

## Ciencia y Cultura

*Angel Martín Municio*

---

Arbor CLVI, 616 (Abril 1997) 9-55 pp.

*No hay que esforzarse mucho para mostrar racionalmente los encuadres de la ciencia en el seno de la cultura y los altibajos históricos de sus relaciones. Y fue la unidad del bloque ciencia-filosofía la que, desde la primacía griega y durante más de una docena de siglos, resistente a su fragmentación, compuso la síntesis cultural de la humanidad. De un lado, el Renacimiento supuso el auge extraordinario de la literatura y el arte; de otro, la ciencia, so pretexto del advenimiento moderno del método y de la liberación de sus trabas religiosas, se desvincula de la filosofía. Y, como consecuencia de ambas circunstancias, ciencia y filosofía pierden pujanza en su aislamiento, y dejan el campo libre al predominio de la cultura literaria, la cultura tenida por tradicional. En el último medio siglo, los tremendos progresos de la ciencia—principalmente en los terrenos de la cosmología, la genética y la biotecnología—y sus repercusiones sobre el porvenir del hombre, y las soledades de la filosofía, están asegurando nuevas interacciones en pos de una nueva cultura unificada. Junto a ella, la difusión literaria directa por la intelectualidad científica contribuye también, con la participación del clasicismo del arte y la literatura, sin dualismos, a la elaboración de la imprescindible idea global de cultura.*

---

### Introducción

Todo cambio, toda transición hacia algo que continúa, ya sea hacia el siglo siguiente, hacia el año, la semana o, incluso, de un día para otro, obliga a una recapitulación de lo anterior. Y así sucede que el conocimiento de la *ciencia*

y la idea misma de *cultura* tienen un carácter rigurosamente histórico.

Dentro de este carácter es frecuente la alusión a la *calidad de vida* y a su mejora en cuanto consideración política, económica o social intenta fomentar el progreso de los ciudadanos. Pero, ¿dónde están los términos de referencia?, o ¿cuáles son los parámetros con los que definir sus cualidades y fijar sus dimensiones?, o también ¿en qué forma, como en muchos sucesos físicos, la posición, la vida misma, del observador afecta a la medida del fenómeno?

Si acudimos a la literatura social en busca de contextos, Aldous Huxley, imaginó en 1932, en «*Brave New World*», «*un mundo estable con gentes felices, que tienen lo que desean y no aspiran a lo que no pueden poseer; gentes felices y sanas que han de escoger entre esta fortuna o elevar su nivel....que no desean cambiar porque cada cambio es una amenaza a su estabilidad... porque la ciencia es peligrosa e incompatible con su felicidad y hay que mantenerla bien encadenada....*» Hace ya medio siglo, y, todavía, nos seguimos enfrentando con *gentes felices*, pero con una *felicidad incompatible, o, al menos ajena, a la ciencia*.

Se trata, indudablemente, de gentes felices a su manera, porque el nivel de su *calidad de vida* se encuentra inmerso, quizá sin darse cuenta, en el conjunto de ingredientes científicos, económicos y sociales, que contribuyen en cada momento a la misma *idea de bienestar*; la que supone el acceso a la salud, la vivienda, las comunicaciones y, obviamente a la *cultura*. Y, así, sin más preámbulos, nos encontramos con que la idea de *calidad de vida* subroga su complejidad a la de uno de sus componentes primarios, la *calidad de cultura*. Y para llegar a esta *calidad de cultura* habrá que intentar deshacer el nudo entre felicidad, ciencia y cultura.

Para ello, vamos a escudriñar las variaciones tradicionales que subyacen a la idea de cultura, capaz de abarcar una gran diversidad de conceptos. La idea más amplia de todas es la que resulta de la consideración de las características universales de la especie humana, mientras que la más reducida vendrá definida por las características individuales de la persona. Y, entre ambos extremos, puede considerarse un conjunto de creencias, valores, razas, lenguas, comportamientos, rasgos políticos, hábitos alimenta-



rios, etc. que son compartidos por miembros de un grupo a diferencia de los de otros grupos. Todo lo cual posibilita el hablar de cultura cristiana, cultura occidental, cultura urbana y rural, cultura popular, cultura del consumo y del ocio y tantas otras modalidades de cultura.

Con esta idea, en su ensayo «*Towards a global culture*», Smith dice: «*Una identidad cultural significa la continuidad de sentimientos y valores, memorias compartidas de hechos y personajes que han sido puntos de inflexión de una historia colectiva, y un sentido de destino común a lo largo de las sucesivas generaciones de una unidad de población ....*». Sin olvidar que cada sistema cultural existe en un habitat social determinado, que, a su vez, ejerce una influencia sobre el propio sistema cultural. Sistemas socioculturales, en su conjunto, que, a través del tiempo han ido evolucionando y difundiéndose. Y, a medida que la cultura evoluciona, los sistemas socioculturales se diferencian estructuralmente desde lo simple a lo complejo; se produce a modo de una segmentación en la que toman parte la educación y el progreso científico.

Hace pocos meses, en un artículo aparecido en los *Comptes Rendus* de la Academia de Ciencias de París, se lee: «*La ciencia es tan antigua como la conciencia; ella nació el día en que el hombre, por primera vez, dedicó un instante a la observación de una gota de agua, de leche o de sangre, de un trozo de piedra, de piel, de fruto, y cuando a este propósito se plantea alguna cuestión. Y, después, cuando el hombre confía sus interrogantes a otro, crea la información; su reflexión y transmisión constituyen la cultura*».

Y desde aquella simple observación inicial de la naturaleza por el hombre, hasta la utilización de los conceptos actuales de la ciencia, y de la técnica, ha ido surgiendo, en cada momento, su particular *manifestación cultural*. De tal forma que ciencia, tecnología, cultura y sociedad, son variables de una ecuación compleja, son un toma y daca que dura ya muchos miles de años, cuya resultante es la mencionada *evolución cultural* o sucesión de culturas humanas en la que el período del ritmo va siendo cada vez más corto, y en la que, asimismo, el cambio de las estructuras sociales tiene una interpretación fundada en los avances *científicos y tecnológicos*. Y ello hasta tal punto

que, en la actualidad, el clima intelectual del mundo civilizado está modulado por la *ciencia*; el conocimiento científico es la clase más respetada de conocimiento. La imagen del mundo de la gente culta viene conformada por los descubrimientos científicos, de forma que se habla de la *imagen científica del mundo*.

Pocas dudas pueden existir hoy acerca de la antigüedad de aquella relación del hombre con el hombre en la transmisión de conocimiento, y de cómo se vería influida por los procedimientos que, muy distantes aún de la ciencia, ya, tras la revolución del Neolítico, tuvieron un primitivo carácter tecnológico. Fue el de los métodos, utensilios y recipientes para la elaboración y conservación de los alimentos, el del paso de la recolección a la producción agrícola y a todas aquellas prácticas relacionadas con el asentamiento estable y sedentario de pequeñas poblaciones en el territorio. Estos cambios, hace diez o doce mil años, forzaron las artes culinarias y se vincularon a diversas prácticas biotecnológicas. Más cercanas, las grandes civilizaciones de la Antigüedad, aún varios milenios antes de Cristo, dejaron documentos, pinturas, tradiciones y mitos acerca de las *fermentaciones* utilizadas en la obtención del pan, el vino y la cerveza. Así, la escritura sumeria conoció la palabra *alcohol*, y los egipcios documentaron el fenómeno de la palatabilidad y el aumento del valor nutritivo de los cereales cuando se los fuerza a germinar; el *malteado* actual que se utilizó en la biotecnología de la cerveza. También, desde antiguo, el hombre sintió el impulso de explorar el universo, su propia naturaleza y las instituciones de las que formaba parte. Así pues, la primera manifestación cultural de la humanidad fue de índole *tecnológica*, con lo que nació la tradición intelectual de la tecnología; y, a la par, como consecuencia inmediata, la manifestación cultural fue también artística. Si, efectivamente, el hombre tuvo que movilizar toda su inteligencia para desarrollar aquella inicial tecnología con la que asegurar su subsistencia frente a un ambiente por completo hostil, cabe pensar que la naturaleza humana tuvo también que sentir la necesidad de exhibir su espíritu de trascendencia y de creación, y de alimentar con la belleza esta muestra. De esta manera, desde los balbuceos mismos de la civilización, el deleite sensual de



la cultura artística se mostró en equilibrio con el sentido utilitario de la *cultura tecnológica*. A este propósito, Christian Langlois, miembro de la Academia de Bellas Artes de Francia, ha escrito: «*En la variedad de razas, de etnias y de pueblos, el hombre ha conocido las más diversas condiciones; de la extrema miseria a la opulencia, de la dulzura de la vida al reino de la ferocidad; ha conocido los éxodos y las masacres, los cataclismos terroríficos y las epidemias exterminadoras, la dominación y la esclavitud. Pero, jamás, aun en los peores momentos de su historia, se ha prescindido del arte y de la belleza*». Y es que, en efecto, a lo largo de la historia de la humanidad, lo útil y lo bello vienen tomando parte de la evolución cultural y social.

Y, desde los primeros balbuceos de la *ciencia*, el desarrollo corre más inseparable que paralelo a la marcha de la *sociedad*. Desde ellos, la ciencia cointerpreta, al menos, la posición del hombre en el universo y es ingrediente esencial a la fábrica de la cultura, su arte, su literatura, su ética y sus instituciones sociales.

Relaciones del hombre con el hombre que, al cabo de los siglos, habrían de conducir, en las últimas décadas del siglo XVIII, a la *revolución industrial* y a la revolución política, al estudio de los aspectos *sociales* y *culturales* del comportamiento humano bajo los ángulos de la antropología, la política, la economía y la historia misma. Queda ya también muy lejos la introducción en el mundo medieval de la energía hidráulica, el arado, la pólvora y el estribo, vinculados al origen y la transformación de las instituciones feudales. De igual manera que la máquina de vapor —primera revolución tecnológica—, la revolución política y, a no dudarlo, el idealismo social se entrecruzan en la urdimbre de la historia del pensamiento del siglo XIX. Su contemplación desde miras políticas diversas va a originar nuevas ideologías o, al menos, nuevas tendencias intelectuales que aceptan o rechazan, en todo o en parte, los fenómenos subyacentes. Para ello se redefinen o se acuñan nuevas voces, a través de las que se perciben los cambios de las relaciones sociales: industria y democracia; proletariado, masas y utilidad; capitalismo, crisis y progreso. Ideas todas, más o menos precisas, que contribuyen a diseñar el panorama de las relaciones sociales de los dos últimos siglos. Y hoy, cami-

namos por la *tercera revolución tecnológica*, definida por la informática en toda su extensión —comunicación, robótica, sistemas expertos, inteligencia artificial, modelización matemática y redes neurales— y con las puertas abiertas de la *revolución de la biotecnología*. Esta nueva edad, la *edad de la ciencia*, es un lugar común de los últimos siglos en los que la trilogía *investigación científica, desarrollo tecnológico y cambio social* domina los sentimientos de la cultura occidental. A la vez, cualquier tipo de aportación científica ya no camina hoy por la misma vía única de la dimensión social, y sin que sea válida, ni siquiera como disquisición académica, la disociación del progreso en la ciencia y el progreso en la tecnología.

### La unidad cultural

Seguramente, esta introducción nos sirve para interpretar el comentario de Eugenio D'Ors, en su obra *«La Civilización en la Historia»*, cuando dice: *«El Renacimiento, a la vez que intensifica la actividad científica del hombre y hace adelantar los conocimientos de la ciencia, rompe su unidad. De todo el saber, la Edad Media como la Antigüedad formaban una síntesis: tan Filosofía era entonces la Astronomía como la Botánica..... Y es que la actividad científica del hombre nace de dos fuentes: una, el libre juego de la curiosidad, que tiende a averiguarlo todo, a observarlo y experimentarlo todo; y, sin curar de que las adquisiciones logradas por observación y experimentación sean racionales o bien absurdas, opera como un francotirador de la ciencia y le trae, cuando se ejerce libremente, un rico botín; otra fuerza, la ordenación del saber en conjuntos homogéneos, su unificación racional, lo que llamaríamos su legalidad»*.

