

3 H.
800

Panorama general de la ciencia moderna

Peter J. Bowler
e Iwan Rhys Morus

Traducción castellana de
Joan Soler

CRÍTICA
Barcelona

Introducción: Ciencia, sociedad e historia

Si le decimos a alguien que estamos leyendo sobre historia de la Ciencia, su primera reacción seguramente será: «¿Y eso qué es?». Por instinto, asociamos la ciencia al mundo moderno, no al pasado. Pero si lo pensamos un momento, la paradoja queda resuelta: como cualquier actividad humana, la ciencia tiene una historia, y la mayoría de las personas pueden recordar al menos unos cuantos «grandes nombres» relacionados con descubrimientos clave que han influido en nuestra forma moderna de pensar. Los propios científicos piensan en el pasado siguiendo criterios parecidos, aunque quizá tengan a su disposición una lista de nombres más exclusivos vinculados a los descubrimientos principales de su especialidad. Para el científico, ubicar con exactitud una secuencia de grandes progresos en nuestro conocimiento del mundo crea una determinada imagen de la ciencia moderna: la continuación de una lucha permanente por hacer retroceder las fronteras de la ignorancia y la superstición. De cualquier modo, algunos de los grandes nombres que resultan familiares a la gente evocan imágenes en las que el avance de la ciencia no ha sido un tranquilo proceso de recogida de datos. Casi todo el mundo conoce la historia del juicio al que sometió la Inquisición a Galileo por enseñar que la tierra giraba alrededor del sol, o la controversia desatada por la teoría de la evolución de Darwin, que aún sigue vigente. A medida que la ciencia ha ido desempeñando un papel cada vez más importante en nuestras vidas, las posibilidades de polémica se han ido ampliando de tal modo

que ahora incluyen nuestra capacidad para interferir en los aspectos esenciales de nuestra naturaleza biológica y psicológica e incluso en la propia biosfera del planeta. De hecho, sería una sorpresa que la historia de estas áreas de la ciencia no fuera controvertida.

Los propios científicos se sienten relativamente satisfechos con el hecho de que algunos de los grandes descubrimientos tuvieran consecuencias que obligaran a todo el mundo a replantearse sus valores religiosos, morales o filosóficos. Los libros de texto científicos a menudo cuentan historias sobre los grandes descubrimientos en las que éstos aparecen como pasos de un proceso acumulativo en virtud del cual se ha desarrollado nuestro conocimiento del mundo natural. Si los nuevos conocimientos suponían un desafío para las creencias existentes, la gente simplemente tenía que aprender a aceptarlo. Indudablemente, la historia de la ciencia consigue parte de su público al explorar el impacto de la ciencia en el mundo en su sentido más amplio. Pero también le gusta evaluar las historias tradicionales que los científicos cuentan sobre el pasado, y en algunos casos sucede que éstos reciben los resultados con poco entusiasmo. Con mucha frecuencia, resulta que las narraciones convencionales se simplifican demasiado: hay mitos que «ponen orden» en el confuso proceso de controversia que rodea a toda innovación (Waller, 2002). Estos mitos presentan una imagen nítida de héroes (los que descubren o promueven la nueva teoría) y villanos (los que se oponen a ella, normalmente porque su objetividad está minada por sus creencias). A menudo los historiadores se refieren a las historias de los grandes descubrimientos como una forma de «historia Whig», término tomado de los historiadores británicos del partido liberal, o de los Whig, que contaron de nuevo la historia del país en función del inevitable triunfo de sus propios valores políticos. En la actualidad, cualquier historia que considere el pasado como una serie de peldaños hacia el presente —y dé por supuesto que el presente es superior al pasado— recibe el nombre de «historia Whig». Los relatos tradicionales del pasado que aparecen en los capítulos introductorios de los libros de texto científicos son sin duda una forma de «whigismo». Los historiadores disfrutaban exponiendo la naturaleza artificialmente construida de estos relatos, y a algunos científicos no les satisfacen los resultados.

En principio, sin embargo, los científicos (de entre todas las personas) no tienen por qué abstenerse de someter sus ideas a examen, aunque los datos utilizados se basen en libros y documentos viejos y no en pruebas de laboratorio. Si los resultados configuran una imagen más compleja y realista de cómo funciona la ciencia, cualquiera que esté implicado en la investigación científica moderna debería reconocer la importancia de representar sucesos del pasado en los mismos términos que los del presente. En vez de figuras recortables de cartulina, podemos tener héroes de verdad, con todos sus defectos e imperfecciones.

Los científicos se muestran comprensiblemente menos satisfechos cuando ciertos estudios detallados sobre controversias del pasado o del presente empujan a la gente a poner en entredicho el verdadero proceso según el cual la ciencia afirma que nuestro conocimiento del mundo avanza. Las modernas «guerras de la ciencia», en las que los científicos han respondido de modo implacable cuando los sociólogos han puesto en tela de juicio la objetividad de la propia ciencia, evidencian que hay en juego algo más que un simple conflicto entre hecho científico y valores subjetivos. Aquellos a quienes no les gustan las consecuencias de la ciencia están cada vez más inclinados a sostener que un proceso que genera técnicas potencialmente peligrosas no puede considerarse una mera adquisición de conocimientos objetivos. La historia de la ciencia se ha visto arrastrada de manera inevitable a las guerras científicas habida cuenta de que la munición usada por los atacantes procede de la reconsideración de áreas clave en las que en el pasado la ciencia dio lugar a controversias. Los críticos sostienen que los mismos fundamentos del «conocimiento» científico son los que están contaminados por los valores. La ciencia crea una visión del mundo que observa a través de gafas oscuras, por lo que difícilmente deberíamos sorprendernos si resulta que lo que se nos presenta como conocimiento tiende a reforzar el sistema de valores del complejo militar-industrial que lo financia. Los científicos reaccionan con furia cuando se ven frente a este tipo de argumentos. Si la ciencia es sólo otro sistema de valores sin más privilegios que ningún otro, ¿por qué funciona tan bien cuando la aplicamos para manipular el mundo mediante la tecnología o la medicina? Los que pagan al menos lo hacen

por la obtención de resultados, no por un cuento de hadas. Aquí existe una verdadera tensión, y la historia de la ciencia se ve envuelta por el debate como una de las principales fuentes de información sobre cómo funciona realmente la ciencia.

Por tanto, todo aquel que en esta visión general de la historia de la ciencia moderna espere encontrar una lista de grandes descubrimientos incontrovertibles va a llevarse una sorpresa. Prácticamente todos los temas y cuestiones que analizamos son objeto de un intenso debate, a menudo mantenido por perspectivas dispares derivadas de actitudes de los historiadores hacia la ciencia moderna en su conjunto o hacia teorías concretas y sus aplicaciones. Como damos clases en Irlanda del Norte, estamos acostumbrados a la idea de que la historia puede llegar a ser el campo de batalla en el que personas con opiniones encontradas pretenden validar sus creencias. La historia irlandesa puede contarse desde dos ópticas muy diferentes, en función de si se contempla partiendo de una perspectiva nacionalista o unionista. ¿Fue Oliver Cromwell el héroe que dio seguridad a la civilización británica en Irlanda, o el villano que masacró a los habitantes de Drogheda? Depende del punto de vista: cada bando ha construido sus mitos del pasado, y tanto uno como otro pueden quedarse desconcertados cuando el historiador académico investiga estos mitos en busca de pruebas concluyentes. Sin duda la historia de la ciencia pone en entredicho muchos de los mitos creados por los que presentan la ciencia como una búsqueda incorpórea de la verdad, pero ¿respalda forzosamente a los que sostienen que no es más que la expresión de un determinado sistema de valores? Tal vez sea posible un camino intermedio, que presente una visión de la ciencia como una actividad humana, bien es cierto que con más logros concretos en su haber que otras. En cierto modo, los auténticos peligros sobre los que advierten los críticos surgen del hecho de que la ciencia realiza una tarea que puede aplicarse a cambiar el mundo en que vivimos.

