

TEORÍA DE LA CIENCIA, DOCUMENTACIÓN Y BIBLIOMETRÍA

LUIS GONZÁLEZ UCEDA

Comunidad de Madrid. Consejería de Hacienda
UNED. Facultad de Psicología. Doctorando

Resumen: Este trabajo ofrece una visión general de las diferentes concepciones de la ciencia, realizada desde la teoría, la historia y la sociología de la ciencia con el fin de entender mejor el contexto teórico y práctico de la aparición de los métodos cuantitativos aplicados al estudio de la ciencia y en particular a la literatura científica, es decir, la ciencia de la ciencia de una parte y la bibliometría de otra.

Palabras clave: Teoría de la Ciencia, Sociología de la Ciencia, Historia de la Ciencia, Epistemología, Bibliometría, Ciencia de la Ciencia, Cienciometría.

Abstract: An overall view of the different concept of science is described in this paper. Theory of Science, History and Sociology provide wích an excellent way to approach towards quantitative methods applied to the study of science and science papers.

Key words: Theory of Science, Sociology of Science, History of Science, Bibliometric, Science of Science, Scientometrics.

La ciencia constituye una institución de gran importancia y peso en el actual contexto social. Habitualmente es entendida como aquel conocimiento cierto, riguroso y sistemático, basado en la recopilación de datos empíricos guiados por un sistema de racionalidad y obtenidos con una metodología objetiva. También es un sistema de producción de conocimientos con importante implicaciones económicas, esencial para el progreso tecnológico. Posee, al mismo tiempo, una importante parcela de poder dentro de la actual sociedad, desplazando otras formas de conocimiento que se alejan de su ortodoxia. Su origen esta vinculado en occidente a la aparición

del pensamiento racional, esto es a la filosofía. Para los pensadores griegos ciencia y filosofía es lo mismo. Ya Platón habla de «ciencia» (episteme) como el conocimiento racional que se opone a la mera «opinión» o conocimiento vulgar. Sin embargo el concepto de ciencia actual presenta un perfil diferente, la ciencia tal y como hoy es entendida es un fenómeno moderno cuyo origen se remonta a Bacon¹ y su recopilación inductiva de datos, proyecto optimista y utilitarista según el cual la «ciencia» ha de ser un instrumento de dominación del hombre sobre la naturaleza. Pero sobre todo será Galileo², que comparte con Kepler y Descartes un gran entusiasmo por la expresión de la realidad en el lenguaje de las matemáticas, quien desarrollará el método experimental, corrigiendo el inductivismo de Bacon. Por último, Comte³ y el positivismo, tan vinculado a la revolución industrial, serán de gran influencia para el desarrollo de la ciencia en el siglo XIX y para la aparición de nuevas disciplinas científicas, que se desgajan de la filosofía, especialmente las llamadas ciencias humanas. La ciencia desde un punto de vista sociológico puede ser vista como la forma de conocimiento propia de la sociedad industrial. Si el siglo XIX es cuando aparecen nuevas ciencias y maduran muchas otras, el siglo XX supondrá la verdadera explosión de la ciencia y de la producción masiva de conocimientos. El fenómeno tiene un gran interés y ha suscitado importantes discusiones sobre las diferentes concepciones de la ciencia. Puede ser de gran utilidad abordar las distintas posturas sobre la naturaleza de la ciencia para acercarnos y comprender mejor los planteamientos teórico-prácticos de los métodos cuantitativos aplicados al análisis de la literatura científica, y por tanto aplicados al estudio de la ciencia; es decir, la ciencia de la ciencia y la bibliometría.

La ciencia como objeto de estudio ha sido abordada desde diversos puntos de vista a lo largo del presente siglo, durante el cual se han producido importantes debates y controversias. Una gran cantidad de investigaciones ha provenido del campo filosófico ligado a la teoría del conocimiento. Los filósofos de la ciencia han pretendido, básicamente, formular los supuestos sustentadores del conocimiento científico, esto es el fundamento lógico de la ciencia para construir un método intrínsecamente fiable. Así pues, sus principales preocupaciones han estado relacionadas con problemas como el significado y la verdad de las proposiciones, los criterios de demarcación y verificación de la ciencia, etc. Dicho de otro modo, su discurso ha venido girando en torno a preguntas como cuál es la naturale-

¹ BACON, Francis: *Novum Organon: Aforismos sobre la interpretación de la naturaleza y el reino del hombre*. Barcelona, Orbis (Fontanella), 1994.

² GALILEO GALILEI: *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*. Madrid, Editora Nacional, 1976.

