

*La doble naturaleza de la naturaleza y la cultura de las dos culturas**

José L. GONZÁLEZ-RECIO
(Universidad Complutense)

Resumen: Ciertas doctrinas filosóficas defienden — de un modo que impide reconocer los supuestos metafísicos y epistemológicos de la ciencia moderna — la visión de acuerdo con la cual deben distinguirse dos formas de aproximación al conocimiento de la naturaleza: una filosófica, científica la otra. Este trabajo intenta mostrar que puede hacerse una interpretación alternativa de las relaciones entre ciencia y filosofía.

Abstract: Certain philosophical doctrines defend — in a manner that fails to recognize the metaphysical and epistemological assumptions of modern science — the view that two approaches to the understanding of nature must be distinguished, one philosophical, the other scientific. This paper attempts to show that an alternative account of the relations between science and philosophy can be stated.

* Este trabajo ha sido realizado con la ayuda del Proyecto de Investigación PB 96-0072 otorgado por el Ministerio de Educación y Cultura.

1. *Naturalia-artificialia*

En una obra publicada hace ahora treinta y seis años¹, Michel Ambacher relacionaba el renacimiento de la filosofía de la naturaleza con el impulso que sobre ella ejercieron en cierto momento los estudios neoaristotélicos. No se trataba sólo de las contribuciones realizadas a esta parte de la filosofía por quienes los promovieron, sino que, en un sentido más decisivo y profundo, el nuevo vigor de la filosofía natural se ponía en conexión con el particular estatuto que a ella concede Aristóteles en su sistema. Hay, en efecto, un lugar definido con exactitud para la física entre las otras dos ciencias teóricas: la matemática y la filosofía primera. La matemática es una ciencia contemplativa, ocupada en objetos que están aislados del mundo sensible, y que permite al espíritu cierta clase de contacto con lo eterno. La física es, por su parte, una ciencia interesada en establecer las propiedades y los principios de las sustancias corpóreas del mundo en que está inscrita la vida del hombre². Aristóteles trazó con mano firme la frontera entre física y matemática, al señalar que la tarea intelectual del físico nunca abandona el terreno de las formas concretas, mientras que corresponde al matemático investigar el universo de las formas abstractas³. Pero existe aún un rasgo más original en su manera de concebir la filosofía de la naturaleza: el que descansa en la oposición claramente establecida entre el conocimiento especulativo del filósofo y aquél que acompaña a la práctica de las artes o la técnica. La Edad Media llevó la demarcación aristotélica hasta sus consecuencias últimas a través de la oposición *naturalia-artificialia*; y ello, unido al creciente desarrollo de la técnica, produjo un punto de fricción insalvable entre los custodios de la tradición peripatética y los fundadores de la ciencia moderna. Según la reconstrucción histórica de Ambacher, Juan Buridán, Nicolás de Oresme o Guillermo de Ockham son representantes de una corriente de pensamiento que lenta y laboriosamente irá minando los fundamentos de la vieja dinámica, pero son, asimismo, los portavoces de los ingenieros y los anónimos artesanos entregados al arte militar, la arquitectura y la construcción de máquinas⁴. La formulación precisa del manifiesto contra la física de Aristóteles es al mismo tiempo una declaración en favor de la ciencia moderna, y su redac-

¹ *Méthode de la Philosophie de la Nature*, París, P.U.F., 1961.

² Cfr. *l.c.*, p. 7.

³ Cfr. *Phys.*, II, 2, 139b.

⁴ Cfr. *o.c.*, p. 9.

ción correspondió a Descartes. La encontramos en los *Principia Philosophiae*:

“Je ne reconnais aucune différence entre les machines que font les artisans et les divers corps que la Nature seule compose, sinon que les effets des machines ne dépendent que de l’agencement de certains tuyaux ou ressorts, ou d’autres instruments qui, devant avoir quelque proportion avec les mains de ceux qui les font, sont toujours si grands que leurs figures et leurs mouvements se peuvent voir, au lieu que les tuyaux ou ressorts qui causent les effets des corps naturels sont ordinairement trop petits pour être aperçus de nos sens. Et il est certain que toutes les règles des Mécaniques appartiennent à la Physique en sorte que toutes les choses qui sont artificielles sont avec cela naturelles; car, par exemple, lorsqu’une montre marque les heures par le moyen des roues dont elle est faite, cela ne lui est pas moins naturel qu’il est à un arbre de porter des fruits.”⁵