Lo que esperamos que se aprenda con este libro es una disposición a ver la historia como algo más que una lista de nombres y fechas: algo sobre lo que suele discutirse porque es posible entender los datos de distintas maneras y cada uno defiende con vehemencia su interpretación. Veremos cómo los historiadores se valen de datos para poner

en duda los mitos, aunque también hemos de ser prudentes y críticos en la evaluación que hagamos de cualquier relato alternativo que nos ofrezcan (incluido el nuestro). Puede ser difícil, pero nos llevará a afrontar cuestiones importantes, al tiempo que será mucho más divertido que aprender fechas y nombres.

El resto de esta introducción se centrará en lo esencial de los conflictos esbozados antes, comenzando por un breve examen de cómo la historia de la ciencia ha llegado a convertirse en el campo profesional de estudio actual. Esto es importante, pues muchos de los libros viejos mencionados más adelante en las lecturas —todavía utilizados al tratarse de clásicos en su ámbito— fueron escritos cuando la disciplina funcionaba de forma muy distinta a como funciona hoy día. A continuación damos una idea general de los avances más recientes que han creado el enfoque moderno del tema, incluyendo las técnicas más sociológicas que generan las controversias mencionadas anteriormente. Saber algo sobre historia de la historia de la ciencia nos ayudará a comprender por qué las cuestiones analizadas en el resto del libro son a menudo tan polémicas.

Orígenes de la historia de la ciencia

Fue en el siglo XVIII cuando empezó a surgir algo parecido a una historia de la ciencia en la tradición moderna. Era la llamada Ilustración, diversos pensadores radicales proclamaron el poder de la razón humana para abandonar las antiguas supersticiones y procurar a la sociedad unas bases más sólidas. Muchos de estos pensadores de la Ilustración eran hostiles a la Iglesia, a la que consideraban un agente de la vieja jerarquía social originada en la época feudal. La Edad Media se describía como un período de estancamiento impuesto por el rígido respaldo de la Iglesia a la cosmovisión tradicional. Los radicales concebían la Nueva Ciencia del siglo anterior como la primera manifestación de un renovado florecimiento del pensamiento racional y aclamaban como héroes a quienes más habían contribuido a crear la visión moderna del mundo, entre ellos Galileo y Newton. El hecho de que Galileo se hubiera metido en líos con la Iglesia por defender la astronomía

copernicana no hizo más que alimentar las sospechas hacia esa institución. Se suprimió cuidadosamente cualquier indicio de que Newton había tenido escarceos con la magia y la alquimia. Partiendo de la perspectiva de la Ilustración sobre su pasado inmediato, hemos heredado la suposición de que la revolución científica del siglo xvii fue un momento crucial en el progreso del pensamiento occidental así como un panteón de héroes que se identificaban con los pasos decisivos para cimentar la cosmología moderna y la ciencia física.

En 1837, el científico y filósofo británico William Whewell publicó una imponente *History of the Inductive Sciences* [Historia de las ciencias inductivas]. Whewell fue quien realmente acuñó el término «científico», y además tenía una prioridad muy específica que en algunos aspectos modificaba el programa de la Ilustración. Indudablemente estaba de acuerdo en que la ciencia era una fuerza progresiva, pero poseía una nueva visión de cómo ésta debía empezar a construir un conocimiento de la naturaleza, a partir del filósofo alemán Immanuel Kant. Para Kant y Whewell, el conocimiento no derivaba simplemente de la observación pasiva de la naturaleza: la mente humana lo imponía mediante las teorías que utilizamos para describir el mundo. El planteamiento científico se basaba en pruebas rigurosas de hipótesis nuevas por medio de la observación y la experimentación. Posteriormente Whewell publicó una *Philosophy of the Inductive Sciences* [Filosofía de las ciencias inductivas] donde dejaba claro que su objetivo era valerse de la historia como mecanismo para ilustrar el modo como su visión de la metodología de la ciencia se aplicaba en la práctica. En este sentido, contribuyó a lo que llegaría a ser la principal motivación para la creación de la disciplina moderna de la historia de la ciencia.

Whewell era más conservador que los pensadores de la Ilustración en el hecho de que defendía la posibilidad de que el científico descubriera fenómenos que sólo pudieran explicarse por la intervención divina. Más adelante, se negó a que entrara un ejemplar de *El origen de las especies* de Darwin en la biblioteca del Trinity College de Cambridge porque sustituía el milagro divino por la evolución natural. Sin embargo, para una generación nueva de pensadores radicales de finales del siglo xix, el darwinismo confirmó que la ciencia proseguía su

ataque contra las antiguas supersticiones, reanudando la campaña iniciada por Galileo. Surgió una nueva generación de historiadores que hacían hincapié en lo inevitable de una «guerra» entre ciencia y religión, una guerra que la ciencia ganaría ineludiblemente. La *History of the Conflict between Science and Religion* [Historia del conflicto entre ciencia y religión] de J. W. Draper supuso un esfuerzo innovador en esta reactivación del programa de la Ilustración. La metáfora del conflicto sigue dominando la discusión popular sobre la relación entre ciencia y religión, aunque dicha metáfora ha sido ampliamente puesta en entredicho por historiadores posteriores.

Para los que (como Whewell) conservaban la esperanza de que la ciencia y la religión pudieran funcionar en armonía, el programa materialista de la Ilustración era un verdadero peligro para la ciencia: alentaba a los científicos a abandonar su objetividad en favor de la arrogante afirmación de que las leyes de la naturaleza podían explicarlo todo. *Science and the Modern World* [Ciencia y mundo moderno] (1926), de Alfred North, exhortaba a la comunidad científica a volver la espalda a este programa materialista y regresar a una visión anterior en la que la naturaleza se estudiaba suponiendo que revelaría pruebas de propósito divino. Este modelo de historia de la ciencia rechaza episodios como el juicio a Galileo tachándolos de aberraciones y describe la revolución científica como algo fundado en la esperanza de que la naturaleza pueda considerarse la obra artesanal de un Creador racional y benevolente. Para Whitehead y otros de su generación, la misma evolución podría considerarse como el despliegue de un propósito divino. Este debate entre dos opiniones enfrentadas con respecto a la ciencia —y, por tanto, su historia— sigue vivo en la actualidad.

