



Revista Iberoamericana de Argumentación

ἐπεὶ δὲ ταύτην τὴν ἐπιστήμην ζητοῦμεν

Director
Luis Vega

Secretaria
Paula Olmos

Edición Digital
Roberto Feltrero

Descubrimiento, invención e innovación en la práctica científica

Anna Estany

*Departamento de Filosofía
Universitat Autònoma de Barcelona
E08193 Bellaterra, Barcelona
Anna.Estany@uab.cat*

RESUMEN

El objetivo del trabajo es analizar los conceptos de innovación, invención, descubrimiento y progreso a partir del nuevo contexto en el que se desarrolla la práctica científica, caracterizada, por un lado, por la necesidad de una visión globalizadora de la actividad científica y, por otra, por el punto de vista cognitivo. Esto significa analizar hasta qué punto es posible abordar, por un lado, las ciencias de diseño a partir de los conceptos de descubrimiento y progreso y, por otro, las ciencias descriptivas desde la innovación y la invención. En cualquiera de los dos casos se trata de examinar las dificultades con las que nos podemos encontrar en esta inversión de asignación de estos conceptos, y los criterios con los que valoramos los cambios experimentados en el curso de la evolución de dichas ciencias.

PALABRAS CLAVE: Descubrimiento, innovación, invención, progreso.

ABSTRACT

The aim of this work is to analyze the concepts of innovation, invention, discovery and progress from the new context in which scientific practice develops, characterized on the one hand, by the need of a global vision of scientific activity and on the other, by the cognitive perspective. This means analyzing how far it is possible to address, first, the design sciences from the concepts of discovery and progress, and secondly, the descriptive sciences from innovation and invention. In either case it is examining the difficulties that we can find in the analysis of these concepts, and the criteria by which we value the changes in the course of the evolution of sciences.

KEYWORDS: Discovery, innovation, invention, progress.



Copyright©ANNA ESTANY

Se permite el uso, copia y distribución de este artículo si se hace de manera literal y completa (incluidas las referencias a la Revista Iberoamericana de Argumentación), sin fines comerciales y se respeta al autor adjuntando esta nota. El texto completo de esta licencia está disponible en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/es/legalcode.es>

1. INNOVAR PARA SOBREVIVIR

Entre los académicos es conocida la máxima “publish or perish” (publicar o perecer), en el sentido de que si no se publica el trabajo que uno está haciendo no existe en el medio académico. Posiblemente, esta máxima continua siendo válida pero hay otra que se ha impuesto y no solo en la academia sino en todos los ámbitos de la vida y de la cultura, a saber: “innovar para sobrevivir”.

El mundo gira en torno a la innovación. Hay que innovar en la cocina, en la música, en el arte, en el comercio, en las formas de organización social, en la estructura familiar, en fin, la lista sería interminable pero no cabe duda de que no hay ámbito de nuestra sociedad en la que no se hable de innovación. Y cada innovación se vive como un avance positivo de mejora y va asociado casi inconscientemente a la idea de calidad y, en consecuencia, al progreso. En un sentido general, podríamos decir que innovación y creatividad forman parte de la naturaleza humana y es lo que ha hecho posible la supervivencia de la especie en situaciones precarias y difíciles. Pero este planteamiento nos llevaría a cuestiones que van más allá de los objetivos de este trabajo, siendo objeto de estudio de la filosofía de la evolución biológica y cultural.

La penetración en la sociedad de la idea de innovación es un hecho reciente, no es que no se haya producido innovación a lo largo de la historia, sino que se produjo a otro ritmo y con menos visibilidad. La cuestión está en si existen factores que hayan influido en la incorporación de esta idea a ámbitos distintos de la ciencia y la tecnología, que eran los propios de los que se esperaba (y demandaba) innovación, en sentido estricto; y por lo que respecta a la práctica científica, el campo propio de la innovación ha sido la tecnología, ya que en la ciencia pura más que de innovación se hablaba de descubrimiento, invención y progreso científico. En este marco, nos podemos preguntar si la categoría “innovación” trasladada a campos en que hasta hace poco tiempo no se utilizaba es una cuestión puramente nominal o responde a causas más profundas. Una posible respuesta es que uno de los cambios importantes es el del papel desempeñado por la ciencia en todas las esferas de la vida cotidiana y de la cultura en general pero, como veremos más adelante, la categorización de las novedades en la ciencia es compleja y responde a distintos factores.

El objetivo de este trabajo es el análisis de los conceptos de descubrimiento, invención e innovación en el contexto de la ciencia en todas sus expresiones, es decir, desde la investigación pura hasta sus aplicaciones, dando lugar a disciplinas con

entidad propia que denominamos ciencias de diseño.¹

2. UNA APROXIMACIÓN AL ANÁLISIS CONCEPTUAL: LOS CONCEPTOS INTEGRADORES

Abordar la ciencia no solo como producto, sino también como proceso, implica analizar tanto las estructuras en un momento determinado como la dinámica de las mismas. Es decir, se trata de tomar el fenómeno cultural de la actividad científica y estudiarlo desde todas las perspectivas, a modo de caleidoscopio que tiene en cuenta todos los factores que inciden en dicha actividad. Los conceptos que nos hemos propuesto analizar son especialmente relevantes para la dinámica científica. Poseen características comunes pero también diferencias importantes, al menos si nos atenemos a cómo se han utilizado, y se utilizan, tanto en la historia como en la filosofía de la ciencia.