Pero, si el Renacimiento —como señala este comentario de D'Ors— rompió la *unidad cultural*, ¿qué sucedía con anterioridad? y ¿qué viene sucediendo después? En efecto, *ciencia y filosofía* formaron durante bastantes siglos una unidad que, indudablemente, resistió a su fragmentación. Tan cierto como ello es que nunca han faltado filósofos de nombre que filosofan de oficio sin tener en cuenta lo que en cada momento está diciendo la ciencia positiva. A ellos



se dirigió Laín en una ocasión diciendo: «¡Peor para ellos!». Unidad que se puso de manifiesto con los filósofos griegos que cultivaron la ciencia y tuvieron en Aristóteles el representante más ferviente, capaz de recopilar en el siglo IV aC todo el saber científico de la época, lo mismo en la clasificación sistemática de los seres vivos que en el desarrollo embrionario, los cambios evolutivos, el movimiento de los cuerpos celestes o la lógica matemática. Observaciones que llegaron a permanecer en vigor hasta Galileo —19 siglos más tarde—, hasta Darwin —22 siglos más tarde—, o hasta Boole —24 siglos más tarde—.

Si en efecto, ciencia y filosofía formaron, hace veintitantos siglos, una unidad; al cabo de ellos, nos estamos hoy viendo forzados a reparar, tras su ruptura, un cierto tipo de conexiones; hay que rellenar ese vacío, esa especie de hiato del conocimiento que puede llegar a impedirnos tener conciencia de la significación y las consecuencias de la ciencia. ¿Cómo ha tenido lugar la evolución de los conocimientos para que esta unidad haya conducido a la ruptura?, ¿de qué ruptura se trata?, ¿cuál ha sido la herencia bajo la que se produjo esta escisión?, ¿será bueno reestablecer los engarces perdidos?, ¿quiénes están abocados a hacerlo? Estos son los interrogantes sobre los que vamos a ir caminando, un tanto a la ligera sin duda, para arribar al nacimiento de esta nueva cultura.

Para Aristóteles, la *filosofía de la naturaleza* se define como *el conocimiento perfecto del ser sujeto a movimiento* («*scientia perfecta entis mobilis*»); en el sentido de que *sujeto a movimiento* significa que el movimiento y el cambio son lo más característico de las *cosas naturales* y dan, en consecuencia, la clave de lo que son; y la razón por la cual las cosas cambian es que conllevan un principio de movimiento, llamado *naturaleza*. Aristóteles y los pensadores de la Edad Media apenas si lograron diferenciar filosofía natural y ciencia natural. Esta concepción relativa, las analogías y las diferencias, entre *ciencia natural* y *filosofía natural* ha ido evolucionando desde Aristóteles hasta nuestros días; evolución muy importante para nuestro razonamiento. En Aristóteles, las observaciones relevantes de las ciencias naturales marchan paralelas a consideraciones filosóficas; dichas observaciones tienen vigencia en el cuadro

de su filosofía de la naturaleza, fundada en el realismo y en la significación central de sustancia y accidente, materia y forma, potencia y acto. La doctrina aristotélica se constituyó en el patrimonio común cristiano medieval.

Antes que Aristóteles, otros filósofos ejercieron la ciencia con rigor. *Tales de Mileto*, en la primera mitad del siglo VI aC, filósofo, hombre de Estado y polifacético investigador de la naturaleza, realizó demostraciones astronómicas, predijo con gran corrección un eclipse de Sol, descubrió algunos teoremas de la geometría y fue el primero en estudiar el magnetismo. A *Anaximandro* se atribuye el escrito titulado «*Acerca de la naturaleza*»; anticipó algunos aspectos de la moderna teoría de la evolución e hizo las primeras interpretaciones físicas del movimiento de las estrellas. Con los dos anteriores, *Anaxímenes* constituye el trío de los filósofos naturales milesios, los que, por primera vez, se acercaron a las cuestiones de la naturaleza con un pensamiento científico. *Pitágoras* compartió con los milesios la fundación de la ciencia griega, la matemática en especial; filósofo, matemático y astrónomo, descubrió el teorema que aún conserva su nombre y demostró la esfericidad de la Tierra; situó la teoría de los *números* en el centro de la filosofía, fue el primero que empleó la denominación de cosmos para el mundo y buscó la armonía y el secreto del mundo en las relaciones numéricas entre sus componentes, en una ley *originaria*. La moderna teoría de la evolución tuvo en *Empédocles* otro de sus anticipadores al proponer que el nacimiento de los seres vivos se originó en los organismos inferiores a los que siguieron los superiores, primero las plantas y luego los animales y los seres humanos; en cuanto a la materia originaria, Empédocles reunió los ingredientes de los milesios y los eleatas, y con la idea de los *cuatro elementos* —fuego, agua, aire y tierra— se concluían las disquisiciones de la más antigua filosofía de la naturaleza acerca de una materia originaria. *Demócrito*, colector de las ideas de Leucipo, aseguraba que los átomos diferían entre sí físicamente y era en esa diferencia donde había que buscar la explicación de las propiedades de las diversas sustancias. Para ambos, estos diminutos corpúsculos indivisibles, sin vacío, inalterables, de tamaño y peso diferentes, son el fundamento de las cualidades de las cosas. Y *Platón*



se interesó por las abstracciones matemáticas a las que consideró la forma más elevada del pensamiento puro, hasta tal punto que ordenó escribir en el frontispicio de la Academia: «*Que no entre aquí ningún ignorante de las matemáticas*». El *Timeo* expone la filosofía de la naturaleza de Platón al reseñar el origen de los seres naturales, desde los cuerpos celestes a los seres vivos de la tierra.

A su vez, las doctrinas científicas de Aristóteles fueron seguidas, entre otros, por el botánico *Teofrasto* y el físico *Estratón*. La influencia de la filosofía aristotélica fue escasa durante la primera Escolástica, y no alcanzó su apogeo hasta la alta Escolástica en que se hizo accesible a la Europa cristiana a través de las traducciones árabes a lo largo de los siglos XII y XIII.

No puede darse, efectivamente, una mayor conexión entre ciencia y filosofía que este ejercicio simultáneo de ambas. Y aunque, sin embargo, no sea imprescindible esta extrapolación, a estas relaciones de los filósofos con la ciencia se refería no hace mucho Paul Ricoeur con el siguiente pensamiento: «*La filosofía se agota en sí misma cuando pierde el contacto con las ciencias....Cuando la filosofía no dialoga con las ciencias se repite a sí misma....A partir de Hegel, y, sobre todo, a partir de Nietzsche y Heidegger, la filosofía se recluye en un debate con su propio pasado, dejando de lado su relación con la ciencia*».

Pues bien, en el centro de este primer círculo de relaciones íntimas entre el filósofo y la ciencia, en el que el filósofo es a la vez creador de ciencia, se encuentra Aristóteles, al que acompañarían después Descartes y Leibniz, y, más recientemente, Russell y Whitehead. En una corona concéntrica con el anterior círculo, hacia el extrarradio, se situarían aquellos otros filósofos que, sin cultivar expresamente la ciencia, se han aplicado a conocerla desde dentro para poder construir sus elaboraciones metafísicas o reales, la materia, el universo, o la vida. Según este modo de relación, Kant (1724-1804) utilizó la ciencia de Newton; Comte (1798-1857) se sirvió de diversas ciencias de su tiempo; Schelling (1775-1854) estudió en Leipzig matemáticas, química, botánica y fisiología, que fueron la base de sus obras filosófico-naturales e integró en su visión de la filosofía de la época; Bergson (1859-1941) fue buen conocedor de

las teorías biológicas, primero, y de las cosmológicas, más tarde; y, recientemente, así han actuado Zubiri, Merleau-Ponty y García Bacca. Y lo que no sea lo uno o lo otro de estas relaciones, poco o nada la filosofía podrá brindar a la ciencia y a los científicos para contribuir a forjar las realidades de sus propios saberes.

Será siempre, pues, importante tener en cuenta, de un lado, la evolución y el estado de la ciencia en sí misma y en cada uno de los momentos en que se estudia y se escribe sobre filosofía de la naturaleza; y, de otro, el concepto preciso de esta filosofía de la naturaleza no como un simple sistema de conocimientos acumulados sino como la aspiración a presentar la realidad de la naturaleza. Factores ambos que, aunque sea anticiparnos, tendrán mucho que ver en el extraordinario vuelco que la moderna ciencia natural ha experimentado, y en sus exigencias de mejores interpretaciones filosóficas de la *realidad de la naturaleza*. Relación entre ambos factores, *ciencia natural* y *filosofía de la naturaleza*, que asimismo ha ido cambiando con el estado de la ciencia. Y ya el mismo Schelling llegó en su tiempo a afirmar «... *se ha invertido de golpe lo que entendemos por conocimiento, porque ahora no se trata, como en el caso de la filosofía trascendental, de explicar lo real a partir de lo ideal, sino al contrario, de explicar lo ideal a partir de lo real. Pero eso significa que ya estamos hablando de una ciencia completamente independiente de la filosofía trascendental que ni siquiera tiene por qué recibir el nombre de filosofía de la naturaleza, sino el de física especulativa, porque su saber es acerca de la totalidad de lo real y ya no de lo ideal*». Y en otro lugar: «*¡Venid a la física y aprended la verdad!...La verdad no se encuentra en la filosofía sino en la física. Pero la tarea no consiste en abandonar la filosofía sino en convertirla a la física o en hacer de la filosofía de la naturaleza toda la filosofía. Semejante tarea es la más propiamente idealista, pero se trata de un idealismo de la naturaleza: la filosofía de la naturaleza nos ofrece una explicación física del idealismo, desde el momento en que enseña a pensar de manera puramente teórica, absolutamente objetiva y sin mezcla de subjetividad....*».

Es por todo ello necesario tener siempre presente este marco de relaciones, y, en el camino hacia la situación actual,



situarnos en la línea de partida, un par de siglos antes de Cristo: Desde la partida misma, y a pesar de la tremenda unidad de origen, la ciencia comenzó ya, aunque tímidamente, a desprenderse de la filosofía y a desarrollarse de forma independiente. Y, así, el nombre de *Euclides* está indisolublemente ligado a la geometría, y, al lado de *Apolonio* y *Arquímedes*, el matemático más importante de la Edad Antigua y ninguno equiparable hasta Newton, dos mil años más tarde. *Hiparco* fue el más importante de todos los astrónomos griegos, en el siglo II antes de Cristo, al medir la distancia y el tamaño del Sol y la Luna. *Dioscórides*, en el siglo I, viajó con el ejército romano de Nerón y recopiló en 5 libros la primera farmacopea sistemática con el título de «*De Materia Medica*». El médico griego *Galeno*, en el siglo II, fue la primera autoridad en anatomía cuyo prestigio conservó hasta los tiempos de Vesalio en el siglo XVI. *Zósimo*, el primer alquimista griego, dejó en el siglo IV, en 28 libros, el saber alquímico de la Antigüedad.

En la escuela de Alejandría, el matemático *Diodoro* distinguió las matemáticas —el arte de medir y calcular los fenómenos naturales— de las ciencias de la naturaleza —la filosofía de la naturaleza—, en el sentido de que las matemáticas estudian las circunstancias concomitantes de las sustancias, mientras que la filosofía razona sobre la composición de la sustancia del Sol.

Los siglos iniciales de la Edad Media contemplaron la labor de los primeros Padres de la Iglesia empeñados en armonizar la filosofía griega y la ciencia alejandrina con la fe cristiana. La influencia de Aristóteles va perdiendo gradualmente su predominio; casi nadie se acuerda de él en el siglo VI, y, durante siete siglos, apenas si fueron tenidos en cuenta algunos comentarios sobre su «Lógica». No deja de ser cierta asimismo que la exagerada actitud escatológica de la patrística, con el fin del mundo a las puertas, la venida inminente del reino de Dios y los misterios del juicio, favorecían bastante poco el deseo de investigar la naturaleza. Ya, a este propósito, decía San Ambrosio que *la esperanza de la vida futura no puede edificarse sobre la naturaleza y la posición de la Tierra*.

Aún bajo la debilitada influencia aristotélica, la vinculación de la ciencia a la filosofía se conservó en la época

árabe merced a la obra de los cordobeses *Averroes* y *Maimónides*. Sin embargo, en lo más profundo de la Edad Media, la ciencia permanecía bajo la tutela eclesiástica y el influjo religioso de *Gerberto de Reims* en el siglo XI, *Alberto Magno* (1206?-1280) y *Tomás de Aquino* (1225?-1274) en el XIII, y *Roberto de Grosseteste*, maestro de *Roger Bacon*, también en el siglo XIII. Y, en el seno de estos largos siglos de decadencia europea, sobresale el enorme esfuerzo asimilador de los dominicos Alberto Magno y Tomás de Aquino en el redescubrimiento de Aristóteles. Los escritos de Alberto Magno, editados completamente en 1651, en Lyon, alumbraron la totalidad de la filosofía aristotélica a sus contemporáneos, además de su obra propia en los campos de la química, la botánica y la zoología. Sin embargo, el tomismo no se hizo cargo tanto de la prolongación de la obra científica de Aristóteles como de integrar sus categorías bajo una perspectiva teológica con elementos de Platón y San Agustín. La crítica que pueda hacerse al tomismo de haberse alejado de la observación y la experimentación directas de la naturaleza, no puede, lógicamente alcanzar al maestro San Alberto, ni por la época ni por la magnitud de la obra científica realizada, que recogía y adaptaba todos los conocimientos científicos contemporáneos al pensamiento cristiano medieval.

