

VersioneS

Nueva Serie

Revista del Centro de Traducciones
“Alfonso el Sabio”

Año 18, N. 18 (N.S.)

Diciembre 2016

Contenido de este número

Manual de Frascati 2015

Primera Parte
Capítulo 2

3

Buenos Aires
FEPAI- Ediciones del Rey

Versiones

Nueva Serie

Revista del Centro de Traducciones “Alfonso el Sabio”

Consejo Editorial

Silvia Fridman
Mauricio Langón

Editor de este número
Celina A. Lértora Mendoza
La traducción ha sido realizada en el Centro

NOTA: A las instituciones que reciban esta revista se les sugiere el envío de noticias e informaciones que correspondan a esta área de interés. Asimismo recibiremos libros para comentar, discusiones de tesis, artículos y traducciones para publicar; todo el material recibido será previamente evaluado por el Consejo Editorial.

Copyright by EDICIONES REL REY- 2005

Marcelo T. de Alvear 1640, 1ª E

1060 Buenos Aires - Argentina

Tel: 4813.2448

Fax: 54.11.4812.9341

E. mail: fundacionfepai@yahoo.com.ar

Queda hecho el depósito de ley 11.723. Prohibida la reproducción total o parcial salvo autorización expresa por escrito de F.E.P.AI.

ISSN: 0328-6010

Manual de Frascati 2015

PARTE I

Definición y medición de I + D: orientación general

Capítulo 2

Conceptos y definiciones para identificar I + D

2.1. Introducción

2.1. El *Manual de Frascati* ha proporcionado la definición de investigación y desarrollo experimental (I + D) y de sus componentes, investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, durante más de medio siglo, y las definiciones han resistido la prueba del tiempo. Las definiciones en este capítulo no difieren sustancialmente de las de ediciones anteriores. Sin embargo, se reconoce el cambio cultural en la definición de I + D y del uso del lenguaje en la definición de desarrollo experimental.

2.2. Desde la edición anterior de este manual, el Sistema de Cuentas Nacionales (SNA) ha cambiado el tratamiento del gasto en I + D de un gasto a una inversión de capital que conduce a un stock de capital de conocimiento creado como resultado de I + D. El SNA 2008 (EC et al., 2009) se basa en este manual para la definición de I + D. Una consecuencia de convertirse en una parte más integral del SNA es el uso de su lenguaje en este manual. Tal uso se notará cuando ocurra.

2.3. La I + D se encuentra en las ciencias sociales, las humanidades y las artes, así como en las ciencias naturales y la ingeniería. Este manual le da mayor énfasis que las ediciones anteriores a las ciencias sociales, las humanidades y las artes. Esto no requiere cambios en las definiciones y convenciones, pero requiere una mayor atención a los límites que definen lo que es y lo que no es I + D. Además, los países que usan este manual se encuentran en diferentes etapas de desarrollo económico, y este capítulo intenta acomodar las diferentes necesidades.

2.4. El capítulo proporciona definiciones de I + D y sus componentes, junto con un conjunto de criterios para identificar la I + D. Se proporcionan ejemplos de I + D, límites y exclusiones para ilustrar cómo se aplican las definiciones. Este es un manual estadístico, y su propósito fundamental es proporcionar una guía para la medición de las actividades de I + D utilizando diversos medios de recopilación de

datos a partir de encuestas, entrevistas y fuentes administrativas. El manual también se utiliza para interpretar datos de I + D como parte del desarrollo, implementación y evaluación de políticas. Sin embargo, los usuarios deben tener en cuenta que el enfoque de este capítulo está en las definiciones para fines de medición

2.2. Definición de investigación y desarrollo experimental (I + D)

2.5. La investigación y el desarrollo experimental (I + D) comprenden el trabajo creativo y sistemático realizado para aumentar el acervo de conocimientos, incluido el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad, y para idear nuevas aplicaciones de los conocimientos disponibles.

2.6. Un conjunto de características comunes identifica las actividades de I + D, incluso si las llevan a cabo diferentes actores. Las actividades de I + D pueden estar orientadas a lograr objetivos específicos o generales. La I + D siempre está dirigida a nuevos hallazgos, basados en conceptos originales (y su interpretación) o hipótesis. En gran medida es incierto sobre su resultado final (o al menos sobre la cantidad de tiempo y recursos necesarios para lograrlo), está planificado y presupuestado (incluso cuando lo lleven a cabo personas), y está destinado a producir resultados que podrían ser ya sea libremente transferido o negociado en un mercado. Para que una actividad sea una actividad de I + D, debe cumplir cinco criterios básicos.

2.7. La actividad debe ser:

- nueva
- creativa
- incierta
- sistemática
- transferible y / o reproducible.

2.8. Los cinco criterios deben cumplirse, al menos en principio, cada vez que se emprende una actividad de I + D, ya sea de manera continua u ocasional. La definición de I + D que acabamos de exponer es coherente con la definición de I + D utilizada en las ediciones anteriores del *Manual de Frascati* y abarca la misma gama de actividades.

2.9. El término I + D abarca tres tipos de actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental. La investigación básica es un trabajo experimental o teórico realizado principalmente para adquirir un nuevo

conocimiento de los fundamentos subyacentes de los fenómenos y hechos observables, sin ninguna aplicación o uso particular a la vista. La investigación aplicada es una investigación original realizada para adquirir nuevos conocimientos. Sin embargo, se dirige principalmente hacia un objetivo u objetivo específico y práctico. El desarrollo experimental es un trabajo sistemático, que se basa en el conocimiento obtenido de la investigación y la experiencia práctica y la producción de conocimientos adicionales, que se dirige a la producción de nuevos productos o procesos o para mejorar los productos o procesos existentes. Estos tres tipos de I + D se analizan con más detalle en la Sección 2.5.

2.10. Este manual sigue el convenio del Sistema de Cuentas Nacionales en el cual “producto” se refiere a un bien o servicio (EC et al., 2009: párrafo 2.36). A lo largo de este manual, “proceso” se refiere a la transformación de las entradas a los productos y su entrega, o a las estructuras o prácticas de la organización.

2.11. El orden en que aparecen los tres tipos de actividades de I + D no pretende sugerir que la investigación básica conduzca a la investigación aplicada y luego al desarrollo experimental. Existen muchos flujos de información y conocimiento en el sistema de I + D. El desarrollo experimental puede informar la investigación básica, y no hay ninguna razón por la cual la investigación básica no pueda conducir directamente a nuevos productos o procesos.

2.3. Actividades y proyectos de I + D

2.12. Una “actividad de I + D” es la suma de las acciones realizadas deliberadamente por los ejecutantes de I + D para generar nuevos conocimientos. En la mayoría de los casos, las actividades de I + D se pueden agrupar para formar “proyectos de I + D”. Cada proyecto de I + D consiste en un conjunto de actividades de I + D, se organiza y gestiona para un propósito específico, y tiene sus propios objetivos y resultados esperados, incluso en el nivel más bajo de la actividad formal. El concepto de un proyecto de I + D, si bien es útil para comprender cómo se realiza la I + D, no es probable que se aplique de la misma manera en todos los sectores utilizados en este manual.

2.4. Los cinco criterios para identificar I + D

2.13. Para que una actividad se clasifique como actividad de I + D, se deben cumplir cinco criterios básicos conjuntamente. Un conjunto de ejemplos, que de ningún

modo es exhaustivo, se utiliza para ilustrar cómo los cinco criterios se pueden aplicar efectivamente para identificar actividades de I + D, así como proyectos específicos de I + D.

Dirigirse a nuevos hallazgos (novedad)

2.14. El nuevo conocimiento es un objetivo esperado de un proyecto de I + D, pero debe adaptarse a diferentes contextos. Por ejemplo, se espera que los proyectos de investigación en las universidades busquen avances completamente nuevos en el conocimiento, y lo mismo puede decirse de los proyectos diseñados y gestionados por institutos de investigación.

2.15. En el sector Empresas comerciales (los sectores del Manual Frascati se definen en el Capítulo 3), la posible novedad de los proyectos de I + D debe evaluarse en comparación con el stock de conocimiento existente en la industria. La actividad de I + D dentro del proyecto debe dar como resultado son nuevos para el negocio y aún no se usan en la industria. Se excluyen de la I + D las actividades realizadas para copiar, imitar o realizar ingeniería inversa como medio para obtener conocimiento, ya que este conocimiento no es nuevo.

2.16. La novedad podría resultar de un proyecto para reproducir un resultado existente que encuentre discrepancias potenciales. Un proyecto de desarrollo experimental dirigido a crear conocimiento para apoyar el desarrollo de nuevos conceptos e ideas relacionadas con el diseño de nuevos productos o procesos debe incluirse en I + D. Dado que la I + D es la creación formal de conocimiento, incluido el conocimiento incorporado en los productos y procesos, el foco de medición se centra en los nuevos conocimientos, no en los productos o procesos nuevos o significativamente mejorados resultantes de la aplicación del conocimiento. Un ejemplo de I + D podría ser la integración del “manual de mantenimiento” de un sistema muy complejo (como un avión de pasajeros) con material adicional procedente de la experiencia práctica en mantenimiento ordinario y debidamente codificado, siempre que esto se hiciera como parte de un I + D proyecto. Otro ejemplo son las pruebas sistemáticas para proporcionar documentación del uso potencial de una reacción química que ya se ha adoptado en los procesos de producción (una tecnología existente) para lograr una nueva molécula, lo que se ha considerado un resultado improbable en la literatura científica.

Basarse en conceptos e hipótesis originales, no obvios (creativos)

2.17. Un proyecto de I + D debe tener como objetivo nuevos conceptos o ideas que mejoren el conocimiento existente. Esto excluye de la I + D cualquier cambio de rutina en los productos o procesos y, por lo tanto, el aporte humano es inherente a la creatividad en I + D. Como resultado, un proyecto de I + D requiere la contribución de un investigador (definido en el Capítulo 5). Un área que requiere cuidado en la evaluación es el arte (Sección 2.6): hay creatividad, pero los otros criterios deben ser confirmados para que la actividad califique como I + D. Si bien la actividad de rutina se excluye de la I + D, se incluyen nuevos métodos desarrollados para realizar tareas comunes. Como ejemplo, el procesamiento de datos no es una actividad de I + D a menos que sea parte de un proyecto para desarrollar nuevos métodos para el procesamiento de datos. La formación profesional está excluida de la I + D, pero los nuevos métodos para impartir formación podrían ser la I + D. Un nuevo método para solucionar un problema, desarrollado como parte de un proyecto, podría ser I + D si el resultado es original y se cumplen los otros criterios.

Tener dudas sobre el resultado final (incierto)

2.18. La I + D implica incertidumbre, que tiene múltiples dimensiones. Al comienzo de un proyecto de I + D, el tipo de resultado y el costo (incluida la asignación de tiempo) no pueden determinarse con precisión en relación con los objetivos. En el caso de la investigación básica, que tiene como objetivo ampliar los límites del conocimiento formal, existe un amplio reconocimiento de la posibilidad de no lograr los resultados previstos. Por ejemplo, un proyecto de investigación puede tener éxito al eliminar una cantidad de hipótesis competitivas, pero no todas. Para la I + D en general, existe incertidumbre sobre los costos, o el tiempo necesarios para lograr los resultados esperados, así como sobre si sus objetivos se pueden alcanzar en algún grado. Por ejemplo, la incertidumbre es un criterio clave cuando se hace una distinción entre prototipos de I + D (modelos utilizados para probar conceptos técnicos y tecnologías con un alto riesgo de fracaso, en términos de aplicabilidad) y prototipos distintos de I + D (unidades de preproducción utilizadas para obtener o certificaciones legales).

Debe ser planificado y presupuestado (sistemático)

2.19. I + D es una actividad formal que se realiza sistemáticamente. En este contexto, “sistemático” significa que la I + D se lleva a cabo de forma planificada, con registros del proceso seguido y del resultado. Para verificar esto, se debe

identificar el propósito del proyecto de I + D y las fuentes de financiación para la I + D realizada. La disponibilidad de dichos registros es consistente con un proyecto de I + D que está dirigido a abordar necesidades específicas y tiene sus propios recursos humanos y financieros. Si bien es más probable que la estructura de gestión y presentación de informes se encuentre en proyectos grandes, también se puede aplicar a actividades a pequeña escala en las que sería suficiente contar con uno o más empleados o consultores (siempre que se incluyera a un investigador) con cargo produciendo una solución específica a un problema práctico.