En el siglo xx, el legado del programa racionalista se transformó en el trabajo de marxistas como J. D. Bernal. Bernal, eminente cristalógrafo, reprendió a la comunidad científica por venderse a la industria. En su *Social Function of Science* [Función social de la ciencia] (1939) exigió un compromiso renovado para el uso de la ciencia en bien de todos. Su *Science in History* [Ciencia en la historia] de 1954 fue un intento monumental por describir la ciencia como una fuerza potencial para el bien (como en el programa de la Ilustración) que había sido distorsionada por su asimilación en el complejo militar-in-

dustrial. Así, en un aspecto importante, los marxistas pusieron en tela de juicio el supuesto de que el avance de la ciencia representaba el progreso de la racionalidad humana. Para ellos, la ciencia había surgido como un producto secundario en la búsqueda del dominio técnico sobre la naturaleza, no en la búsqueda desinteresada del conocimiento, y la información que acumulaba tendía a reflejar los intereses de la sociedad en cuyo seno actuaba el científico. La finalidad de los marxistas no era crear una ciencia estrictamente objetiva, sino reestructurar la sociedad para que la ciencia beneficiara a todos, no sólo a los capitalistas. Rechazaban el programa defendido por Whitehead tildándolo de cortina de humo para ocultar la implicación de la ciencia en el ascenso del capitalismo. Asimismo, muchos historiadores intelectuales reaccionaron furiosos ante lo que consideraban la denigración de la ciencia, que aparecía implícita en obras como «The Social and Economic Roots of Newton's "Principia"» [Raíces sociales y económicas de los *Principia* de Newton], del historiador soviético Boris Hessen, de 1931. El estallido de la segunda guerra mundial puso de relieve dos visiones opuestas de la historia de la ciencia, ambas relacionadas con los peligros revelados en la Alemania nazi. La visión optimista de la Ilustración y la idea del progreso ilimitado se habían esfumado en las calamidades que sufría ahora el mundo occidental. La ciencia podía volver la espalda al materialismo y renovar sus vínculos con la religión, o volver la espalda al capitalismo y ponerse a luchar por el bien de todos.

Fue en ese momento cuando la historia de la ciencia empezó a obtener reconocimiento como especialización académica diferenciada. Con anterioridad, se habían realizado tentativas en ese sentido, que sin embargo no fructificaron. El erudito belga George Sarton fundó en 1912 la revista *Isis* —que hoy todavía existe como órgano de la Sociedad de Historia de la Ciencia—, pero al trasladarse a América le resultó imposible convencer a la Universidad de Harvard de que creara un departamento de historia de la ciencia. Los primeros departamentos de especialistas empezaron a florecer sólo después de la segunda guerra mundial, lo que reflejaba una preocupación por el hecho de que las repercusiones tecnológicas de la ciencia causaban ahora tanto impacto que era esencial un análisis más amplio para comprender cómo

había llegado a desempeñar ese papel predominante en la sociedad. No obstante, con el comienzo de la guerra fría contra la Rusia soviética, fue inevitable que la perspectiva marxista de Bernal acabara marginada. Pese a las evidentes conexiones con la tecnología, la imagen de la ciencia como un subproducto de fuerzas económicas y sociales era inaceptable. La alternativa era volver a la idea de que, en la cultura occidental, la ciencia constituía una importante fuerza intelectual que allanaba el camino del progreso no sólo por su subordinación a la industria sino también por su independencia y su innovación, lo cual nos ha procurado un mejor conocimiento de la naturaleza en un nivel teórico. El subproducto eran las aplicaciones prácticas de este nuevo conocimiento —los marxistas lo decían erróneamente al revés—. Estas aplicaciones pudieron estudiarse totalmente al margen del desarrollo de la ciencia pura, que ahora llegaba a ser, en efecto, una parte de la cultura occidental que debía ser estudiada mediante las técnicas de la historia del pensamiento o la historia de las ideas. Lo que contaba era la innovación teórica en el nivel conceptual y el proceso en virtud del cual se sometían a prueba las teorías en relación con los datos.

Este enfoque de la historiografía siguió el programa de la Ilustración hasta el punto de considerar la aparición del método científico, así como los principales pasos hacia la creación de la cosmovisión moderna, como las aportaciones más importantes al progreso humano. Así pues, se prestó mucha atención a la revolución científica del siglo xvii y a los avances conexos en astronomía y física. Más adelante, también destacaron ciertas medidas que se utilizaron para definir la línea fundamental de avance del pensamiento científico. Se entendió que el darwinismo era un paso adelante decisivo, y determinados sucesos en ciencias afines como la geología se definían como buenos o malos en función de si parecían favorecer la búsqueda de procesos naturales de cambio. En cierto modo, la disciplina continuó así y extendió la perspectiva whigista promovida por los propios científicos, pues el progreso se expresaba con respecto a avances hacia lo que se veía como los principales componentes de nuestra visión moderna del mundo. En otro aspecto, sin embargo, la nueva historiografía de la ciencia sí fue más allá del whigismo: estaba dispuesta a admitir que los científicos se encontraban

profundamente implicados en los asuntos filosóficos y religiosos y a menudo formulaban sus teorías conforme a sus opiniones acerca de estas cuestiones en su sentido más amplio. En este sentido, destaca la influencia del emigrado ruso Alexandre Koyré, que, trabajando en Francia y América, se sirvió del análisis textual riguroso de obras clásicas sobre ciencia para poner de manifiesto esta dimensión más amplia. Koyré (1978) sostenía que Galileo estaba muy influido por el filósofo griego Platón, que había enseñado que el mundo de las apariencias oculta una realidad subyacente estructurada conforme a criterios matemáticos. También Newton resultó ser un personaje mucho más complejo que el viejo héroe de la Ilustración, profundamente interesado por cuestiones filosóficas y religiosas (Koyré, 1965).

El área de influencia que no se consideró relevante fue la social y económica. La sugerencia de Marx de que la teoría de la selección natural de Darwin reflejaba los valores competitivos del sistema capitalista no figuraba en las prioridades, ni tampoco la asociación de la ciencia con la tecnología y la industria. Nadie ponía en duda que la ciencia tenía efectivamente importantes consecuencias para la sociedad en general, sea por su influencia en los debates religiosos o políticos, sea por brindar información práctica que podía hacerse realidad mediante la tecnología o la medicina. No obstante, estas aplicaciones prácticas siempre llegaban después de que la ciencia hubiera terminado su tarea; no influían en cómo se llevaba a cabo la verdadera investigación. Se supone que había una distinción clara entre la historia «interna» de la ciencia, que estudiaba los factores intelectuales involucrados en el desarrollo de las teorías, y la historia «externa», que se centraba en las repercusiones de mayor alcance de lo que se descubría. La generación de historiadores posterior a la guerra mostraba una preferencia inequívoca por la historia interna: querían una historia de la ciencia firmemente ubicada en el seno de la crónica de las ideas, con las aplicaciones externas en manos de disciplinas independientes como la historia de la tecnología y la medicina. Un buen ejemplo de la obra de esta generación es *Edge of Objectivity* [Margen de objetividad] (1960); su legado más perdurable es el monumental *Dictionary of Scientific Biography* [Diccionario de biografía científica] (Gillispie, 1970-1980).