Fue, pues, Alberto Magno el pensador de mentalidad más científica que produjo la Edad Media. Continuador de la obra embriológica aristotélica, desarrolló una especie de *embriología aristotélica* en la que el problema crucial era el momento en que el alma entrara en el embrión. Su obra lindaba con la de sus contemporáneos, algo más jóvenes, los franciscanos de Oxford, representados por Roger Bacon, y, de otro lado, empalmaba con la sistematización filosófica de su discípulo Tomás de Aquino. En esta trayectoria conjunta no tuvo que ser fácil la armonización de la filosofía de Aristóteles con las doctrinas cristianas. Esta indudable revolución del pensamiento religioso no fue acompañada en la misma medida por una revolución científica. De todas formas, Roger Bacon se había esforzado en independizar la rudimentaria ciencia física de la teología y la filosofía medievales; y el comienzo de la observación y la experimentación condujo en seguida a mejoras en la producción



agrícola, un aumento del comercio y los medios de transporte y de todas las artes mecánicas. Bacon, en resumen, preparó el giro del espíritu europeo en la transición medieval a la Edad Moderna. Duns Escoto y Guillermo de Occam siguieron el ejemplo precursor de Roger Bacon y contribuyeron en gran medida a la independencia de la ciencia de sus lastres escolásticos; ayudaron a la pretensión de Bacon de una ciencia fundada exclusivamente en la experiencia inmediata y en la observación de la naturaleza, con lo que se habría de iniciar el despliegue de la poderosa ciencia natural de Occidente. Y, así, entre los acontecimientos más ricos en consecuencias de esta época de transición se cuentan tres grandes inventos: la *brújula*, la *pólvora* y la *imprensa*, que trastocaron el orden medieval y transformaron la visión social, política y cultural de Europa.

Ocurría, además, que el entorno medieval de la ciencia venía siendo terriblemente limitado y pocas alegrías científicas permitía; de un lado, por los vaivenes económicos en los que tomó parte la economía feudal; y, de otro, debido a la vinculación casi exclusiva de la ciencia al alumbramiento de las verdades teológicas y de una sabiduría global al servicio de Dios. Tampoco esta situación facilitó los avances que la aún *alquimia* permitía. La iglesia, los monarcas y la literatura misma lanzaron sus sátiras y sus condenas sobre los alquimistas. La «*Divina Comedia*» les tortura en las regiones más profundas del infierno y son ridiculizados en los «*Cuentos de Canterbury*». Enrique IV de Inglaterra y Carlos V de Francia promulgan edictos contra ellos, persiguen sus prácticas e incautan los instrumentos de sus operaciones. En 1317, el Papa Juan XXII decretó que *la alquimia fuese prohibida y castigados los que la practicasen y considerados criminales si no pudieran satisfacer las penas económicas impuestas; los clérigos perderían todos sus beneficios y serían inhabilitados para percibir cualquier otro.*

De todas formas, la mejor contribución de la época a la construcción de la ciencia moderna, que ya se vislumbraba, fue el haber empleado las matemáticas en la cuantificación de los fenómenos naturales y la promoción de la *ciencia experimental* por encima de las ciencias construídas sobre la mera especulación. Y se puede asegurar, con Crombie, *que toda la historia de la ciencia europea de los siglos*

XVI y XVII puede considerarse como la historia de la penetración gradual de las matemáticas, al lado de la metodología experimental, en los dominios que se pensaba pertenecían antes de modo exclusivo al dominio de la física. («Agustine to Galileo. *The History of Science A.D.400-1650*», Londres,1958). La idea de que sólo lo que es calculable matemáticamente aporta un conocimiento claro surgió como consecuencia de las nuevas teorías. Un conocimiento perfecto, aseguraba Kepler, debe ser matemático; y, en efecto, los éxitos alcanzados por el método matemático se acomodaban a una cierta estructura matemática de la naturaleza.

Gran interés para el estudio de las relaciones de la ciencia con la sociedad de la época tuvo el mencionado deterioro del escolasticismo, con Escoto, Occam y el cardenal Nicolás de Cusa, ya en pleno siglo XV. Sea lo que fuere de la aceptación y destino del aristotelismo postomista, la emancipación conseguida por parte de las adquisiciones empíricas del saber constituyó una verdadera orgía intelectual. Los nombres de Copérnico (1473-1543), Kepler (1571-1630), Galileo (1564-1642), Hobbes (1588-1679) y Francis Bacon (1561-1626) compusieron la avanzada de la primera línea de la renovación aristotélica. La publicación en 1543 de la obra «*De revolutionibus orbium coelestium*» de Copérnico contribuyó grandemente a la crítica de la concepción aristotélica del universo. El mundo de Copérnico es un espacio homogéneo, en el que no existen zonas específicamente diferentes, si bien el lugar donde se encuentra el Sol es considerado como el centro del cosmos. Las ideas de Kepler, expresadas en su obra «*La armonía del mundo*», se fundan en su convicción de la regularidad armónica del universo y la sujeción a leyes de todo lo creado. *Ubi materia, ubi geometria* —donde hay materia, hay matemática— sentenció Kepler al formular por primera vez el ideal de conocimiento matemático que ha impregnado la moderna ciencia natural. El climax antiaristotélico se alcanza por Galileo, sobre todo al medir la velocidad de caída de los cuerpos. La aproximación galileana de la naturaleza comporta cambios importantes: Galileo rechaza el estudio de la esencia de las realidades y se concentra en una descripción de los fenómenos; advierte que el comportamiento de las cosas depende de su estructura geométrica; el mundo real, es decir lo



que es accesible a los cálculos científicos, es el de los diferentes movimientos de los átomos; y, puesto que el hombre con su inteligencia está fuera de lo mensurable, debiera situarse también fuera del cosmos. Para Galileo, las matemáticas constituyen un límite del conocimiento de la naturaleza, lo que supondría una aproximación matemática en el seno de la filosofía natural. Wallace, recientemente («*The Intelligibility of Nature. A Neo-Aristotelian View*», *Review of Metaphysics*, 38, 33-56, 1984), arguye que el conocimiento de la esencia de las cosas materiales exige una aproximación matemática.

Hobbes se dedicó a construir un nuevo sistema del mundo basado en la teoría de Copérnico. Y, en oposición directa a Aristóteles, estableció una fractura entre el pensamiento y la realidad. Las categorías del ser, desarrolladas por Aristóteles, no son sino un artilugio verbal, y nunca una clasificación irreductible de las realidades de la naturaleza. Y si, en efecto, nuestro conocimiento debe seguir las leyes de la lógica, éstas no proporcionan ningún tipo de acceso a la realidad.

Francis Bacon, que no descubrió ni inventó nada, proclamó simplemente que la ciencia podía salvarnos; fue, en 1620, el preceptista de la ciencia experimental moderna con su obra «*Novum Organum*». Los reproches de no haber reunido suficientes hechos, ni haber verificado sus conclusiones, unido a la original manera de Bacon para divulgar el descrédito de la filosofía de Aristóteles, lograron una separación entre la consideración teleológica de la naturaleza y el trabajo de las ciencias de la naturaleza. Uno de los mejores intérpretes de su pensamiento, Maurice Cranston, ha escrito: «...*Una vez los hombres supieran cómo funcionaba la naturaleza, podrían explotarla en su propio beneficio, superar la escasez con innovaciones científicas en la agricultura, superar la enfermedad con la investigación científica en medicina, y mejorar la vida del hombre en general mediante todo tipo de avances en tecnología e industria*». Los escritos de Bacon permiten ver en ellos las raíces del *cientifismo* y una anticipación del entusiasmo de la Ilustración por la ciencia. En uno de estos escritos dice que a consecuencia de la caída, el hombre perdió al mismo tiempo el estado de inocencia y su dominio sobre la creación.

*Ambas pérdidas pueden ser reparadas parcialmente en esta vida. La primera por la religión y la fe; la última por las artes y las ciencias.* Bacon subordina las materias no científicas, y las facultades que las originan, a las científicas y a la razón; en tal medida que en ocasiones desprecia las ramas del saber no científicas frente al predominio de las ciencias naturales en sus esquemas del conocimiento. En tres partes fundamentales puede dividirse la obra de Bacon: en el «*Novum Organon*» —clara contraposición al *Organon* de Aristóteles— expone el nuevo método científico; en su escrito «*Sobre el valor y el enriquecimiento de las ciencias*», critica el estado anterior de las ciencias; y en «*La nueva Atlántida*» bosqueja la sociedad ideal del futuro. Aunque sólo fuera en esbozo, Bacon describe el método que había de conducir más tarde a los grandes éxitos de la ciencia natural moderna: hipótesis de trabajo, experimentos dispuestos con arreglo a un fin, extracción de consecuencias y formulación de principios universales para ser de nuevo puestos a prueba y sometidos a nueva experimentación. De esta forma dejó Bacon preparado el terreno para el ulterior desarrollo del cientifismo.

Sucedió, pues, que entre unos y otros, entre 1550 y 1700, fue rechazada en las *ciencias naturales* su componente de filosofía aristotélica de la naturaleza, como lo serían después sus concepciones filosóficas relativas a las realidades materiales. Múltiples fueron las razones principales de este vuelco, entre otras, la existencia de errores manifiestos en la cosmología de Aristóteles y la aparición de otra imagen del mundo con el Sol como centro del Universo; las diferencias en la velocidad de caída de los cuerpos pesados y ligeros, tampoco resultaron ser conformes a la observación; la causalidad final era un principio de aplicación estéril; las formas sustanciales, que ocupaban un lugar central en la teoría aristotélica de la naturaleza, hubieron de reemplazarse por la teoría atómica.

Esta *desvinculación del hecho científico, y de su metodología, de la componente filosófica natural* tuvo, indudablemente, mucho que ver en el inicial desarrollo de las ciencias de la naturaleza y de la medicina en particular. Tuvo también que ver con ello la desaparición en el Renacimiento de los prejuicios contra la disección de cuerpos



humanos. Sucedió, en efecto, que durante el Renacimiento, siguiendo las recomendaciones de Galeno, primero, y, más tarde, las de sus propios autores, el cuerpo humano fue explorado, medido e interpretado como una máquina. La orientación de la medicina fue anatómica y mecanicista; con ello se quebrantaba la tradición mágica, a la vez que se rompía la autoridad clásica para originar la experimentación directa en medicina.

Si la componente *humanística* del Renacimiento permaneció esencialmente como tema de eruditos, lograron llegar con más intensidad a las clases populares los ingredientes artísticos, científicos y técnicos.

Fue así, sin duda, como el estudio del cuerpo humano en el Renacimiento supuso, por primera vez, un cambio de paradigmas en la historia de la ciencia natural. El Renacimiento se propuso estudiar la naturaleza en todos los sentidos y, dentro de ella, la medicina no pudo desasirse del interés renacentista por las válvulas y las poleas, que, al incidir sobre la anatomía, dió origen a la observación y la experimentación directas; y redescubrir algo que ya fue dicho por Hipócrates: «*la medicina es una ciencia que debe descubrirse a partir del estudio del cuerpo humano y no una doctrina que deba practicarse sobre él*». La pasión por la anatomía de algunos singulares creadores, como Leonardo y Miguel Angel, contribuyó a la aceptación y al florecimiento de lo que D'Ors llamó la libre curiosidad; y, a no dudar, supuso *una de las primeras incursiones de la ciencia en una manifestación popular de la cultura, o, si queremos, de las primeras traducciones conjuntas de la creatividad científica y la artística en una obra para la posesión y el disfrute culturales*.

A completar este cambio de paradigmas en el estudio del cuerpo humano contribuyó el despegue de la química de sus encantos alquimistas y la extinción del rescoldo aristotélico de los cuatro elementos. La denominada iatroquímica supuso el primer maridaje entre la química y la medicina en el estudio del cuerpo humano.

Tras el crepúsculo de la Edad Media, el Renacimiento contempló extraordinarios avances en la ingeniería, la óptica y la arquitectura, y, a su lado, la incipiente maduración de la división técnica del trabajo en *mano de obra* y *empleo*

*intelectual*. En todo este nuevo ambiente social, la sensación de progreso como beneficio y utilidad hacia el bienestar de la Humanidad no vislumbra contradicciones ni controversias de alguna envergadura. Y el advenimiento de la Edad Moderna aportó, entre otras novedades, la reivindicación de sectores específicos de la vida social y política con pretensión de «autonomía», tales fueron la *autonomía del arte* propugnada por Kant, la *autonomía de la política* reclamada por Maquiavelo, la *autonomía de la economía* exigida por los maestros del pensamiento liberal británico, y, sin duda alguna, la *autonomía de la ciencia* reivindicada por Galileo.