Llegar a resultados que posiblemente podrían reproducirse (transferibles / o reproducibles)

2.20. Un proyecto de I + D debería dar como resultado la posibilidad de transferir los nuevos conocimientos, garantizar su uso y permitir que otros investigadores reproduzcan los resultados como parte de sus propias actividades de I + D. Esto incluye I + D que tiene resultados negativos, en el caso de que no se confirme una hipótesis inicial o no se pueda desarrollar un producto como se pretendía originalmente. Como el objetivo de la I + D es aumentar el stock de conocimiento existente, los resultados no pueden permanecer tácitos (es decir, permanecer únicamente en la mente de los investigadores), ya que ellos, y el conocimiento asociado, correrían el riesgo de perderse. La codificación del conocimiento y su difusión forma parte de la práctica habitual en las universidades y los institutos de investigación, aunque puede haber restricciones para el conocimiento derivado del trabajo por contrato o como parte de una empresa colaborativa. En un entorno comercial, los resultados estarán protegidos por el secreto u otros medios de protección de la propiedad intelectual, pero se espera que el proceso y los resultados se registren para su uso por otros investigadores en el negocio.

Ejemplos

2.21. Para comprender el objetivo de un proyecto, es esencial identificar su contenido de I + D y el contexto institucional en el que se lleva a cabo la I + D. Algunos ejemplos siguen.

– En el campo de la medicina, una autopsia de rutina para determinar las causas de la muerte es la práctica de la atención médica y no es la I + D; una investigación especial de una mortalidad particular para establecer los efectos secundarios de ciertos tratamientos contra el cáncer es la I + D (de hecho, la novedad y la

incertidumbre sobre los resultados finales del estudio, así como la transferibilidad de los resultados para un uso más amplio, se aplican aquí).

– De manera similar, las pruebas de rutina como la sangre y las pruebas bacteriológicas realizadas para los controles médicos no son de I + D, mientras que un programa especial de análisis de sangre para los pacientes que toman un nuevo medicamento es la I + D.

– Mantener registros diarios de las temperaturas o de la presión atmosférica no es I + D, sino un procedimiento estándar. La investigación de nuevos métodos para medir la temperatura es la I + D, así como el estudio y desarrollo de nuevos modelos para la predicción del clima.

– Las actividades de I + D en la industria de la ingeniería mecánica a menudo tienen una estrecha relación con el diseño. En las pequeñas y medianas empresas (PYME) de esta industria, generalmente no hay un departamento especial de I + D, y el rendimiento de I + D a menudo se incluye bajo el título general “diseño y dibujo”. Si se necesitan cálculos, diseños, dibujos de trabajo e instrucciones de operación para instalar y operar plantas piloto o prototipos, deben incluirse en I + D. Si se llevan a cabo para la preparación, ejecución y mantenimiento de la estandarización de producción (por ejemplo, plantillas, máquinas herramienta) o para promover la venta de productos (por ejemplo, ofertas, folletos, catálogos de piezas de repuesto), deben excluirse de la I + D. En este ejemplo, se pueden identificar varias características de I + D: novedad en la exploración del potencial de nuevos dispositivos ejecutando prototipos; incertidumbre, ya que las pruebas de prototipos podrían arrojar resultados inesperados; creatividad: emergente en el diseño de nuevos dispositivos para ser producidos; transferibilidad: mediante la producción de documentación técnica para traducir los resultados de las pruebas en la información que se utilizará en la etapa de desarrollo del producto; y un enfoque sistemático, en la medida en que se pueda identificar una organización detallada del proyecto detrás de las actividades técnicas antes mencionadas.

2.22. La Tabla 2.1 proporciona algunos ejemplos prácticos de cómo la I + D se puede identificar utilizando los cinco criterios principales. (Ver tablas al final)

2.5. Distribución por tipo de I + D

2.23. Se recomienda un desglose por tipo de I + D para su uso en los cuatro sectores utilizados en este manual y se define en el Capítulo 3: Empresa comercial;

Educación más alta; Gobierno; y privado sin fines de lucro. A los fines de la comparación internacional, el desglose podría basarse en el gasto total en I + D o solo en los gastos corrientes (véase el Capítulo 4). Se puede aplicar a nivel de proyecto, pero algunos proyectos de I + D pueden tener que subdividirse aún más.

2.24. Hay tres tipos de I + D:

- investigación básica
- investigación aplicada
- desarrollo experimental.

Investigación básica

2.25. La investigación básica es un trabajo experimental o teórico realizado principalmente para adquirir un nuevo conocimiento de los fundamentos subyacentes de los fenómenos y hechos observables, sin ninguna aplicación o uso particular a la vista.

2.26. La investigación básica analiza propiedades, estructuras y relaciones con el objetivo de formular y probar hipótesis, teorías o leyes. La referencia a ninguna “aplicación particular a la vista” en la definición de investigación básica es crucial, ya que es posible que el artista intérprete o ejecutante no conozca las posibles aplicaciones al realizar la investigación o responder a los cuestionarios de la encuesta. Los resultados de la investigación básica generalmente no se venden, pero generalmente se publican en revistas científicas o se distribuyen a colegas interesados. Ocasionalmente, la publicación de la investigación básica puede estar restringida por razones de seguridad nacional.

2.27. En la investigación básica, se espera que el investigador tenga cierta libertad para establecer objetivos. Dicha investigación generalmente se realiza en el sector de la educación superior, pero también, en cierta medida, en el sector gubernamental. La investigación básica puede orientarse o dirigirse hacia amplios campos de interés general, con el objetivo explícito de una gama de aplicaciones futuras. Las empresas comerciales en el sector privado también pueden realizar investigaciones básicas, aunque no se prevean aplicaciones comerciales específicas a corto plazo. La investigación sobre algunos tipos de tecnologías de ahorro de energía puede describirse como básica de acuerdo con la definición anterior si no tiene un uso específico a la vista. Sin embargo, tiene una dirección específica: ahorros de energía

mejorados. Tal investigación en este manual se conoce como “investigación básica orientada”.

2.28. La investigación básica orientada se puede distinguir de la “investigación básica pura” de la siguiente manera:

– Se lleva a cabo una investigación básica pura para el avance del conocimiento, sin buscar beneficios económicos o sociales o haciendo un esfuerzo activo para aplicar los resultados a problemas prácticos o transferir los resultados a los sectores responsables de su aplicación.

– La investigación básica orientada se lleva a cabo con la expectativa de que produzca una amplia base de conocimiento que pueda formar la base de la solución a problemas o posibilidades actuales o futuros reconocidos o esperados.

Investigación aplicada

2.29. La investigación aplicada es una investigación original realizada para adquirir nuevos conocimientos. Sin embargo, se dirige principalmente hacia un objetivo u objetivo específico y práctico.

2.30. La investigación aplicada se lleva a cabo para determinar los posibles usos de los resultados de la investigación básica o para determinar nuevos métodos o formas de alcanzar objetivos específicos y predeterminados. Implica considerar el conocimiento disponible y su extensión para resolver problemas reales. En el sector empresarial, la distinción entre investigación básica y aplicada suele estar marcada por la creación de un nuevo proyecto para explorar los resultados prometedores de un programa de investigación básica (pasar de una perspectiva a largo plazo a una a medio y corto plazo en la explotación de los resultados de intramuros [ver Glosario] I+ D).

2.31. Los resultados de la investigación aplicada están destinados principalmente a ser válidos para posibles aplicaciones a productos, operaciones, métodos o sistemas. La investigación aplicada da forma operacional a las ideas. Las aplicaciones del conocimiento derivado pueden protegerse mediante instrumentos de propiedad intelectual, incluido el secreto.

2.32. El desarrollo experimental es un trabajo sistemático, que se basa en el conocimiento obtenido de la investigación y la experiencia práctica y la producción de conocimiento adicional, que se dirige a la producción de nuevos productos o procesos para mejorar los productos o procesos existentes.

2.33. El desarrollo de nuevos productos o procesos califica como desarrollo experimental si cumple con los criterios para identificar la actividad de I + D. Un ejemplo es la incertidumbre sobre los recursos necesarios para alcanzar el objetivo del proyecto de I + D en el que se desarrolla la actividad de desarrollo. En este manual, la “D” en I + D se refiere al desarrollo experimental.

No es “desarrollo de productos”

2.34. El concepto de desarrollo experimental no debe confundirse con el “desarrollo de productos”, que es el proceso general –desde la formulación de ideas y conceptos hasta la comercialización– dirigido a traer un nuevo producto (bien o servicio) al mercado. El desarrollo experimental es solo una etapa posible en el proceso de desarrollo del producto: esa etapa en la que el conocimiento genérico se prueba para las aplicaciones específicas necesarias para llevar a buen fin dicho proceso. Durante la etapa de desarrollo experimental se generan nuevos conocimientos, y esa etapa llega a su fin cuando los criterios de I + D (novedoso, incierto, creativo, sistemático y transferible y / o reproducible) ya no se aplican. Como ejemplo, en un proceso destinado a desarrollar un automóvil nuevo, la opción de adoptar algunas tecnologías podría tomarse en consideración y probarse para su uso en el automóvil en desarrollo: esta es la etapa en la que se realiza el desarrollo experimental. Llevará a nuevos resultados al tratar con nuevas aplicaciones de algunos conocimientos generales; será incierto, porque las pruebas podrían dar lugar a resultados negativos; tendrá que ser creativo, ya que la actividad se centrará en la adaptación de alguna tecnología a un nuevo uso; se formalizará, necesitando el compromiso de una fuerza laboral especializada; e implicará una codificación, para traducir los resultados de las pruebas en recomendaciones técnicas para las etapas posteriores del proceso de desarrollo del producto. Sin embargo, hay casos de desarrollo de productos sin I + D que se analizan en la literatura sobre economía, especialmente en el caso de las PYME.

No es “desarrollo de preproducción”

2.35. El concepto de desarrollo experimental no debe confundirse con el “desarrollo de preproducción”, que es el término utilizado para describir el trabajo no experimental en un producto o sistema de defensa o aeroespacial antes de que entre en producción. Casos similares se aplican en otras industrias. Es difícil definir con precisión el punto de corte entre el desarrollo experimental y el desarrollo de preproducción; la distinción entre estas dos categorías requiere “juicio de ingeniería”

sobre cuándo el elemento de novedad cesa y el trabajo cambia al desarrollo de rutina de un sistema integrado.

2.36. Por ejemplo, una vez que un cazabombardero ha superado con éxito las etapas de investigación, demostración de tecnología, diseño de proyecto y desarrollo inicial para la prueba de vuelo de una aeronave de preproducción, se pueden necesitar hasta diez fuselajes adicionales para garantizar integración operativa del vehículo en sistemas de ataque aéreo / defensa. Este sería un proceso de dos etapas. La primera etapa es el desarrollo del sistema integrado de ataque aéreo / defensa, que implica reunir componentes y subsistemas desarrollados que no se han integrado previamente en este contexto. Requiere un gran programa de prueba de vuelo para la aeronave, que es potencialmente muy costoso y el elemento de costo principal antes de la producción. Si bien gran parte del trabajo encomendado durante esta etapa es el desarrollo experimental (I + D), algunos no tienen el elemento de novedad necesario para la clasificación como I + D y, en cambio, es desarrollo de preproducción (no I + D). La segunda etapa abarca los ensayos del sistema integrado de ataque aéreo / defensa. Una vez que se pruebe que el sistema funciona en la etapa uno, el proyecto de desarrollo puede avanzar para producir un lote de producción de prueba para ensayos operacionales (producción inicial de baja tasa). La orden de producción completa depende de su éxito. Según este manual, este trabajo no es I + D sino desarrollo de preproducción. Sin embargo, pueden surgir problemas durante los ensayos, y puede ser necesario un nuevo desarrollo experimental para resolverlos. Este trabajo se describe en este manual como “retroalimentación e investigación” y debe incluirse como I + D.

¿Cómo se pueden diferenciar los tipos de I + D?