Bajo semejantes condiciones, era inevitable — cree Ambacher — que el campo de la filosofía de la naturaleza resultara invadido por la física, la química y la biología. Todas ellas se proclamaron sus herederas y, en ocasiones, llegaron incluso a pedir para sí no sólo las funciones sino el título de *philosophie naturelle*⁶. La idea de naturaleza y de orden natural no desapareció de los horizontes de la nueva ciencia, pero comenzó a ser minada por el mecanicismo, hasta que al concluir el siglo XVIII ha perdido gran parte de la consistencia que había tenido en la filosofía de Aristóteles y de Tomás de Aquino. Kant, por ejemplo, se habría representado la naturaleza como la existencia de las cosas en tanto determinadas por leyes universales, sin prohibirnos pensar que las leyes del mundo son idénticas a las del entendimiento y que, por lo tanto, la naturaleza exterior es poco más que una diversidad informe⁷. Augusto Comte, por su parte, considera la idea de naturaleza como una abstracción metafísica, como la última metamorfosis de la idea teológica antes de desvanecerse para siempre:

“Como la teología, la metafísica intenta sobre todo explicar la íntima naturaleza de los seres, el origen y el destino de todas las cosas, el modo esencial de producirse todos los fenómenos; pero en lugar de emplear para ello los agentes sobrenaturales propiamente dichos, los reemplaza cada vez más, por aquellas

⁵ AT, IX-2, pp. 321-322.

⁶ Ambacher se refiere expresamente a la actitud que encarnan Newton y Comte.

⁷ Cfr. *o.c.*, p. 10.

entidades o abstracciones personificadas, cuyo uso en verdad característico, ha permitido a menudo designarla con el nombre de *ontología*... La eficacia histórica de estas entidades resulta directamente de su carácter equívoco, pues en cada uno de estos entes metafísicos, inherente al cuerpo correspondiente sin confundirse con él, el espíritu puede, a voluntad, según que esté más cerca del estado teológico o del estado positivo, ver, o una verdadera emanación del poder sobrenatural, o una simple denominación abstracta del fenómeno considerado. Ya no es entonces la pura imaginación la que domina, y todavía no es la verdadera observación: pero el razonamiento ... se prepara confusamente al ejercicio verdaderamente científico. Se debe hacer notar, por otra parte, que su parte especulativa se encuentra primero muy exagerada, a causa de aquella pertinaz tendencia a argumentar en vez de observar que, en todos los géneros, caracteriza habitualmente al espíritu metafísico ... Un orden de concepciones tan flexible, que no supone en forma alguna la consistencia propia ... debe llegar, por otra parte mucho más rápidamente, a la correspondiente unidad, por la subordinación gradual de las diversas entidades particulares a una sola entidad general, la *Naturaleza*, destinada a determinar el débil equivalente metafísico de la vaga conexión universal que resultaba del monoteísmo."⁸

Los defensores actuales del humanismo científico han extendido este punto de vista y han proclamado el advenimiento de una época en la que las leyes de la técnica librarán al hombre de las leyes de la naturaleza. Las ciencias serán capaces — lo son ya — de crear objetos y fenómenos que ni existen en la naturaleza ni son una prolongación de los fenómenos naturales. El hombre se ha tornado artífice, artesano de su destino individual y colectivo, con la ayuda de los medios que la física, la química, la biología o la psicología han puesto a su disposición. Puede decirse que se ha cumplido la profecía cartesiana que vaticinaba una humanidad poseedora de la naturaleza, imagen invertida de aquella otra humanidad poseída por la naturaleza⁹. Tal es el clima de optimismo que la aventura científica de los cuatro últimos siglos ha implantado en los círculos donde la mentalidad positivista consiguió triunfar. Para Ambacher, su triunfo fue también la victoria del realismo espacial y materialista, que transitoriamente ha eclipsado a la filosofía de la naturaleza. Por eso, precisamente, el renacimiento de la filosofía natural, su vigor reconquistado, han partido de la oposición al positivismo, el materialismo y el realismo espacial.