Y de este terreno de la *autonomía de la ciencia*, el que a nosotros ahora nos ocupa, se iba enseguida a desgajar, primero, y a solapar, a continuación, la idea de la *libertad de la ciencia*. Libertad que habría de desdoblarse después, y considerarse completa y total, sin dimensiones éticas, referida a su aspecto *cognitivo*, y limitada, sin embargo, en cuanto a su acción por las cortapisas de licitud moral que las consecuencias, los fines y los medios fueran capaces de imponer. Andando el tiempo, y nosotros mismos somos ya testigos, esta libertad, fruto de la autonomía de la ciencia, ha debido enfrentarse, en ocasiones, y, siempre, guiarse por una elección basada en juicios de valor.

Ya en la segunda mitad del s.XVII tuvo lugar la introducción con Newton del cálculo infinitesimal, herramienta decisiva en la metodología científica moderna; pero, no es menos cierto que el mismo Newton dedicó más tiempo a la investigación química que a la física que le hiciera famoso, y, también, que Copérnico ejerció brillantemente la medicina. En cualquier caso, con Newton se penetra en la ciencia natural moderna, aunque titule todavía su obra fundamental «*Philosophiae naturalis principia mathematica*» y que retome muchas de las opiniones anteriores. El atomismo constituye el cuadro en el que Newton desarrolla su teoría que no es una sencilla reproducción de la realidad, sino una reconstrucción de los datos reales con ayuda de una teoría. Constituye esta época del siglo XVII un momento en el que aún no se ha descubierto el oxígeno; la revolución de la química a manos de Lavoisier está a casi un siglo de distancia; y, sin embargo, es válida la teoría del flogisto



para, a pesar de su falsedad, coordinar gran número de fenómenos diversos. Tras la *revolución neolítica* no hubo otro cambio de pendiente en la actitud cultural de la humanidad como el que consiguió la revolución científica que llevó a cabo Lavoisier. La interpretación de la combustión, la respiración y la producción de calor, basada en la nueva teoría del oxígeno, trastocó el pensamiento científico que urgió el inmediato desarrollo de la química y la biología. A la vez, las *fermentaciones*, cuyos entresijos tanto habían desesperado a la humanidad, pudieron esclarecerse en su naturaleza biológica y sus transformaciones químicas. El gran debate sobre la naturaleza de las fermentaciones estuvo siempre en el trasfondo que engarzó la Ilustración con la revolución industrial del siglo XIX y, sobre todo, tuvo en Pasteur el soporte biológico en que sustentar la pasarela que Lavoisier había lanzado un siglo antes.

Tras los planteamientos de Newton, la filosofía clásica de la naturaleza desaparece casi totalmente; el determinismo materialista se convierte en la teoría dominante; el mundo era considerado como un conjunto de cuerpos, cada uno con una masa determinada y con un movimiento en el espacio bajo la influencia de fuerzas mensurables, y de acuerdo con leyes que pueden expresarse en fórmulas matemáticas. Durante estos siglos siguientes, prácticamente hasta el siglo XX, se piensa que las ciencias naturales pueden suministrarnos por sí mismas un conocimiento verdadero de la realidad material. Y la limitada filosofía de la naturaleza tenía por misión explicar los conceptos y los métodos empleados, a la vez que introducía en ella gran cantidad de datos científicos para adaptarla a los conocimientos recientemente adquiridos.

No deja de ser notable —y hay que reiterarlo— que la misma filosofía que 20 siglos antes, en manos de sus cultivadores, acaparó la casi totalidad de la observación en la incipiente ciencia y consolidaba aquella extraordinaria *unificación cultural*, fue después la que, en otras manos ciertamente, pero al igual cultivadoras de ambas, filosofía y ciencia, iba a liberar a la ciencia de sus cortapisas y a crear el pensamiento racionalista. Ello fue así merced a la influencia del método y las doctrinas de *Descartes* (1596-1650) y del optimismo universal de *Leibniz* (1646-1716),

y gracias a la introducción en la filosofía de los modos de las demostraciones matemáticas, a la vez que los descubrimientos de la naturaleza se aliviaban de las doctrinas filosóficas y religiosas. Descartes tiene un puesto entre los matemáticos de todos los tiempos, sobre todo por el invento de la geometría analítica y de las coordenadas. Además, Descartes va mucho más lejos que Bacon en la asimilación de todo el saber a la ciencia al incorporar a ella, casi por completo, la moral y la doctrina de la naturaleza de Dios. Blas *Pascal* (1623-1662), la personalidad más vigorosa del círculo jansenista de Port-Royal, fue defensor del ideal cartesiano y fundador de la teoría de la probabilidad. Sin embargo, la interpretación mecanicista y matemática de la naturaleza por Descartes pasó por alto la valoración experimental del mundo real. Habría de quedar reservado a Kant la formulación del equilibrio entre ambas contribuciones a la cognoscibilidad de la realidad exterior, el pensamiento conceptual y la experiencia. Kant introdujo la idea de una construcción dinámica de la materia, mostrando como esta, en sus diversas manifestaciones, es resultado del equilibrio entre las dos fuerzas fundamentales y universales de la atracción y la repulsión. Bajo esta hipótesis dinámica resulta rechazada la existencia de los átomos y la concepción atomística del espacio. Para Kant no hay más ciencia que la física; la biología, la química y la medicina quedarán limitados como saberes no científicos, cuyos fenómenos no resultan explicables por los principios generales de la física. Kant no piensa la cuestión de la vida en el seno de la ciencia de la naturaleza. Schelling recogerá en su totalidad la concepción kantiana y da un paso adelante preguntándose por el origen de estas fuerzas, o lo que es igual por el de la materia.

Tras este desamarre y esta desvinculación, la ciencia va a desenvolverse a sus propias expensas, y tiene, de otro lado, que cuajar sus propias doctrinas, y, de otro, organizar sus propias instituciones de investigación y administración, y las relaciones con su entorno social.

Cuando todo ello sucede, nos encontramos ante la emergencia de la *ciencia moderna* en los siglos XVI y XVII, en la que abundan los cambios discretos del orden establecido, que debidos, entre otros y sobre todo, a Copérnico, Galileo,



Kepler y Newton, servirían para apellidar las *revoluciones* utilizadas como metáforas políticas. De entonces acá el término *revolución* se va a aplicar a cualquier variación sustancial en el seno de la ciencia, y de aquí la referencia a las revoluciones astronómicas, químicas y biológicas del pasado; a las revoluciones que iniciaron Harvey, Bacon, Darwin, Mendel o Einstein; o, incluso, a las revoluciones de nuestro siglo en la astrofísica, la física cuántica, la biología molecular o la biotecnología. Discontinuidades de la ciencia que, tradicionalmente, han impactado con éxito sobre la cultura de las sociedades modernas. Discontinuidades, o si queremos revoluciones, que han ejercido también una influencia notoria sobre el estudio de los *cambios tecnológicos*, sobre todo cuando se coloca a la tecnología en una posición subordinada a la ciencia y conceptualmente errónea como simple aplicación de las teorías científicas a la solución de problemas prácticos.

Lo cierto es, sin embargo, que esta *edad moderna del saber*, desprendida de la actitud metafísica frente a las realidades naturales, llevó consigo una especie de dogma que reconoce un avance sin cesar en la mejora de las condiciones de vida, elaborado merced a la prosperidad ascendente en la segunda mitad del siglo XVII y en el XVIII, a los notables descubrimientos llevados a cabo por los científicos y al relativo periodo de paz en Europa. A partir de este momento, con todos estos ingredientes, con las influencias mencionadas de Descartes y de Leibniz, había de surgir el tratamiento teórico del progreso como efecto seguro, necesario e indefinido del conocimiento humano. La idea de *progreso* comienza a representar una aspiración humana, una meta, como pudieran serlo la convivencia y la libertad. Y Fontanelle, secretario de la Academia de Ciencias de Francia, creada en 1666, uno de los hombres de más extensa visión de la totalidad de las ciencias, gran expositor y divulgador de la ciencia hacia la sociedad exterior, fue uno de los principales diseñadores de la *doctrina de progreso*. Conocimiento éste de los resultados de la ciencia por el mundo externo que iba a ser un factor imprescindible a la idea de *progreso*. Lessing y Herder propagaron estas ideas; la idea de progreso como una vaga especie de unidad religiosa, como promotora de intercambio cultural y de autonomía en el campo de

la moral. En especial, Herder reescribió la historia como progresiva liberación y maduración del hombre, enfilando algunas corrientes de pensamiento que habían de conducir a la revolución francesa y al positivismo de Comte.

Sin duda, el *positivismo*, en sus múltiples formas, ampliamente difundido en numerosos sectores científicos del siglo XIX, marcó el cambio hacia la época contemporánea de la ciencia. Tan variado que a su forma inicial para la que la ciencia es la única forma responsable del pensamiento, que debe reemplazar a la metafísica y a la religión, se conoce como *paleopositivismo*. Niega este a la filosofía una función específica; únicamente se tiene en cuenta al fenómeno, lo único real es la manifestación *positiva*. Este *cientificismo*, racionalismo materialista, combatió en especial a los sistemas *idealistas* de la escuela de Kant, y tuvo en Berthelot a uno de sus seguidores naturalistas más fervientes. En su obra «*Science et libre pensée*» comenta: «...la ciencia es la benefactora de la humanidad..., ella reclama hoy, simultáneamente, la dirección material, la dirección intelectual y la dirección moral de las sociedades».

Al igual que lo debe al *mecanicismo*, la ciencia debe un gran progreso al impulso que la observación, la medida, el hecho experimental, promovieron en la metodología científica con arreglo a la norma *positivista*. Ocurrió, sin embargo, que en los tiempos del auge del *mecanicismo*, las ciencias naturales no habían logrado una estructuración suficiente como para asimilar los beneficios que la teoría ofrecía y significó para la situación de otras ciencias. Ello no quita para que, corriendo los años, la *metodología cartesiana* influyera sobre el desarrollo de la biología. Algo muy distinto sucedió en el caso del *positivismo*. Puede que sea meramente accidental, pero en plena época positivista las ciencias naturales están dejando de ser la casi exclusiva sistematización de los seres vivientes, e incluso nace coincidentemente el mismo nombre de *biología*.

Fue, sin duda, la misma exageración de la idea positivista, ese intento de convertir la humanidad a una especie de religión de la ciencia, esa restricción a un puro fenomenismo frente a cualquier participación del pensamiento en la elaboración de la realidad, lo que habría de motivar su declive y sustitución, en la segunda mitad del siglo XIX,



por una amalgama de *positivismo comptiano*, *materialismo* y *mecanicismo*. Y, así, fue dejando paso gradualmente a nuevas corrientes de pensamiento en las que vuelve a primar el espíritu humano en la relación del hombre con la naturaleza. Así, surge un *neokantismo* con Helmholtz y Cohen. Helmholtz, fisiólogo, recupera para la filosofía la actividad del individuo pensante en el desarrollo del conocimiento científico; Cohen hace revivir una epistemología neokantiana de las ciencias naturales bajo los nombres de *neopositivismo* o *positivismo lógico*, a los que se ligarían Carnap, Feigl, Hempel y Wittgenstein, como colectores de la herencia positivista de Ernst Mach (1838-1916). La escasa atención a la lógica y a las matemáticas de la filosofía de Mach frente a la primacía prestada al análisis de las sensaciones, fue una de las orientaciones que promovieron, hacia 1910, el movimiento que dió origen al *Círculo de Viena*. Además, el *neopositivismo* de Mach no tiene cabida para elementos *a priori* de la ciencia; no hay cabida, por ejemplo, para el espacio y tiempo absolutos, y la ciencia resulta de una reflexión conceptual sobre los hechos de forma que los enunciados empíricos de una teoría científica tienen que ser susceptibles de reducción a enunciados acerca de sensaciones.