2.37. Un criterio clave guía la clasificación de las actividades de I + D por tipo: el uso esperado de los resultados. Además, dos preguntas pueden ayudar a identificar el tipo de proyecto de I + D:

- qué tan avanzado en el tiempo es probable que el proyecto genere resultados que puedan aplicarse;
- qué tan amplio es el rango de posibles campos de aplicación para los resultados del proyecto de I + D (cuanto más fundamental es la investigación, más amplio es el campo de aplicación potencial).

2.38. La relación entre la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental debe verse desde una perspectiva dinámica. Es posible que

la investigación aplicada y el desarrollo experimental puedan adaptar el conocimiento fundamental derivado de la investigación básica directamente para su aplicación general. Sin embargo, la linealidad de dicho proceso se ve afectada por la retroalimentación que tiene lugar cuando el conocimiento se utiliza para resolver un problema. Esta interacción dinámica entre la generación de conocimiento y la solución de problemas vincula la investigación básica y aplicada y el desarrollo experimental.

2.39. Con referencia a las organizaciones en las que se lleva a cabo investigación y desarrollo, raramente existe una clara separación de los tres tipos de I + D. Los tres tipos a veces se pueden llevar a cabo en la misma unidad esencialmente por el mismo personal, pero algunos proyectos de investigación pueden dividirse realmente en categorías. Por ejemplo, la búsqueda de un nuevo tratamiento médico para personas afectadas por una enfermedad epidémica puede involucrar tanto investigación básica como aplicada. Se recomienda realizar una evaluación del tipo de I + D a nivel de proyecto, clasificando los resultados esperados del proyecto de acuerdo con los dos “indicadores” descritos anteriormente. Algunos ejemplos se proporcionan en los próximos párrafos.

Ejemplos de cómo diferenciar tipos de I + D en las ciencias naturales y la ingeniería

2.40. Los siguientes ejemplos ilustran las diferencias generales entre la investigación básica y aplicada y el desarrollo experimental en las ciencias naturales y la ingeniería.

– El estudio de una clase dada de reacciones de polimerización bajo diversas condiciones es investigación básica. El intento de optimizar una de estas reacciones con respecto a la producción de polímeros con propiedades físicas o mecánicas dadas (haciéndolo de particular utilidad) es la investigación aplicada. El desarrollo experimental consiste entonces en “escalar” el proceso que se ha optimizado a nivel de laboratorio e investigar y evaluar los posibles métodos de producción del polímero, así como los productos que se fabricarán a partir de él.

– El modelado de la absorción de radiación electromagnética de un cristal es una investigación básica. El estudio de la absorción de radiación electromagnética por este material bajo condiciones variables (por ejemplo, temperatura, impurezas, concentración, etc.) para obtener propiedades dadas de detección de radiación

(sensibilidad, rapidez, etc.) es investigación aplicada. La prueba de un nuevo dispositivo que utiliza este material para obtener un mejor detector de radiación que los ya existentes (en el rango espectral considerado) es el desarrollo experimental.

– El desarrollo de un nuevo método para la clasificación de secuencias de inmunoglobulinas es una investigación básica. Las investigaciones realizadas en un esfuerzo por distinguir entre anticuerpos para diversas enfermedades son investigaciones aplicadas. El desarrollo experimental consiste entonces en idear un método para sintetizar el anticuerpo para una enfermedad particular sobre la base del conocimiento de su estructura y las pruebas clínicas de la eficacia del anticuerpo sintetizado en pacientes que han aceptado aceptar un tratamiento experimental avanzado.

– Un estudio sobre cómo las propiedades de las fibras de carbono podrían cambiar de acuerdo con su posición y orientación relativas dentro de una estructura es una investigación básica. La conceptualización de un método para permitir el procesamiento de fibras de carbono a nivel industrial con un grado de precisión en la nanoescala podría ser el resultado de alguna investigación aplicada. Probar el uso de nuevos materiales compuestos para diferentes propósitos es el desarrollo experimental.

– El control de los procesos materiales en el dominio donde ocurren los efectos cuánticos es un objetivo que debe perseguirse a través de la investigación básica. El desarrollo de materiales y componentes para diodos emisores de luz inorgánicos y orgánicos para una mejor eficiencia y reducción de costos es una investigación aplicada. El desarrollo experimental podría estar dirigido a identificar aplicaciones para diodos avanzados e incorporarlos en dispositivos de consumo.

– La búsqueda de métodos alternativos de computación, como el cálculo cuántico y la teoría de la información cuántica, es una investigación básica. Investigación sobre la aplicación del procesamiento de información en nuevos campos o en nuevas formas (por ejemplo, desarrollando un nuevo lenguaje de programación, nuevos sistemas operativos, generadores de programas, etc.) e investigación sobre la aplicación del procesamiento de información para desarrollar herramientas tales como información geográfica y sistemas expertos son investigaciones aplicadas El desarrollo de nuevas aplicaciones de software y las mejoras sustanciales a los sistemas operativos y programas de aplicación son de desarrollo experimental.

– El estudio de fuentes de todo tipo (manuscritos, documentos, monumentos, obras de arte, edificios, etc.) con el fin de comprender mejor los fenómenos históricos (el desarrollo político, social y cultural de un país, la biografía de un individuo, etc.) es una investigación básica. El análisis comparativo de sitios arqueológicos y / o monumentos que muestran similitudes y otras características comunes (por ejemplo, geográficas, arquitectónicas, etc.) para comprender las interconexiones de posible relevancia para el material didáctico y las exhibiciones de museos es la investigación aplicada. El desarrollo de nuevos instrumentos y métodos para estudiar artefactos y objetos naturales recuperados a través de esfuerzos arqueológicos (por ejemplo, para la datación por edades de huesos o restos botánicos) es el desarrollo experimental.

– En ciencias agrícolas y silvicultura:

- - Investigación básica: los investigadores investigan los cambios en el genoma y los factores mutagénicos en las plantas para comprender sus efectos sobre el fenómeno. Los investigadores investigan la genética de las especies de plantas en un bosque en un intento de comprender los controles naturales para la resistencia a las enfermedades o plagas.

- - Investigación aplicada: los investigadores investigan los genes de la papa silvestre para localizar los genes responsables de la resistencia al tizón de la papa en un esfuerzo por mejorar la resistencia a la enfermedad en las papas domésticas / de cultivo. Los investigadores plantan bosques experimentales donde alteran el espaciado y la alineación de los árboles para reducir la propagación de la enfermedad mientras aseguran la máxima óptima para obtener el máximo rendimiento.

- - Desarrollo experimental: los investigadores crean una herramienta para la edición de genes que utilizan el conocimiento de las enzimas editan el ADN. Los investigadores utilizan la investigación existente sobre una planta específica para crear un plan para mejorar la forma en que una empresa planta sus bosques para lograr un objetivo específico.

– En nanotecnología:

- - Investigación básica: los investigadores estudiaron las propiedades eléctricas del grafito utilizando un microscopio de efecto túnel para investigar cómo se mueven los electrones en el material en respuesta a los cambios de voltaje.

- - Investigación aplicada: los investigadores estudiaron las microondas y el acoplamiento térmico con nanopartículas para alinear y clasificar adecuadamente los nanotubos de carbono.

- - Desarrollo experimental: los investigadores utilizan la investigación en micro-fabricación para desarrollar un sistema de micro fábrica portátil y modular con componentes que son cada uno una parte clave de una línea de ensamblaje.
- En informática y ciencias de la información:
 - - Investigación básica: investigación sobre las propiedades de los algoritmos generales para manejar grandes cantidades de datos en tiempo real.
 - - Investigación aplicada: Investigar para encontrar formas de reducir la cantidad de correo no deseado a través de la comprensión de toda la estructura o modelo de negocio del correo no deseado, lo que hacen los remitentes de correo no deseado y sus motivaciones en el correo no deseado.
 - - Desarrollo experimental: una empresa de nueva creación para el código desarrollado por los investigadores y el desarrollo del negocio para el producto de software resultante para una mejor comercialización en línea.

Ejemplos de cómo diferenciar los tipos de I + D en las ciencias sociales, las humanidades y las artes

2.41. Se puede proporcionar otro conjunto de ejemplos con referencia a las ciencias sociales, las humanidades y las artes donde, como se discutió anteriormente, la difuminación de los límites podría afectar la distinción entre investigación básica y aplicada. Los ejemplos de desarrollo experimental en estos dominios también pueden ser difíciles de identificar, debido al papel desempeñado por otros dominios en las ciencias naturales e ingeniería. Cabe señalar que estos ejemplos también deben cumplir los criterios básicos identificados en este capítulo para ser considerados como I + D.

- En economía y negocios:
 - - Investigación básica: una revisión de las teorías sobre los factores que determinan las disparidades regionales en el crecimiento económico. Los economistas realizan investigación abstracta en teoría económica que se centra en si existe un equilibrio natural en una economía de mercado. El desarrollo de nuevas teorías de riesgo.
 - - Investigación aplicada: el análisis de un caso regional específico con el propósito de desarrollar políticas gubernamentales. Economistas que investigan las propiedades de un mecanismo de subasta que podrían ser relevantes para subastar el espectro de telecomunicaciones. La investigación de nuevos tipos de contratos de

seguros para cubrir nuevos riesgos de mercado o nuevos tipos de instrumentos de ahorro.

- - Desarrollo experimental: desarrollo de modelos operativos, basados en evidencia estadística, para diseñar herramientas de política económica que permitan a una región ponerse al día en términos de crecimiento. El desarrollo por una autoridad nacional de telecomunicaciones de un método para subastar el espectro de telecomunicaciones. El desarrollo de un nuevo método para administrar un fondo de inversión es el desarrollo experimental siempre que haya suficiente evidencia de novedad.

– En educación:

- - Investigación básica: análisis de los determinantes ambientales de la capacidad de aprendizaje. La investigación de los investigadores sobre el efecto de los diferentes tipos de objetos manipulables en la forma en que los alumnos de primer grado aprenden la estrategia matemática cambiando los objetos manuales y luego midiendo lo que los alumnos han aprendido a través de instrumentos estandarizados

- - Investigación aplicada: la evaluación comparativa de los programas nacionales de educación destinados a reducir la brecha de aprendizaje que experimentan las comunidades desfavorecidas. El estudio realizado por los investigadores sobre la implementación de un plan de estudios de matemáticas específico para determinar lo que los maestros necesitaban saber para implementar el plan de estudios con éxito.

- - Desarrollo experimental: el desarrollo de pruebas para seleccionar qué programa educativo se debe usar para niños con necesidades específicas. El desarrollo y las pruebas (en un aula) de software y herramientas de apoyo, basadas en el trabajo de campo, para mejorar la cognición matemática para la educación especial de los alumnos.

– En geografía social y económica:

- - Investigación básica: los investigadores buscan comprender la dinámica fundamental de las interacciones espaciales.

- - Investigación aplicada: un estudio de investigación analiza los patrones espacio-temporales en la transmisión y difusión de un brote de enfermedad infecciosa.

– En historia:

- - Investigación básica: los historiadores estudian la historia y el impacto humano de las inundaciones de arrebato glacial en un país.

- - Investigación aplicada: los historiadores examinan las respuestas de las sociedades del pasado a eventos naturales catastróficos (por ejemplo, inundaciones, sequías, epidemias) con el fin de comprender cómo la sociedad contemporánea podría responder mejor al cambio climático global.

- - Desarrollo experimental: utilizando los hallazgos de investigaciones previas, los historiadores diseñan una nueva exposición de museo sobre las adaptaciones de las sociedades humanas pasadas a los cambios ambientales; esto sirve como un prototipo para otros museos e instalaciones educativas.

- En lenguaje / lingüística:

- - Investigación básica: los lingüistas estudian cómo interactúan los diferentes idiomas a medida que entran en contacto unos con otros.

- - Investigación aplicada: los terapeutas del habla examinan la neurología gobernante de las lenguas y cómo los humanos adquieren habilidades lingüísticas.

- - Desarrollo experimental: los lingüistas desarrollan una herramienta para diagnosticar el autismo en los niños en función de su adquisición del lenguaje, la retención y el uso de los signos.