⁸ COMTE, A.: *Discurso sobre el espíritu positivo*. Trad. de J. Marías, Madrid, Alianza, 1980, pp. 23-25.

⁹ Cfr. *Discours de la méthode*, AT, VI, pp. 61-62.

Ambacher comparte, así, la idea de que el concepto de filosofía de la naturaleza hace patentes sus notas sustanciales cuando explicita la clase de relación que ha de guardar con las ciencias de la naturaleza. No obstante, se sobreentiende que lo importante es cómo queda interpretada dicha relación, cuáles son y de qué índole los vínculos que la filosofía de la naturaleza establece con la ciencia natural. La obra de Ambacher pide un ensimismamiento de la filosofía natural; hace del alejamiento del conocimiento científico el manual de supervivencia de un capítulo de la filosofía que imagina amenazado. La lección metodológica que de ello extrae es el tema de su libro. Quien no sienta aquella amenaza, y encuentre tan viva la filosofía de la naturaleza en el pensamiento de Descartes, Kant, Comte, Bernard, Schlick o Bohr como en el de Aristóteles, podrá contemplarla, tal vez, como la lección metodológica tramada en el curso de una huida.

En un pasaje de la *Evolución creadora*, atiende Bergson al problema del método filosófico desde la siguiente pregunta: ¿qué actitud debe adoptar la filosofía moderna ante la ciencia?¹⁰ Podría parecer a primera vista que el filósofo debe entregar a la ciencia la consideración de “los hechos”. La física y la química atenderían a la materia, a la vez que las ciencias biológicas estudiarían las manifestaciones de la vida. El filósofo se hallaría, pues, frente a una tarea netamente circunscrita. Recibiría del científico los hechos y las leyes con el respeto que se debe a la cosa juzgada. Sin embargo — continúa Bergson —, ¿cómo no ver que esta pretendida división del trabajo entre la labor de la ciencia y la función epistemológica o metafísica de la filosofía conduce a la confusión? La filosofía que no se atreve a intervenir desde el principio en las cuestiones de hecho, en las cuestiones de principio se limita:

“... à formuler purement et simplement en termes plus précis la métaphysique et la critique inconscientes, partant inconsistantes, que dessine l'attitude même de la science vis-à-vis de la réalité. Ne nous laissons pas duper par une apparente analogie entre les choses de la nature et les choses humaines. Nous ne sommes pas ici dans le domaine judiciaire, où la description du fait et le jugement sur le fait sont deux choses distinctes, par la raison très simple qu'il y a alors au-dessus du fait, indépendante de lui, une loi édictée par un législateur. Ici les lois sont intérieures aux faits et relatives aux lignes qu'on a suivies pour découper le réel en faits distincts. On en peut pas décrire l'aspect de l'objet sans préjuger de sa nature intime et de son organisation.”¹¹

¹⁰ *L'Évolution créatrice*, en *Oeuvres*, París, P.U.F., 1970, pp. 660 y ss.

¹¹ *Ibid.*

Queda claro, por consiguiente, que la filosofía no es un tribunal obligado a aceptar sentencias que le llegan dictadas por otro tribunal de casación con carácter irrevocable. La filosofía natural no puede ser tampoco una glosa de la ciencia. Ambacher califica de audaces estas ideas bergsonianas¹². Sin duda lo son. La filosofía de la naturaleza tiene que hacer su trabajo con frecuencia no tanto sobre resultados de la ciencia como sobre expectativas o preguntas originadas en la ciencia. Podría decirse que en muchos momentos es más una filosofía *en* la ciencia que *de* la ciencia. Tiene, sin embargo, que denunciar una concesión al positivismo que disminuye la fuerza de la reforma filosófica que Bergson preconiza y que termina por comprometer su éxito. Persuadido de que el conocimiento del mundo material es asunto de la pura inteligencia y no de la intuición; convencido de que la física y la metafísica de la materia están muy próximas la una de la otra¹³, Bergson propone que la filosofía entregue la exploración del universo material a las ciencias, y que reserve para sí el conocimiento de la vida y del espíritu¹⁴. Pero si del progreso de las ciencias podemos extraer alguna enseñanza — añade Ambacher —, ésta es que las teorías de la materia y de la vida resultan tan interdependientes que sólo es posible aceptarlas o rechazarlas en bloque. El filósofo se sentirá alejado, en consecuencia, no ya del universo mecanizado de la biología sino igualmente de la física reducida a puro diccionario matemático-formal y a medida experimental¹⁵. El auténtico filósofo ahonda en la crítica al objetivismo científico y se ve obligado a compartir la conclusión de M. Porier:

“La théorie physique est une radiographie intellectuelle (partiellement présumée, imaginaire d’ailleurs) de l’être dont l’univers sensible nous donne une photographie superficielle. Toute la science consiste à confronter ces deux images, en laissant de côté la nature et même l’existence de ce réel en profondeur qui les dépasse sans doute infiniment et par ses dimensions et par son mode même de détermination.”¹⁶

¹² Cfr. *o.c.*, p. 12.

¹³ “Elle [la inteligencia] est accordée sur cette matière, et c’est pourquoi la physique et la métaphysique de la matière brute sont si près lune de l’autre.” (*L’Évolution créatrice*, en *Oeuvres*, p. 661).

¹⁴ Cfr. *La Pensée et le mouvant*, en *l.c.*, p. 1277 y ss.

¹⁵ Cfr. AMBACHER, M.: *o.c.*, p. 13.

¹⁶ PORIER, M.: “Science et Philosophie”, *Revue de l’Académie des Sc. mor. et pol.*, Librairie Sirey, 2e semestre, 1955, p. 62. (Citado en la página 13 de la obra de Ambacher).

Ambacher reconoce que no hay gran originalidad en esta denuncia del carácter abstracto y simbólico de la ciencia. Los científicos aceptan ambos rasgos como elementos consustanciales a sus teorías. El objetivo a cumplir no se agota en el mero señalamiento del valor abstracto y formal de la ciencia, porque lo que hay que llevar a cabo es un psicoanálisis de la mentalidad científica que revelará su contaminación por el realismo espacial. Hay que desmascarar los hábitos inconscientes de inspiración mecanicista, corpuscular y transformista implantados en todas las ciencias — de la física a la psicología —, para así evitar que oscurezcan nuestra percepción del universo y de los fenómenos que en él se desarrollan. Hay que escapar de la viciosa supremacía que el espíritu matemático ha ejercido durante tres siglos¹⁷.

La obra de Ambacher sobre el método de la filosofía de la naturaleza aplica, de esta forma, una importante corrección a la metafísica bergsoniana. Señala la inconsecuencia del filósofo francés cuando conserva en su pensamiento un lugar para la legitimidad de la ciencia, para la teoría abstracta de la materia espacializada. La filosofía de la naturaleza tendrá que liberarse del realismo espacial, de los hábitos mecanicistas y transformistas, del método de la abstracción matemática, y reedificarse en la inteligibilidad reflexiva, en el acto de participación, en la intuición de la plenitud concreta de la existencia, en el viraje desde el objetivismo hacia la subjetividad. Será en la inmediatez originaria de la conciencia donde habrá de oponerse a la seducción por el conocimiento científico.

2. La naturaleza bajo la *monarquía* geométrica

Pienso que Ambacher se equivoca. Bergson exige ser contestado, pero en un sentido contrario al que acabamos de oír. La filosofía de la naturaleza no puede encontrar sus credenciales filosóficas en el distanciamiento del conocimiento científico. La aproximación a los fundamentos de las ciencias de la materia permitió a Bergson descubrir que la física nos habla de un mundo en el que se han escamoteado los efectos del tiempo. En su diálogo con la ciencia natural, encuentra reducciones, restricciones, simplificaciones que han servido para poder someter a cálculo y predicción ciertos aspectos del universo material. Tiene que dejar constancia, por ello, de que ha quedado fuera de la ciencia todo aquello que no es un sistema material sobre el cual el tiem-

¹⁷ Cfr. *o.c.*, p. 14.