Dado que se centra en cómo se desarrollaron nuevas teorías, este enfoque de la historia de la ciencia reactivó el programa esbozado por Whewell. La historia iba a ser utilizada como fuente de ejemplos para ilustrar la correcta aplicación del método científico. Se suponía que la historia de la ciencia y el análisis del método científico iban de la mano, y entonces varias universidades crearon departamentos de historia y filosofía de la ciencia. En cualquier caso, fue éste un período en que se trabajó muy activamente en filosofía de la ciencia. La vieja idea de la ciencia como proceso de recogida de datos había sido reemplazada por el «método hipotético-inductivo», en el cual el científico sugería hipótesis, deducía consecuencias verificables y a continuación procuraba que, mediante pruebas experimentales, se determinara si la hipótesis debía ser rechazada (Hempel, 1966). Este hincapié en la disposición de los científicos a verificar y, en caso necesario, refutar hipótesis fue llevado incluso más lejos por Karl Popper en su *Lógica del descubrimiento científico* (1959). El punto de partida de Popper era la necesidad de establecer una línea de demarcación que separara la ciencia del resto de actividades intelectuales, como la teología o la filosofía. El carácter definitorio era su dependencia de la «falsabilidad»: una hipótesis científica está siempre elaborada de tal manera que maximiza su exposición a las pruebas experimentales y a la potencial refutación. De acuerdo con Popper, los creyentes religiosos, los filósofos y los analistas sociales eluden este requisito formulando sus propuestas de manera lo bastante imprecisa para que puedan explicar casi cualquier cosa y, por tanto, nunca puedan ser rebatidas. Por consiguiente, la ciencia proporciona una forma única de conocimiento sobre el mundo porque todas sus teorías han superado exámenes rigurosos.

No obstante, en lo que respecta a los científicos, el método hipotético-deductivo tuvo una consecuencia desagradable. Como subrayó Popper, nunca se puede demostrar que una hipótesis sea verdadera porque, al margen de la cantidad de pruebas positivas que supere, sigue existiendo la posibilidad de ser refutada por la próxima. La historia de la ciencia está llena de ejemplos reveladores de que una teoría puede resultar satisfactoria durante décadas, o incluso siglos, y luego ser declarada falsa —recordemos el debilitamiento de las bases con-

ceptuales de la física de Newton a cargo de Einstein—. Esto significa que nuestras teorías actuales también serán refutadas a la larga; provisionalmente sólo podemos aceptarlas como las mejores guías de que disponemos por el momento. Los científicos admitieron a regañadientes esta repercusión de la nueva filosofía de la ciencia, renunciando a su pretensión de procurar un conocimiento absolutamente verdadero del mundo real. Accedieron a ello de buen grado porque Popper les ofreció una defensa distinta de su objetividad mediante su criterio para diferenciar la ciencia de las demás formas de conocimiento. La ciencia era objetiva en el sentido de que ponía en evidencia los puntos débiles de sus afirmaciones lo más rápidamente posible y pasaba a idear algo mejor.

De cualquier modo, en el seno de la metodología de Popper había otro problema que hizo sospechar de forma instintiva a los historiadores de la ciencia. Para Popper, el buen científico intenta activamente rebatir la hipótesis vigente: ésta se somete a prueba con la esperanza de poner al descubierto sus puntos débiles lo antes posible. Esta descripción de lo que constituye buena ciencia no encaja muy bien con la conducta observada por los científicos, del pasado y del presente. Por el contrario, abrazan una teoría exitosa, en especial si su carrera se ha fundamentado en la misma, y a menudo se muestran reticentes, cuando no abiertamente hostiles, a considerar toda sugerencia de que aquélla pueda ser sustituida. En este punto, la historia y la filosofía de la ciencia comenzaron a distanciarse. A muchos historiadores les parecía que cuanto más estudiaban la conducta real de los científicos, menos se correspondía ésta con la imagen idealizada del método científico que los filósofos concebían. La filosofía de la ciencia se estaba volviendo una disciplina de salón, que iba elaborando ideas más y más complicadas sobre lo que los científicos deberían hacer y que cada vez estaban más desconectadas del funcionamiento real de la ciencia. Se estaba abriendo el camino para un reto que llevaría a la historia de la ciencia por una dirección nueva, lo cual crearía un modelo sociológico que estudiaría el verdadero comportamiento de la comunidad científica.

Ciencia y sociedad

El reto se presentó con *La estructura de las revoluciones científicas* (1962) de Thomas S. Kuhn, que desencadenó un intenso debate y que ha acabado convirtiéndose en un clásico. Kuhn sostenía que la sustitución de teorías es un asunto mucho más complejo de lo que dan a entender las filosofías ortodoxas o popperianas de la ciencia (sobre el debate resultante, véase Lakatos y Musgrave [1970]). Kuhn utilizó la historia para poner de manifiesto que las teorías acertadas quedan establecidas como «paradigma» de la actividad científica en su campo: definen no sólo técnicas aceptables para abordar problemas sino también qué problemas guardan relación con la investigación. No sorprende que las circunstancias favorezcan la teoría, pues las posibilidades de falsificación son mínimas si trabajamos en áreas «seguras». La ciencia llevada a cabo bajo la influencia de un paradigma dominante es lo que Kuhn llama «ciencia normal»: esto es investigación verdadera, aunque está más preocupada por los detalles secundarios que por indagar sobre los fundamentos. La educación científica supone convencer a los estudiantes para que acepten el paradigma sin sentido crítico. Incluso cuando comienzan a aparecer anomalías (experimentos u observaciones que producen resultados inesperados), la comunidad científica ha llegado a ser tan leal al paradigma que los científicos más viejos se niegan a admitir que ha sido falsificado y siguen adelante como si aún estuviera funcionando sin contratiempos. Sólo si el número de anomalías se vuelve insoportable surge un «estado de crisis», momento en que los científicos más jóvenes y radicales empiezan a mirar alrededor en busca de una nueva teoría. Cuando se descubre una teoría nueva que se ocupa de los problemas pendientes, pronto queda establecida como el nuevo paradigma y se inicia otro período de ciencia normal convencional.

El enfoque de Kuhn hace hincapié en que cada paradigma representa un esquema conceptual nuevo, incompatible con ningún otro. Pero también considera la ciencia como una actividad social: los científicos desarrollan lealtades profesionales al paradigma en el que han sido instruidos, las cuales también limitan su capacidad para poner en

entredicho el statu quo. Si esta interpretación es válida, hay momentos en los que la ciencia no es nada objetiva. Por el contrario, los científicos se valdrán de cualquier truco permitido para defender la teoría en la que se han fundado tantas carreras. Puede parecer que cuando se produce una revolución se restablece la objetividad, pero ésta pronto se pierde. Y aunque por lo visto el nuevo paradigma amplía nuestra esfera de conocimientos al ocuparse de hechos que no era posible incluir en la vieja teoría, Kuhn señala casos en que se abandonaron líneas satisfactorias de investigación que seguían el paradigma viejo para adoptar el nuevo. Es lógico que los científicos se mostraran profundamente descontentos con el análisis de Kuhn, pero los historiadores —aunque críticos con su modelo real de revoluciones— entendieron que su enfoque era una alternativa alentadora, que parecía ofrecer un modelo más realista de cómo se lleva a cabo realmente la actividad científica.