³ COMTE, A.: *Curso de filosofía positiva*. Madrid, Magisterio Español, 1977.

za del conocimiento científico, qué le hace diferente de otros conocimientos y bajo qué condiciones dicho conocimiento se produce. Este abordaje, obviamente, supone una investigación internalista, su preocupación está orientada a desarrollar coherencia interna y entiende la ciencia como un sistema de racionalidad que conduce a un conocimiento fiable y comprobado. Ahora bien, estas posturas han ido evolucionando dentro de la misma filosofía hacia otras concepciones que incluyen los factores externos, esto es, sociales, en la configuración de la ciencia moderna, y en consecuencia a un rechazo del uso de la lógica formal como única herramienta de análisis de la ciencia (Harold Brown, 1983)⁴. Gran responsabilidad en este cambio han tenido los estudios sobre la historia de la ciencia, que junto a la denominada sociología de la ciencia han provocado una nueva visión de la misma e incluso han provocado importantes cambios en la epistemología. ¿Cuáles han sido los factores básicos de este cambio? Podemos verlos a continuación.

LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Uno de los más influyentes movimientos de estudio sobre la ciencia se inicia a comienzos del presente siglo en Europa y es denominado el positivismo lógico, desarrollado por el llamado Círculo de Viena⁵. Este movimiento tomó el empirismo y el positivismo clásico en combinación con las potentes herramientas suministradas por la lógica formal. Sus postulados recogen el ideal de una *ciencia unificada* fundamentada en la observación empírica y sustentada en el análisis lógico desarrollado por Whitehead y Russell (1962)⁶ y el consecuente rechazo a toda metafísica. Se trataba de construir una serie de reglas o algoritmos, un lenguaje perfecto que dispensara al científico de tomar decisiones, para realizar razonamientos libres de error y contradicción entre los datos y la derivación de las teorías.

El núcleo central del positivismo lógico reside en la *teoría verificacionista del significado*, tesis inspirada en el primer Wittgenstein⁷ (*Tractatus logico-philosophicus*), según la cual una proposición tiene sentido si se re-

⁴ BROWN, Harold: *La nueva filosofía de la Ciencia*. Madrid, Tecnos, 1983 (ed. original, 1977).

⁵ Representantes principales de este movimiento son Moritz Schlick, Hans Hahn, Otto Neurath, Carnap, etc.

⁶ WHITEHEAD, A. N., y RUSSELL, B.: *Principia Mathematica*. Cambridge University Press, 1962.

⁷ WITTGENSTEIN, L. (1921): *Tractatus Logico-Philosophicus*. Routledge & Kegan Paul, 1922 (ed. bilingüe inglés-alemán); primera aparición en alemán: «Logisch-Philosophische Abhandlung», en *Annalen der Naturphilosophie*. Traducción al castellano en Alianza Universidad, Madrid, 1987.

fiere a un conjunto de cosas que pueden verificarse (mostrase empíricamente). Así, las proposiciones que no pueden verificarse son absurdas, sin sentido, son pseudo proposiciones, tales como la metafísica, la religión, etc. De éstas ni siquiera se puede hablar. Se trata no sólo de un criterio muy restrictivo de lo que sea ciencia, sino que es un criterio de significado, lo cual deja fuera de todo posible conocimiento humano lo no empíricamente contrastable.

El Círculo de Viena sufrió ramificaciones y posteriores resquebrajamiento. Cabe destacar nuevas posturas sostenidas por uno de sus principales miembros, Rudolf Carnap (otros son Hempel y Reichenbach) y por las importantes críticas llevadas a cabo por Popper, autor que aunque con supuestos epistemológicos cercanos al Círculo, nunca se consideró miembro del mismo y, por contra fue un filósofo de la ciencia que pondrá en jaque gran parte de los cimientos del Círculo. Efectivamente, todo el planteamiento lógico de la Escuela había eludido el problema de la inducción y de la causalidad* planteado por Hume, y sostenido todo su edificio epistemológico en la indudabilidad de lo «inmediatamente dado» como bases de todo posterior conocimiento y la formulación de proposiciones generales —leyes— inductivamente inferidas (espíritu de Bacon y del positivismo de Comte). Así, de un número finito de observaciones no se deriva lógicamente una ley general. De este modo, los presupuestos del Círculo se suavizan y el principio de verificabilidad se transforma en principio de controlabilidad (método para proceder a una posible confirmación) y confirmabilidad (conjunto de condiciones que permite confirmarla). R. Carnap habla de «confirmación gradualmente creciente», y afirma que los resultados empíricos no son concluyentes pero proporcionan un cierto fundamento para determinar su valor de verdad, ahora sólo probable (introducción de la probabilidad en la ciencia). El mismo Wittgenstein, en *Observaciones filosóficas*, gira y suaviza su principio de verificacionista del significado por aquella que dice que el significado de una proposición consiste en su uso dentro de la lengua.