A grandes rasgos, podemos decir que el concepto de descubrimiento se ha atribuido a las ciencias puras o descriptivas cuando se ha abordado su evolución y sus grandes logros. Así, nos referimos al descubrimiento del planeta Halley y al descubrimiento del oxígeno. Cualquiera de estos ejemplos se refiere a ciencias descriptivas en el sentido de que el descubrimiento ha supuesto un mejor conocimiento y explicación del mundo natural o social. En cambio, cuando nos referimos a innovación pensamos en cambios tecnológicos en materia de automoción, de salud, de energía, de comunicación, etc. Y, por lo que se refiere a invención, lo que nos viene 'in mente' es desde la invención de la rueda y la escritura hasta la imprenta y el teléfono. Vemos que todos los ejemplos, tanto de innovación como de invención, están relacionados con la tecnología, a través de la cual se intenta resolver problemas prácticos. En último término, innovación e invención han sido los conceptos que han representado los logros en las ciencias aplicadas o ciencias de diseño. A partir de la constatación de los sentidos estándar de estos conceptos a lo largo de la historia, podemos concluir que descubrimiento ha sido la categoría con la que caracterizar los cambios de las ciencias descriptivas que incluyen desde la física y la química hasta la sociología, pasando por la biología y la psicología. Lo cual no significa que estas disciplinas no tengan su vertiente práctica en tanto en cuanto constituyen el

¹ Esta denominación la tomo de H. Simon (1969) y de I. Niiniluoto (1993). Se entiende por ciencias de diseño los campos disciplinarios que son el resultado de un proceso de cientifización y mecanización de las artes en el sentido de habilidades, y de actividades prácticas. H. Simon en *The science of the artificial* (1969) señala que el modelo tradicional de ciencia ofrece una imagen engañosa de campos como la ingeniería, la medicina, la arquitectura, la economía, la educación, etc. que están interesadas en el "diseño", en el sentido de objetivo, propósito, meta a conseguir, es decir, no tienen como objetivo describir el mundo sino transformarlo.

fundamento teórico de muchas ciencias de diseño. En cambio, las categorías de innovación e invención han constituido el punto de referencia para abordar los cambios en las ciencias de diseño, proporcionando indicadores para valorar sus logros.

La idea de progreso merece mención aparte, ya que se ha aplicado tanto a la ciencia pura como a la aplicada. Así, nos referimos al progreso de la biología con Darwin por su logro en explicar la evolución de las especies, a cómo Einstein hizo progresar la física al formular la teoría de la relatividad, o al progreso de la psicología con la introducción del método experimental por parte de W. Wundt. Pero también nos referimos al progreso que supuso el transporte ferroviario para los países donde se puso en marcha, o la píldora anticonceptiva para la liberación sexual de las mujeres. En realidad, durante todo el siglo XIX, y parte del XX, la ciencia ha estado asociada al progreso para la humanidad. Fue sobre todo después de la II Guerra Mundial cuando empezó a cuestionarse el nexo entre ciencia y progreso. Las razones de ello son múltiples pero no cabe duda de que acontecimientos como los de Hiroshima y Nagasaki; accidentes ferroviarios como los ocurridos en el estado de Bihar (India, 1981), en Etiopía (1985), Portugal (1985) y en Chile (1986); accidentes en centrales nucleares como Chernóbil (1986) y Fukushima (2011); y catástrofes como la de Bhopal (1984), han contribuido a cuestionar la identificación de ciencia y progreso.

Estas reflexiones suponen una distinción entre ciencia pura y ciencia aplicada que muchos filósofos, sociólogos y científicos no aceptarían.² A pesar de que en la práctica la ciencia y su aplicación interaccionan, conceptualmente no solo pueden distinguirse sino que no hacerlo lleva a la confusión a la hora de tomar decisiones en las que la ciencia tiene un papel relevante, tal como señala N. Roll-Hansen (2009: 8): «Esta ambigüedad genera debates confusos, por ejemplo, sobre los niveles adecuados de financiación o de utilidad social de la inversión en la investigación científica, y con el tiempo produce una toma de decisiones deficiente». En este sentido «Parece difícil negar que había una diferencia *moralmente significativa* entre la investigación de Hahn-Meitner sobre la reacción en cadena en el uranio 236 y el proyecto Manhattan de la construcción de una bomba atómica» (Roll-Hansen, 2009: 26). Por el contrario, marcar las diferencias puede reportar clarificación para la política de la ciencia:

Estas diferencias podrían mejorar las posibilidades de desarrollar una política de la ciencia para servir a la sociedad en su conjunto y no sólo a los intereses particulares de determinados grupos, ya sean empresas privadas, movimientos

² Ver Estany (2005).

políticos, religiones, la comunidad científica, u otros (Roll-Hansen, 2009: 2).³

En consecuencia, tomo como premisa la distinción conceptual entre ciencia pura y aplicada, a la vez que su convergencia en la práctica científica.