Sociólogos de la ciencia como Robert K. Merton y sus discípulos también empezaron a fijarse en las circunstancias sociológicas que posibilitan la ciencia. Aunque Merton daba por supuesto que el conocimiento científico era el sencillo resultado de aplicar metodología científica, afirmaba que hace falta establecer determinadas condiciones sociales, o «normas», para que la comunidad científica sea capaz de prosperar y aplicar el método científico como es debido (Merton, 1973). Sin estas normas —o reglas de conducta comprendidas por la mayoría—, la ciencia se vería distorsionada de diversas maneras debido a la contaminación ideológica. Merton identificó cuatro normas: universalismo (las declaraciones científicas se evalúan de forma imparcial, sin referencia a los científicos que las hacen); comunismo (conocimiento científico que pertenece a la comunidad científica y no a los científicos en cuanto individuos); carácter desinteresado (los científicos no desarrollan ningún vínculo emocional ni de ninguna otra clase con su trabajo); y escepticismo metódico (los científicos someten sistemáticamente sus afirmaciones científicas a verificación rigurosa). Las normas de Merton pretendían proporcionar un modo de distinguir la ciencia de otra clase de actividades amén de definir las circunstancias sociales en las cuales puede prosperar. A diferencia de Kuhn, Merton no creía que las circunstancias sociales pudieran afectar al desarrollo del conocimiento científico mientras las normas estu-

vieran en vigor. Sólo en las sociedades donde las normas eran ineficaces —como en la Alemania nazi— llegaba la ciencia a estar contaminada por factores ideológicos.

Posteriormente se han llevado a cabo trabajos sobre las ideas contenidas explícita o implícitamente en la obra de Kuhn, a veces con orientaciones que él no habría aprobado. En la actualidad, algunos consideran su libro una aportación innovadora al modo de análisis denominado posmodernismo, si bien la principal fuente de este movimiento procede de filósofos franceses como Michel Foucault (1970; véase Gutting, 1989) o Jacques Derrida. Para algunos, al menos en el seno de la comunidad científica posmoderna, la ciencia no disfruta de ninguna posición de privilegio como fuente de conocimiento, pues la literatura científica constituye sólo uno entre muchos conjuntos de textos en competencia que se proponen hacerse con el control de nuestros pensamientos y actividades. El éxito de la ciencia se basa no en ningún valor de verosimilitud en sus proposiciones sino en la capacidad de sus defensores para imponer a los demás sus propias interpretaciones y «lecturas». Según el modelo de la historia del pensamiento aportado por Foucault, Kuhn estuvo muy acertado al afirmar que paradigmas sucesivos representan diferentes criterios de análisis que no pueden compararse objetivamente entre sí. Es como un cambio *gestalt* en psicología: lo que parece evidente desde una perspectiva simplemente no es posible verlo ni entenderlo desde la otra. Así pues, se viene abajo la idea global de ciencia que ofrece un conocimiento objetivo acumulativo del mundo, lo que provoca la indignación entre los científicos que ven como una importante amenaza para su posición a la «izquierda académica» que respalda la visión relativista del conocimiento (Gross y Levitt, 1994; Brown, 2001). En las controversias resultantes, que llegaron a conocerse como las «guerras de la ciencia», hubo científicos que defendían su papel de expertos que ofrecían información objetiva sobre el mundo frente a los sociólogos que insistían en que no había que conceder estatus de privilegio a ninguna versión del conocimiento. Unos cuantos historiadores fueron tan lejos como algunos posmodernos en su descripción de la ciencia como un conjunto de textos independientes sin relación alguna con el mundo material. De cualquier modo, las ideas de Kuhn y Foucault nos han

obligado a pensar con mucho más cuidado en los estudios de períodos anteriores, recalcado la necesidad de evitar la lectura de ideas modernas en libros antiguos y alertado sobre la posibilidad de que conceptos y distinciones que hoy damos por sentados pudieran ser literalmente impensables para generaciones anteriores de científicos.

Las protestas contra la izquierda académica también se han manifestado contra otro avance importante que ha influido en la historia de la ciencia: la intensificación del interés en cómo funciona la comunidad científica. Kuhn llamó la atención sobre el poder que tienen destacados científicos para determinar el modo en que sus alumnos y colegas reaccionan ante hipótesis nuevas. Sólo los más excéntricos estarían dispuestos a «causar perturbaciones» sugiriendo un enfoque totalmente nuevo, táctica que únicamente tendría éxito cuando casi todo el mundo hubiera empezado a admitir de mala gana que el paradigma actual estaba atravesando dificultades. A continuación, los historiadores y los sociólogos de la ciencia comprendieron que, con frecuencia, no bastaba tener buenas ideas o pruebas sólidas que las respaldaran —el científico de éxito ha de convencer a sus colegas de que tomen en serio las ideas nuevas, a menudo enfrentadas a muchísimas propuestas rivales—. Aunque puede ser bonito imaginar que siempre ganará el que dispone de las mejores pruebas, las cosas casi nunca son tan sencillas. En efecto, es raro que las pruebas y los datos nuevos sean tan inequívocos que susciten conformidad inmediata. El éxito o el fracaso muchas veces depende también de factores «no científicos», como el acceso a una buena financiación de las investigaciones, a ciertos puestos de trabajo o a los consejos editoriales de revistas importantes. Así pues, la aparición de la forma moderna de comunidad científica, con sus sociedades, reuniones y publicaciones, ha acabado convirtiéndose en un elemento crucial en la creación de ciencia como la entendemos en la actualidad. Y estudiar una «revolución» conlleva revelar cómo la nueva teoría se abrió camino entre las maniobras políticas que determinaron quién tenía influencia en la comunidad, al tiempo que supone analizar cambios e innovaciones conceptuales en la práctica (Golinski, 1998).

No obstante, en la actualidad la investigación sobre estos factores ha trascendido el modelo kuhniano, pues está claro que a medida que

la comunidad científica ha ido aumentando de tamaño, se ha ido especializando y fragmentando cada vez más. Sucede con frecuencia que ciertas teorías llegan a ser dominantes en el seno de una única y pequeña comunidad de especialistas, de modo que los trabajos más innovadores requerirán la creación de un «grupo escindido» que quede establecido como una vía independiente de investigación. El proceso de profesionalización y especialización disciplinaria se considera ahora crucial por cómo avanza la ciencia, hasta el punto de que algunos historiadores ya no se concentran en perspectivas teóricas amplias, como el evolucionismo en biología. A menos que una teoría se utilice para establecer una tradición investigadora diferenciada, en esta nueva historiografía acaba estando marginada, con lo que algunos historiadores acaban preguntándose si un enfoque sociológico así lo habrá arrojado todo por la borda. En algunos casos, las teorías han obtenido aceptación precisamente porque han funcionado como puentes entre especializaciones.