po no hace más que deslizarse. Bergson ha practicado uno de los dos momentos metodológicos que corresponden a la filosofía natural: el análisis. Y el producto de ese análisis acaba expresándose en la necesidad de instaurar toda una serie de parejas de contrarios: inteligencia-intuición, materia-vida, tiempo físico-duración real. En el pensamiento de Bergson somos convocados a la promoción de una filosofía de la naturaleza que se nutre de escisiones insalvables. Existen una filosofía de la *naturaleza-material* y una filosofía de la *naturaleza-viva*. Con distintos objetos, con diferentes principios, pero con equivalente legitimación. Ambacher quiere consagrar este pensamiento escindido de Bergson, aunque anulando la compenetración que ciencia y filosofía, cultura científica y cultura filosófica, conservan todavía en el marco reducido del universo material. La filosofía natural de Bergson puede aún reconocer la eficacia de dos formas de reflexión: la que busca la concurrencia con el pensamiento científico — en lo que se refiere al mundo de la materia — y la que se ve obligada a librarse de la esclavitud perniciosa de la imaginación geométrica, cuando ésta pretende hablarnos de la vida. Ambacher quiere salvaguardar la unidad de la filosofía de la naturaleza alejándola definitivamente de la ciencia; corrige a Bergson, porque hace depender por completo la fertilidad de la filosofía natural de sus triunfos contra la *el espíritu viciado* de la ciencia. Creo que Bergson — es verdad — necesita ser corregido y que es preciso reconquistar la unidad del conocimiento, pero hay que obtenerla no en la capitulación ante la ciencia o en la confusión con la ciencia, sino en la alianza con ella. La fecundidad de la filosofía natural se decide precisamente en su capacidad para contribuir a tal alianza.

El énfasis en la presunta escisión producida entre ciencia natural y filosofía natural durante los siglos XVI y XVII — énfasis que se alimenta de la visión que ofrece la historia positivista de la ciencia — expresa la reacción contra una filosofía de la naturaleza rectora y activa, pero percibida como ajena; filosofía de la naturaleza reclamada ya en las críticas a la dinámica aristotélica de Buridán, Nicolás de Oresme o Benedetti, y debatida en las obras de Kepler, Galileo, Descartes, Gessendi, More, Gilbert, Barrow, Newton, Huygens, Leibniz o Boyle.

Las ideas constructivas de la ciencia moderna se gestaron bajo la influencia de factores muy diversos, pero terminaron conformando, en todo caso, algo enteramente nuevo, un nuevo sistema de la naturaleza. Osiander, Mästlin y Bellarmino procuraron conducir a Copérnico, Kepler y Galileo hacia el instrumentalismo matemático, y ninguno fue escuchado, precisamente porque la matemática había comenzado a convertirse, de útil metodológico, en legisla-

dora del universo¹⁸. La ley físico-matemática revelaba la necesidad objetiva de un universo homogéneo dotado de nuevas razones de ser. Eran las antiguas razones pitagóricas, las del *Timeo*, las de la ciencia alejandrina, reencontradas en la estructura profunda subyacente a los fenómenos y puestas al servicio de la dinámica. Constituían el fondo ontológico del que emergían las regularidades observables, apresadas no tanto en el uso del método experimental — cuya configuración lógica había desentrañado muy bien Roberto Grosseteste hacía ya cuatro siglos¹⁹ —, como en una ciencia que hallaba sus fundamentos en otra metafísica y en otra filosofía de la naturaleza. Filosofía dentro de la ciencia, en el núcleo de la creación teórica, de acuerdo con la ya clásica reconstrucción de Burt²⁰. Filosofía de la naturaleza que avalaría principios — como el principio de inercia — que, lejos de agotarse en lo dado empíricamente, contradecían intuiciones primarias del sentido común y la experiencia ordinaria. Filosofía de la naturaleza que podía traer a la mecánica del siglo XVII la aplicación sin restricciones del método empleado en la óptica experimental del siglo XIII, porque había modificado las referencias ontológicas que vertebraban el pensamiento científico. El conocimiento de la naturaleza tenía una vez más la clase de unidad que había conseguido, antes de Aristóteles, en la medicina de Alcmeón de Crotona o, después, en la botánica de Teofrasto. Lo estrictamente filosófico y lo escuetamente empírico pueden ser separados, pero sin olvidar que estamos ante cierta unidad infraccionable. La ampliación y depuración del registro observacional que emprendieron Vesalio y Harvey no condujo a una teoría nueva de la vida, porque aunque ambos sabían más que Aristóteles y Galeno, lo sabían del mismo modo; permanecían fieles a una red categorial que no fueron capaces de modificar²¹. En el término opuesto, Descartes, Borelli o La Mettrie avanzaron un programa reduccionista para la biología al que dotaron de corroboraciones observacionales que sólo existían como proyección de sus deseos²². Cabría decir que las ciencias de la naturaleza sin filosofía de la naturaleza

¹⁸ Cfr. BUCHDAHL, G.: *Metaphysics and the Philosophy of Science*, Oxford, Basil Blackwell, 1969, pp. 43-44.