Frente a las diferencias en la caracterización de los conceptos que encontramos en la práctica científica podemos tomar la determinación de reducir al mínimo las categorías, aplicando la navaja de Occam, construir una tipología a modo de partición matemática, o pensar en un camino intermedio que serían lo conceptos integradores. Tenemos pues tres formas de proceder frente a la diversidad, que tanto pueden aplicarse a la ciencia como a la filosofía. La tercera vía implica la inclusión de diferentes conceptos y tipologías en categorías que tienen una fuerza explicativa que no es reducible a la suma de las partes. La integración puede implicar el descartar conceptos inadecuados pero, al mismo tiempo, conservar la diversidad o transformarla en un recurso para ampliar nuestra comprensión. Los conceptos integradores, a veces, están asociados a idealizaciones que nos proporcionan una comprensión de la realidad más allá de lo que cada uno podría hacerlo por separado.

Tanto en la ciencia como en la filosofía podemos encontrar conceptos integradores. Como muestra de ellos en el marco de las ciencias cognitivas tenemos “mente extendida”, “scaffolding” y “affordance”.⁴ El primero integra los conceptos que indican algún tipo de implementación de nuestra capacidad cognitiva más allá del cerebro; los dos segundos tienen como común denominador actuar como recursos cognitivos que facilitan la supervivencia de la especie, y en el caso del hombre la supervivencia biológica y cultural. En la filosofía de la ciencia, conceptos como realismo y empirismo también pueden considerarse conceptos integradores.

Respecto al tema que nos ocupa, podemos considerar los conceptos de descubrimiento, invención e innovación como conceptos integradores de la dinámica científica.

3. POLISEMIA DE DESCUBRIMIENTO, INVENCIÓN E INNOVACIÓN

De entrada, partimos de que descubrimiento es la categoría más utilizada para caracterizar los cambios en las ciencias puras y que invención e innovación lo son para los cambios en las ciencias aplicadas. Sin embargo, dado que los límites entre ciencia pura y aplicada, al menos en la práctica, son borrosos es comprensible que las

³ La traducción de las citas ha corrido a cargo de la autora.

⁴ Ver Estany & Martínez (en prensa 2014, acceso a la versión electrónica 2013).

referencias que encontramos en la literatura sobre estos conceptos no respondan a una clasificación clara y rotunda.⁵ A continuación vamos a ver de qué forma se caracterizan los cambios en las ciencias descriptivas y en las ciencias de diseño, mostrando la utilización que se hace de una u otra categoría. Hay que señalar que no se trata de un examen exhaustivo de la utilización de estas categorías sino de mostrar los distintos sentidos de las mismas y ver si hay algunas características comunes que podamos considerar como los elementos integradores de dichos conceptos.

3.1. EN BUSCA DE DESCUBRIMIENTOS

Los cambios en las ciencias descriptivas suponen nuevas teorías que proporcionan un mayor y mejor conocimiento y comprensión de los fenómenos estudiados, lo cual implica la detección de descubrimientos, interpretados como progreso del campo en cuestión. Lo primero que se nos plantea es la propia existencia de descubrimientos, una cuestión que no es baladí ya que los constructivistas sociales niegan la realidad de los mismos. En este sentido F.L. Holmes (2009) es crítico con las posiciones de B. Latour y S. Woolgar (1986: 235) para los que los hechos son “construidos”, no “descubiertos” en el laboratorio. Holmes tampoco comparte la idea de W. Chen (1992) de que la penicilina sea tratada como construida y no como descubierta por Alexander Fleming (Chen, 1992: 245-246, 286-287). Sobre este debate es relevante la reflexión de T. Nikles (2009: 175) al señalar que aceptar que en la historia de la ciencia hay descubrimientos no significa la verdad de lo que se descubre.

Posiblemente, el sentido más habitual de descubrimiento en estudios históricos y filosóficos sea que aporta nuevos conocimientos sustantivos, que fundamentan la explicación de los fenómenos.⁶ Vamos a ejemplificar este sentido de descubrimiento a partir de algunos autores que han abordado esta cuestión.

L. Darden (2009: 44) señala que «un descubrimiento científico debe ser visto como un largo proceso que se produce en ciclos de generación, evaluación y revisión, y pone como ejemplo el descubrimiento de los mecanismos en la biología molecular». Así, para los filósofos que inciden en la importancia de los mecanismos, entre los cuales podemos señalar Bechtel y Richardson (1993) y Machamer, Craver & Darden (2000), los descubrimientos consisten en encontrar nuevos mecanismos que expliquen mejor determinados fenómenos. También las referencias de H. Andersen (2009:4) al

⁵ Una muestra de la complejidad de estos conceptos la encontramos en obras como: *Models of discovery and creativity* (2009) editada por J. Meheus y T. Nickles, y *The international handbook on innovation* (2003), editado por L.V. Shavinina.