- En música:

- - Investigación básica: los investigadores desarrollan una teoría transformacional que proporciona un marco para comprender los eventos musicales, no como una colección de objetos que tienen relaciones particulares entre sí, sino como una serie de operaciones de transformación aplicadas al material básico del trabajo.

- - Investigación aplicada: los investigadores usan registros históricos y las técnicas de la arqueología experimental para recrear un instrumento musical antiguo y desaparecido hace mucho tiempo y determinar cómo se habría construido, cómo se habría reproducido y los tipos de sonidos que habría producido.

- - Desarrollo experimental: los educadores y teóricos de la música trabajan para producir nuevos materiales pedagógicos basados en los nuevos descubrimientos de la neurociencia que cambian nuestra comprensión de cómo los humanos procesan nuevos sonidos e información.

2.6. Clasificación y distribución por Campos de Investigación y Desarrollo (FORD)

2.42. Por una serie de razones, los profesionales de la encuesta y los usuarios de datos a menudo consideran útil y relevante clasificar las unidades que realizan I + D

y distribuir sus recursos de I + D de acuerdo con el dominio del conocimiento en el que operan. Este manual propone el uso de la clasificación de campos de investigación y desarrollo (FORD) de la OCDE para tales fines. Esta clasificación, desarrollada para I + D para propósitos de medición, sigue principalmente un enfoque de contenido. Cuando el contenido de la materia de I + D está estrechamente relacionado, los sujetos se agrupan para formar los campos amplios (un dígito) y más estrecho (dos dígitos) de la clasificación. Si bien la clasificación se puede aplicar a una gama más amplia de ciencia y tecnología (CyT) y actividades basadas en el conocimiento, su formulación por parte de la OCDE se centra en la I + D, tal como se define en este manual.

2.43. El objetivo es distribuir los esfuerzos de I + D y clasificar las unidades que realizan tales esfuerzos. Se puede decir que dos proyectos de I + D pertenecen al mismo campo si su contenido es el mismo o suficientemente similar. Los siguientes criterios dan lugar a la clasificación FORD y pueden ayudar a informar la evaluación del grado de similitud del contenido de la materia:

- Las fuentes de conocimiento utilizadas para la actividad de I + D realizada. La aplicación de desarrollos en algunos campos tecnológicos a menudo da lugar a nuevos esfuerzos científicos, de la misma manera que el conocimiento científico proporciona una base para nuevos desarrollos tecnológicos.
- Los objetos de interés: los fenómenos que deben entenderse o los problemas que deben resolverse como parte de la I + D.
- Los métodos, las técnicas y los perfiles profesionales de los científicos y otros trabajadores de I + D: diferentes dominios se pueden distinguir a veces sobre la base de los enfoques metodológicos para el estudio de un fenómeno o cuestión determinada.
- Las áreas de aplicación. Por ejemplo, en la clasificación FORD, las ciencias médicas y las ciencias agrícolas se definen específicamente por sus aplicaciones a la salud humana y las actividades agrícolas.

2.44. Esta clasificación está estrechamente relacionada con la “Recomendación sobre la Normalización Internacional de Estadísticas en Ciencia y Tecnología” (UNESCO, 1978), que proporcionó la base inicial para la clasificación de I + D de la OCDE en el campo de la ciencia y la tecnología en versiones anteriores de este manual. También existe un grado de relación con los Campos de Educación y Capacitación CINE (CINE-F), que tiene como objetivo la clasificación de los programas de estudio y capacitación y refleja en gran medida la forma en que las escuelas, departamentos, etc., organizan sus actividades y credenciales de premio a

los estudiantes que completan con éxito estos programas. Se reconoce que FORD y la CINE-F tienen diferentes propósitos, y no es factible garantizar una correspondencia directa entre las dos clasificaciones (UNESCO-UIS, 2014, p.17).

2.45. A la luz de los cambios en curso en la forma en que se lleva a cabo la I + D y la aparición progresiva de nuevos dominios, la clasificación de FORD estará sujeta a revisión continua después de la publicación de la presente edición del manual. Para obtener versiones más actualizadas, el lector debe consultar los anexos en línea de este manual donde se pueden encontrar más detalles sobre esta clasificación y su uso.

Ver Tabla 2.2. Campos de clasificación de I + D (al final)

2.7. Ejemplos de I + D, límites y exclusiones en diferentes áreas

Actividades de I + D e innovación y casos límite

2.46. Actualmente, la innovación se define con fines de medición en la tercera edición del Manual de Oslo (OCDE / Eurostat, 2005) con un enfoque exclusivo en el sector de empresas comerciales (ver una definición para este sector en el Capítulo 3). En resumen, tiene que ver con poner productos nuevos o significativamente mejorados en el mercado o encontrar mejores formas (a través de procesos y métodos nuevos o significativamente mejorados) de llevar productos al mercado. La I + D puede o no ser parte de la actividad de innovación, pero es una entre varias actividades de innovación. Estas actividades también incluyen la adquisición de conocimiento existente, maquinaria, equipo y otros bienes de capital, capacitación, mercadotecnia, diseño y desarrollo de software. Estas actividades de innovación pueden llevarse a cabo internamente o adquirirse a través de terceros.

2.47. Se debe tener cuidado para excluir actividades que, aunque sean parte del proceso de innovación, no satisfagan los criterios requeridos para clasificarse como I + D. Por ejemplo, la solicitud de patente y la actividad de licenciamiento, la investigación de mercado, la puesta en marcha de la fabricación y el rediseño y el mecanizado para el proceso de fabricación no son actividades propias de I + D y no se puede suponer que forman parte de un proyecto de I + D. Algunas actividades, como la creación de herramientas, el desarrollo de procesos, el diseño y la construcción de prototipos, pueden contener un elemento apreciable de I + D, lo que dificulta la identificación precisa de lo que se debe o no definir como I + D. Esto es

particularmente cierto para la defensa y las industrias a gran escala como la aeroespacial. Dificultades similares pueden surgir al distinguir los servicios públicos basados en la tecnología, como la inspección y el control de los alimentos y las drogas de la investigación y el desarrollo relacionados.

Ejemplos de lo que es o no es I + D en procesos de innovación

2.48. La Tabla 2.3 y los ejemplos que siguen brindan más información sobre lo que debe y no debe contarse como I + D. (se omite la tabla)

Prototipos

2.49. Un prototipo es un modelo original construido para incluir todas las características técnicas y de rendimiento del nuevo producto. Por ejemplo, si se está desarrollando una bomba para líquidos corrosivos, se necesitan varios prototipos para pruebas de vida acelerada con diferentes sustancias químicas. Existe un circuito de retroalimentación para que, si las pruebas del prototipo no son exitosas, los resultados se puedan usar para un mayor desarrollo de la bomba.

2.50. El diseño, la construcción y la prueba de prototipos normalmente están dentro del alcance de I + D. Esto se aplica si solo se fabrican uno o varios prototipos y si se realizan de forma consecutiva o simultánea. Sin embargo, cuando se han realizado las modificaciones necesarias en el (los) prototipo (s) y se han completado satisfactoriamente las pruebas, el punto final de I + D ha sido alcanzado. La construcción de varias copias de un prototipo para satisfacer una necesidad comercial, militar o médica temporal después de una prueba exitosa del original, incluso si fue realizada por personal de I + D, no forma parte de I + D. La virtualización del prototipo podría seguir las mismas reglas, y se incluirá en I + D en la medida en que la actividad de prueba forme parte de un proyecto de I + D y tenga como objetivo recabar pruebas esenciales para alcanzar los objetivos del proyecto.

Plantas piloto

2.51. La construcción y el funcionamiento de una planta piloto forma parte de la I + D, siempre que los objetivos principales sean obtener experiencia y recopilar datos de ingeniería y de otra índole que se utilizarán en:

- evaluar hipótesis
- escribir nuevas fórmulas de productos

- establecer nuevas especificaciones de productos terminados
- diseño de equipos especiales y estructuras requeridas por un nuevo proceso
- preparar instrucciones de funcionamiento o manuales sobre el proceso.

2.52. Si, tan pronto como finaliza esta fase experimental, una planta piloto pasa a operar como una unidad de producción comercial normal, la actividad ya no se puede considerar I + D, aunque todavía se puede describir como una planta piloto. Siempre que el objetivo principal de operar una planta piloto no sea comercial, en principio no hace ninguna diferencia si se vende una parte o la totalidad de la producción. Dichos recibos no deben deducirse del costo de la actividad de I + D (Capítulo 4).

Proyectos a gran escala

2.53. Los proyectos a gran escala (en áreas como defensa, aeroespacio o grandes ciencias) generalmente cubren un espectro de actividad desde el desarrollo experimental hasta el de preproducción. En estas circunstancias, la organización de financiación y / o ejecución a menudo no puede distinguir entre I + D y otros elementos del gasto. La distinción entre el gasto en I + D y el gasto no relacionado con la I + D es particularmente importante en los países en los que una gran parte del gasto público en I + D se dirige a la defensa.

2.54. Es importante observar de cerca la naturaleza de las plantas o prototipos piloto costosos, como el primero de una nueva línea de centrales nucleares o de rompehielos. Se pueden construir casi en su totalidad a partir de materiales existentes y utilizar la tecnología existente, y a menudo se construyen para el uso simultáneo de I + D y para proporcionar el servicio principal en cuestión (generación de energía, rotura de hielo). La construcción de tales plantas y prototipos no debe atribuirse totalmente a I + D. Solo los costes adicionales debidos a la naturaleza experimental de estos productos se deben atribuir a I + D.

Producción de prueba

2.55. Después de que un prototipo ha sido probado satisfactoriamente y se han realizado las modificaciones necesarias, puede comenzar la fase de inicio de fabricación. Esto está relacionado con la producción a gran escala; puede consistir en la modificación del producto o en el proceso o la capacitación del personal en las nuevas técnicas o en el uso de maquinaria nueva. A menos que la fase de puesta en marcha de

fabricación implique un mayor diseño e ingeniería de I + D, no debe contarse como I + D, ya que el objetivo principal ya no es realizar más mejoras en los productos sino iniciar el proceso de producción. Las primeras unidades de una producción de prueba para una serie de producción en serie no deben considerarse prototipos de investigación y desarrollo, incluso si se describen de manera general como tales.

2.56. Por ejemplo, si se ensambla un nuevo producto mediante soldadura automática, el proceso de optimización de los ajustes en los equipos de soldadura para lograr la máxima velocidad y eficiencia de producción no se consideraría como I + D.

Solución de problemas

2.57. La detección de fallas ocasionalmente muestra la necesidad de más investigación y desarrollo, pero con mayor frecuencia implica la detección de fallas en el equipo o los procesos y da como resultado modificaciones menores de los equipos y procesos estándar. Por lo tanto, no debe incluirse en I + D.

“Retroalimentación” I + D

2.58. Después de que un nuevo producto o proceso ha sido entregado a las unidades de producción, aún habrá problemas técnicos que resolver, algunos de los cuales pueden exigir más investigación y desarrollo. Tal “retroalimentación” de I + D debería incluirse.

Herramientas e ingeniería industrial

2.59. En la mayoría de los casos, las fases de herramienta e ingeniería industrial de cualquier proyecto se consideran parte del proceso de producción, y no de I + D. Se pueden identificar tres fases de herramientas:

- el uso por primera vez de componentes (incluido el uso de componentes resultantes de los esfuerzos de I + D);
- la herramienta inicial de los equipos para la producción en masa;
- instalación de equipos relacionados con el inicio de la producción en masa.

2.60. Si el proceso de mecanizado resulta en más trabajo de I + D, como mejoras en la producción de maquinaria y herramientas o cambios en los procedimientos de producción y control de calidad o en el desarrollo de nuevos métodos y estándares,

estas actividades se clasifican como I + D. La I + D “feedback” resultante de la fase de mecanizado debe definirse como I + D.