Una consecuencia de esta nueva óptica es el reconocimiento de que la ciencia es una actividad práctica en la que la creación de técnicas nuevas es tan crucial como la innovación conceptual. Las nuevas especialidades suponen a menudo no sólo teorías nuevas sino también novedosos aparatos que requieren pericia en su manejo para obtener de ellos resultados significativos. Un estudio, ya clásico, de Steven Shapin y Simon Schaffer (1985), puso de manifiesto cómo los debates del siglo XVII sobre la naturaleza del aire dependían decisivamente de quién tenía acceso a las poquísimas bombas de aire entonces disponibles así como de la destreza práctica necesaria para hacer que aquellas máquinas primitivas funcionaran debidamente. No obstante, esta atención a la necesidad de entender la ciencia como un conjunto de práctica y teoría va más allá de los equipos de laboratorio. Los avances en historia natural dependían de la creación de museos en los que pudieran usarse especímenes para establecer comparaciones. Los geólogos tuvieron que desarrollar técnicas para cartografiar estratos y representar su orden de formación, y como ha revelado Martin Rudwick (1985), hubo entre los especialistas un intenso período de negociación para ponerse de acuerdo sobre las técnicas que debían utilizarse. El desarrollo de la genética moderna dependió en gran medida de identi-

ficar y aprender a controlar un organismo de investigación adecuado, de entre los que destaca especialmente la mosca de la fruta conocida como *Drosophila melanogaster* (Kohler, 1994). Una amenaza más seria a la vieja división interna-externa es el creciente número de evidencias de que la opción de los científicos respecto a las áreas de estudio y las técnicas necesarias para investigarlas dependía con frecuencia de sus conexiones con industrias que esperaban explotar los nuevos conocimientos. Ciertos físicos del siglo XIX, como William Thomson (lord Kelvin), acaso fueran brillantes teóricos, pero el caso es que trabajaban estrechamente con los fabricantes de máquinas de vapor y con las empresas que tendían cable de telégrafo, y su trabajo deja muy clara su implicación en los problemas prácticos resultantes.

Los científicos modernos han acabado acostumbrándose a necesitar una ingente ayuda económica, y muy pocos niegan que las preocupaciones prácticas a menudo influyen en sus prioridades, determinando los problemas que se estudian y los que se dejan a un lado. Sin embargo, la sugerencia de que las preocupaciones prácticas pueden dirigir la actividad científica apunta a la más polémica afirmación de que lo que se presenta como «conocimiento» científico quizá refleje en sí mismo los intereses de aquellos que llevan a cabo las investigaciones. Y aquí es donde entramos en el campo de la «sociología del conocimiento», que insiste en que habría que estudiar la ciencia como cualquier otra disciplina: observando cómo expresa y mantiene los intereses y valores de quienes la construyen. Puede que la supuesta «verdad objetiva» de las teorías científicas no tenga influencia alguna a la hora de explicar sus orígenes o el porqué de que sus partidarios las defiendan. Son evidentes los paralelismos entre esto y la idea posmoderna descrita antes: si cada teoría científica ha de ser entendida como un sistema conceptual que no puede juzgarse según los parámetros de ningún otro, ninguna teoría puede pretender estar más cerca de la verdad. La sociología del movimiento científico vincula la existencia de visiones alternativas de la realidad a los intereses de los grupos que las promueven. Los exponentes originales de esta perspectiva sociológica se conocen a menudo como la Escuela de Edimburgo, pues muchos de ellos al principio dieron clase en la Science Studies Unit de la Univer-

sidad de Edimburgo (Barnes y Shapin, 1979; Barnes, Bloor y Henry, 1966). Éstos sostienen que la ciencia es una actividad social como cualquier otra y que debe ser analizada mediante métodos sociológicos. Las afirmaciones de los científicos hay que tomarlas como las realizadas por los pensadores religiosos o los dirigentes políticos. Igual que las religiones y los sistemas políticos expresan los intereses de grupos concretos de la sociedad (por lo general, los gobernantes), también el conocimiento científico expresa los valores de aquellos que lo elaboran. Las teorías científicas no son conjuntos de hechos, sino modelos del mundo que pueden ser puestos a prueba por los hechos en cierto grado. Sin embargo, estos hechos no determinan de manera absoluta la estructura de las teorías, con lo que éstas pueden verse influidas por imágenes del mundo dictadas por valores sociales. Como reveló el estudio de Shapin y Schaffer (1985), estos intereses pueden ser filosóficos o políticos amén de económicos, o acaso reflejen rivalidades profesionales. La cuestión es que, para comprender qué ocurre realmente en cualquier investigación científica, no podemos limitarnos a presuponer que dicha investigación está siendo determinada por la estructura de un «mundo real» que se hallará representado con precisión por algún modelo satisfactorio.

Los críticos de la Escuela de Edimburgo sostienen que la imagen de la ciencia es poco realista. La ciencia debe ofrecer conocimiento del mundo real o no nos ayudará a controlar ese mundo por medio de la tecnología. Si los valores sociales por sí solos determinan lo que debe considerarse conocimiento científico, los científicos tendrán las manos libres para formular cualquier teoría que escojan y luego simplemente manipular las pruebas para que parezca que funciona. La teoría sería aceptada sin sentido crítico por todos los que compartieran los mismos valores sociales. Por otro lado, sería rechazada por los que tuvieran unos valores diferentes, y jamás podría suscitarse un consenso científico con respecto a qué teoría es la mejor. No obstante, el hecho de que la comunidad con frecuencia se acerque bastante a un consenso evidentemente no excluye la posibilidad de que ciertos factores sociales determinen los orígenes de la teoría satisfactoria (aquí viene al caso la teoría de la selección natural de Darwin). Como respuesta, los sociólogos insisten en que no afirman que los científicos «inventen

sobre la marcha». Por el contrario, están especialmente interesados en las distintas maneras en que usan los resultados de sus experimentos, sus instrumentos y sus medidas para convencer a los demás de la superioridad de sus programas de investigación (Collins, 1985; Latour, 1987). En todo caso, señalan que en una situación dada habrá más de un modo de seguir adelante con las investigaciones y también más de un modo de diseñar un modelo viable. Qué área de estudio —y qué modelo— se elija finalmente dependerá de los intereses del grupo concreto de científicos implicados. Puede que, a la larga, los defensores de un modelo sean capaces de convencer al conjunto de la comunidad de que aquél ofrece la mejor solución, pero el hecho de que incluso la física haya experimentado revoluciones conceptuales da a entender que las teorías satisfactorias no ofrecen representaciones «correctas» del mundo real en un sentido absoluto.

En un área compleja y cargada de valores, como la biología de la naturaleza humana, es posible construir modelos en competencia cada uno de los cuales parece funcionar como fundamento de la investigación científica, y entonces las posibilidades de convencer a todo el mundo de que una teoría concreta es correcta son más limitadas. Esto es así en parte porque más de un área de la ciencia puede reclamar el derecho a ofrecer teorías pertinentes a las cuestiones principales. Como es lógico, los biólogos preferirán modelos de naturaleza humana que subrayen el papel determinante de los factores biológicos, pues esto les permite insistir en que debe tomarse en cuenta su pericia. Los científicos sociales quieren descartar la biología, pues ellos aparecen como los únicos expertos apropiados. Más grave aún es el hecho de que los valores políticos determinen lo que se considera como teorización aceptable —sin embargo, nadie asume que ideas concordantes con los propios valores tengan más probabilidades de generar ciencia buena, no contaminada (véase cap. 18, «Biología e ideología»)—. Los conservadores acaso intenten defender que ciertos tipos de conducta humana, o ciertas limitaciones de la capacidad humana, se deben a nuestra biología: son «naturales» y por tanto inevitables, e imponen restricciones en estructuras sociales, que pasamos por alto por nuestra cuenta y riesgo. Los liberales quizá quieran negar el papel de estos factores, por lo que tal vez afirmen

que una mejora de las condiciones efectivamente permitiría avanzar hacia una sociedad mejor.