⁶ No vamos a dilucidar qué se entiende por conocimiento sustantivo. Digamos que es conocimiento con base científica.

«análisis de las estructuras de los conceptos involucrados en el descubrimiento de la fisión nuclear con el fin de explicar las reacciones a diversas anomalías» tienen que ver con conocimiento sustantivo. Holmes (2009) considera un ejemplo de descubrimiento la emergencia de una forma soluble de RNA.

En general, la idea de descubrimiento se asocia a las ciencias empíricas pero hay autores, como E. Glass (2009) que habla de descubrimientos matemáticos, vinculándolos al análisis del papel que los experimentos mentales juegan en dichos descubrimientos. Glass señala que «los experimentos mentales establecen un fuerte vínculo entre ciencia empírica y matemáticas» (Glass, 2009: 58), de lo cual podemos concluir que las matemáticas a pesar de su carácter formal no es una excepción en recurrir a la idea de descubrimiento para expresar los cambios experimentados a lo largo de su historia.

Si pensamos en las características compartidas por la idea de descubrimiento en las ciencias descriptivas podemos señalar la aportación de nuevos conocimientos sustantivos que suponen una mayor capacidad de explicación del mundo natural y social. Por tanto, descubrimiento integraría una variedad de conceptos para designar nuevos saberes que nos permiten comprender mejor determinados fenómenos que ocurren en nuestro entorno.

A pesar de que el concepto adoptado para los cambios en las ciencias descriptivas es, mayormente, la categoría de descubrimiento, también encontramos autores que se refieren a dichos cambios como innovaciones. Tal es el caso de H. I. Brown (2009) que se refiere a los cambios conceptuales como innovación conceptual, a pesar de que los ejemplos a los que alude no proceden de las ciencias aplicadas sino de la física (Galileo) y de la química (Proust y Dalton). Por tanto, en este caso, la utilización del concepto de innovación no tiene que ver con la resolución de problemas prácticos, sino con la aportación de nuevos conocimientos sustantivos. Todo parece indicar que el objetivo de Brown al hablar de cambio conceptual es el de abordar la dinámica científica desde una perspectiva menos rupturista y más gradualista, y considera que innovación refleja mejor que descubrimiento la idea de cambio gradual.

Cuando nos acercamos a cambios específicos desde esta perspectiva, vemos claramente que un cambio no es un fenómeno de todo o nada, y que un cambio conceptual radical en un campo es perfectamente compatible con una gran estabilidad. (Brown, 2009: 40).

Por su parte, N. Nersessian (2009) utiliza la denominación “innovación conceptual” para referirse a los cambios de conceptos que tiene lugar en algunos de los episodios

más importantes de la historia de la física, por tanto, cambios en conocimiento sustantivo. La pregunta que nos podemos hacer es si en Brown y Nersessian hay una intencionalidad en utilizar la idea de innovación en lugar de descubrimiento o es simplemente que no ven diferencias relevantes entre estas dos categorías.

Descubrimiento es también la categoría más utilizada en los estudios de casos históricos por los filósofos del enfoque historicista. Las revoluciones y cambios analizados por T. Kuhn, I. Lakatos, L. Laudan, entre otros muchos de la corriente historicista en filosofía de la ciencia, consisten en nuevos conocimientos para explicar fenómenos que hasta el momento o no se conocían o de los que se tenían ideas equivocadas.

3.2. DE LA INVENCIÓN A LA INNOVACIÓN

Invención e innovación han sido, y continúan siendo, las categorías más habituales para abordar los cambios en las disciplinas con finalidades prácticas, lo cual no es óbice para que la polisemia de estos conceptos sea menor entre los diversos contextos y campos disciplinares en los que se acentúa esta distinción.

Algunos enfoques ponen el énfasis en la distinción entre invención e innovación, considerando la invención como un logro, un avance y la innovación como la actualización de dicho logro, haciendo realidad la invención. En este proceso de actualización entran en juego muchos factores, desde los sociales a los mercantiles, y esto enlaza con las ciencias de diseño para las que, al tener como objetivo transformar el mundo, una invención que no se actualizara tendría poca trayectoria en cualquier proyecto práctico. Veamos algunas definiciones que muestran la distinción entre invención e innovación:

- «Después de muchas décadas la palabra ‘técnica’ está estrechamente asociada a ‘invención’ (creación de una idea nueva) e ‘innovación’ (primera utilización de una idea nueva)» (Edgerton, 2013: 15).
- «La invención es un avance o logro y la innovación es su actualización» (Florida, 1990, en Carayannis, González & Wetter, 2003: 116).
- «La invención es el origen creativo de un nuevo proceso, lo que hace posible la innovación que produce impactos en los procesos sociales, económicos y financieros» (Hindle y Lubar, 1986, en Carayannis, González & Wetter, 2003: 116)

- «Es importante distinguir entre invención o generación de una idea original e innovación o el proyecto de convertir la idea en una producción útil» (Roberts, 1988, en Georgsdottir, Lubart y Getz, 2003: 184).