El *Círculo de Viena*, constituido en 1923 por Moritz Schlick, discípulo de Planck, reunió a un grupo de científicos interesados en cuestiones de epistemología y estaba ligado a la tradición *empirista e inductivista* de Bacon, Hume, Berkeley y Comte. La denominación *empirismo lógico* apunta a sus dos fuentes de inspiración en lo que se refiere a su teoría del conocimiento y a su principal herramienta intelectual, la lógica matemática. La filosofía de la naturaleza es, para el empirismo lógico, lógica aplicada. La epistemología del *Círculo* se caracteriza, pues, por su empirismo: «No hay más conocimiento que el obtenido por la experiencia» y por la aplicación del método del análisis lógico del lenguaje, que permite una separación entre los enunciados con sentido y los que no lo poseen. El principio de *verificabilidad* es uno de los dogmas fundamentales del *positivismo lógico*: «la significación de una proposición es el método de su verificación». Resultaba inevitable con relación a todo ello la eliminación de la metafísica como carente de sentido ante

la falta de verificación empírica de sus resultados. Según la epistemología del Círculo de Viena, la ciencia es un conjunto de enunciados verificados o, mejor aún, un conjunto de enunciados construidos lógicamente a partir de enunciados fruto de la experiencia inmediata. Todo su esfuerzo estuvo encaminado a desarrollar esta idea, a precisar los conceptos de experiencia, verificación, lógica inductiva, etc. El *empirismo lógico*, sin diferencias de cierta entidad con el positivismo lógico, no ha sido un movimiento completamente unitario; en efecto, a veces se habla de *empirismo científico* como actitud filosófica más amplia o más tolerante que las del positivismo lógico y del empirismo lógico.

Quizás, una de las mejores reflexiones sobre las concepciones del positivismo lógico en torno a la naturaleza de la ciencia aparece en la obra de Feigl, en la que se distingue tanto el enfoque genético y el enfoque estructural de los conceptos y los métodos de la ciencia, como el lenguaje teórico y el lenguaje observacional. En primer lugar, es posible, pues, interrogarnos por la génesis y evolución del conocimiento científico, y puede hacerse en función de la estructura de la ciencia y el contraste de sus teorías, o lo que es igual, cabe situar la cuestión en un contexto heurístico o de descubrimiento y en un contexto lógico o de justificación. Ideas que se recogen en autores como Reichenbach que en su obra dice: «*el acto de descubrimiento escapa al análisis lógico; no se conocen reglas lógicas por las que pueda construirse una máquina descubridora que asuma la función creadora del genio. La tarea del lógico no es dar razón de los descubrimientos científicos sino analizar la relación existente entre los hechos dados y la teoría que pretenda explicarlos*». Otra obra clásica del *empirismo lógico* es la «*Construcción lógica del mundo*» de Carnap, en la que se trata de elaborar la tesis de la unidad fundamental de la ciencia sobre la base de un sistema general de todos los conceptos científicos que cumplan el principio de que *siempre que sea posible hay que sustituir las entidades inferidas por construcciones lógicas*. De esta manera, si todos los objetos de conocimiento científico pueden reducirse gradualmente a simples objetos del dato empírico, las diferentes ciencias particulares no serían sino sectores más o menos autónomos de una gran ciencia unificada.



Bajo la guía de las escuelas de Berlín y de Viena, nutridas sobre todo por matemáticos, con Reichenbach y Schlick respectivamente, se llevó a cabo la adecuación de su filosofía de la ciencia al nuevo orden científico. Como posición heredada se designa a la situación de la filosofía de la ciencia mantenida por el positivismo lógico, y a la que se llega con la interrogante de entonces y de hoy acerca de la naturaleza de la ciencia. Se ha dicho a este propósito que las posiciones que insisten en la definición exhaustiva de la estructura interna de las teorías científicas se caracterizan por su olvido sistemático de la historia de la ciencia y de sus relaciones con la filosofía de la ciencia. En este carácter antihistórico radica, al menos, uno de los puntos de debilidad de esta *posición heredada*; las teorías se abstraen y se evalúan sin concomitancia alguna con otras teorías y se desvinculan de la realidad histórica de la ciencia y, no digamos, de su entorno cultural y social. La pérdida de realismo científico de los empiristas lógicos, además de la incapacidad de su filosofía para penetrar en la naturaleza de las teorías científicas, fue la causa principal de su decadente influencia. En frase de Einstein, la contemplación de la ciencia y la teoría de la ciencia se sustituyeron por una gimnasia intelectual ajena a los problemas de la ciencia, dedicada a bizantinas cuestiones lingüísticas cuando no a planteamientos, artificiales muchas veces e inútiles otras, del tipo de la teoría semántica de la información y la confrontación verdad-probabilidad. Lo peor fue, en cualquier caso, que, entretanto, quedaron sin el análisis epistemológico debido y profundo importantes acontecimientos de las ciencias físicas y biológicas, sobre los que la filosofía de la ciencia tendrá que volver.

Mediado nuestro siglo, el positivismo lógico ha sido superado en su versión de epistemología general y científica, lo que quizás constituye el movimiento más variado y asimilador de la historia y la filosofía de la ciencia. En toda esta conformación de la reacción antipositivista se continúa presentando la cuestión de la naturaleza o la estructura de las teorías científicas. Para Suppe, en «*The structure of scientific theories*», ello constituye el problema central de la filosofía de la ciencia. Ribes, en una excelente revisión crítica del ensayo de Suppe, parafrasea el argumento y

afirma que el *problema central lo sería más bien el del cambio y el progreso científicos y su influencia en la concepción y comprensión de la estructura de las teorías científicas.*

La posible excesiva explotación idealista de los entes científicos por las tendencias positivistas fue frenada por una especie de *realismo científico* para el que la realidad tiene una existencia en sí misma si bien sea diferentemente accesible a los sentidos. Desaparecería, pues, la heterogeneidad entre los dos órdenes de realidades, el fenómeno real y las entidades racionales. Cabe la situación intermedia de los *empiristas racionales* para los que, sin limitar el elemento teórico de la ciencia a un mero orden racional, no representa este elemento una realidad diferente de la del fenómeno experimental. Entre estas dos corrientes se puede situar a los grandes físicos de Broglie, Einstein, Born y Heisenberg.

Si a la salida de las ideas filosóficas de Kant y sus discípulos podía afirmarse que, sobre ese fondo, se iba a producir la expansión de la ciencia y un nuevo espíritu científico, a la salida del positivismo hay que señalar la transformación, parcial si se quiere, de la filosofía de la naturaleza, de la que surge con gran fortaleza una *filosofía de la ciencia: la teoría de la ciencia*. Teoría de la ciencia que, ciertamente, no suele cultivar el ámbito total de los problemas filosóficos relacionados con una teoría de la ciencia, sino que se centra más bien en clasificar los conceptos de las teorías científicas. En este sentido, la *teoría de la ciencia* va a centrar su atención en la lógica interna de la investigación, y desarrolla criterios para cuantificar la naturaleza y la calidad de los productos que elabora.

Tras todo ello, se podrá tener una idea más adecuada de lo que es el *progreso científico*, de la medida en que una teoría de la ciencia es relevante a la *planificación de la investigación*, de que hay límites a la *dirigibilidad de la ciencia*. Ideas que van a impregnar y a nutrir la historia y la sociología de la ciencia; van a abordar *problemas lógicos, metodológicos, ontológicos, éticos*, e, incluso, *estéticos* de la ciencia; van a establecer relaciones entre *ciencia y cultura*. Doctrinas que servirán a la racionalización de la *planificación de la ciencia*.



La *teoría de la ciencia* puede también descender desde los temas relacionados con la actividad científica, en general, a los aspectos formales de teorías científicas concretas, referidas principalmente a la física y la biología, y a poner de manifiesto su forma lógica y, más aún, llegar a explicar los conceptos clave subyacentes a cada teoría científica particular. Y no cabe duda alguna de la posición pivotal de Sir Karl Popper en cuanto a la forma de hacer *teoría de la ciencia*, si bien hay que notar la existencia de variantes en cuanto a la forma de concebir el conocimiento en general y a la idea de la epistemología en manos de distintos autores. La metodología popperiana nació de la crítica al ideal de la ciencia y a su metodología que representaba el Círculo de Viena. Frente a la *certeza* como ideal del empirismo lógico, Popper juega con la *verdad* y la idea de representaciones más o menos exactas. La disyuntiva de aceptación o rechazo se convierte en una *norma comparativa de mérito científico*, en un índice del progreso científico al sustituir una hipótesis por otra que represente la realidad más concretamente que la primitiva; en otras palabras, en un índice que representa el aumento de la relación del contenido de información empírica corroborado al no corroborado o, lo que es igual, de la relación verdad/falsedad.

Popper ha representado en la *filosofía de la ciencia* un alejamiento no sólo de los empiristas sino también de los metafísicos y del marxismo. Al rechazar el método científico de Platón y Aristóteles que, como es sabido, intenta conocer la esencia de las cosas por medio de definiciones, y también su doctrina que conduce a creer que no hay sino una teoría verdadera, Popper presupone la existencia de varias teorías que deben compararse críticamente, y, además, sustituye la evidencia por el control empírico e intersubjetivo de las teorías y el monismo dogmático por un pluralismo crítico. Popper, inspirado en Kant, sostiene una teoría activista del conocimiento; conocer no es tanto recibir, acoger, como construir. No se pregunta la teoría de la ciencia de Popper ¿cómo puede fundamentarse el conocimiento?, sino ¿cómo puede este mejorarse? En este punto se separa también de los empiristas que no hacen sino registrar los hechos que Popper considera siempre como provisionales, ya que pueden ser reconocidos como falsos por una nueva teoría

y porque dependen no solamente de los hechos observados sino también de una cierta elección a favor de algunas ideas. Esta elección, esta decisión, es irracional, no se puede justificar con razones objetivas, y a causa de este elemento subjetivo nos encontramos con la imposibilidad de conocer la realidad al cien por cien racionalmente. Como quiera que estos presupuestos objetivos son controlados empíricamente, los hombres de ciencia lo harán, sobre todo, por intercambios intersubjetivos. A causa de este reconocimiento de los límites de la objetividad, Popper califica a su racionalismo de crítico, y, en consecuencia, no considera posible la existencia de leyes generales de la ciencia en sentido estricto y solamente reglas hipotéticas. Sobre esta base estableció Popper, asimismo, su criterio de demarcación en el sentido de que una teoría es científica si es empíricamente criticable.

Entre las cuestiones que Popper más seriamente critica de la posición del Círculo de Viena es la que hace referencia a la eliminación de la metafísica del dominio del sentido. Para ello, Carnap hace uso de la formulación de un criterio de significación que, a la vez que a la metafísica, excluiría —según Popper— de este dominio del sentido a todas las teorías científicas, incluidas todas las leyes de la naturaleza, ya que no son estas teorías más reducibles a enunciados de observación que las proposiciones metafísicas consideradas como desprovistas de sentido. Además, todas las leyes de la naturaleza contienen términos a los que es imposible otorgar una significación a la manera de Carnap. Popper estima que la eliminación de la metafísica privaría a la ciencia de los enunciados generales que garantizan su poder de anticipación con relación al dato empírico, y concluye, sencillamente, que lo que los epistemólogos necesitan no es un criterio de significación sino un criterio de demarcación que presenta, entre un conjunto de enunciados evidentes, el subconjunto de enunciados empíricos.

La teoría de la ciencia de Popper se centra en los aspectos de *demarcación, inducción y refutación* y sirve de ejemplo a la utilización de teorías normativas de la ciencia en la *planificación científica* y, en consecuencia, en la medida del *progreso del conocimiento*. El criterio de *demarcación* entre teorías empíricas y no empíricas —seudocientíficas,



metafísicas, etc.— es un problema que han tratado muchos filósofos desde la época de Bacon, y que se venía fundamentando en su base observacional y su método inductivo, e en tanto que la metafísica y las pseudociencias se caracterizan por su método especulativo. Muchas de las teorías de la física son sumamente especulativas y abstractas, sin base observacional, y se ha dicho que, en general, las mejores teorías físicas se asemejan a lo que Bacon hubiera considerado como anticipaciones mentales. En manos de Popper, el criterio de demarcación se establece sobre la idea de un criterio de refutabilidad, implicando que la imposibilidad de refutación de una teoría coloca a esta fuera del campo de la ciencia empírica. Según esta concepción, un sistema debe considerarse científico solamente si hace afirmaciones que puedan entrar en conflicto con observaciones; y la manera de verificar un sistema es, en efecto, tratando de refutarlo. Así, pues, *refutabilidad* y *verificabilidad* son equivalentes en cuanto a criterios de demarcación. Las teorías científicas deberán, pues, considerarse desde el punto de vista de la posibilidad de su discusión crítica, y sólo pueden considerarse confirmadas si resisten con éxito los intentos de refutación.