Cada bando tratará de explotar la presunta superioridad de la ciencia en beneficio propio. Intentará desacreditar la postura de sus adversarios tachándola de «mala» ciencia o ciencia tergiversada. Los buenos siempre hacen ciencia irrefutable y objetiva; los malos andan descariados a causa de sus preferencias políticas, religiosas o filosóficas. No obstante, la dificultad de resolver algunos debates sugiere que no es válida la afirmación de objetividad total de ningún bando. Cada uno permite que sus criterios para hacer «buena» ciencia estén determinados por sus ideas preconcebidas. Los sociólogos de la ciencia sostienen que unos y otros están igual de equivocados: es su política la que empuja a la gente a posturas polarizadas en las que un bando u otro es rechazado, a efectos prácticos, como trivial o intrascendente. Dado que las posiciones enfrentadas reflejan valores sociales y políticos profundamente arraigados, no debe sorprender que ninguno de los bandos parezca capaz de lograr una victoria permanente en el debate, por mucho que uno y otro aseguren estar haciendo ciencia buena.

Las encarnizadas controversias que se han producido (y se producen todavía) en algunas áreas de la biología indican que no podemos pasar por alto el cuestionamiento de los sociólogos respecto a la objetividad de la ciencia. Los físicos pueden sostener que su conocimiento es «más irrefutable» porque es más fácil que lo confirmen las pruebas experimentales, pero los sociólogos no establecen distinción alguna entre ciencias duras y blandas. Y desde luego la historia proporciona ejemplos en los que la búsqueda de conocimiento en física ha reflejado los valores y creencias generales de los científicos. Sin embargo, al final no queremos presentar la historia de la ciencia de tal modo que nos veamos obligados a tomar partido por uno u otro bando en las guerras científicas. Tanto la historia como la sociología de la ciencia procuran numerosas pruebas de que la ciencia es una actividad humana, no un proceso automatizado que podría ser llevado a cabo con el mínimo éxito por un ordenador gigante. Los compromisos filosóficos, las creencias religiosas, los valores políticos y los intereses profesionales han ayudado a determinar la manera en que los científicos han construido y promovido sus modelos del mundo. Como mu-

cho, sólo unos cuantos radicales posmodernos han afirmado que la ciencia es simplemente algo imaginario. Ciertos sociólogos del conocimiento científico, como los miembros de la Escuela de Edimburgo, y los historiadores de la ciencia que han adoptado sus ideas saben que, para que un programa de investigación sea efectivo, sus defensores han de generar resultados mensurables, en cuyo caso se amplía el «conocimiento» —en el sentido de la capacidad para describir y controlar la naturaleza—. A este respecto, algunos de los portavoces de la ciencia en las guerras citadas parecen estar apuntando a un objetivo equivocado. La cuestión no es realmente si este vínculo con la práctica satisface el criterio de objetividad de los filósofos: si los científicos estaban encantados con la advertencia de Popper de que podían proporcionar información válida sólo de forma provisional, deberían ser capaces de aceptar el modelo científico más realista suministrado por historiadores de inclinación sociológica. Al final también los científicos tienen algo que ganar con un modelo de desarrollo científico que acepta que, efectivamente, proporciona un conocimiento mucho más sofisticado sobre cómo funciona el mundo pero se niega a considerar que aquél confecciona un modelo de naturaleza totalmente imparcial y verdadero de forma inmutable. Vivimos en una época en que la gente a menudo descubre que los científicos toman partido en asuntos polémicos relacionados con la salud pública o el medio ambiente. Es preciso saber que la investigación científica es un proceso complejo en el cual no es imposible que dos proyectos totalmente legítimos sugieran posturas enfrentadas con respecto a determinado asunto controvertido. Todo aquello que ayudara a la gente a entender por qué las investigaciones nuevas no pueden ofrecer respuestas inmediatas a todos los problemas complejos sería una ventaja, y no un peligro, para los que están tratando de defender la integridad y la autoridad de la ciencia.

¿Por qué ciencia moderna?

Este libro plantea una historia de la ciencia moderna, pero ahora explicaremos en pocas palabras por qué nos centramos tanto en los últimos siglos. Una generación anterior de estudiosos habría dado por

sentado que una visión general de la historia de la ciencia debía comenzar con la filosofía natural de los antiguos griegos, reconocer las importantes aportaciones del islam y a continuación ocuparse del renacer del aprendizaje en el Occidente medieval, antes de pasar a abordar la revolución científica de los siglos XVI y XVII. Al tomar esta revolución como punto de partida, no pretendemos sugerir que los avances anteriores fueran insignificantes, y a quienes deseen saber más acerca de los fundamentos sobre los que se ha erigido la ciencia moderna les instamos a que consulten el estudio de David Lindberg titulado *Los inicios de la ciencia occidental: la tradición científica europea en el contexto filosófico, religioso e institucional (desde 600 a.C. hasta 1450)* (1992). Es especialmente importante que reconozcamos la deuda que la ciencia moderna tiene no sólo con la antigüedad clásica sino también con la civilización del islam, que alimentaron y difundieron las tradiciones de la antigua filosofía natural y procuraron una base esencial para avances posteriores en Europa. Debemos también señalar que a la cultura china debemos numerosos inventos importantes, entre ellos la pólvora y la brújula magnética, junto a una filosofía de la naturaleza muy distinta de la que a la larga surgió en Occidente. *Science and Civilisation in China* [Ciencia y civilización en China], el monumental estudio de Joseph Needham, alaba esta tradición alternativa. En dicho estudio Needham también intentó responder a la controvertida pregunta de por qué China no partió de estos cimientos para generar una revolución científica equivalente a la que se produjo en Europa (Needham, 1969).

Al reconocer las aportaciones realizadas por otras culturas, evitamos la inferencia de que la revolución científica con la que empezamos fue una verdadera revolución en virtud de la cual apareció de la nada un enfoque de la naturaleza totalmente nuevo que dio a Europa el predominio mundial en el estudio de la naturaleza. Un producto de la nueva perspectiva sociológica de la historia es la versión de Shapin de la «revolución» (1996), que declara abiertamente que ésta no existe, pues la ciencia moderna surgió de una serie de actividades y actitudes cambiantes que influyeron en todas las áreas de la vida y las creencias de la época. Pero al final sí apareció una nueva clase de actividad que denominamos ciencia, lo que se tradujo en una explo-

sión de nuevos métodos, teorías, organizaciones y aplicaciones prácticas. Los nuevos avances en la historia de la ciencia descritos anteriormente han solido centrarse en el período moderno precisamente porque es durante los últimos siglos cuando emergió el tipo de actividad que reconocemos como ciencia —y los cambios llegan a ser aún más asombrosos cuando entramos en la época moderna de la «ciencia mayor» impulsada por los intereses industriales y militares—. Comparemos el anuario *Critical Bibliography* publicado por la revista *Isis* en 1975, por ejemplo, con otro de un año más reciente, y veremos que el cambio de énfasis es sorprendente. El número de publicaciones sobre ciencia antigua, ciencia islámica, ciencia medieval y ciencia del Renacimiento ha permanecido más o menos estacionario (y ha disminuido como proporción del total). Las publicaciones sobre el período que va del siglo xvii al siglo xix han aumentado ligeramente. Pero los estudios sobre la ciencia del siglo xx se han incrementado de forma espectacular, de modo que en la actualidad son con mucho la principal categoría de publicaciones. Y gran proporción de estos estudios sobre el siglo xx se centra en la ciencia americana —pues es ésta la que está haciendo casi toda la historia así como casi toda la ciencia.