J. Stan (2012) ofrece una muestra de las 100 invenciones más remarcables desde la alfarería 12000 años antes de Cristo (a.C.) hasta el CD en 1982. Los ejemplos son de lo más variado y abarcan contextos totalmente distintos, reflejando las vicisitudes de las invenciones a lo largo de los siglos. En esta larga lista encontramos algunas invenciones ligadas especialmente a cambios sociales, por ejemplo, la agricultura y, como consecuencia, el vino; otras se refieren a inventos que inciden en la vida cotidiana como el jabón (2500 a.C.) y el cristal (2500 a.C.); algunas podemos calificarlas de estrictamente científicas, como las matemáticas (3000 a.C.) y la escritura (3400 a.C.), o relacionadas con el arte, como la música (1600 a.C.); invenciones técnicas como la metalurgia (4000 a.C.), que dio lugar a espadas, coronas, etc., o relacionadas con la guerra como es el caso de la pólvora y la catapulta, una máquina de guerra antigua con la que se lanzaban piedras o saetas.

Entre las 100 invenciones presentadas por Stan hay diferencias relevantes, pero se les puede aplicar la idea de concepto integrador, en tanto en cuando surge algo nuevo con un marcado acento práctico e instrumental. Para Stan lo importante no es si nos referimos a invenciones o descubrimientos, sino su conexión con la creatividad humana:

Pero en todos los casos, ningún hallazgo, material, espiritual, técnico o científico, del más bello al más terrible, del más noble al más destructivo, ha surgido *ex nihilo*: ha sido siempre impulsado por el espíritu humano (Stan, 2012: 9)

La idea de descartar cualquier surgimiento *ex nihilo*, nos remite a M. Boden (1990) que cuestiona una visión romántica de la creatividad surgida por inspiración divina y, por tanto, *ex nihilo*. Por el contrario, para Boden, la creatividad es fruto de la experiencia, de los conocimientos tácitos de cada individuo, lo cual no significa que sea automática sino que todo proceso creativo implica una mente que haga la conexión entre dos informaciones o conocimientos, una conexión que no todo el mundo es capaz de hacer a pesar de poseer dichos conocimientos.

Una de las conclusiones que podemos sacar de la muestra de Stan es el desfase entre invención e innovación. Por ejemplo, la máquina de escribir es una

invención que se intercala entre la escritura a mano y la informática. Se descubrió a principios del siglo XVIII pero no se desarrolló hasta finales del siglo XIX. En 1714 el inglés Henry Mill presentó una patente de máquina de escribir y surgieron diversos prototipos durante la primera mitad del siglo XIX. En 1833 Xavier Progin tuvo la idea de reemplazar el cuadrante por teclas pero hubo que esperar a 1867 para que el impresor americano Christopher Scholes patentara su máquina de escribir (typewriter) (Stan, 2012: 128).

Aún no cuestionando esta distinción entre invención e innovación, muchas definiciones de innovación no hacen referencia a ella, mas bien se centran en los diversos aspectos que intervienen en la generación de elementos nuevos en un contexto determinado. Veamos algunas definiciones generales:

- «La innovación es la generación, aceptación y aplicación de nuevas ideas, procesos, productos o servicios» (Shavinina & Seeratan, 2003: 31).
- La innovación hay que verla «como un proceso de generación de nuevos productos y métodos y que diseña las actividades involucradas» (Marinova & Phillimore, 2003: 44).
- «La innovación se define como una solución original orientada a la acción, que aborda los problemas no resueltos previamente de forma única y creativa» (Renzulli, 2003: 79).
- «La innovación debe entenderse en el marco de la teoría de la innovación estratégica, que considera la innovación como determinada por la estrategia de la empresa» (Sundbo, 2003: 97).
- «'Innovación' es una palabra derivada del latín y significa introducir algo nuevo en el reino de lo existente y el orden de las cosas» (Carayannis, González & Wetter, 2003: 115).
- «La innovación ocurre cuando algunos individuos producen soluciones 'nuevas', y los miembros de un medio relevante las adoptan como una variación 'valiosa' en su práctica diaria» (Bailey & Ford (2003: 248).

Común a estas definiciones está la idea de la utilidad práctica, la resolución de problemas y, de forma explícita o implícita, la conexión con una serie de acciones y la aceptación de la innovación por parte del colectivo o sociedad al que va dirigido.

