema científico y tecnológico, sino que fundamentalmente tiene como objetivo proporcionar estadísticas que permitan establecer indicadores utilizables en diversos modelos.

6. Este Manual comprende dos partes. La primera se compone de siete capítulos además de este capítulo introductorio. Se exponen en ellos las recomendaciones y principios básicos aplicables a la recogida e interpretación de los datos de I+D establecidos. Aun cuando no todos los países miembros pueden estar en condiciones de acomodarse a las recomendaciones formuladas, hay un consenso respecto a que constituyen una norma a la que todos deben tratar de acomodarse.

7. La segunda parte se compone de 11 anexos, que tienen como objetivo interpretar y desarrollar los principios básicos esbozados en los capítulos que la preceden, con el fin de propiciar directrices adicionales para realizar las encuestas de I+D o para tratar temas relevantes en relación con tales encuestas. Estos anexos pueden utilizarse con fines de información, pero no reflejan necesariamente la interpretación más actualizada del tema considerado.

8. El Manual se publica en versión impresa y electrónica, accesible a través de

Internet. La versión electrónica se actualizará más frecuentemente con las novedades pertinentes.

### 1.3. Relación entre el Manual de Frascati y otras normas internacionales

9. La I+D es una actividad económica; no obstante, posee ciertas características que la diferencian tanto de la gran familia de las actividades científicas como de las actividades económicas de las que forma parte. Desde el principio estaba previsto que la OCDE debía establecer un conjunto de principios básicos relativos a la medición de las actividades científicas y tecnológicas. Durante muchos años, fue el Manual de Frascati el único que cumplía esta función; recientemente se han añadido cuatro más. Además, se dispone de otros directorios metodológicos de la OCDE, para la ciencia y la tecnología y las actividades relacionadas, como la enseñanza (véase Cuadro 1.1).

10. La OCDE no pretendió establecer normas internacionales aplicables a las actividades científicas y tecnológicas, cuando ya existían. Por consiguiente, este Manual coincide con las recomendaciones de la UNESCO relativas a todas las actividades científicas y tecnológicas (UNESCO, 1978), pero se refiere específicamente a la I+D y a las necesidades de los estados miembros de la OCDE, dotados de sistemas económicos y científicos bastante similares, que los distinguen de los estados no miembros.

<b>Cuadro 1.1. Manuales metodológicos de la OCDE</b>	
<b>Tipo de datos</b>	<b>Título</b>
<b>La "Familia Frascati"</b> I+D	Series: <i>Medición de las actividades científicas y tecnológicas</i>  <i>Manual de Frascati: propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental Estadísticas de I+D y medidas de output en el sector enseñanza superior. "Suplemento del Manual de Frascati"</i> (OCDE, 1989b)
Balanza de pagos por tecnología	"Manual para la medida e interpretación de la balanza de pagos tecnológicos – Manual BPT"(OCDE, 1990) <sup>1</sup>
Innovación	<i>Directrices propuestas para la recogida y la interpretación de los datos sobre innovación tecnológica – Manual de Oslo</i> (1997a)

Patentes	“Utilización de los datos de patentes como indicadores de Ciencia y Tecnología - Manual de Patentes” (OCDE, OCDE/GD(94)114, 1994b) <sup>1</sup>
Personal de CyT	“Manual sobre la medida de los recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología – Manual de Camberra” (OCDE, 1995)
<b>B. Otras obras metodológicas para medir la ciencia y la tecnología</b>	
Alta tecnología	Revisión de las clasificaciones de los sectores y de los productos de alta tecnología (OCDE, Documentos de trabajo de la STI 1997/2)
Bibliometría	“Recomendaciones para la utilización de indicadores bibliométricos y análisis de los sistemas de investigación: Métodos y ejemplos”, por Yoshiko Okubo (OCDE, Documentos de trabajo de la STI 1997/1)
Globalización	<i>Manual de indicadores de globalización económica</i> (título provisional, en preparación)
<b>C. Otras obras estadísticas aplicables de la OCDE</b>	
Estadísticas de enseñanza	<i>Manual de estadísticas comparativas de educación</i> (en preparación)
Clasificación de la enseñanza	<i>Clasificación de los sistemas de educación. Manual de utilización de la ISCED-97 en los países de la OCDE.</i> (OCDE, 1999)
Estadísticas de formación	<i>Manual del mejor método para la recogida de estadísticas</i>

<sup>1</sup> Trata principalmente de problemas de clasificación e interpretación de los datos disponibles. Fuente: OCDE

11. Habida cuenta de la necesidad de integrar la I+D en un contexto más amplio, tanto desde el punto de vista conceptual como en lo que se refiere a bases de datos, se han utilizado, en la medida de lo posible, las clasificaciones de las Naciones Unidas, principalmente el Sistema de Contabilidad Nacional SCN (ONU, 1968; CEC et al., 1994); la Clasificación Industrial Internacional ISIC (ONU, 1998a; ONU 1990); la Clasificación Internacional de Ocupaciones ISCO (OIT, 1968; OIT, 1990); y la Clasificación Internacional de la Educación ISCED (UNESCO, 1997). Además, siempre que es posible, el Manual recoge la experiencia de los organismos regionales del área de la OCDE, principalmente la Unión Europea (UE) y Nordforsk (Fondo Industrial Nórdico).