Como más arriba se ha dicho, K. Popper será quien, partiendo de presupuestos logicistas, permitirá un giro, dejará abierta la puerta a las nuevas teorías de la ciencia. Popper se plantea el problema de la *demarcación de la ciencia* y no un problema de *significado*; lo no científico, en todo caso no carecería de significado ni valor. En el fundamento lógico de la ciencia, Popper rechaza la lógica inductiva ya que sólo es posible una lógica científica basada en la lógica deductiva. No se puede concluir una proposición universal de un conjunto finito de observaciones particulares, pero de un enunciado universal (teoría) sí se pueden deducir enunciados observacio-

* HUME, D.: *Investigaciones sobre el conocimiento humano*, Alianza Editorial, 1983, 3.ª ed.

nales; de modo que si se demuestra la falsedad de uno se demuestra —por *modus tollens*— la falsedad de la proposición universal. Así, el criterio de demarcación es modificado por: una proposición es científica si es posible falsarla por la experiencia. La historia de la ciencia consiste así en una serie de conjeturas y refutaciones, no importa qué conjeturas, cuanto más audaces y arriesgadas mejor. Popper ahonda más la crisis de la confirmabilidad de la teoría y acentúa la *provisionalidad* de todo enunciado, bajando así el *status* del discurso científico como algo firme y riguroso, y la lógica científica sólo puede demostrar rigurosamente aquello que no es. El saber científico, por tanto, se convierte en un «creer habiendo buenas razones para creerlo».

El falsacionismo lleva a la necesidad de definir un criterio de refutación, esto es, situaciones observables que si aparecen refutan la teoría; estas situaciones se describen en los «enunciados básicos». De hecho, cualquier falsación no es definitiva, y dependerá del *status* epistemológico de los enunciados básicos. Siempre se pueden rechazar los resultados de una falsación por no ser fiables las condiciones experimentales, no ser suficientemente contradictorios los enunciados básicos con la teoría y siempre es posible añadir proposiciones *ad hoc*, etc. Y aquí surge el problema: los científicos deben ponerse de acuerdo y aceptar los enunciados básicos, lo cual conlleva un importante grado de *convención*, depende de una decisión de los científicos y no de la lógica interna del método. Así, Popper agudiza más la crisis del logicismo, pesando más ahora la consideración de los factores externos en la definición de la ciencia y su método.

LA HISTORIA DE LA CIENCIA

Un importante giro en la concepción de la ciencia procede de Gaston Bachelard, 1938⁹, 1940¹⁰ (Bar-sur-Aube, Francia), autor que, aunque de escasa influencia inicial, ha tenido peso en época más reciente, especialmente en autores como Althusser y Foucault. Afirmó, en un contexto especialmente dominado por el neopositivismo lógico, que la ciencia es un acontecimiento *esencialmente histórico* y que tiene un «ineluctable carácter social». No acepta un criterio *a priori* de científicidad. La ciencia y el conocimiento tiene una historia, por lo que el mejor instrumento para la investigación de la filosofía de la ciencia no es la lógica, sino la *historia de la ciencia*. No se puede estudiar la ciencia con independencia de su deve-

⁹ BACHELARD, G.: *La formación del espíritu científico*. Traduc. esp., Buenos Aires, Siglo XXI, 1973 (ed. original, 1938).

¹⁰ BACHELARD, G.: *La filosofía del no*. Trad. esp., Buenos Aires, Amorrortu, 1973 (ed. original, 1940).

nir. Lo científico no es inmediato, tiene necesidad de recibir un valor *convencional*, se tiene que integrar en un sistema teórico. El científico nunca parte de la pura experiencia.

La palanca que hará girar aún más la concepción de la ciencia hacia los aspectos sociales o externos provendrá de la historia de la ciencia. Y aquí tiene singular importancia la teoría de Thomas S. Kuhn (1962)¹¹, quien ahonda más en la ciencia como un conjunto de convenciones admitidas por la comunidad científica. Así, la ciencia y su historia evoluciona desde períodos de «ciencia normal», esto es, un conjunto de teorías aceptadas y que se desarrollan a partir de presupuestos, objetivos de investigación, procedimientos, etc. (paradigmas). La teoría dirige la observación y da significado a los hechos observados, planteamiento alejado del concepto de observación aséptica y pura del positivismo radical. El conocimiento científico se daría como tal cuando la actividad de los científicos se agrupa en torno a un paradigma, esto es, cuando un conjunto de afirmaciones y métodos son consensuados o admitidos por la comunidad. Al período de ciencia normal le sigue otro revolucionario provocado cuando surgen dificultades, nuevas observaciones que se desvienen a enunciados aceptados y pueden provocar la aparición de una ciencia no-normal y una crisis que se resuelve con la formulación de un nuevo paradigma. ¿Cómo se da el cambio? No por razones lógicas o por la presencia de nuevas pruebas y aportaciones empíricas y argumentos de peso, sino por razones más complejas y subjetivas, como la fe puesta en la capacidad de resolver en el futuro los problemas por el nuevo paradigma, o las personalidades científicas que lo abrazan; esto es, las relaciones psico-sociales de la comunidad pesan más que los criterios puramente lógico-rationales, hasta que el nuevo paradigma madura lo suficiente como para ofrecer una nueva *gestalt* suficientemente aceptada. Así, de una historia de la ciencia, Kuhn configura una teoría de la ciencia, dando importancia a las características sociológicas de la comunidad. La demarcación entre ciencia y no ciencia o la delimitación de la ciencia madura sería la existencia de un sólo paradigma, capaz de apoyar una tradición. La ciencia sería un conjunto de actividades para resolver problemas guiadas por un paradigma.