Estas características comunes son las que constituirían el concepto integrador de innovación. El énfasis en la utilidad está también en Nickles (2003), quien señala que la novedad tiene que ser útil, ya que la innovación es un término que expresa éxito y logro de un objetivo. Ésta es una de las razones por las que Sintonen (2009) plantea las dificultades de aplicar a las ciencias aplicadas los conceptos con los que caracterizamos los procesos creativos en las ciencias básicas o puras:

La investigación aplicada es la consecución de conocimiento con el fin, para utilizar la caracterización autorizada desde hace 30 años, de conseguir 'que los resultados de la investigación básica sean útiles o incluso descubrir nuevos conocimientos que puedan tener una aplicación práctica inmediata'. (Sintonen, 2009: 215).

A pesar de que los límites entre ciencias puras y aplicadas son borrosos, éstos existen a la hora de caracterizar las novedades.

En el mismo sentido, S. Renzulli (2003: 80) señala que: «los fines de la ciencia nos dicen que su propósito principal es añadir nuevo conocimiento a nuestra comprensión de las condiciones humanas, pero en el campo aplicado del conocimiento hay también un propósito práctico para definir los conceptos». La primera parte de esta frase correspondería a la ciencia pura y es lo que podemos llamar la “aportación de conocimiento sustantivo”, la segunda a la ciencia aplicada.

Una cuestión a tener en cuenta es dónde se pone el acento a la hora de valorar los factores más determinantes que generan procesos de innovación. Así D. Marinova and J. Phillimore (2003) señalan la importancia del factor tecnológico, que distinguen del social, educacional u organizativo. En cambio J. Sundbo (2003) toma el enfoque sociológico a pesar de que considera que el tema de la innovación es, en parte, económico. A fin de aunar ambos factores apuesta por lo que denomina *Strategic reflexivity*, un concepto que integra las explicaciones económicas y sociológicas de la innovación, y señala que «el punto de vista es que hay un elemento de verdad en ambos enfoques, es decir, que mientras la estructura social influye rotundamente en la conducta de los individuos, las acciones de los individuos también determinan la estructura social» (Sundbo, 2003: 97).

Un contexto en el que la innovación ha sido ampliamente estudiada son las escuelas de negocios y administración de empresas, muy centradas en el mercado. Una muestra de ello lo tenemos en el trabajo de Robert G. Cooper (2003), dedicado a buscar los factores que hacen que un producto innovador tenga éxito y sea competitivo en el mercado, siendo dichos factores los que guían la elaboración del

proceso.

En esta misma línea T. Rickards (2003: 1095) considera que, aunque en algún momento determinado la innovación estuvo muy centrada en la tecnología, en la actualidad el mercado está ganando la partida:

Históricamente, durante varias décadas la innovación fue vista primordialmente como un fenómeno tecnológico. Estudios posteriores reemplazaron la centralidad de la tecnología por la centralidad de la fuerza de los mercados. Es decir, el empuje de la tecnología ha sido reemplazado por la demanda del mercado (Rickards, 2003: 1095).

La idea es que aunque es difícil quitarle importancia a la tecnología, una vez la tenemos, desde el mundo de la empresa el objetivo de la innovación es cómo introducir el producto en el mercado.

Otro de los factores a tener en cuenta es la estructura del grupo en la que se dan procesos de innovación. Por ejemplo, P. Werner (2009,) defiende que el conocimiento es fruto del trabajo colectivo, en el sentido de que descubrimientos e invenciones son el resultado de la colaboración entre los distintos agentes que intervienen en ello. Para apoyar su tesis analiza un caso histórico de investigación sobre las vitaminas en el que muestra tanto la competición entre los diversos investigadores como la necesidad de colaboración para realizar con éxito los descubrimientos perseguidos. Según W. O. Hafstrom (1965: 70, en Werner, 2009: 224), la competición surge cuando dos o más científicos buscan la prioridad del descubrimiento, en cambio, la colaboración tiene lugar cuando dichos científicos cooperan para compartir la propiedad del mismo. La conclusión es que, habitualmente, competición y colaboración se alternan a lo largo de las fases de la investigación. Una estructura de grupo que favorezca el trabajo colectivo puede ser tan decisiva en la ciencia pura como aplicada. De hecho, el ejemplo analizado por Werner tiene una parte de investigación básica pero también de aplicación en una alimentación equilibrada en la que no falte ningún nutriente para la salud.

En este panorama sobre las posibles líneas de aproximación a la innovación, no podemos dejar de mencionar algunas que, en lugar de apostar por un factor especialmente influyente en la generación de procesos innovadores, optan por un enfoque global a fin de incluir los principales contextos en los que la innovación tiene lugar. Tal es el caso de las tipologías establecidas por E. G. Carayannis, E. Gonzalez y J. Wetter (2003) y por J. Sternberg, Jean E. Pretz y James C. Kaufman (2003). Los primeros, conscientes de las diversas formas de aplicación de las innovaciones en

función de los contextos, clasifican los problemas a los que se enfrentan las organizaciones, relacionándolos con determinados tipos de innovación. Los problemas pueden ser de tipo ingenieril, empresarial y administrativo. Cada uno de ellos está relacionado con un tipo de innovación: del producto, seleccionando las tecnologías apropiadas y que corresponde mayormente a los ingenieros; del proceso, marcando los objetivos del mercado y que corresponde a los empresarios; y de la administración que se propone reducir la incertidumbre y los riesgos durante la fase de lanzamiento del producto y corresponde a los gestores empresariales. Podemos calificar la propuesta de estos autores como interdisciplinar, en tanto en cuanto tienen en cuenta cuatro dimensiones en el fenómeno de la innovación: el proceso, el contenido, el contexto y el impacto.