Ensayos clínicos

2.61. Antes de que nuevos medicamentos, vacunas, dispositivos o tratamientos puedan ser introducidos en el mercado, deben ser probados sistemáticamente en voluntarios humanos para garantizar que sean seguros y efectivos. Estos ensayos clínicos se dividen en cuatro fases estándar, tres de las cuales tienen lugar antes de que se conceda el permiso para la fabricación. A los efectos de la comparación internacional, por convención, las fases de ensayos clínicos 1, 2 y 3 se pueden tratar como I + D. Los ensayos clínicos de fase 4, que continúan probando el fármaco o el tratamiento después de la aprobación y la fabricación, solo deben tratarse como I + D si producen un avance científico o tecnológico adicional. Además, no todas las actividades realizadas antes del permiso para la fabricación se consideran I + D, especialmente cuando hay una espera significativa después de la finalización de los ensayos de la fase 3, durante los cuales se pueden iniciar actividades relacionadas con la comercialización y el desarrollo del proceso.

I + D y diseño

2.62. Las actividades de diseño e I + D son difíciles de separar. Algunas actividades de diseño son una parte integral de los proyectos de I + D, y la I + D puede ser una aportación a los nuevos esfuerzos de diseño. Hay similitudes y vínculos. Sin embargo, no todo el diseño cumple con las pruebas funcionales de novedad e incertidumbre que se recogen en los cinco criterios básicos de I + D de este capítulo. El diseño juega un papel clave en el desarrollo y la implementación de innovaciones. Como todavía no existe una definición acordada de diseño con fines estadísticos, el diseño puede describirse como una actividad potencial de innovación multifacética destinada a planificar y diseñar procedimientos, especificaciones técnicas y otras características funcionales y de usuario para nuevos productos y procesos. Entre estas actividades se encuentran las preparaciones iniciales para la planificación de nuevos productos o procesos, y se trabaja en su diseño e implementación, incluidos los ajustes y los cambios posteriores. Esta descripción enfatiza el papel creativo del diseño dentro de un proceso de innovación, una característica potencialmente compartida con la I + D realizada en el mismo contexto. Algunas actividades relacionadas con el diseño pueden considerarse I + D en la medida en que desempeñan un papel en el proceso de desarrollo de un producto, que apunta a algo

“nuevo” (pero no necesariamente a un conocimiento nuevo), es creativo y original, puede formalizarse (realizarse por un equipo dedicado), y conduce a una salida codificada para pasar al equipo de desarrollo. La principal diferencia con I + D es que no es probable encontrar incertidumbre cuando se solicita a los diseñadores expertos que contribuyan a un proyecto de innovación. Esto lleva a una visión de que el diseño no es I + D y que debe mantenerse separado de I + D para cualquier propósito estadístico.

2.63. Si bien un proyecto de I + D implica incertidumbre acerca de si un resultado esperado se entregará dentro de un cronograma acordado, la incertidumbre de un proyecto de diseño estará directamente influenciada por la claridad y la factibilidad de sus objetivos originales. Como ejemplo, el diseño de un edificio estándar no implica una gran incertidumbre sobre el resultado final; sin embargo, cuanto más desafiante es el concepto del edificio, la adición de nuevas características, por ejemplo, mayor es la incertidumbre sobre el tiempo y los costos necesarios para completar el proyecto. La actividad de I + D, que complementa el uso de las herramientas de diseño existentes, puede ser necesaria para abordar la incertidumbre.

I + D y creación artística

2.64. El diseño a veces tiende a caracterizarse por el uso de métodos artísticos. Esta es otra área potencial de superposición. Para abordar el debate sobre la I + D y la creación artística, puede ser útil hacer una distinción entre investigación para las artes, investigación sobre las artes y expresión artística.

Investigación para las artes

2.65. La investigación para las artes consiste en desarrollar bienes y servicios para satisfacer las necesidades expresivas de artistas e intérpretes. Hay empresas en esta línea de negocio que dedican una parte importante de sus recursos a I + D en esta área. Por ejemplo, se involucran en el desarrollo experimental para producir nuevos instrumentos musicales electrónicos para satisfacer las necesidades de un grupo de intérpretes. Otros tipos de organizaciones de I + D (principalmente universidades e institutos técnicos) también desempeñan un papel en la exploración de nuevas tecnologías para el arte escénico (para mejorar la calidad del audio / video, por ejemplo). La actividad destinada a apoyar la introducción de nuevos métodos de organización o comercialización por parte de las instituciones de arte (publicidad, gestión financiera, etc.) puede calificar como I + D, pero se debe tener precaución al

tomar esta decisión. Esta área de rendimiento de I + D ya está cubierta por la recopilación de datos existente.

Investigación en las artes (estudios sobre la expresión artística)

2.66. La investigación básica o aplicada contribuye a la mayoría de los estudios de las artes (musicología, historia del arte, estudios de teatro, estudios de medios, literatura, etc.). Las instituciones públicas de investigación podrían tener un papel en los dominios de investigación seleccionados (ya que algunas infraestructuras de investigación relevantes, como bibliotecas, archivos, etc., a menudo están asociadas a instituciones artísticas, como museos, teatros, etc.). En lo que respecta a las actividades de preservación y restauración (si no se incluyen en el grupo anterior), se recomienda identificar a los proveedores de servicios técnicos tales como los ejecutantes de I + D (que emplean investigadores, publican trabajos científicos, etc.). Esta área de rendimiento de I + D está ampliamente cubierta por la recopilación de datos existente.

Expresión artística versus investigación

2.67. El rendimiento artístico normalmente se excluye de la I + D. Las representaciones artísticas no pasan la prueba de novedad de I + D, ya que buscan una nueva expresión, en lugar de nuevos conocimientos. Además, el criterio de reproducibilidad (cómo transferir el conocimiento adicional potencialmente producido) no se cumple. Como consecuencia, no se puede suponer que los departamentos de artes de la universidad y las artes de la universidad realicen I + D sin evidencia adicional de respaldo. La existencia de artistas que asisten a cursos en tales instituciones no es relevante para la medición de I + D. Sin embargo, las instituciones de educación superior deben evaluarse caso por caso si otorgan un título de doctorado a un artista como resultado de actuaciones artísticas. La recomendación es adoptar un enfoque “institucional” y solo tener en cuenta la práctica artística reconocida como I + D por las instituciones de educación superior como posible I + D (para ser utilizada por los recopiladores de datos).

I + D y desarrollo de software

2.68. La tecnología de la información desempeña un papel dominante en casi todas las actividades de innovación, y depende en gran medida de las actividades de I + D, pero también influye en la capacidad de las empresas y las instituciones para realizar I + D de forma eficaz. El desarrollo de software es una actividad relacionada con la

innovación que a veces está relacionada con la I + D e incorpora, en determinadas condiciones, algo de I + D. Para que un proyecto de desarrollo de software se clasifique como I + D, su finalización debe depender de un avance científico y / o tecnológico, y el objetivo del proyecto debe ser la resolución sistemática de una incertidumbre científica y / o tecnológica.

2.69. Además del software que forma parte de un proyecto general de I + D (para registrar y monitorear sus diferentes etapas, por ejemplo), la I + D asociada con el software como producto final o software integrado en un producto final también podría clasificarse como I + D cuando los criterios de I + D se aplican.

2.70. La naturaleza del desarrollo de software es tal que es difícil identificar su componente de I + D, si corresponde. El desarrollo de software es una parte integral de muchos proyectos que en sí mismos no tienen ningún elemento de I + D. El componente de desarrollo de software de tales proyectos, sin embargo, puede clasificarse como I + D si conduce a un avance en el área de software. Tales avances son generalmente incremental en lugar de revolucionario. Por lo tanto, una actualización, adición o cambio a un programa o sistema existente puede clasificarse como I + D si incorpora avances científicos y / o tecnológicos que resultan en un aumento en el inventario de conocimiento. El uso de software para una nueva aplicación o propósito no constituye en sí mismo un avance.

2.71. Los siguientes ejemplos ilustran el concepto de I + D en software y deberían incluirse en I + D:

- el desarrollo de nuevos sistemas operativos o idiomas;
- el diseño e implementación de nuevos motores de búsqueda basados en tecnologías originales;
- el esfuerzo para resolver conflictos dentro de hardware o software basados en el proceso de rediseñar un sistema o una red;
- la creación de algoritmos nuevos o más eficientes basados en nuevas técnicas;
- la creación de nuevas y originales técnicas de cifrado o seguridad.

2.72. Las actividades relacionadas con el software de naturaleza rutinaria no deben considerarse I + D. Tales actividades incluyen trabajos sobre avances específicos del sistema o específicos del programa que estaban a disposición del público antes del comienzo del trabajo. Los problemas técnicos que se han superado en proyectos anteriores en los mismos sistemas operativos y la arquitectura de la computadora

también se excluyen. El mantenimiento rutinario de computadoras y software no está incluido en I + D.

Algunos ejemplos de otras actividades relacionadas con el software que se excluirán de la I + D son:

- el desarrollo de software de aplicaciones comerciales y sistemas de información que utilizan métodos conocidos y herramientas de software existentes
- agregar funcionalidad de usuario a los programas de aplicación existentes (incluidas las funcionalidades básicas de entrada de datos);
- la creación de sitios web o software utilizando las herramientas existentes;
- el uso de métodos estándar de encriptación, verificación de seguridad y prueba de integridad de datos;
- la personalización de un producto para un uso particular, a menos que durante este proceso se agregue el conocimiento que mejore significativamente el programa base;
- depuración rutinaria de sistemas y programas existentes, a menos que esto se haga antes del final del proceso de desarrollo experimental.

2.73. En el área de software de sistemas, los proyectos individuales no se pueden considerar como I + D, pero su agregación en un proyecto más grande podría generar cierta incertidumbre tecnológica, cuya resolución requerirá I + D. Alternativamente, un proyecto grande puede tener como objetivo desarrollar un producto comercial mediante la adopción de tecnologías disponibles y no incluir la I + D en su planificación, pero puede haber algunos elementos en el proyecto que requieran actividades de I + D adicionales para asegurar la integración sin problemas de diferentes tecnologías.

2.74. A partir del SCN 1993 (EC et al., 1994), el gasto total en software (incluida la I + D para el desarrollo de software) se consideró como inversión de capital. En el SCN 2008 (EC et al., 2009), el gasto total en I + D se considera inversión de capital. De acuerdo con el Manual sobre la obtención de medidas de capital de los productos de propiedad intelectual (OCDE, 2009), que desarrolló aún más las orientaciones del SCN de 2008 sobre intangibles, la I + D de software capitalizada se mantuvo en la inversión en software. Es importante poder identificar explícitamente el gasto en I + D dedicado al software para informar mejor a los estadísticos y usuarios de I + D y SNA sobre la superposición entre el software y la I + D. Esto se analiza con más detalle en el Capítulo 4.

I + D, educación y formación

2.75. Las instituciones educativas y de formación que se encuentran por debajo del nivel terciario concentran sus recursos en la enseñanza y, como resultado, tienen muy pocas probabilidades de participar en proyectos de I + D. Por otro lado, en las instituciones de educación superior, la investigación y la enseñanza siempre están estrechamente vinculadas, ya que la mayoría del personal académico se encarga de ambos, y muchos edificios, así como muchos equipos, sirven para ambos propósitos.

2.76. Debido a que los resultados de la investigación alimentan la enseñanza y la información y la experiencia adquirida en la enseñanza a menudo pueden contribuir a la investigación, es difícil definir dónde terminan las actividades de educación y capacitación del personal de educación superior y sus estudiantes, y actividades de I + D comenzar, y viceversa. Los elementos de novedad de I + D lo distinguen de la enseñanza de rutina y otras actividades relacionadas con el trabajo. La adopción de los criterios clave de I + D se puede complementar, en este sector, mediante una consideración del papel institucional desempeñado por algunos actores:

- estudiantes de doctorado y estudiantes de maestría que cumplen con condiciones específicas (Capítulos 5 y 9);
- supervisores de estudiantes (incluidos en el personal de la universidad);
- proveedores de atención médica especializada en hospitales universitarios.

2.77. Dado que la actividad de investigación realizada por los estudiantes de doctorado debe incluirse en la I + D global realizada por el sector de Educación Superior, tanto ellos como el personal universitario que actúa como sus instructores o supervisores deben incluirse en los totales del personal de I + D (ver Capítulo 5). Por supuesto, el tiempo dedicado por el personal de la universidad para emprender tareas que no están relacionadas con la investigación debe excluirse de la estimación del rendimiento real de I + D. Esto se aplica a todas las disciplinas científicas.