No hay que olvidar a este respecto los no escasos ejemplos que la historia de la ciencia nos ofrece de teorías que no fueron capaces de ser verificadas en ciertos momentos del desarrollo de la ciencia, pero que lo fueron, efectivamente, en etapas subsiguientes de la evolución de la ciencia, por ejemplo, la teoría del neutrino y la de la doble hélice del DNA. Además, es habitual que las teorías científicas no presenten desde sus primeras versiones la definición y la claridad que pueden alcanzar posteriormente, lo que priva sin duda de rigor a los criterios de demarcación. Acerca de los problemas de demarcación, asegura Meana: «*El mayor problema de la demarcación popperiana, el problema fundamental y más clave de ella es este: si se da el caso de que la refutación de las teorías es tan imposible como su verificación, tampoco este nuevo criterio conseguirá demarcar convenientemente entre las teorías científicas y las teorías no científicas. Por tanto, volvemos contra Popper la crítica que él hizo a la demarcación positivista, acusándola de no lograr separar ciencia de metafísica*».

Al insistir en que los problemas de demarcación son problemas básicos en la evaluación de las teorías científicas, su solución ha de incidir sobre el contenido normativo de la teoría del conocimiento científico. Además de los anteriores criterios, otros, como los probabilistas o los propuestos por la metodología de programas de investigación científica, intentan ofrecer posibilidades de demarcación; entre ellos los planteamientos de Carnap y Lakatos. Otro tipo de planteamiento es el de Kuhn y Polanyi, basado en la imposibilidad de criterios universales para dilucidar esta cuestión que sólo puede definirse por juicios subjetivos de autoridad. El antiguo escepticismo y relativismo cultural, difundido en los movimientos anticiencia, ha desembocado en la versión de Feyerabend del anarquismo epistemológico para el que no hay sino ciencias rivales, algunas de ellas conocidas como científicas.

A través de este reducido panorama de los trances históricos de la filosofía de la naturaleza y de la filosofía de la ciencia, se ha posido afirmar la existencia en el siglo XVII de una inflexión crítica de confianza positiva en la ciencia y su progreso debido, en gran medida, a la utilización de nuevas ideas y tratamientos. Y es bastante más que probable que hoy atravesamos un periodo, asimismo crítico, *fase negativa de confianza social en el valor de la ciencia*. Parece evidente, pues, que su tratamiento actual deberá llevarse a cabo con nuevos ingredientes y nuevas normas de abordaje de la situación.

Ocurre también que cada tiempo, cada época, con sus gentes y sus guerras, gobiernos, influencias y prejuicios, imprime una resultante sobre las perspectivas de futuro, y, obviamente sobre la aceptación social y cultural de la ciencia. El indudable y extraordinario avance de los saberes, la ilustración mental, comenzaría pronto a exhibir diferencias cualitativas; frente a la degradación social de grandes sectores de los países de Occidente, primero, y, más adelante, frente a las consecuencias tecnológicas indeseables de los descubrimientos científicos. Desde bien pronto, la *ideología de progreso* ofrece varias facetas; o, lo que es igual, conviene distinguir el *ideal de progreso* como tendencia al incremento de bienestar social y material del hombre, del *progreso del conocimiento* en su conjunto y del progreso particular de



las ciencias y sus aplicaciones. Este progreso del conocimiento, con sus ritmos y sus altibajos, va a ser incesante e inevitable; y por sus efectos culturales y por sus aplicaciones contribuye poderosamente al progreso general de la humanidad. La historia de la ciencia está llena de nombres, de teorías y de descubrimientos, durante la revolución científica del XVIII, y desde ella hasta nuestros tiempos. En el seno de la cultura contemporánea, la ciencia es el paradigma contemporáneo del saber. La investigación científica está impregnada de dos cualidades interpenetradas: rigor y objetividad. Rigor y objetividad imprescindibles al *conocimiento público* y a su *carácter colectivo*, independiente del sujeto, y al *discurso público*, reconocido como fundamental en la ciencia moderna; sin los cuales —como ha señalado el filósofo italiano Agazzi— sería difícil justificar la confianza en el valor y la fiabilidad de la ciencia que caracteriza a la civilización contemporánea. Despersonalización del sujeto, que aunque pudiera ser un parcial motivo deshumanizante, es también razón que contribuye a la dimensión auténticamente cognitiva del saber científico con relación a *lo real*.

La ciencia, con todo este bagaje conceptual, continúa, día a día, ganando terreno a lo desconocido; sigue acumulando datos y teorías cuyo valor no puede ponerse en duda, aunque sí quepa preguntarse: ¿es consciente la sociedad de que ella es receptora de la acción de la ciencia? o lo que es igual ¿se contempla a la ciencia en tanto que producto social?; y, además, ¿en qué medida la cultura de la sociedad, nuestra sociedad actual, es capaz de asimilar, o simplemente de tomar noticia de los descubrimientos de la ciencia y la tecnología?, ¿relaciona nuestra cultura social la calidad de vida moderna con los hechos de la ciencia fundamental?, ¿es adecuada la alfabetización científica de la sociedad, de la macrosociedad, en cuanto a la necesaria comprensión para la toma de decisiones políticas relacionadas? Interrogantes de las que, al menos, hay que dejar constancia, porque forman parte de la interpretación social de la ciencia y de ese formidable debate epistemológico que ha dominado las controversias de los últimos años 60 y 70, con la participación de la escuela de Francfort y las tesis un tanto iconoclastas y provocadoras de Lakatos y Feyerabend.

Ideas que se engarzan con los cambios sociales y culturales de la última parte del siglo XIX y el comienzo del XX, que, con la superación crítica de muchas doctrinas establecidas por los cambios científicos —por ejemplo, el campo electromagnético, la relatividad general, la mecánica cuántica, la evolución, la estructura del DNA, las mutaciones—, van a tener consecuencias cualitativas sobre la misma estructura interna de la ciencia y sobre fenómenos sociales tales como la riqueza, la calidad de vida, el empleo, el liderazgo y la solidaridad. Por otro lado, la ciencia se va acomodando a las nuevas estructuras sociales, penetra en la sociedad y en el poder, se vincula de forma próxima a los avances tecnológicos y a la economía, aumenta el número de sus investigadores e, incluso, va a utilizar al hombre mismo como objeto de la investigación. De esta forma, los objetivos de *progreso individual y social* comportan beneficio, prestigio y poder y, a la vez, se sitúan en el entorno del crecimiento económico; el progreso económico y social que se conoce como *desarrollo*. E, incluso, la experiencia humana sobre el mundo adquirida por la ciencia experimental a partir del XVIII se transfiere a la ciencia de la sociedad bajo las ideas físicas y biológicas, por ejemplo de *estructura* —en lo político, económico o social— o de *cambio* —en la evolución, el desarrollo o la especiación social—.

Hasta este momento, el progreso de la ciencia había venido originando sus propios objetivos. Desde ahora, las apetencias generalizadas de una sociedad de consumo material e intelectual provocan las estrategias científicas y técnicas de las naciones, las instituciones y las empresas. El hombre está ya embarcado en un proceso irreversible pero modulable; el hombre ha de ser consciente de las consecuencias del avance científico y buen conocedor de las finalidades que se persiguen. Modulación que puede consistir en seleccionar, orientar y encauzar el progreso científico hacia el mejor rendimiento de su actividad social. Este progreso integral, el *desarrollo*, entraña riesgos, inevitables unos que hay que valorar y atenuar al máximo, y salvables otros que pueden evitarse mediante normas sociales y de gobierno.

Es inevitable al llegar a este punto dejar constancia de cómo esa inocente imagen de la ciencia se ha visto alguna



vez enturbiada por circunstancias como aquella de la que surgió la sentencia del filósofo Passmore («*Science and its Critics*», Rutgers, 1978): *los físicos han conocido el pecado*. De vez en cuando se alivian los grandes entusiasmos por la ciencia y se suscitan inquietudes y desconfianzas lógicas, ante, por ejemplo, el posible asalto a las libertades individuales y a la ética social por las manipulaciones informáticas y genéticas. Desconfianzas y hasta peligros que, mucho más que las complacencias y los éxitos, exigen una renovada conciencia cultural de la sociedad. Aquella a la que se refiere el historiador francés Pierre Thuillier cuando asegura .....*la ciencia, conforme a una tradición bien establecida, es una empresa que, por su racionalidad y su acción liberadora, engrandece al hombre. Sería una gran catástrofe si, por algún motivo, mañana conociera su declive.*

En cualquier caso, el *cientifismo* es ya una confianza y un ambiente; es la impregnación por la ciencia de multitud de hechos familiares; es su total vinculación a los problemas económicos, sociales y culturales. Y como uno de sus ejemplos, tan sobresaliente como popular, el de la moderna biotecnología, que si en la primera mitad de nuestro siglo se fundamenta, sobre todo, en las propiedades de las enzimas y persigue la mejora de las cualidades nutritivas de los alimentos, pasado el ecuador del siglo, la idea estricta y el aislamiento conceptual de la inicial biología molecular ceden a las llamadas y la utilidad de las aplicaciones de las zonas vecinas del conocimiento, logrando la extensión y el realismo de la *revolución biotecnológica*, y, dentro de ella, la nueva perspectiva que ofrece a la humanidad la tecnología del DNA-recombinante. Sus múltiples variantes se llaman hoy vacunas, *interferones*, *plantas clonadas*, *nuevas especies*, al abrigo de infecciones, de rápido cultivo, en una tierra artificial, un sol ficticio y un clima a la medida.

Y es en este ambiente, irreversible, repleto de impresionantes logros científicos y de avances tecnológicos, con sus beneficios y riesgos hipotéticos o reales, en el que comienza a jugar un papel decisivo la estructura de la organización nacional e internacional de la creación científica, de la promoción de la investigación y de sus aprovechamientos. Y es de esta forma cómo la aplicación tecnológica, con todas sus caras, utilidades y matices, puede ser fruto

de la ciencia inocente y bella, o cómo, al contrario, puede ir por delante la pretensión de una finalidad —la curación del cáncer o del sida, el diseño de nuevos materiales para las comunicaciones o la terapia génica— para cuya consecución se ponen en marcha poderosas creaciones de la ciencia pura. Todo ello abunda en la necesidad moderna de una normativa política que tome decisiones coordinadas en torno a los intereses nacionales, a los que indudablemente debieran contribuir los requerimientos materiales de la sociedad, la defensa y la competitividad económica en el comercio internacional.

Tras el antiguo desarme filosófico de la ciencia e, incluso, de la batida en retirada de la misma filosofía de la naturaleza a partir de Newton; ante la tremenda repercusión de la tradición intelectual de la ciencia sobre la vida cultural y social; ante la estructuración formal del ejercicio de la ciencia y de los resultados de la creación científica; ante el intenso desarrollo del cientifismo moderno, ¿tendrá algo de extraño su influencia sobre la manera de actuar y de pensar del hombre?, ¿sobre la nueva visión de la vida y del mundo? Nueva visión en la que el pensamiento científico se difunde en los modelos culturales y los *hechos de la ciencia y la tecnología* se embeben en la trama social, constituyen un aspecto de la vida social misma e inciden sobre los llamados *costes sociales*. No hay sino que echar una ojeada a la reciente historia de los cambios industriales y del desarrollo científico; a los transformadores eléctricos y a los convertidores Bessemer en la industria del acero; a la industria textil, química y de las fibras sintéticas; a la fabricación en serie, la robótica y el control numérico; a la traducción automática, el reconocimiento de voz, la imagen médica, la bioinformática y los ordenadores celulares, para advertir, sin duda, que la aplicación sistemática de la ciencia a la industria genera otras nuevas, a la par que obliga a las antiguas a la transformación permanente de sus medios de producción. Si la revolución industrial comienza, pues, cuando las máquinas sustituyen el trabajo del hombre, la variación de la interdependencia humana urge a afirmar la misma realidad aunque con una consecuencia social diferente y observar el progresivo desplazamiento del monopolio de la producción hacia el trabajo intelectual. Todo



este proceso de mecanización y automatización ha ocurrido mientras la relación social se asienta sobre el incremento de la población, los cambios en las condiciones y los modos de trabajo, la transformación de la propiedad, los problemas de la urbanización y su repercusión sobre el carácter de las sociedades. Si, efectivamente, todo ello contribuye a la elaboración de un *modelo cultural*, ¿tiene algo de extraño que como consecuencia, las manifestaciones y los productos de la ciencia, que no las actividades de los científicos, se hayan independizado de los de las clásicas humanidades?

### La cultura tradicional

Frente a todo el impresionante desarrollo de la ciencia, con las nuevas *revoluciones* de la electrónica, la informática y la biotecnología, la *cultura tradicional*, la *cultura literaria*, la que, vanidosamente, ha venido dirigiendo durante siglos el mundo occidental, recela del progreso científico aunque colectiva e individualmente disfrute de él, se recluye en sí misma confiada en sus lamentos y en su aislamiento academicista, sin relieve ni prestancia, y sin intentar acercarse a la comprensión de la naturaleza, se considera aherrajada por los privilegios o los mitos de la tecnología.