En cuanto a Sternberg, Pretz y Kaufman (2003) también recurren a la metodología tipológica para abordar las diferentes formas de innovación. Distinguen 8 tipos de innovaciones, denominadas “contribuciones creativas”. Sin embargo, hay que señalar que la alusión al concepto de creatividad no se refiere a los procesos psicológicos de los agentes que llevan a cabo la innovación, sino a distintas formas de introducir algún elemento nuevo a un proyecto, organización o contexto ya establecido. A los ocho tipos de contribuciones creativas los denominan *Replication*, *Redefinition*, *Forward Incrementation*, *Advance Forward Incrementation*, *Redirection*, *Reconstruction/Redirection*, *Reinitiation*, e *Integration*. (Sternberg et al., 2003). Incluso en el caso de una clasificación hay elementos comunes por lo que no es incompatible con la idea de concepto integrador, aunque en este caso se ponga el énfasis en las diferencias.

Finalmente, son interesantes las reflexiones de L. R. Vandervert (2003) que empieza por preguntarse qué elementos son los que producen algo ‘nuevo’ y que significa algo ‘útil’, dado que la innovación consiste en producir ideas y productos nuevos y útiles. Vandervert dice:

Hay dinámicas sociales, mentales y conductuales asociadas a la innovación, y estas dinámicas existen en cada uno de nosotros. Las innovaciones son caracterizadas por la mayoría como soluciones nuevas y útiles. Pero, al mismo tiempo, las innovaciones deben plantear nuevos problemas. Y, en un sentido amplio, la innovación trata sobre alguna forma de movimiento hacia adelante o anticipación del cambio (Vandervert, 2003: 1104).

Vemos que para Vandervert la innovación debe empezar por plantear nuevos problemas, y los factores que pueden ayudar a plantearlos son tanto sociales como

mentales. Por tanto, podemos atribuirle una concepción interdisciplinar de la innovación en la que los procesos innovadores producen circuitos de retroalimentación.

4. CONCLUSIONES

- Hay diferencias importantes en el sentido dado a los conceptos de descubrimiento, innovación e invención entre las ciencias descriptivas y ciencias de diseño.
- La distinción entre ciencia y su aplicación tiene sentido y es necesaria a nivel conceptual a pesar de que, en la práctica, los límites son borrosos.
- En la filosofía de la ciencia, el sentido de descubrimiento se asocia, primariamente, a nuevos conocimientos sustantivos.
- La innovación y la invención constituyen los objetivos principales del campo de la tecnología.
- La innovación como actualización de la invención incorpora los factores sociales, cognitivos, etc., por lo que una aproximación interdisciplinar parece la más adecuada para abordar los procesos de innovación.
- La innovación metodológica forma parte de la dinámica científica y es especialmente relevante en la actualidad, debido a las inmensas posibilidades que proporciona la ciencia de la computación y la tecnología
- El progreso es uno de los fines que persigue la humanidad pero su complejidad le hace dependiente de múltiples factores.