Este cambio de énfasis es casi con toda seguridad un reflejo de la tendencia moderna a considerar la historia de la ciencia menos en términos de innovaciones conceptuales (teóricas) y más en función de escuelas de investigación, avances prácticos y la cada vez mayor influencia del gobierno y la industria. Cuando se centraba la atención en la historia de las ideas científicas (incluyendo la idea del propio método científico), parecía evidente que la filosofía natural de los griegos debía constituir el punto de partida: comenzar con la revolución científica habría dejado al conjunto del proyecto sin cimientos. Pero si la ciencia se define más desde el punto de vista de cómo funciona la comunidad científica moderna, parece menos obvio que las formas de conocimiento natural obtenido en entornos sociales diferentes sean fundacionales (aunque el estudio de cómo funciona la ciencia en esas otras sociedades debería ser de interés a efectos comparativos). Los historiadores han acabado interesándose más por la creación de redes profesionales definidas por sociedades científicas, publicaciones y departamentos de universidades y del gobierno así como por la interacción de los científicos

con la industria, el gobierno y el gran público. Éstas son instituciones y conexiones establecidas en el período que va desde el siglo xvii al xx. También ha habido un enorme incremento en la cantidad real de avances científicos que se están haciendo en el período moderno, que además aumenta continuamente (lo que en 1975 era ciencia nueva ahora ya es historia). Al mismo tiempo, la historia de la ciencia ha asumido un nuevo papel en los departamentos de estudios sobre la ciencia, de tal modo que aquí hay que centrarse casi forzosamente en los avances que conducen directamente a los dilemas del mundo moderno.

En reconocimiento de este cambio de énfasis, hemos decidido centrarnos en la ciencia desde el siglo xvii e incluir en esa área una amplia variedad de temas que no vaya en menoscabo del carácter práctico de un libro de un solo volumen. La primera parte se ocupa de manera tradicional de los progresos en el seno de la propia ciencia, comenzando con la revolución científica y dirigiendo luego la atención a las cuestiones principales de cada ciencia por separado. Hemos intentado combinar el interés clásico por la aparición de teorías nuevas con el enfoque moderno basado en la aparición de disciplinas y programas de investigación, incluyendo ilustraciones de reevaluaciones facilitadas por nuevos métodos de estudio. La segunda parte ofrece un conjunto más temático de muestras representativas a través de la historia de la ciencia, que incluyen intereses tradicionales como las conexiones con la tecnología, la medicina o la religión, junto a áreas nuevas de estudio como la ciencia popular. Con independencia de la sección por la que empiece, recuerde el lector que puede siempre obtener una perspectiva más amplia buscando las remisiones, que ponen de manifiesto cómo se entrelazan todos los temas. No pretendemos que vaya a resultar fácil hacerse con una visión general, pero esperamos que en el proceso el lector adquirirá una renovada consideración por la ciencia y una mejor comprensión de su importancia en nuestra vida.

Referencias bibliográficas

Barnes, Barry y Steven Shapin (eds.) *Natural Order: Historical Studies of Scientific Culture*, Sage Publications, Beverly Hills, CA, y Londres, 1979.

- Barnes, Barry, David Bloor y John Henry, *Scientific Knowledge: A Sociological Analysis*, Athlone, Londres, 1996.
- Bernal, J. D., *Science in History*, MIT Press, Cambridge, MA, 1969³, 3 vols.
- Brown, James Robert, *Who Rules in Science? An Opinionated Guide to the Wars*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 2001.
- Collins, Harry, *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, Sage, Londres, 1985.
- Foucault, Michel, *The Order of Things: The Archaeology of the Human Sciences*, Pantheon, Nueva York, 1970 (hay trad. cast.: *Las palabras y las cosas: una arqueología de las ciencias humanas*, Siglo XXI Editores, Madrid, 1997).
- Gillispie, Charles C., *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1960.
- , (ed.) *Dictionary of Scientific Biography*, Scribners, Nueva York, 1970-1980, 16 vols.
- Golinski, Jan, *Making Natural Knowledge: Constructivism in the History of Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.
- Gross, Paul R., y Norman Levitt, *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrel with Science*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1994.
- Gutting, Gary, *Michel Foucault's Archaeology of Scientific Reason*, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- Hempel, Karl, *Philosophy of Natural Science*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1966.
- Kohler, Robert E., *Lords of the Fly: Drosophila Genetics and the Experimental Life*, University of Chicago Press, Chicago, 1994.
- Koyré, Alexandre, *Newtonian Studies*, University of Chicago Press, Chicago, 1965.
- , *Galileo Studies*, Humanities Press, Atlantic Highlands, 1978 (hay trad. cast.: *Estudios galileanos*, Siglo XXI Editores, Madrid, 1990).
- Kuhn, Thomas S., *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago, 1962 (hay trad. cast.: *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 2000).
- Lakatos, Imre, y Alan Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, 1979.
- Latour, Bruno, *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Open University Press, Milton Keynes, 1987.
- Lindberg, David C., *The Beginnings of Western Science: The European Scientific Tradition in its Philosophical, Religious and Institutional Con-*

- texts, 600 B.C. to A.D. 1450*, University of Chicago Press, Chicago, 1992 (hay trad. cast.: *Los inicios de la ciencia occidental: la tradición científica europea en el contexto filosófico, religioso e institucional [desde 600 a.C. hasta 1450]*, Paidós, Barcelona, 2002).
- Merton, Robert K., *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, University of Chicago Press, Chicago, 1973.
- Needham, Joseph, *The Grand Titration: Science and Society in East and West*, Allen & Unwin, Londres, 1969.
- Popper, Karl, *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson, Londres, 1959 (hay trad. cast.: *La lógica de la investigación científica*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1995).
- Rudwick, Martin J. S., *The Great Devonian Controversy: The Shaping of Scientific Knowledge among Gentlemanly Specialists*, University of Chicago Press, Chicago, 1985.
- Shapin, Steven, *The Scientific Revolution*, University of Chicago Press, Chicago, 1996 (hay trad. cast.: *La revolución científica: una interpretación alternativa*, Paidós, Barcelona, 2000).
- Shapin, Steven y Simon Schaffer, *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1985.
- Waller, John, *Fabulous Science: Fact and Fiction in the History of Scientific Discovery*, Oxford University Press, Oxford, 2002.
- Whitehead, A. N., *Science and the Modern World*, Cambridge University Press, Cambridge, 1926.