Alicia, en «*El Jardín de las flores vivientes*», se dijo: «*Podré ver mucho mejor el jardín si puedo llegar a la cima de aquella colina, y aquí hay una vereda que lleva derecho hacia ella*». Bordeando, como Alicia, los recodos abruptos de la vereda, los físicos y los biólogos de nuestro tiempo intentan llegar a la cima de la sabiduría, a la de la explicación de la realidad y a la consideración de la técnica como un medio para que la naturaleza mantenga o restituya su perfección. Así, a la *filosofía de la naturaleza* del hombre de ciencia contemporáneo hay que añadir la *idea humanista* de la formación científica en sí misma; y no sólo porque los resultados experimentales trascienden los conceptos del universo y del hombre, sino porque la propia actividad científica exige actitudes de corte humanístico, relativas a la historia, la economía, la sociología, la filología e, incluso, la política. Si el auge moderno de la ciencia comporta, pues, el de las humanidades, no deben éstas aislarse, recluirse y gozarse

en su lamento; antes al contrario, salir al encuentro social de la investigación erudita, la crítica histórica, el descubrimiento cultural, la utilidad o el deleite; enriquecerse en su contacto con la ciencia y la técnica y desechar la aversión, arma de ignorantes. Como ya nos enseñaron nuestros clásicos; como nos lo advertía Calderón en los versos de «*La estatua de Prometeo*»:

«Pues, moralmente se viera,  
que quien da luz a las gentes,  
es quien da a las gentes ciencia».

.....

.....

«quien da las ciencias, da  
voz al barro y luz al alma».

Y como Lope de Vega, en «*La adúltera perdonada*», conminaba:

«Del laurel, que siempre dura,  
pretenden los ignorantes,  
porque juntan consonantes  
sin arte, *ciencia* y cultura».

Pues bien, desde mediados del siglo XVI, y, durante cuatrocientos años, no se había planteado la cuestión de las costuras del saber; el saber era indivisible, las clásicas humanidades eran concebidas como parte integral de la unidad de la ciencia y participaban de los esquemas de progreso; la cultura era sólo y, simplemente, eso, cultura. La que fue capaz de mostrar la Enciclopedia francesa de Diderot y D'Alembert ordenando las ciencias de acuerdo con las tres facultades, memoria, imaginación y razón; y dividiendo la razón en el conocimiento de Dios, el conocimiento del hombre y el conocimiento de la naturaleza. Al conocimiento de la naturaleza pertenecían en la Enciclopedia las matemáticas y la filosofía natural, de la que surgían numerosas áreas particulares. No en balde, en la introducción a la «*Enciclopedia de las ciencias, las artes y los oficios*», aparece la orgullosa sentencia: «*¡La época de la religión y la filosofía ha cedido paso al siglo de la ciencia!*».



La gran cantidad de nuevos datos descubiertos a la naturaleza, la variedad y progresiva sofisticación y dificultad de los métodos experimentales, la abundancia y el complejo acceso a la documentación científica, la necesidad frecuente de una instrumentación de adquisición y mantenimiento costosos, la internacionalización obligada de los grandes proyectos científico-tecnológicos, han ido creando una especie de aristociencia que lleva en sí misma la disolución de aquella unidad. Seguramente que, en muy buena parte, debido a que esta aristociencia llega a enfrentarse con problemas de la realidad del hombre indudablemente elevados tales como los mecanismos bioquímicos de la memoria, de la herencia y su corrección génica, de la vida sin gravedad, y hasta de los fundamentos biológicos de la misma creación artística y literaria. Equilibrio intercultural cada momento más inestable, una de cuyas consecuencias fue la famosa controversia entre Snow y Leavis, iniciada por una conferencia de Snow en 1959, quien describe la tensión entre las dos culturas con la siguiente imagen: *«Los no científicos tienen la arraigada impresión de que los científicos son frívolamente optimistas, inconscientes de la condición humana. Por otra parte, los científicos creen que los intelectuales literarios carecen completamente de previsión, se desprecupan notoriamente de sus semejantes, y, en un profundo sentido antiintelectual, están ansiosos por reducir el arte y el pensamiento al momento existencial»*. En la argumentación de Snow pareciera como si la cultura científica tuviera un valor moral, una apertura social, superiores a los de la literaria que hubiera podido mostrar por parte de algunos de sus intelectuales destacados del siglo XX una cierta actitud antisocial; las relaciones entre las dos culturas se caracterizan por la mutua ignorancia y empobrecimiento, y si las ciencias naturales «llevan el futuro en sus huesos», las humanidades tienen en su mente solamente el pasado. Para Snow, los científicos tienden a prestar más atención a desgracias o necesidades susceptibles de alivio, la enfermedad, el hambre o las comunicaciones; y, a la vez, intentan soluciones, ya que *«no verían la razón por la que sólo debido a que la condición individual es trágica, deba serlo también la condición social. Cada uno de nosotros está sólo; cada uno de nosotros muere sólo: de*

*acuerdo, es un destino contra el que no podemos luchar, pero hay mucho en nuestra condición que no es destino, y contra lo cual somos menos que humanos a no ser que luchemos».*

Forma también parte de los razonamientos colectivos de Snow, el hecho de que la cultura tradicional, al apropiarse en exclusiva el término cultura, se enfrenta con el orden natural, como si el edificio científico del mundo físico, en su profunda complejidad intelectual, no fuera el más maravilloso trabajo colectivo del pensamiento y la imaginación del hombre. Y, entre toda la casuística de provocaciones elegibles, Snow señaló que la gran cultura de los lectores de Shakespeare, no impedía el absoluto desconocimiento del segundo principio de la termodinámica.

Frente a ello se arguyó cómo muchos literatos al estilo de Coleridge, Carlyle, Dickens y otros, ejercieron una influencia benéfica sobre las condiciones de vida de la gente, perjudicada por las fábricas y la contaminación de la revolución industrial.

Sin embargo, la literatura del siglo XX, incluso la calificada de modernista, aunque no fuera capaz de captar el espíritu de la revolución científica, no debiera haber dejado tan de lado a la numerosa creación de ciencia-ficción, ni, incluso, considerarla como creación de segunda categoría.

Y si la voz y la idea de cultura respondían tan sólo de la cultura tradicional, no es menos cierto que durante bastantes décadas, que bien pudieran alcanzar a nuestros días, el término intelectual se haya circunscrito esencialmente a la gente de letras, excluyéndose de él a físicos del tipo de Einstein, Bohr y Heisenberg, a los matemáticos Gödel y Volterra y a los biólogos Fleming y Domagk. Aún cuando los físicos que llevaron a cabo las revoluciones de los años 20 tenían una buena educación en filosofía, y muchos físicos de la época escribieron ensayos filosóficos. El Nobel británico Peter Medawar, uno de los científicos modernos de profunda educación literaria clásica, opinaba que no era justo que un científico sin conocimientos de la música y del arte fuese considerado como analfabeto, mientras que las gentes de letras no se sentían obligadas, para considerarse cultas, a conocer los rudimentos de la ciencia. Y el físico, también Premio Nobel, Murray Gell-Mann, asegura



que por desgracia, en el terreno de las artes y las humanidades —y hasta puede que en el de las ciencias sociales— hay gente que presume de saber muy poco de ciencia, tecnología o matemáticas. En cambio, el fenómeno opuesto es muy raro. Uno se encuentra de vez en cuando con científicos que no han leído a Shakespeare, pero nunca se encontrará con uno que se vanaglorie de ello.

A pesar de ello, de otro lado, los hombres de ciencia no supieron defender, y ni siquiera se preocuparon a menudo, de la trascendencia de su trabajo. Y, cualquiera que fuesen los motivos, la realidad nos ha venido presentando las *dos culturas*, incomunicadas y mutuamente incomprensivas; ante lo cual, Snow pretendía llamar la atención con el objetivo, sobre todo, de reformar la educación y solucionar la pobreza en el mundo. Logró, ciertamente, mayor aceptación del hecho en sí que de las propuestas en busca de soluciones.

Tres años después, Leavis, profesor de literatura en Cambridge, criticó a Snow por la superficialidad de sus sugerencias, en particular ante la idea de que intentara dar a la ciencia el estatus de cultura. Decía Snow a este propósito: *«En un polo, la cultura científica es realmente una cultura, no solamente en un sentido intelectual sino también antropológico. Es decir, sus miembros no necesitan comprenderse siempre por completo los unos a los otros, y por supuesto que a menudo no lo hacen. Los biólogos las más de las veces tendrán una idea bastante confusa de la física contemporánea, pero hay actitudes comunes, criterios y patrones de conducta comunes...»*

Leavis se refiere en su crítica *«al acelerado movimiento de la civilización externa que contrasta con la cultura que capacita a la humanidad para estar en plena e inteligente posesión de sí misma»*; una cultura que él cree urgente adquirir ante el avance de la tecnología.

Hace casi medio siglo del origen de esta disputa, y ello es una cierta justificación de los escasos argumentos esgrimidos por cada una de las partes, que, por otro lado, intentan exhibir simplemente situaciones de supremacía y de prioridad frente a la otra, y no de identificar compromisos, buscar analogías entre partes de una racionalidad indivisible, y cerrar brechas entre las diferentes formas de creación, incluida, obviamente, la artística.

Pocos años después, 1963, la segunda edición de «*Las dos culturas*» de Snow llevaba el añadido de «: *Una segunda mirada*», con la pretensión demasiado optimista de la generación espontánea de una *tercera cultura* capaz de rellenar este vacío. Quizá por el escaso éxito añadido, y en un intento de reconciliación, Scruton, en 1987 («Philosophy and the Neglect of Aesthetics», *Times Literary Supplement*, 5 de junio, p.616), interpreta de la siguiente manera la relación entre ciencia y cultura: «*Poseer una cultura no es solamente poseer un cuerpo de conocimiento o habilidad técnica; no es simplemente haber acumulado hechos, referencias y teorías. Es poseer una sensibilidad, una respuesta, una forma de ver las cosas, que de algún modo especial es redentora. La cultura no es cuestión de conocimiento académico sino de participación. Y la participación no cambia únicamente sus pensamientos y creencias sino sus percepciones y emociones. Por ello, la cuestión inevitable surge respecto a si el conocimiento científico y los hábitos de la curiosidad y el experimento que lo engendran son, en realidad, amigos o enemigos de la cultura. ¿Podría ser que el hábito de la explicación científica tomara el mando sobre el hábito de la respuesta emocional o socavara de alguna manera la imagen del mundo sobre la que se fundamenta nuestra vida moral? ¿Podría ser que el conocimiento científico lleve precisamente en dirección opuesta a la cultura, no a la educación del sentimiento sino a su destrucción, no a la aceptación y afirmación del mundo humano, sino a una clase de malestar y alienación respecto a él, una sensación imperiosa de su contingencia?*»

Intento éste de mediación, meramente descriptivo, sin que tampoco aporte soluciones integradoras.

### **La cultura de la ciencia**

Es muy posible que una respuesta a estas interrogantes, y, en general, al sugerido aislamiento de las dos culturas, venga dada por la nueva puesta en vigor de la *filosofía de la naturaleza*; por una especie de renacimiento de la tradición de la *filosofía natural*. Interés renovado por la *filosofía de la naturaleza* que se nutre de la necesidad de



consideraciones fundamentales acerca del valor real de los impresionantes conocimientos adquiridos por las *ciencias de la naturaleza*, la *biología* y la *cosmología* de modo particular; de la necesidad de averiguar hasta que punto este conocimiento expresa la realidad más profunda. *Filosofía de la naturaleza* que, aunque basada en una visión del mundo del todo diferente de la que compartían los filósofos del siglo XVII, no puede identificarse con las *ciencias de la naturaleza*. *Filosofía de la naturaleza* que, a lo mejor, sí sería capaz de crear una auténtica *tercera cultura*, encargada de abatir los muros del saber.