REFERENCIAS

- Andersen, H. (2009) "Unexpected discoveries, graded structures, and the difference between acceptance and neglect". En Meheus, J. & T. Nickles (eds.) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.
- Bailey, J.R. & C. M. Ford (2003) "Innovation and Evolution in the Domains of Theory and Practice". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Bechtel, W. & R.C. Richardson (1993) *Discovering complexity: Decomposition and localization as strategies in scientific research*. Princeton, NJ: Princeton
- Boden, M.A., (1990) *The Creative Mind. Myths and Mechanisms*. Londres: Weidenfield and Nicholson. Versión castellana de J.A. Álvarez: *La mente creativa. Mitos y mecanismos*, Gedisa, Barcelona, 1994.
- Brown, H.I. (2009) "Conceptual comparison and conceptual innovation". En Meheus, J. & T. Nickles (eds.) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.
- Carayannis, E.G., E. González & J. Wetter (2003) "The Nature and Dynamics of Discontinuous and Disruptive Innovations from a Learning and Knowledge Management Perspective". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Chen, W. (1992) "The laboratory as business: Sir Almroth Wright's vaccine programme and the construction of penicillin". En A. Cunningham & P. Williams (eds.) *The laboratory revolution in medicine*, pp. 245-292. Cambridge, MASS: Cambridge University Press.
- Cooper, R. G. (2003) "Profitable Product Innovation: The Critical Success Factors". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Darden, L. (2009) "Discovering mechanisms in molecular biology". En Meheus, J. & T. Nickles (eds.) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.
- Edgerton, D. (2013) *Quoi de neuf? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*. Paris: Éditions du Seuil.
- Estany, A. (2005) "Progress and social impact in design sciences". En W. González (ed.) *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*. A Coruña: Netbiblo.
- Estany, A. & S. Martínez (en prensa 2014) "'Scaffolding' and 'affordance' as integrative concepts in the cognitive sciences". *Philosophical Psychology*, (acceso virtual 2013).
- Florida, R. L. & M. Kenney (1990) *The breakthrough illusion: Corporate America's failure to move from innovation to mass production*. New York: Basic Books.
- Georgsdottir, A.S., T. I. Lubart & I. Getz (2003) "The Role of Flexibility in Innovation". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Glass, E. (2009) "On the role of thought-experiments in mathematical discovery". En Meheus, J. & T. Nickles (eds.) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.
- Hafstrom, W. O. (1965) *The scientific community*. New York: Basic Books.
- Hindle, B. & S.D. Lubar (1986) *Engines of change: The American industrial revolution, 1790-1860*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Holmes, F.L. (2009) "Experimental systems, investigative pathways, and the nature of discovery". En Meheus, J. & T. Nickles (eds.) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.
- Latour y Woolgar (1986) *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton: Princeton University Press.
- Machamer, P., L. Craver & C.F. Darden (2000) "Thinking about mechanisms". *Philosophy of Science*, 67:1-25.
- Marinova, D. & J. Phillimore (2003) "Models of Innovation". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Meheus, J. & T. Nickles (eds.) (2009) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.
- Nersessian, N. (2009) "Conceptual change: creativity, cognition, and culture". En Meheus, J. & T. Nickles (eds.) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.
- Nickles, T. (2009) "The strange story of scientific method". En Meheus, J. & T. Nickles (eds.) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.
- Niiniluoto, I. (1993). "The aim and structure of applied research". *Erkenntnis*, 38:1-21.

- Renzulli, J.S. (2003) "Three-Ring Conception of Giftedness: Its Implications for Understanding the Nature of Innovation". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Rickards, T. (2003), "The Future of Innovation Research". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Roberts, E.B. (1988) "Managing invention and innovation". *Research-Technology Management*, (Jan-Feb: 11-29).
- Roll-Hansen, N. (2000) "Why the distinction between basic (theoretical) and applied (practical) research is important in the politics of science". *The London School of Economics and Political Science*.
- Shavinina, L.V. (ed.) (2003) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Shavinina, L.V. & K. L. Seeratan (2003), "On the Nature of Individual Innovation". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Simon, H. (1996 (3ª edición). *The science of the artificial*. Cambridge (MASS): MIT. (1ª edición 1969).
- Sintonen, M. (2009) "Tradition and innovation: exploring and transforming conceptual structures". En Meheus, J. & T. Nickles (eds.) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.
- Stan, J. (2012) *Les 100 inventions les plus marquantes*. París: Editions ESI.
- Sternberg, J., J. E. Pretz & J. C. Kaufman (2003), "Types of Innovations". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Sundbo, J. (2003) "Innovation and Strategic Reflexivity". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Vandervert, L. R. (2003) "The Neurophysiological Basis of Innovation". En Shavinina, L.V. (ed.) *The international handbook on innovation*. Elsevier Science Ltd.
- Werner, P. (2009) "A purposeful Alliance in the service of creative research". En Meheus, J. & T. Nickles (eds.) *Models of discovery and creativity*. Dordrecht: Springer.

AGRADECIMIENTOS: Esta investigación ha sido financiada por el gobierno español desde el proyecto de la DGICYT: FFI2011-23238, "Innovación en las prácticas científicas: acercamientos cognitivos y sus consecuencias filosóficas".

ANNA ESTANY: Es catedrática de Filosofía de la Ciencia en la Universidad Autónoma de Barcelona. Sus principales líneas de investigación son: Modelos de cambio científico, Progreso de la ciencia, Enfoque cognitivo en filosofía de la ciencia, Filosofía de las ciencias de diseño (ingenierías, didactología, biblioteconomía, etc.). Entre sus últimas publicaciones destacan (2001), "The theory-laden thesis of observation in the light of cognitive psychology", *Philosophy of Science*, v. 68:203-217; junto a David Casacuberta (2003) *¿EUREKA? El trasfondo de un descubrimiento sobre el cáncer y la genética molecular*. Barcelona: Tusquets (Metatemas); (2012) "The Stabilizing Role of Material Structure in Scientific Practice". *PHILOSOPHY STUDY*, v.2, nº 6, pp: 398-410; (2013) "La filosofía en la era de las neurociencias". *NEUROLOGÍA*, v. 56, pp. 1-5, 2013; (2013) "Interactive Vision and Experimental Traditions: How to Frame the Relationship". *OPEN JOURNAL OF PHILOSOPHY*, v. 3, nº 2, pp: 292-301.