El concepto de ciencia se relativiza y cobra valor la estructura y las relaciones de los miembros de la comunidad científica. Aunque es una teoría descriptiva, no cabe duda que establece elementos explicativos del desarrollo de la ciencia, de la que cabe encontrar cierta idea de progreso acumulativo (períodos normales). No obstante, cabría preguntarse qué ocurre con las ciencias no oficiales o alternativas, aquéllas que tienen

¹¹ KUHN, T. S.: *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, 1961. Traducción al español, Agustín Contín, Madrid, F.C.E., 1975.

miembros, se rigen por normas y reglas, tienen presupuestos y procedimientos comunes, por lo que configurarían un paradigma. Sin duda sería preciso introducir un nuevo factor que tiene que ver con el nivel de institucionalización y de apoyo político del paradigma, por lo que cabría hablar del o de los paradigmas oficiales, representado por la existencia de instituciones reconocidas, tales como las universidades, revistas, sociedades científicas, los encuentros internacionales, etc. Este nivel nos apunta a la importancia de la inserción de la ciencia como Institución dentro de la estructura social.

Lakatos también parte de la historia de la ciencia y de la determinación de los hechos por la teoría. Se opone a Kuhn en cuanto rechaza su idea de paradigma como elemento aglutinante de la comunidad científica y a su tesis de las crisis o catástrofes. También se diferencia de Popper, a pesar de tratar de desarrollar el falsacionismo de éste, en que para Popper la ciencia se desarrolla a partir del enfrentamiento entre la teoría y los hechos empíricos (que la confirman o la refutan), mientras que Lakatos añade un nuevo término: el enfrentamiento se establece entre dos teorías opuestas y los hechos. Las teorías enfrentadas constituirían lo que denomina «programas científicos de investigación», que son un conjunto de teorías derivadas a partir de un núcleo central y que por decisión metodológica se define infalsable, intocable, por parte de los miembros sustentadores del programa. Para Popper, el consenso era preciso en la definición de los enunciados básicos falsables (enunciados empíricos particulares) e hipótesis falsadoras y en Lakatos se establece en enunciados universales no falsables (el núcleo). Esta es la heurística negativa. Por otra parte, define la heurística positiva, constituida por las líneas metodológicas para desarrollar el programa y obtener datos empíricos para completar y reforzar el núcleo central. Cuando los hechos se oponen a la teoría (núcleo) ésta no se desecha (falsacionismo metodológico sofisticado) sino que es preciso establecer hipótesis auxiliares, estas sí falsables, que pueden reformularse cuantas veces sea necesario para mantener en pie el núcleo teórico central, y que se configuran como un cinturón protector. Las teorías de un programa no deben desecharse de forma rápida por la aparición de inconsistencias teoría-hechos. Los programas de investigación pueden degenerar o avanzar. Avanzan cuando explican mejor los fenómenos y aumentan el contenido empírico de la teoría, esto es, hacen mejores predicciones y descubren nuevos fenómenos. Pero es el enfrentamiento con otra teoría rival junto con lo anterior lo que hace que unos programas se debiliten y mueran y otros se fortalezcan y avancen progresivamente.

En el debate sobre la ciencia no puede eludirse a Lakatos. Ofrece un modelo de ciencia en que aparece la idea de «cohesión interna» o «consenso social» entre los miembros sustentadores de diferentes programas de investigación. Se aleja del ideal de ciencia coherente e unificada y re-

duce su *status*, pero el aspecto social no es resaltado de forma suficiente, ya que es sólo en el seno reducido del programa, y para nada se pone en conexión a la sociedad-ciencia, esto es, el marco más amplio o escenario donde la ciencia tiene lugar. Lakatos pretende poner en contacto la historia de la ciencia con la filosofía de la ciencia y brindar un método científico correcto, atemporal. Esta teoría se contrastaría con la historia de la ciencia, pero una historia interna, sin alusiones a las condiciones sociales.