2.78. De manera similar, en los hospitales universitarios donde la formación de estudiantes de medicina es una actividad importante además de la actividad primaria de atención de la salud, las actividades de enseñanza, I + D y atención médica avanzada, así como de rutina, están estrechamente relacionadas. El personal y los estudiantes que proporcionan atención médica especializada en hospitales universitarios, cuando se puede suponer con seguridad que son parte de un esfuerzo general de I + D, deben incluirse en el personal de I + D. Cualquier actividad de

rutina llevada a cabo para proporcionar atención médica en el mismo contexto debe excluirse de la I + D.

I + D en actividades de servicio

2.79. El SCN 2008 define los servicios como el resultado de una actividad de producción que cambia las condiciones de las unidades consumidoras o facilita el intercambio de productos o activos financieros. Entre los primeros, los proveedores de servicios pueden afectar los cambios en la condición de los bienes del consumidor, en las condiciones físicas y mentales de las personas (por ejemplo, a través de la salud o el transporte, así como a través de la provisión de información, educación, etc.). El SCN también define una categoría de producto híbrida separada que tiene características de bienes y servicios, a saber, “productos de captura de conocimiento”. Se trata de la provisión, el almacenamiento, la comunicación y la difusión de información, asesoramiento y entretenimiento de tal manera que la unidad de consumo pueda acceder al conocimiento de forma repetida. Las industrias que producen estos productos son aquellas relacionadas con la provisión, almacenamiento, comunicación y diseminación de información, asesoramiento y entretenimiento en el sentido más amplio de esos términos (EC et al., 2009).

2.80. La prestación de servicios implica un alto grado de proximidad e interacción con los clientes. Además, las industrias que se especializan en la producción de bienes pueden participar activamente en la prestación de servicios. Las empresas de las industrias de servicios pueden, a su vez, controlar varios aspectos de la producción de bienes, incluido, por ejemplo, el desarrollo experimental de nuevos bienes que forman parte de la prestación de sus servicios.

2.81. Definir los límites de la I + D en actividades de servicio es, por lo tanto, difícil, por dos razones principales: primero, es difícil identificar proyectos de I + D que sean específicos de un servicio y no estén integrados en un producto bueno o que capture conocimiento; y, en segundo lugar, la línea entre I + D y otras actividades de innovación no siempre es clara.

2.82. Entre los muchos proyectos en servicios, aquellos que constituyen I + D resultan en nuevos conocimientos o el uso del conocimiento para diseñar nuevas aplicaciones, de acuerdo con la definición de I + D.

2.83. Identificar la I + D es más difícil en las actividades de servicio que en las industrias productoras de bienes porque la I + D no es necesariamente especializada en un campo de investigación, aunque puede haber una especialización que refleje el mercado al que se presta servicios. La I + D abarca varias áreas: I + D relacionada con la tecnología e I + D en las ciencias sociales, las humanidades y las artes, incluida la I + D relacionada con el conocimiento del comportamiento y las organizaciones. Esta última noción ya está incluida en el criterio “conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad”, pero es particularmente importante en el caso de las actividades de servicios. Debido a que estas formas de I + D pueden combinarse en un proyecto, es importante definir claramente las diversas formas de I + D involucradas. Si el análisis se limita a la I + D relacionada con la tecnología, por ejemplo, la I + D puede ser subestimada. En muchos casos, los hallazgos de I + D en las industrias de servicios pueden ser parte de las actividades de prestación de servicios.

2.84. Además, en las empresas de servicios, la I + D no siempre está organizada formalmente como en las empresas productoras de bienes (es decir, con un departamento dedicado de I + D, investigadores o ingenieros de investigación identificados como tales en la lista de personal del establecimiento, etc.). El concepto de I + D en los servicios es aún menos específico y algunas veces no es reconocido por las empresas involucradas. A medida que se dispone de más experiencia sobre la recopilación de datos de I + D en los servicios, los criterios para identificar I + D y ejemplos de I + D relacionados con los servicios pueden requerir un mayor desarrollo.

Criterios para identificar I + D en servicios

2.85. Además de los cinco criterios básicos, los siguientes son indicadores que pueden ayudar a identificar la presencia de I + D en actividades de servicio:

- enlaces con laboratorios públicos de investigación;
- la participación del personal con doctorados o estudiantes de doctorado;
- la publicación de hallazgos de investigación en revistas científicas, la organización de conferencias científicas o la participación en revisiones científicas.

Ejemplos de I + D en actividades de servicio seleccionadas

2.86. Las actividades de I + D enumeradas a continuación pueden servir como ejemplos de I + D en actividades de servicio. También deben tenerse en cuenta los

criterios generales y suplementarios para distinguir la I + D presentados en la Sección 2.4.

2.87. Los límites generales de I + D definidos anteriormente se aplican en gran medida a las actividades de servicio. El elemento de novedad es un criterio básico para distinguir la I + D de las actividades relacionadas.

Ejemplos de I + D en banca y seguros

- investigación matemática relacionada con el análisis de riesgo financiero;
- el desarrollo de modelos de riesgo para la política de crédito;
- el desarrollo experimental de un nuevo software para la banca en casa;
- el desarrollo de técnicas para investigar el comportamiento del consumidor con el fin de crear nuevos tipos de cuentas y servicios bancarios;
- investigación para identificar nuevos riesgos o nuevas características de riesgo que deben tenerse en cuenta en los contratos de seguro;
- investigación sobre fenómenos sociales con impacto en nuevos tipos de seguros (salud, jubilación, etc.), como cobertura de seguro para no fumadores;
- I + D relacionado con banca electrónica y seguros, servicios relacionados con Internet y aplicaciones de comercio electrónico;
- I + D relacionado con servicios financieros nuevos o mejorados significativamente (nuevos conceptos para cuentas, préstamos, seguros e instrumentos de ahorro).

Ejemplos de I + D en otras actividades de servicio

- análisis de los efectos del cambio económico y social en las actividades de consumo y ocio;
- el desarrollo de nuevos métodos para medir las expectativas y preferencias del consumidor;
- el desarrollo de nuevos métodos para entregar y medir los resultados del servicio social que se pueden adaptar en una variedad de entornos socioeconómicos o culturales diferentes;
- el desarrollo de nuevos métodos e instrumentos de encuesta;
- el desarrollo de procedimientos de seguimiento y rastreo (logística);
- investigación sobre nuevos conceptos de viajes y vacaciones.

I + D y actividades científicas y tecnológicas relacionadas

2.88. Las dificultades para separar la I + D de otras actividades científicas y tecnológicas (STA) surgen cuando se realizan varias actividades en la misma

institución. En las prácticas de recopilación de datos, los criterios generalmente se aplican sobre la base de un conocimiento directo de las instituciones ejecutoras.

Como pautas generales:

– Las instituciones o unidades de instituciones y empresas cuya actividad principal es la I + D a menudo tienen actividades secundarias que no son de I + D (por ejemplo, información científica y técnica, pruebas, control de calidad, análisis). En la medida en que una actividad secundaria se realice principalmente en interés de la I + D, debería incluirse en I + D; si la actividad secundaria está diseñada esencialmente para satisfacer necesidades distintas a la I + D, debe excluirse.

– Las instituciones cuyo objetivo principal es una actividad científica relacionada con la I + D a menudo emprenden algunas investigaciones relacionadas con esta actividad. Tal investigación debe ser aislada e incluida cuando se mide I + D.

2.89. En algunos sectores, los criterios clave para distinguir entre la I + D y las actividades científicas y tecnológicas relacionadas son particularmente difíciles de aplicar. La recopilación, prueba y estandarización de datos de propósito general, proyectos de *big data*, exploración espacial y exploración y evaluación minera son todas áreas que involucran grandes cantidades de recursos, y cualquier variación en su tratamiento tendrá efectos importantes en la comparabilidad internacional de los datos resultantes de I + D. Los proyectos a gran escala también plantean problemas para la identificación de su I + D. A medida que se finaliza esta edición, la UNESCO actualiza sus definiciones de STA para fines estadísticos (UNESCO, 1978, UNESCO, 1984), y se espera que el resultado de ese proceso proporcione más orientación sobre los límites entre la I + D y otras actividades de STA. Dicha guía estará disponible a su debido tiempo como parte del material del anexo en línea de este manual.

Recopilación y documentación de datos de propósito general

2.90. La recopilación de datos de propósito general es realizada generalmente por agencias gubernamentales para registrar fenómenos naturales, biológicos o sociales que son de general interés del público o que solo el gobierno tiene los recursos para registrar. Los ejemplos son mapas topográficos de rutina; estudios geológicos, hidrológicos, oceanográficos y meteorológicos de rutina; y observaciones astronómicas. Los datos recopilados exclusiva o principalmente como parte del proceso de I + D se incluyen en I + D (por ejemplo, los datos recopilados por un

detector que forma parte de un experimento de dispersión de partículas elementales en el CERN). El mismo razonamiento se aplica al procesamiento e interpretación de los datos. Las ciencias sociales, en particular, son muy dependientes de un registro preciso de los hechos relacionados con la sociedad en forma de censos, encuestas de muestra, etc. Cuando estos son especialmente recolectados o procesados, a los fines de la investigación científica, el costo debe atribuirse a la investigación y debe abarcar la planificación y la sistematización de los datos. La I + D también puede identificarse cuando un proyecto específico está destinado a desarrollar métodos estadísticos totalmente nuevos (por ejemplo, trabajo conceptual y metodológico en relación con el desarrollo de encuestas y sistemas estadísticos completamente nuevos o modificados sustancialmente, metodologías de muestreo, estimaciones estadísticas de áreas pequeñas y técnicas de captura de datos) o metodologías y técnicas de recopilación de datos. Sin embargo, los datos recopilados para otros fines o generales, como el muestreo trimestral de desempleo, deberían excluirse de la I + D, incluso si se explotan para investigación (a menos que el investigador tenga que pagar por el derecho a utilizarlos en la investigación). Las encuestas de mercado también deben ser excluidas.

2.91. Las actividades de un servicio de información científica y técnica o de una biblioteca de laboratorio de investigación que se mantenga predominantemente en beneficio de los investigadores en el laboratorio deberían incluirse en la I + D. Las actividades del centro de documentación de una firma abierta a todo el personal de la empresa deberían excluirse de la I + D incluso si comparten las mismas instalaciones que la unidad de investigación comercial (aquí se aplica la necesidad de evitar una sobrevaloración de actividades relacionadas con la I + D). Del mismo modo, las actividades de las bibliotecas de las universidades centrales deberían excluirse de la I + D. Estos criterios, que deberán aplicarse también a las bibliotecas electrónicas y a los repositorios de datos, se aplican solo cuando es necesario tratar las actividades de una institución o un departamento en su totalidad. Cuando se usan métodos contables más detallados, puede ser posible imputar parte de los costos de las actividades excluidas a gastos generales de I + D. Mientras que la preparación de publicaciones científicas y técnicas está, en general, excluida, la preparación del informe original de los hallazgos de la investigación debería incluirse en I + D.

Pruebas y estandarización

2.92. Los organismos públicos y las organizaciones de consumidores a menudo operan laboratorios que están destinados principalmente a probar productos y verificar que se cumplan los estándares. Además de las pruebas estándar y las

actividades de evaluación comparativa, que no son de I + D, el personal de estos laboratorios también puede dedicar tiempo a diseñar métodos de prueba nuevos o sustancialmente mejores. Tales actividades deberían incluirse en I + D.

Proyectos de *Big Data*

2.93. La aparición de nuevos instrumentos y métodos de exploración intensiva de datos está facilitando el proceso de descubrimiento científico intensivo de datos e innovación basada en datos. Estas actividades son de I + D si y solo si cumplen los cinco criterios básicos, en particular el requisito general de que la actividad o proyecto se realice de forma sistemática, es decir, identificando claramente la brecha de conocimiento original y centrando los recursos específicos en abordarla. Un ejemplo es el “Proyecto Genoma Humano”, que atrajo a investigadores e instituciones de 18 países para cooperar en un esfuerzo de investigación de 13 años para secuenciar y trazar el mapa del ADN humano. A través de la digitalización, el criterio de codificación de I + D juega un papel importante en los proyectos de big data, ya que la usabilidad de los datos provenientes de proyectos científicos de “big data” depende de su capacidad para transmitir conocimiento sobre fenómenos específicos para los cuales se han recopilado los datos. Estos datos pueden o no ser ampliamente accesibles o utilizables para fines de investigación. El concepto de ciencia abierta comúnmente se refiere a los esfuerzos por hacer que el resultado de la investigación financiada con fondos públicos sea más accesible en formato digital para la comunidad científica, el sector empresarial o la sociedad en general (OCDE, 2015). En algunos casos, los esfuerzos para hacer accesibles los datos de investigación a la comunidad científica en general, incluyendo el desarrollo de herramientas específicas que faciliten la reproducibilidad de la investigación, serán parte integral de un proyecto de I + D, siempre que estén explícitamente formulados dentro de la I + D objetivos del proyecto y están presupuestados. En otros casos, estos deben tratarse como esfuerzos de difusión separados y no contar como I + D.