Muy numerosas son a este propósito las recientes aportaciones de la ciencia natural que están despertando a la filosofía natural, adormilada durante siglos. Entre las aportaciones de una Cosmología totalmente renovada, sabemos hoy que pertenecemos a un planeta de una estrella llamada Sol, similar a cientos de millones de estrellas que forman nuestra galaxia, la Vía Láctea, y semejante a 14.000 mil de otras galaxias sólo entre las más cercanas, que se agrupan formando cúmulos y otras estructuras; que la misma Vía Láctea está provista de un halo esférico, originado a la vez que la Galaxia, con más de 200 regiones, en las que se congregan las estrellas con mayor densidad que en cualquier otra región de la Galaxia; que el tamaño de nuestra galaxia es tal que una luz encendida en un extremo tardaría 30 años en llegar al extremo opuesto; que se ha detectado la presencia de CO en los cuasares, los astros más lejanos conocidos; que se han detectado agujeros negros con dos mil millones de veces la masa del Sol; que el diámetro de las nuevas galaxias se mide por docenas de años-luz; que los modernos telescopios de neutrinos son capaces de detectar dos interacciones al día, mediante reacciones nucleares cloro-argón; que pueda conocerse cómo a los  $10^{-36}$  s de la Gran Explosión tuvo lugar una expansión del universo, equivalente a la que experimentara el volumen de un núcleo atómico que alcanzase unas 500 veces la masa del Sol; que conozcamos que los fotones que ahora recibimos proceden de una explosión cuando el Universo sólo tenía 300.000 años. Y muchas otras cuestiones, tales como la naturaleza y origen de la dirección del tiempo, las pruebas de anisotropía del universo puestas de manifiesto por el satélite COBE (Cosmic Background

Explorer) lanzado en 1989; el proyecto COBRAS-SAMBA, satélite capaz de medir las radiofrecuencias indicadoras del nacimiento mismo del universo, cuya primera observación se realizó en 1965 por Penzias y Wilson; los diferentes tipos de quarks y de leptones, cuyas combinaciones ¿provisionales aún? forman toda la materia. Y dentro de el universo, el hombre y la naturaleza de nuestro planeta; y cómo la interacción débil del Universo pudo distinguir entre izquierda y derecha y conferir la helicidad a las moléculas de DNA, al poder ser la simetría la determinante de las clases de fuerza; con la habitual clonación de sus genes; con la terapia génica como nueva forma de medicina molecular expandida ahora a las enfermedades adquiridas como cáncer, sida y trastornos neurodegenerativos tipo Parkinson y Alzheimer; con la grandiosa eficacia de las terapéuticas basadas en la manipulación de células sexuales y embriones fecundados *in vitro* y los aún imprevisibles éxitos de las especies transgénicas, animales y vegetales, con propiedades modificadas, como sistemas de producción de materiales humanos y como modelos de enfermedades humanas, al lado en cualquier caso de la complejidad de sus cuestiones éticas y científicas; con las grandes perspectivas de manipulación de los vectores virales, las vacunas-DNA, la acción inhibidora de los antisentidos, la terapia celular y los biomateriales; con las posibilidades farmacológicas que abren los conocimientos de los nuevos mecanismos de la transducción de señales celulares; con los retos del desarrollo y la evolución, de las redes neuronales y la lógica borrosa, de los sistemas de gran complejidad —cerebro, organismo, biosfera y el universo mismo—, de la realidad virtual, la biodiversidad y la nanotecnología, y de las exploraciones espaciales. Los descubrimientos y las observaciones de la naturaleza están llenos de manifestaciones curiosas; entre otros ejemplos, las fibras ópticas descubiertas como elementos esenciales de la biología de algunas esponjas antárticas; las nuevas formas de agrupamiento de los átomos de carbono conocidas como los fullerenos; las propiedades desconcertantes del helio-3, conocidas como «superfluidez», que traduce el cese de las manifestaciones de las interacciones entre los átomos a muy bajas temperaturas; las secuencias del DNA en la resolución de problemas matemáticos complejos como base de los ordenadores moleculares.



Y ¿por qué no?, la formidable *explosión cámbrica* de hace 540 millones de años, que provocó la brusca aparición de los primeros grandes grupos de animales sobre una Tierra poblada exclusivamente por algunas especies de seres unicelulares; el gran resurgir de las enfermedades infecciosas y las nuevas explosiones virales.

Todo ello ha llevado consigo el diseño de una metodología científica en la que cabe incluir los procedimientos experimentales más avanzados como son la reacción de amplificación del DNA (PCR) y la determinación molecular del polimorfismo génico HLA, que si, efectivamente, sirve para aportar datos relevantes a la medicina predictiva, no lo es menos para contribuir de manera extraordinaria al nacimiento de la *paleogenética* y la *paleopatología*, y al desarrollo de los conocimientos antropológicos, arqueológicos, históricos, migratorios, lingüísticos e, incluso, dialectales. Alta metodología científica que sirve, como bonito ejemplo reciente, para el estudio de los genes del hombre prehistórico. Y, así, se ha examinado el DNA de la osamenta del hombre de Taforalt, de unos 12.000 años de antigüedad, perteneciente a una civilización intermedia entre la de los cazadores-colectores del Paleolítico y la de los pastores-agricultores del Neolítico. De la misma manera, se ha estudiado el DNA procedente de las momias egipcias y mejicanas, de hace unos 8.000 años. Tipo de estudios que se complementan con los realizados, en 1993, en un insecto conservado en ámbar, de hace unos 135 millones de años. Ciencia y método científico que han servido de modelo a la ficción cinematográfica del famoso «Parque jurásico».

Estas y muchísimas otras aportaciones científicas son la causa de la afirmación de Stewart Brand: «*La ciencia es lo único noticiable. Cuando uno ojea un periódico o revista, todos los contenidos de interés humano son el mismo él-dijo-ella-dijo de siempre, la política y la economía los mismos lastimosos dramas cíclicos, las modas una patética ilusión de novedad, y hasta la tecnología es previsible si uno sabe algo de ciencia. La naturaleza no cambia demasiado; la ciencia sí, y los cambios se acumulan alterando el mundo de manera irreversible*». De tal forma son, sin embargo, estos cambios, que *el mayor cambio es el ritmo del cambio mismo*.

### La cultura global

La consecuencia de todo ello es una *cultura amputada*, de uno o de otro lado. Unos al presentar la cultura de las humanidades como vestigios fósiles de un gran pasado; los otros incapaces de concebir a las ciencias naturales como expresión de una cultura común. Y, por añadidura, los científicos tienen pocas esperanzas en la aptitud de los cultivadores de las humanidades —que hacen muy poco, ciertamente, por salir de su error— para hacerse cargo de los planteamientos y los métodos de la ciencia.

Ante estos planteamientos ¿qué posibilidades de solución existen? De un lado, abandonar el dualismo de las dos culturas a su libre caída, con la impotencia de las humanidades en su orientación idealista; o, contemplar la sugerida teoría de la compensación, desarrollada por Marquard en los años recientes, según la cual las humanidades tendrían que salir a la palestra social argumentando su responsabilidad en el equilibrio de los inevitables daños —reales unos, supuestos otros—, de la modernización, anejos a la innovación científica y tecnológica. La tesis central de Marquard supone que «a mayor modernidad, más inevitable la presencia de las humanidades». Puesta en práctica de la teoría que, sin embargo, habría de exigir del lado de una de las partes de esa *cultura amputada*, de la parte de las humanidades, no sólo una mayor presencia cuantitativa en la *globalización de la cultura*, sino una mejor participación en la elaboración del mundo moderno. Y entonces no bastaría para ello que esa *compensación* viniera tan sólo a través de la satisfacción de la necesidad que el hombre tiene de los mitos, las ficciones y aún las realidades, expresados en las narraciones literarias o las creaciones artísticas. La auténtica labor de *compensación* tendría obligadamente que suponer una contribución a la misma empresa cultural que la ciencia, participando en la elaboración de la racionalidad al terciar tanto en la formulación como en la resolución de sus problemas. Objetivo un tanto fuera de lugar a no ser en su misión *orientadora* y colateral que cumple a las ciencias sociales, quizá más que a las humanidades mismas en sus objetos históricos y literarios; pero que, indudablemente, no puede satisfacer a la unidad



de la ciencia ni al desarrollo de la forma cultural del mundo moderno, a no ser que, sobre todo, la filosofía, con sus «porqués» y sus «para qué», consiga incorporarse de nuevo a la interpretación científica de la realidad del mundo y del hombre.

Tiene lugar, sin embargo, en estos últimos años, quizá, de un lado, atraído por los vacíos que van dejando las humanidades, y, de otro, por el predominio de toda la serie de nuevas creaciones y descubrimientos, y de sus planteamientos filosóficos y de gran cultura, la emergencia de una intelectualidad científica que investiga y, a través de su propia obra, difunde con solvencia las cuestiones más importantes de nuestros días, y conecta con el público directamente, sin intermediarios, y con estilo literario. Entre otros muchos ejemplos, *Penrose* y «*La nueva mente del emperador*», *Gell-Mann* y «*El quark y el jaguar*», «*El gen egoísta*» y «*El relojero ciego*» de *Dawkins*, «*El dedo pulgar del panda*» y «*La vida maravillosa*» de *Gould*, «*Microcosmos*» de *Margulis*, «*Los mitos de la materia*» de *Davies*; y otros menos recientes, y como tales iniciadores del estilo, entre los que sobresalen «*El azar y la necesidad*» de *Monod* y «*La estatua interior*» de *Jacob*.

No cabe lugar a dudas, pues, que, en la creación de esta nueva cultura, la *ciencia natural* está dando grandes pasos para aliviar la amputación inicial y para participar, al menos, en la reconstrucción de su globalidad bajo las formas de *creación literaria* y, sobre todo, de *filosofía de la naturaleza*. Considerando a la vez que las humanidades no participan de la adquisición de conocimiento positivo al estilo del que suministran las ciencias positivistas; y si, en efecto, los papeles atribuibles a las humanidades de orientación o de compensación de la ciencia resultan ya desmesurados, ya exiguos, y muestran en exceso preponderancia o timidez; resulta obligada una llamada a la reflexión sobre la función de las humanidades en el mundo moderno, que no suponga la señalización territorial de la cultura. Función que, necesariamente, deberá implicar una *calidad de cultura* más extensa que suponga la totalidad de las formas de la dedicación del hombre, con inclusión tanto de las ciencias y la tecnología como de las humanidades y sus partes; *calidad de cultura* que implique la comunidad

de todas las versiones del conocimiento en la expresión de la racionalidad común que ha creado el mundo moderno.

Y dentro de esta *calidad* —como ha señalado recientemente Jürgen Mittelstrass, de la universidad de Konstanz—, *las humanidades ejercerían la reflexión crítica y constructiva sobre la forma cultural del mundo moderno*, fundamental ciertamente en la estabilización y desarrollo de las sociedades modernas cimentadas en el conocimiento científico y erigidas cada día más y más sobre el desarrollo tecnológico. Reflexión que contribuirá al interés del individuo y de la sociedad, a las ansias espirituales del hombre, a la satisfacción del placer material como motor esencial de la actividad humana...; que deberá abordar los trascendentes problemas que surgen de todo ello, tales como la disposición ética, individual y social, ante el alargamiento de la vida, el crecimiento del ocio, la manipulación de su propia evolución biológica; y, a no dudarlo, ante el determinismo molecular de la salud, la enfermedad y las cualidades del hombre. Para, en resumen, intentar conciliar al hombre, y a su felicidad, con la cultura global.

### Bibliografía

- APPLEYARD, B. (1992): *Understanding the Present. Science and the soul of the modern man*. Pan Book, Ltd., New York.
- ATLAN, H. (1990): *Entre el Cristal y el Humo*. Editorial Debate, Madrid.
- ATLAN, H. (1991): *Con Razón y Sin Ella. Intercrítica de la ciencia y del mito*. Tusquets Ed., Barcelona.
- BRINTON, C. (1966): *Las Ideas y los Hombres*. Aguilar S.A. Ed., Madrid.
- BROCKMAN, J., ed. (1996): *La Tercera Cultura. Más allá de la revolución científica*. Tusquets Ed., Barcelona.
- CROMBIE, A. C. (1994): *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*. Duckworth, London.
- JACOB, F. (1982): *The Possible & the Actual*. Pantheon Book, New York.
- KLEIN, J. T. (1990): *Interdisciplinarity. History, theory & practice*. Wayne State University Press, Detroit.
- MARTÍN MUNICIO, A. (1991): «La huella científica en la literatura». *Bol. R. Acad. Española* 71 (252): 35-70.
- MARTÍN MUNICIO, A. (1992): «La metáfora en el lenguaje científico». *Bol. R. Acad. Española* 72 (256): 221-249.
- MARTÍN MUNICIO, A. (1993): «Literatura y Medicina». *Bol. R. Acad. Española* 73 (259): 257-302.



- POLKINGHORNE, J. (1996): *Beyond Science*. Cambridge University Press, Cambridge.
- REALE G.; ANTISERI, D. (1988): *Historia del Pensamiento Filosófico y Científico*. Ed. Herder, S.A., Barcelona.
- SNOW, C. P. (1963): *The Two Cultures*. Cambridge University Press, Cambridge.