Feyerabend¹² representa el anarquismo epistemológico. Se enfrenta a toda noción de método científico que suponga asumir principios y reglas invariables, guía de investigación, racionalmente sustentadas. Estos supuestos se debilitan por la investigación histórica, que demuestra que la mayor parte de los avances científicos más importantes se han producido cuando se han violado las normas y los paradigmas metodológicos. Estas transgresiones no son un hecho accidental sino que son necesarias para el descubrimiento científico. Rechaza cualquier conjunto de reglas coherentes y sistemáticas que deban guiar las decisiones del científico. Así, Feyerabend propone apertura epistemológica y un pluralismo metodológico y teórico, dando por válido cualquier acercamiento al saber. Rechaza a Lakatos y a Popper. Reduce drásticamente el *status* epistemológico de la ciencia. Para Popper, los positivistas y Kuhn, la ciencia es un sistema de racionalidad. Esto no está justificado y se debe a la alta valoración actual de la ciencia, especialmente la ciencia oficial protegida por los poderes públicos, que hace que ésta desempeñe el mismo papel que la ideología y la religión. Se piensa en ella como en algo indubitable y ejerce una fuerza y un poder fuertemente institucionalizado. Es la institucionalización la que da carta de naturaleza al *status* epistemológico de la ciencia. Los científicos, a través del proceso de formación, son aculturados en los asertos teóricos reconocidos y en los principios y procedimientos metodológicos, de modo que las desviaciones de estos presupuestos será definida como acientífica. Se acentúa el papel y el carácter social de la ciencia. El apoyo de los estados y gobiernos a determinadas instituciones consagradas delimitan y definen lo «científico» de lo «no científico», de las pseudociencias. Feyerabend propugna el conocimiento derivado de gran cantidad de fuentes cuyo forma de obtención no obedece a pautas fijas. Válida las ciencias alternativas pues también pueden enriquecer el conocimiento. Trata de hacer de la ciencia una actividad altamente creativa y no un conjunto de rutinas metodológicas (Chalmers, 1976).

¹² FEYERABEND, P.: *Adiós a la razón*. Madrid, Tecnos, 1984.

LA FILOSOFÍA SOCIAL Y LA SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA

Desde la filosofía social, la concepción internalista de la ciencia también recibe una importante contestación. Ya Marx había puesto de manifiesto que la ciencia no es una actividad aislada y pura, sino algo en relación con el proceso productivo, y como tal una actividad sin sujeto, resultado de la evolución histórico-social. Althusser defendió un enfoque objetivo en el cual la ciencia es una práctica social que se interrelaciona con otras prácticas sociales constitutivas del entramado social. La ciencia no se expresa en la que hacen los científicos, sino como práctica mejor adaptada. (Chalmers, 1982)¹³. En términos más radicales, la *Escuela de Frankfurt* vinculará la ciencia a las fuerzas productivas y no será conceptualizada como un sistema lógico-racional, sino como un sistema de control y dominio, poniendo en tela de juicio los propios mecanismos de validación de la ciencia.

Desde la sociología, Weber y Durkheim resaltaron la estrecha relación entre ciencia y sociedad. K. Mannheim (1936)¹⁴, dentro de la llamada sociología del conocimiento, se opone al determinismo marxiano, pero resalta que todo conocimiento ha de entenderse en relación causal con la base social desde donde se desarrolla. Considera que la ciencia es establecida por consenso por los científicos. La base social determina los diferentes tipos de conocimiento.

Ya a mediados del siglo xx la sociología del conocimiento se transforma en la *sociología de la ciencia*, poniendo el acento en las diferentes dimensiones sociales, en las relaciones ciencia-sociedad y en los condicionamientos políticos y económicos de la actividad científica. Autores como Merton (1973)¹⁵, Storer¹⁶ (1966), Hagstrom¹⁷, (1965), etc., ponen en primer plano la investigación sobre la estructura y dinámica de la comunidad científica buscando diferentes indicadores de la ciencia, entendida ésta como una organización social en donde tienen lugar fenómenos tales como la competitividad, la comunicación, el liderazgo, las relaciones de poder, la cooperación, la negociación y el consenso.

¹³ CHALMERS, Alan: *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*. Madrid, Siglo XXI, 1982.

¹⁴ MANNHEIM, K.: *Introducción a la sociología del conocimiento*. Madrid, Aguilar, 1966. Original, Routledge & Kegan Paul, 1936.

¹⁵ MERTON, R. K.: *The Psychology of Science. Theoretical and empirical investigations*. The University of Chicago Press, 1973.

¹⁶ STORER, N.: *The Social System of Science*. Rinehart and Winston, 1966.

¹⁷ HAGSTROM, W.: *The Scientific Community*. Basic Books, 1965.