Exploración espacial

2.94. Una dificultad de la exploración espacial es que, en algunos aspectos, gran parte de la actividad espacial ahora puede considerarse de rutina; sin duda, la mayoría de los costos se incurren para la compra de bienes y servicios que no son de I + D. Puede ser necesario separar las actividades asociadas con la exploración espacial, incluido el desarrollo de vehículos, equipos, software y técnicas, de

aquellos involucrados en la colocación rutinaria de satélites en órbita o el establecimiento de estaciones de seguimiento y comunicación.

Exploración y evaluación de minerales

2.95. La exploración y evaluación de minerales se define en el SCN 2008 como una categoría de actividad que conduce a la creación de un activo de propiedad intelectual, separado de I + D (EC et al., 2009; OCDE, 2009). La actividad de exploración y evaluación mineral agrega al conocimiento de los depósitos del subsuelo en lugares específicos con el propósito de su explotación económica. Incluye la adquisición de derechos de exploración, así como estudios topográficos, geológicos, geoquímicos y geofísicos, y actividades de zanjeo, muestreo y evaluación.

2.96. Este manual también establece una separación estricta entre la I + D y la exploración minera. Sin embargo, se pueden encontrar algunos enlaces con I + D. Por ejemplo, una serie de pruebas geológicas realizadas en el contexto de proyectos de I + D pueden proporcionar evidencia inicial para que las compañías mineras y de exploración realicen actividades de exploración impulsadas por la explotación, que no son de I + D. La investigación y el desarrollo también pueden ser necesarios para desarrollar nuevas técnicas de prueba y perforación que la industria minera pueda utilizar para su exploración y actividades rutinarias. La minería y la prospección a veces causan problemas debido a una confusión lingüística entre la búsqueda de recursos nuevos o sustancialmente mejorados (alimentos, energía, etc.) y la búsqueda de reservas existentes de recursos naturales, una confusión que difumina la distinción entre I + D y topografía y prospección. En teoría, para establecer datos precisos de I + D, las siguientes actividades deberían identificarse, medirse y resumirse:

- el desarrollo de nuevos métodos y técnicas de topografía;
- levantamiento realizado como parte integral de un proyecto de investigación sobre fenómenos geológicos;
- investigación sobre fenómenos geológicos, realizada como una parte subsidiaria de los programas de prospección y prospección.

2.97. En la práctica, el último de estos presenta una serie de problemas. Es difícil enmarcar una definición precisa que sea significativa para los encuestados en las encuestas nacionales. Por este motivo, solo las siguientes actividades deberían incluirse en I + D:

- el desarrollo de métodos y equipos nuevos o sustancialmente mejorados para la adquisición de datos y para el procesamiento y estudio de los datos recopilados y para la interpretación de estos datos;
- encuestas realizadas como parte integral de un proyecto de I + D sobre fenómenos geológicos, incluida la adquisición, el procesamiento y la interpretación de datos llevados a cabo con fines principalmente científicos.

2.98. De ello se desprende que las actividades de prospección y prospección de empresas comerciales quedarán casi por completo excluidas de la I + D. Por ejemplo, el hundimiento de pozos exploratorios para evaluar servicios tecnológicos no es I + D.

I + D y la gestión de las actividades de ciencia y tecnología (CyT)

Niveles de preparación de tecnología

2.99. La clasificación de grandes proyectos de I + D se analiza en el Capítulo 8, con énfasis en las industrias aeroespacial y de defensa. En algunas jurisdicciones, las clasificaciones del nivel de preparación de la tecnología (TRL) se utilizan en la adquisición y en la descripción de los proyectos. Como hay varias de tales clasificaciones, la recomendación es que, si hay una en uso en la jurisdicción de interés, se puede evaluar para determinar si podría contribuir a mejorar la recopilación de estadísticas de I + D.

Proyectos de demostración

2.100. Ya se han adoptado dos conceptos de demostración en las estadísticas de I + D: “demostración de usuario”, que se lleva a cabo cuando un prototipo funciona a escala completa o cerca de él en un entorno realista para ayudar a formular políticas o promover su uso, que es no I + D; y “demostración técnica” (incluido el desarrollo de “proyectos de demostración” y “modelos de demostración”) que, debido a que es una parte integral de un proyecto de I + D, es una actividad de I + D.

2.101. Con referencia a su amplio uso en la gestión de grandes proyectos de investigación, la “demostración de tecnología” se considera como un paso en el proceso de evaluación, ex ante o ex post, de la implementación de nuevas tecnologías. Este significado se adoptó originalmente en el sector de la información y la comunicación y ha evolucionado para significar la actividad llevada a cabo para mostrar a potenciales inversores y clientes la potencialidad esperada de una tecnología en desarrollo. A este respecto, no se recomienda el uso de este concepto

en asociación con el concepto de I + D, a menos que se pueda identificar un papel claro de una actividad de demostración en un proyecto de I + D.

I + D en las ciencias sociales, las humanidades y las artes

2.102. En la definición de I + D en este manual, la frase “conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad” incluye las ciencias sociales, las humanidades y las artes. También para las ciencias sociales, humanidades y artes, el uso de criterios claros para identificar I + D, como tener un elemento apreciable de novedad y tratar con la incertidumbre, es extremadamente útil para definir el límite entre I + D y actividades científicas relacionadas (de rutina) como investigaciones no científicas. Los componentes conceptuales, metodológicos y empíricos del proyecto en cuestión deben tenerse en cuenta para identificar una actividad de I + D.

2.103. En las ciencias sociales, p. sociología, economía o ciencia política: actividades de recopilación de datos, p. Las encuestas estadísticas sobre poblaciones específicas solo pueden incluirse en I + D si se llevan a cabo como parte integral de un proyecto de investigación específico o en beneficio de un proyecto de investigación específico. Por lo tanto, los proyectos de naturaleza rutinaria, en los que los científicos sociales aportan metodologías, principios y modelos establecidos de ciencias sociales para abordar un problema particular, no pueden clasificarse como investigación. Por ejemplo, un proyecto que utilice datos de la encuesta sobre la fuerza de trabajo para identificar tendencias de desempleo a largo plazo debe excluir la actividad de recopilación de datos como un componente de I + D (ya que esos datos se recopilan periódicamente utilizando una metodología existente). Por otro lado, un estudio de caso sobre el desempleo en una región específica, si se aplican técnicas originales para entrevistar a los encuestados podría incluir dicha recopilación de datos en su esfuerzo de I + D. Desde una perspectiva más amplia, en la medida en que las ciencias sociales usan datos empíricos, deben aplicarse las mismas pautas que las ciencias naturales (aunque excluyendo la prueba de sus resultados sobre una base experimental).

2.104. Para las humanidades, se podría utilizar el mismo enfoque que para las artes (estudios sobre literatura, música, artes visuales, teatro, danza y otras artes escénicas). Se puede señalar su naturaleza histórica o comparativa, así como el papel relevante desempeñado por las universidades u otras instituciones especializadas en el desarrollo de directrices científicas que deben seguir los expertos en este campo.

2.105. La amplia gama de fuentes utilizadas en historia, arqueología, idiomas y estudios jurídicos y los diferentes métodos utilizados por los investigadores son posibles áreas de I + D. Debería recomendarse la adopción de los cinco criterios básicos para la I + D, principalmente con referencia a la novedad, la creatividad y la transferibilidad y / o reproducibilidad.

2.106. En los campos de la filosofía y los estudios religiosos, por ejemplo, los estudios históricos y comparativos llevados a cabo de acuerdo con los estándares académicos actuales se incluyen en I + D. Como no se puede dar una regla general, aparte de aplicar estrictamente los criterios de I + D, también se recomienda el uso del enfoque institucional (es decir, excluir potencialmente las actividades relacionadas con la investigación en filosofía y religión realizadas fuera de instituciones de investigación reconocidas).

2.107. En conclusión, la investigación en humanidades y artes puede incluirse en I + D en la medida en que se cumplan sus propios requisitos internos para identificar la naturaleza “científica” de dicha investigación. Directrices prácticas adicionales a continuación.

– Contexto del rendimiento (criterio institucional). La investigación llevada a cabo en el marco de una universidad o una institución de investigación oficialmente reconocida (incluidos museos, bibliotecas, etc.) puede incluirse en I + D.

– Adopción de procedimientos reconocidos. La investigación requiere formalización, y esto se aplica a las humanidades. Las actividades de investigación podrían identificarse y sus resultados estar disponibles para la comunidad científica a través de su publicación en revistas científicas. En la medida en que estas características se puedan identificar y una comunidad científica esté desarrollando activamente algunas reglas para identificar a sus propios miembros, se pueden aplicar las mismas reglas para identificar el desempeño de I + D.

– La investigación en humanidades puede tratar el desarrollo sistemático de teorías o interpretaciones de textos, eventos, restos materiales o cualquier otra evidencia disponible. Por convención, las actividades de investigación llevadas a cabo fuera de los campos de I + D enumerados en el Capítulo 3 deben excluirse de la I + D.

I + D y conocimiento tradicional

2.108. Un dominio de investigación transversal con cierta superposición con las humanidades y la medicina es el que trata del “conocimiento tradicional”. El conocimiento tradicional se ha definido como un conjunto “acumulado de

conocimientos, técnicas, prácticas y representaciones en gran parte tácito”. por pueblos con historias extendidas de interacción con el medio ambiente [...] natural, un complejo cultural que abarca sistemas de lenguaje, nombres y clasificación, prácticas de uso de recursos, rituales, espiritualidad y cosmovisión “(ICSU y UNESCO, 2002: 9). El tema de la relación entre el conocimiento tradicional y la I + D es particularmente relevante en los países en desarrollo donde la existencia de un valioso inventario de conocimientos tradicionales puede ser un poderoso incentivo para que las organizaciones nacionales y extranjeras establezcan actividades de I + D.

2.109. Como regla general, cuando las actividades relacionadas con los conocimientos tradicionales forman parte de un proyecto de I + D, el esfuerzo (financiero y en términos de recursos humanos) debe contarse como I + D. De lo contrario, deberían ser excluidos.

Los ejemplos de diferentes tipos de actividades que involucran conocimientos tradicionales que deberían contarse como contribuyentes a la I + D son los siguientes:

- Un proyecto de I + D puede implicar un enfoque científico para establecer el contenido del conocimiento tradicional en disciplinas como la etnociencia (etnobotánica, etnopedagogía, etno-forestal, etnoveterinaria y etno-ecológica) o antropología cognitiva. En este caso, los métodos de I + D dentro de las disciplinas establecidas se utilizan para estudiar el conocimiento tradicional.
- La aplicación de métodos científicos para identificar el ingrediente activo de los remedios de salud locales y / o su efectividad para ciertas afecciones médicas. En este caso, los métodos de I + D se aplican directamente a los productos de conocimiento tradicional con el fin de ampliar el stock de conocimiento científico.
- Actividades llevadas a cabo por profesionales del conocimiento tradicional para expandir el stock de conocimiento tradicional, a través del uso combinado de métodos tradicionales y otros métodos científicos. Estas actividades deben cumplir con los criterios estándar para ser contabilizadas como I + D o deben llevarse a cabo en las universidades.