12. En esas clasificaciones, las referencias a la I+D son relativamente recientes y se basan generalmente en el Manual de Frascati, que se considera el marco estadístico internacional reconocido.

13. Como en las ediciones precedentes del Manual, se ha pretendido armonizar las encuestas sobre la I+D con los principios enunciados en el Sistema de Contabilidad Nacional (SCN). Conviene, en la medida de lo posible, recoger datos complementarios que constituyan un puente entre los datos tipo “Manual de Frascati” y los datos tipo SCN. Por esta razón, las recomendaciones relativas al desglose de las fuentes de los fondos y los gastos externos de I+D (extramuros) están particularmente detalladas, y se ha introducido una recomendación que está destinada a recoger los datos sobre la inversión en software relacionada con la I+D. El anexo 3 presenta, en mayor detalle, la relación entre las encuestas de I+D y las contabilidades nacionales.

#### **1.4. Inputs y outputs de I+D**

14. El presente Manual tiene como objetivo medir los inputs de la I+D. La I+D comprende tanto la I+D continua (formal) de las unidades de I+D como la I+D ocasional (informal) de otras unidades. Sin embargo, el interés por la I+D depende cada vez más de los nuevos conocimientos e innovaciones así como de los efectos económicos y sociales que de ellos se derivan, que de la propia actividad. Es evidente que se necesitan indicadores de los resultados de la I+D para completar las estadísticas sobre los inputs, pero, desgraciadamente, es mucho más difícil definir y producir estos indicadores.

15. Existen varios recursos para medir los outputs de la I+D o, en general, de la ciencia y la tecnología (CyT). Las encuestas sobre la innovación constituyen una tentativa de medir los resultados y los efectos del proceso de la innovación, en la cual la I+D juega un papel importante. Un manual relativo a las encuestas sobre innovación ya ha sido publicado y revisado una vez (OCDE, 1997a).

16. Hay otra posibilidad que consiste en explotar las fuentes de datos existentes. Ha sido necesario efectuar importantes trabajos metodológicos antes de poder recomendar un método estándar internacional que permita extraer indicadores de CyT. Se han publicado manuales sobre la balanza de pagos por tecnología y la utilización de datos de las patentes como indicadores de ciencia y tecnología

(OCDE, 1990, 1994b). Existen también principios básicos de bibliometría y de análisis de datos comerciales, desde el punto de vista de la “intensidad tecnológica” de productos o ramas de la actividad industrial en cuestión. Las obras mencionadas difieren del presente Manual, porque se refieren sobre todo a problemas de interpretación; los datos considerados no están recogidos con el propósito de analizar las actividades de CyT, sino que se recogen de fuentes existentes y se reorganizan para este propósito (para más detalles, véase Anexo 7).

## **1.5. La I+D y las actividades afines**

### **1.5.1. Investigación y desarrollo experimental (I+D)**

17. El Manual trata solamente de la medición de la investigación y del desarrollo experimental (que comprende la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental). En el capítulo 2 se ofrece una definición completa de esas actividades.

18. La I+D está relacionada con otras actividades que se basan en la ciencia y la tecnología. Aunque a menudo esas otras actividades están estrechamente ligadas a la I+D a través de flujos de información y en términos de funcionamiento, instituciones y personal, tales actividades no deben ser tenidas en cuenta a la hora de medir la I+D. La I+D y esas actividades afines pueden considerarse bajo dos títulos: el conjunto de actividades científicas y tecnológicas (ACT) y el proceso de innovación científica y tecnológica.

### **1.5.2. Actividades científicas y tecnológicas (ACT)**

19. El concepto amplio de ACT ha sido elaborado por la UNESCO según la “Recomendación relativa a la normalización internacional de las estadísticas de ciencia y tecnología” (UNESCO, 1978). Además de I+D, las actividades científicas y tecnológicas comprenden la enseñanza y la formación científica y técnica (STET) y los servicios científicos y técnicos (SCT). Estos últimos servicios incluyen por ejemplo actividades de CyT de bibliotecas y museos, la traducción y edición de literatura en CyT, el control y la prospectiva, la recogida de datos sobre fenómenos socioeconómicos, los ensayos, la normalización y el control de calidad, el asesoramiento a clientes y servicios de asesoría así como las actividades en materia de patentes y de licencias a cargo de las administraciones públicas.

20. Por consiguiente, la I+D (definida por la UNESCO en términos equivalentes a los de la OCDE) debe distinguirse de la STET y de los SCT.

(continuará)