EL PROGRAMA «LA CIENCIA DE LA CIENCIA»

Así pues, el debate sobre la ciencia ha tenido dos vertientes: la primera, propia de la filosofía analítica de la ciencia, de orientación logicista y epistemológica, y la segunda, más hermenéutica e influenciada por la historia de la ciencia y la sociología, que ha desembocado en la sociología de la ciencia antes citada, para la cual es preciso tener presente el contexto y el proceso del descubrimiento. Esta situación ha conducido a posturas más eclécticas (Estany, 1993)¹⁸ y al abordaje multidisciplinar —filosofía de la ciencia, historia de la ciencia, sociología de la ciencia, psicología y política de la ciencia— (Bunge, 1980)¹⁹. Todo ello ha propiciado el desarrollo recientemente de una metaciencia, la llamada *ciencia de la ciencia*, cuyo objetivo es aplicar los recursos de la ciencia al estudio de la ciencia misma (Piñero y Terrada, 1992)²⁰, y sobre todo introducir métodos objetivos, métricas para describir las diferentes características sociales de la ciencia. Se trata así de definir un área de investigación que pretende establecer un conjunto de investigaciones claramente diferenciado de los estudios tradicionales humanísticos y filosóficos, de modo que la ciencia se estudie empíricamente como un fenómeno social y con la utilización de modelos matemáticos (Piñero, Terrada 1992). Busca la identificación de leyes y regularidades que rigen la actividad científica considerada en su globalidad (Callon, Courtial, Penan, 1995)²¹. Estany (1993) repara en que históricamente la introducción de lo cuantitativo frente a lo cualitativo siempre ha supuesto un progreso epistemológico. Es el programa de Galileo y el origen de la ciencia moderna y del método experimental. Los antecedentes de la ciencia de la ciencia se pueden encontrar en Bernal, historiador de la ciencia irlandés de orientación marxista cuya obra la «función social de la ciencia»²² marcaría un importante punto de referencia. Para Bernal sólo a partir de un estudio detallado de la interacción ciencia-sociedad podemos empezar a comprender qué significa la ciencia y qué puede reservarnos en el futuro; la ciencia y la sociedad interactúan mutuamente²³. Será un libro homenaje a la figura de Bernal, publicado en Inglaterra con el título *La ciencia de la ciencia*, en 1964²⁴, el punto de partida.

¹⁸ ESTANY, A.: *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Barcelona, Crítica, 1993.

¹⁹ BUNGE, M.: *Epistemología*, Barcelona, Ariel, 1981.

²⁰ LÓPEZ PIÑERO, J. M., y TERRADA, M. L.: «Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica. I. Uso y abusos de la bibliometría», *Med. Clín.* (Barc.), 1992, 64-68.

²¹ CALLON, M.; COURTIAL, J. P., y PENAN, H.: *Cienciometría. El estudio de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Gijón, Trea, 1993.

²² BERNAL, J. D.: *The social function of science*. Londres, Routledge, 1939.

²³ BERNAL, J. D.: *Historia social de la ciencia*. Barcelona, Península, 1967. Original en inglés: *Science in History*, C. A. Watts & Co., 1954.

²⁴ GOLDSMITH, M., y MACKAY, A. L.: *The Science of Science*. Londres, Souvenir, 1964.

En los Estados Unidos, Bernal influirá sobre los trabajos de Price (Universidad de Yale), autor de la conocida obra *Little Science, Big Science* (1963)²⁵, en donde introduce decididamente los aspectos cuantitativos de la actividad científica y conceptos como tamaño y volumen de la ciencia, evolución y producción científica.

Paralelamente, en la Unión Soviética había surgido la denominada «Naukovodemia», cuya pretensión era también el estudio científico de la actividad investigadora. Destacan las figuras de Boricharski (1926) y de Ossowski (1935), que defendieron un programa de estudios históricos, sociológicos y psicológicos de la ciencia. Será, no obstante, Dobrov, profesor de la Universidad de Kiev, y su obra *Nauka o nauke* (1966)²⁶, la que proporcionará una orientación claramente cuantitativa al movimiento y, a través de los contactos con Price, hará converger los dos movimientos institucionalizando la disciplina.

Dentro del conjunto de influencias que la «ciencia de la ciencia» ha recibido es importante destacar a la «*Ciencia de la Documentación*», cuyos orígenes fueron el intento de control de la ingente cantidad de documentación que se empezaba a producir en los diferentes áreas del saber, allá a finales del siglo XIX, y cuyos principales responsables de su nacimiento fueron los belgas P. Otlet²⁷ y H. Lafontaine. En los años sesenta, y a partir de la *teoría de la recuperación de información* de Vickery, la ciencia de la Documentación se fue transformado en una ciencia informativa (*Information Science*), fundamentalmente por la influencia anglosajona (Taylor²⁸ y Borko²⁹, Bradford), pero también alemana (Koblitz) y soviética (Mijailov). La aparición de esta disciplina tuvo una gran importancia para el desarrollo de la *bibliometría* y de la *cienciometría*, herramientas metodológicas del programa de la ciencia de la ciencia (Terrada)³⁰. Esta influencia ha sido mayor a partir del desarrollo, en los últimos años, de las nuevas tecnologías de la información que han permitido la creación de grandes bases de datos científicas. Especial mención merece la fundación del ISI (Institute for Science Information, Filadelfia) por Garfield y la publicación de los conocidos índices de citas (*Science Citation Index, Social Science Citation Index*).