2.110. Los ejemplos de actividades de conocimiento tradicional que se excluirían de la I + D incluyen lo siguiente:

- el uso regular / continuo de los conocimientos tradicionales por parte de los profesionales, por ejemplo, en el tratamiento de dolencias o la gestión de cultivos;
- el desarrollo rutinario de productos basados en el conocimiento tradicional;
- el almacenamiento y la comunicación del conocimiento tradicional de maneras tradicionales (mediante la prueba de la novedad);

– la transmisión tradicional de creencias y prácticas religiosas o culturales.

2.8. Actividades a excluir de I + D

2.111. A efectos de la encuesta, la I + D debe distinguirse de una amplia gama de actividades relacionadas con una base científica y tecnológica. Estas otras actividades están estrechamente vinculadas a la I + D tanto a través de los flujos de información como en términos de operaciones, instituciones y personal, pero en la medida de lo posible deberían excluirse al medir la I + D.

Servicios de información científica y técnica

2.112. Las actividades especializadas de:

- colección
- codificación
- grabación
- clasificación
- difundir
- traducir
- analizar
- evaluación

por:

- personal científico y técnico
- servicios bibliográficos
- servicios de patentes
- información científica y técnica, servicios de extensión y asesoría
- conferencias científicas

deben excluirse, excepto cuando se realicen únicamente o principalmente con fines de apoyo de I + D (por ejemplo, la preparación del informe original de los hallazgos de I + D debe incluirse en I + D) o en el contexto de proyectos de I + D, como se definió anteriormente en esta sección.

Pruebas y estandarización

2.113. Esto se refiere al mantenimiento de las normas nacionales, la calibración de normas secundarias y las pruebas y análisis de rutina de materiales, componentes, productos, procesos, suelos, atmósfera, etc. Estas actividades no son de I + D.

Estudios de viabilidad

2.114. La investigación de los proyectos de ingeniería propuestos, utilizando las técnicas existentes para proporcionar información adicional antes de decidir sobre la implementación, no es I + D. En las ciencias sociales, los estudios de viabilidad son investigaciones de las características socioeconómicas y las implicaciones de situaciones específicas (por ejemplo, un estudio de la viabilidad de un complejo petroquímico en una determinada región). Sin embargo, los estudios de viabilidad de proyectos de investigación forman parte de I + D.

Atención médica especializada

2.115. Se trata de la investigación de rutina y la aplicación normal de conocimientos médicos especializados. Por lo general, esto no es I + D; Sin embargo, puede haber un elemento de I + D en lo que se suele llamar “atención sanitaria especializada” cuando se lleva a cabo, por ejemplo, en hospitales universitarios.

Estudios relacionados con políticas

2.116. En este contexto, la “política” se refiere no solo a la política nacional, sino también a la política a nivel regional y local, así como a la política de las empresas comerciales en el ejercicio de su actividad económica. Los estudios relacionados con las políticas abarcan una variedad de actividades, como el análisis y la evaluación de los programas, políticas y operaciones existentes de los departamentos gubernamentales y otras instituciones; el trabajo de las unidades relacionadas con el análisis continuo y la supervisión de fenómenos (por ejemplo, análisis de defensa y seguridad); y el trabajo de las comisiones legislativas de investigación relacionadas con las políticas u operaciones del gobierno general o departamental.

2.117. Cualquier actividad destinada a proporcionar un apoyo cercano a las acciones de política, así como a la actividad legislativa, debería excluirse de la I + D. Esto incluye consejos sobre políticas y relaciones con los medios, asesoramiento legal, relaciones públicas o incluso asistencia técnica para la actividad administrativa (por ejemplo, contabilidad).

2.118. Debe señalarse, por otra parte, que las actividades de investigación destinadas a proporcionar a los responsables de la toma de decisiones un conocimiento profundo de los fenómenos sociales, económicos o naturales deben incluirse en la I +

D. Estas actividades de I + D suelen ser realizadas por personal capacitado (investigadores) en pequeños equipos de expertos y consultores y cumplen los criterios académicos estándar para el trabajo científico (además de los criterios de I + D).

Evaluaciones programáticas

2.119. Los esfuerzos de I + D pueden ser la base del proceso de toma de decisiones dentro del gobierno y otras instituciones. Si bien estos esfuerzos se pueden subcontratar a organizaciones externas, algunas instituciones pueden tener equipos dedicados activamente involucrados en la realización de análisis tales como evaluaciones previas y posteriores o evaluaciones, de manera ad hoc o incluso formalizadas. Estas actividades pueden, en algunos casos, cumplir los criterios para un proyecto de I + D. Sin embargo, este no es siempre el caso, y no todos los esfuerzos de inteligencia o creación de evidencia asociados con la política o el asesoramiento programático se pueden describir correctamente como I + D. Es relevante considerar con cierto detalle la experiencia de los involucrados en la actividad, cómo se codifica el conocimiento dentro de la organización y cómo se aseguran los estándares de calidad con respecto a las preguntas de investigación y la metodología aplicada. Existe un riesgo significativo de que algunos tipos de consultoría socioeconómica (interna o externa) se presenten incorrectamente como I + D.

2.120. Los asesores científicos juegan un papel importante dentro del gobierno. Sin embargo, la aplicación de criterios establecidos de toma de decisiones para la formulación de políticas no representa la I + D. Los esfuerzos destinados a desarrollar metodologías mejoradas para la toma de decisiones basadas en la ciencia se pueden considerar como I + D.

Actividades puramente de financiación de I + D

2.121. La recaudación, gestión y distribución de subvenciones de I + D a los artistas intérpretes o ejecutantes por parte de ministerios, agencias de investigación, fundaciones u organizaciones benéficas no es I + D.

Actividades de apoyo indirectas

2.122. Esto abarca una serie de actividades que no son de I + D pero que proporcionan apoyo para I + D. Por convención, los datos del personal de I + D cubren la I + D propiamente dicha, pero excluyen las actividades de apoyo

indirectas, mientras que una asignación para estos se incluye en los gastos generales del gasto en I + D de los artistas intérpretes o ejecutantes. Ejemplos típicos son transporte, almacenamiento, limpieza, reparación, mantenimiento y seguridad ocupacional. Las actividades administrativas y administrativas realizadas no exclusivamente para I + D, como las actividades de los departamentos centrales de finanzas y personal, también se incluyen en este apartado.

Referencias

- EC, IMF, OECD, UN and the World Bank (2009), *System of National Accounts*, United Nations, New York.
<https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/sna2008.pdf>.
- EC, IMF, OECD, UN and the World Bank (1994), *System of National Accounts*, United Nations, New York.
<http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/1993sna.pdf>.
- ICSU and UNESCO (2002), *Science, traditional knowledge and sustainable development*, ICSU Series on Science for Sustainable Development, No. 4, UNESCO, Paris. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001505/150501eo.pdf>.
- OECD (2015), *Making Open Science a Reality*, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2009), *Handbook on Deriving Capital Measures of Intellectual Property Products*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264079205-en>.
- OECD/Eurostat (2005), *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd edition, The Measurement of Scientific and Technological Activities, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264013100-en>.
- UNESCO (1984), *Guide to Statistics on Science and Technology*, Division of Science and Technology – Office of Statistics, ST/84/WS/19, UNESCO, Paris. www.uis.unesco.org/Library/Documents/STSManual84_en.pdf.
- UNESCO (1978), *Recommendation concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology*, UNESCO, Paris.
http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13135&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html.
- UNESCO-UIS (2014), *ISCED Fields of Education and Training 2013 (ISCED-F 2013)*, UNESCO, Paris. www.uis.unesco.org/Education/Documents/isced-fields-of-education-training-2013.pdf.

Tablas

Tabla 2.1. Ejemplos de preguntas para identificar proyectos de I + D

| Pregunta | Comentario |
|---|--|
| a. ¿Cuáles son los objetivos del proyecto? | La búsqueda de objetivos originales y desafiantes a través de la creación de "nuevos conocimientos" (como la búsqueda de fenómenos, estructuras o relaciones previamente no descubiertos) es un criterio clave para la I + D. Debe excluirse cualquier uso de conocimiento ya disponible (adaptación, personalización, etc.) que no implique un intento de ampliar el estado de la técnica (novedad). |
| b. ¿Qué hay de nuevo en este proyecto? | Además del desarrollo del "nuevo conocimiento", un proyecto de I + D debe tener un enfoque creativo, como el diseño de nuevas aplicaciones de conocimiento científico existente o nuevos usos de técnicas o tecnologías disponibles (Creatividad). |
| c. ¿Qué métodos se utilizan para llevar a cabo el proyecto? | Métodos utilizados en la investigación científica y tecnológica, así como en se aceptan investigaciones en las ciencias sociales, las humanidades y las artes, siempre que aborden la incertidumbre sobre el resultado final del proyecto. La incertidumbre podría ser sobre cuánto tiempo y recursos se necesitarán para lograr el objetivo planificado. La elección del método podría ser parte de la creatividad del proyecto y un medio para enfrentar la incertidumbre (Creatividad e incertidumbre). |
| d. ¿Cuán generalmente aplicables son los hallazgos o resultados del proyecto? | Para ser de aplicación general, los hallazgos de un proyecto de I + D deben cumplir el criterio de ser transferible / reproducible, además de los otros cuatro criterios. La transferencia de los resultados puede ser demostrada, por ejemplo, por publicación en la literatura científica y el uso de instrumentos de protección de la propiedad intelectual |
| e. ¿Qué tipos de personal están trabajando en el proyecto? | Se supone que se requiere una gama de habilidades para emprender un proyecto de I + D (El tema del personal de I + D se trata en el Capítulo 5 de este manual). El personal de investigación en proyectos se clasifica como |

| | |
|--|--|
| | investigadores, técnicos y otro personal de apoyo, pero solo los investigadores, que trabajan como investigadores, son necesarios para identificar una actividad de I + D que, implícitamente, satisfaga los cinco criterios básicos. |
| f. ¿Cómo deberían clasificarse los proyectos de investigación de las instituciones de investigación? | En casos seleccionados, se puede usar un "enfoque institucional" para distinguir entre proyectos de I + D y proyectos que no son de I + D. Por ejemplo, la mayoría de los proyectos llevados a cabo en institutos de investigación o universidades de investigación pueden calificarse como proyectos de I + D. Los proyectos lanzados en otros dominios, como las empresas comerciales o las instituciones no dedicadas por completo a la I + D, deben cotejarse con los cinco criterios de I + D (ver instituciones en el Capítulo 3). |

Tabla 2.2. Campos de clasificación de I + D

| Clasificación amplia | Clasificación de segundo nivel |
|--|---|
| 1. Ciencias naturales 2. Ingeniería y tecnología | 1.1 Matemáticas 1.2 Informática y ciencias de la información 1.3 Ciencias físicas 1.4 Ciencias químicas 1.5 Tierra y ciencias ambientales relacionadas 1.6 Ciencias biológicas 1.7 Otras ciencias naturales |
| 2. Ingeniería y tecnología | 2.1 Ingeniería civil 2.2 Ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica, ingeniería de la información 2.3 Ingeniería mecánica 2.4 Ingeniería química 2.5 Ingeniería de materiales 2.6 Ingeniería médica 2.7 Ingeniería ambiental 2.8 Biotecnología ambiental 2.9 Biotecnología industrial |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | 2.10 Nanotecnología |
| 3. Ciencias médicas y de la salud | 3.1 Basic medicine 3.2 Clinical medicine 3.3 Health sciences 3.4 Medical biotechnology 3.5 Other medical science |
| 4. Ciencias agrícolas y veterinarias | 4.1 Other engineering and technologies 4.2 Agriculture, forestry, and fisheries 4.3 Animal and dairy science 4.4 Veterinary science 4.5 Agricultural biotechnology |
| 5. Ciencias sociales | 3.1 Medicina básica 3.2 Medicina clínica 3.3 Ciencias de la salud 3.4 Biotecnología médica 3.5 Otra ciencia médica 4.1 Otras ingenierías y tecnologías 4.2 Agricultura, silvicultura y pesca 4.3 Ciencia animal y lechera 4.4 Ciencia veterinaria 4.5 Biotecnología agrícola |
| 6. Humanidades y artes | 6.1 Otras ciencias agrícolas 6.2 Historia y arqueología 6.3 Idiomas y literatura 6.4 Filosofía, ética y religión 6.5 Artes (artes, historia de las artes, artes escénicas, música) 6.6 Otras humanidades |