²⁵ PRICE, D. J. S.: *Little Science, Big Science*. Nueva York, Columbia University Press, 1963.

²⁶ DOBROV, G. M.: *Nauka o Nauke*. Kiev, Naukova, 1966.

²⁷ OTLET, P.: *Traité de Documentation. Le livre sur le livre. Théorie et pratique*. Bruselas, Mundaneum, 1934, 411 pp.

²⁸ TAYLOR, R.: «The Information Sciences», *Library Journal* (88), 1963 19, p. 4161

²⁹ BORKO, H.: «Information Science. What is it?», *American Documentation* (19), 1, 1968, p. 5.

³⁰ TERRADA, M. L., y LÓPEZ PIÑERO: «Historia del concepto de Documentación», *Teorema*, 4, p. 238.

Efectivamente, la ciencia de la ciencia se ha desarrollado como programa de investigación gracias al desarrollo de los métodos bibliométricos y cuantitativos. La bibliometría, procede de la estadística bibliográfica, y fundamentalmente ha aportado un intento de estudio del tamaño, crecimiento y distribución de los documentos científicos, así como el estudio de la estructura y dinámica de los grupos que producen y consumen la ciencia (Terrada, 1983)³¹. La cuantimetría, cuya perspectiva es más amplia, tendría por objeto el análisis cuantitativo de la actividad científica y técnica en todos sus aspectos, por lo que en principio no se limitaría al análisis de la literatura científica. Estos aspectos se presentan con una delimitación que puede ser algo confusa³².

Hay que tener en cuenta que este movimiento descrito se entiende mejor a partir del conocimiento de los importantes cambios que se han producido desde comienzos de siglo xx, y especialmente desde el fin de la II Guerra Mundial. Con la revolución industrial, la ciencia y la tecnología caminaron juntas en binomio inseparable, lo que ha hecho aumentar el interés económico de la actividad científica. Hoy la ciencia es un fenómeno masivo y de gran complejidad. Del escaso número de científicos de siglos anteriores se ha pasado a varios cientos de miles en la actualidad en todo el mundo; igual incremento han experimentado los trabajos científicos publicados, que en expresión de Price ha seguido un crecimiento exponencial desde el siglo xvii, de modo que dicha literatura se duplica cada 10-15 años, siguiendo una curva logística que situaría su punto álgido, según la hipótesis de Price, en torno a los años cuarenta-cinco. También, por tanto se ha visto incrementado vertiginosamente el número de revistas, congresos, reuniones, laboratorios de investigación, etc. Todo ello ha provocado un incremento impresionante de la producción científica, apareciendo el concepto de *contemporaneidad de la ciencia* (el número de científicos hoy vivos corresponde al 87,5% de todos los que han existido, Terradas, 1983), y resulta muy difícil discernir las nuevas aportaciones, así como el estado de los conocimientos asumidos o consensuados por la comunidad científica, dentro de la concepción social de la ciencia. Además, hay que tener presente la densa trama de relaciones entre los miembros de la comunidad cuyo análisis es hoy objeto de interesantes estudios —redes de comunicación formal e informal—. Todo ello ha hecho de la ciencia un fenómeno social de gran magnitud y de importante valor estratégico para el desarrollo de la sociedad industrial, y en la hoy llamada *sociedad de la información*. Así, la ciencia pue-

³¹ TERRADA, M. L.: *La documentación médica como disciplina*. Valencia, Centro de Documentación e Información Biomédica, Universidad de Valencia, 1983, p. 127.

³² LÓPEZ LÓPEZ: *Introducción a la bibliometría*. Valencia, Promolibro, 1996, pp. 1-14.

de ser entendida como una gran institución social (o conjunto de instituciones) productora de una enorme cantidad de «información» inserta en una sociedad que a su vez produce centenares de miles de *ítems* informativos de cualquier género cada día en todo el mundo. ¿Cuál es la especificidad —naturaleza—, el papel, el impacto, el poder, etc., que dicha información científica posee a finales del siglo veinte? La respuesta es un reto para la investigación social de la ciencia dentro del programa de la «*ciencia de la ciencia*». Surgen conceptos como *volumen de producción, élite científica, dispersión de la literatura científica, envejecimiento y obsolescencia, comunicación científica, élites y eminencia y calidad, impacto, colaboración científica, redes de citas, colegios invisibles, vanguardia y frente de la investigación, mapas de la ciencia*, etc. Este complejo conjunto de fenómenos se articula y se objetiva alrededor de una trama instituciones clave para el desarrollo científico y sostenidas por programas de inversión millonarios públicos y privados, dentro de algo que cada día tiene mayor peso: las políticas científicas de los diferentes Estados, conscientes del alto valor estratégico de la ciencia.

Esto introduce a la ciencia dentro del conjunto de factores socio-económicos de modo que su evolución y comportamiento es también analizada como un proceso input-output (análisis coste-beneficio) de los modelos económicos, y por tanto susceptibles de ser cuantificados (Sancho, 1990)³³. Así, la ciencia es hoy objeto de evaluación de su rentabilidad, eficacia y eficiencia, en relación con las inversiones en laboratorios, centros de investigación y universidades, etc. La ciencia está hoy mediaticada, siendo dependiente de las políticas de estado y de empresa, como antaño también dependió de los grandes mecenas y poderes (Iglesia-Corona) que sustentaban las instituciones educativas e investigadoras.

Así, desde posturas que veían a la ciencia como conjunto de conocimientos altamente contrastados con la experiencia, rigurosos y sometidos a mecanismos de validación intrínsecos de naturaleza lógico-racional, ha sobrevenido cierta crisis (crisis de positivismo lógico, movimiento que tanto ayudó a impulsar los fundamentos de la ciencia unificada y que proporcionó soporte al desarrollo de las ciencias sociales y humanas); dicha crisis, como hemos visto, ha procedido de la propia filosofía de la ciencia, pero especialmente de la historia y de la sociología. De modo que hoy la ciencia se contempla como un fenómeno social más, altamente complejo que precisa ser analizado dentro del contexto social en donde se produce

³³ SANCHO, ROSA: «Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica», *Rev. Esp. Doc. Cient.*, 13, 3-4, 1990.

(Pérez, Tortosa, Carpintero, 1989)³⁴. Las teorías se relativizan y sus asertos están sometidos a una provisionalidad permanente, los procedimientos de validación de los enunciados científicos se fundamentan en el consenso y negociación de la comunidad científica. Esto pone en primer plano los mecanismos de comunicación y diseminación de la literatura científica, la formación de grupos y élites, la creación de instituciones poderosas con medios financieros suficientes. Las interacciones sociales entre los científicos se multiplican (congresos, comunicaciones personales, publicaciones, citas, redes informáticas, etc.).

La ciencia no es fenómeno de hombres aislados sino de grandes grupos de investigadores en interacción. Conocer la ciencia, bien para historiarla o bien para conocer su naturaleza, sus contenidos y avances implica fundamentalmente conocer sus fuentes, la literatura científica, lugar en donde se objetiva la ciencia (Carpintero)³⁵. De ahí la importancia de la Documentación y sus técnicas, y especialmente la introducción de métodos científicos cuantitativos que sirvan para medir la producción, la presencia de frentes de investigación, las relaciones sociales y las interacciones entre la comunidad científica. A los tradicionales métodos descriptivos y hermenéuticos es preciso añadir la cuantificación (el maravilloso lenguaje de las matemáticas del programa de Descartes y Galileo y de la ciencia experimental). La matematización y cuantificación de las disciplinas de la información y documentación contribuyen a una mayor fundamentación como ciencia objetiva y rigurosa. Dicha cuantificación no debe consistir en mero recuento, en mera recogida de datos y de tablas al estilo baconiano; la generalización de eventos singulares no permiten por mera inducción la generalización en leyes definitivas. Es preciso la formulación de hipótesis y teorías a partir de la observación de eventos (cuantificados) que han de ser contrastados a través de la formulación de hipótesis. Los métodos «bibliométricos» han sufrido no pocas críticas por su uso a veces indebido, críticas cuyo análisis no cabe en este trabajo. Lo cierto es que la nueva estadística dispone de herramientas valiosas y potentes para trabajar. Tampoco hay que olvidar que la bibliometría es una herramienta metodológica para obtener teorías contrastables y aceptables (desde la epistemología y desde la comunidad científica). Se precisa un impulso para mejorar y homogeneizar los indicadores bibliométricos y obtener datos sobre la «ciencia» que han de tomarse, sin duda, con cuidado. Los métodos bibliométricos, se ha afirmado con frecuencia, son útiles para el programa de *la ciencia de la ciencia*, para el desarrollo de la propia *ciencia de la documentación* y para

³⁴ PÉREZ, A.; TORTOSA, F., y CARPINTERO, H.: *Rev. de Historia de la Psicología* (10), 1-4, 1989.

³⁵ CARPINTERO: Entrevista autobiográfica (con F. Tortosa y E. Pérez Delgado), *Rev. de H.ª de la Psicología* (12), 2, 1991, 1-14.

los sistemas de evaluación de las políticas científicas. Son también útiles para los propios científicos, ya que les permite conocer el estado y el peso de las diferentes líneas de investigación y de las orientaciones metodológicas, la intrincada trama de grupos de colaboración e investigación, la excelencia de determinadas teorías, las proyecciones sobre nuevos frentes de investigación, etc. Y de lo que no cabe duda es de que la bibliometría y la cienciometría están en consonancia con la nueva imagen de la ciencia (organización social, masiva y compleja) con su *status* actual y su inserción en la compleja trama social (nacional e internacional) en donde se desarrolla.