¹⁹ Cfr. CROMBIE, A.C.: *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, 1100-1700*, Oxford University Press, 1953.

²⁰ *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 7ª reimpresión de la 2ª edición, 1980, pp. 303-304.

²¹ Cfr. LAÍN ENTRALGO, P.: *Historia de la medicina*, Barcelona, Salvat, 1978, p. 251, y DEBUS.A.G.: *Man and Nature in the Renaissance*, Cambridge University Press, 1978, p. 60.

²² Cfr. ROSTAND, J.: *Introducción a la historia de la biología*. Trad. de A. Duval, Barcelona, Península, 1979, pp. 7-26.

eran ciegas, y la filosofía de la naturaleza sin ciencia natural vacía. El pudor con que la filosofía de la ciencia de principios de siglo cubrió este hecho acabó siendo para Carnap, Hempel o Nagel la fuente del llamado problema de los términos teóricos²³. Es revelador que la interpretación estructuralista de las teorías de Sneed y Stegmüller haya terminado dando a tales términos un significado que, lejos de todo criterio verificacionista, se obtiene a través de relaciones intrateóricas²⁴. “Masa inercial” y “fuerza” son términos teóricos de la mecánica clásica de partículas. Sólo hay que añadir que si se postulan como magnitudes reales en los sistemas que estudia la mecánica, estamos entonces ante magnitudes *reales* que no se pueden definir acudiendo solamente a términos observacionales. Por ello, su valor explicativo depende de relaciones entre conceptos. De una constelación de relaciones que la ciencia moderna tomó como sustrato ontológico. Sólo así se entiende la certeza demostrativa que Galileo obtiene de los experimentos mentales o el convencimiento con que Kepler anuncia en el *Mysterium Cosmographicum* que ha encontrado la razón absoluta del número de los planetas²⁵. Asimismo, las polémicas en torno a la naturaleza del espacio — la de Henry More con Descartes y la de Leibniz con Clarke²⁶ — se produjeron en un terreno abiertamente filosófico, pero que no sólo se pretendía yuxtapuesto a aquél otro en el que se dirimían las auténticas cuestiones físicas, sino que penetraba en el interior de éste último. La existencia del éter era condición necesaria para la vigencia del principio de conservación de la cantidad de movimiento cartesiano, y se compenetraba de forma ineludible con la imposibilidad de una *vacío extenso*, esto es, con la idea de que la extensión sólo podía ser *esencia* de la materia.

La ciencia moderna no deparó una imagen de la naturaleza obtenida en la mera fidelidad y atención a lo dado en la experiencia. Tal compromiso de fidelidad no fue suficiente para hacer de Francis Bacon un auténtico renova-

²³ Problema que — entre otros muchos lugares — está recogido en CARNAP, R.: *Der logische Aufbau der Welt*, Berlín, Weltkreis, 1928; HEMPEL, C.G.: *Aspects of Scientific Explanation*, Londres-Neva York, Macmillan, 1965; NAGEL, E.: *The Structure of Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1961.

²⁴ Cfr. STEGMÜLLER, W.: *Estructura y dinámica de teorías*. Trad. de C. Ulises Moulines, Barcelona, Ariel, 1983, p. 71.

²⁵ Cfr. KEPLER, J.: *El secreto del universo*. Edición y traducción a cargo de E. Rada, Madrid, Alianza, 1992, p. 96.

²⁶ Cfr. KOYRÉ, A.: *Del mundo cerrado al universo infinito*. Trad. de C. Solís, Madrid, Siglo XXI, 4ª edición, 1984, pp. 107-146 y 217-256.

dor. La corriente innovadora que desde la dinámica se abrirá paso, hasta apoderarse de la naturaleza en su conjunto, está gobernada por una alteración de los fundamentos. Fundamentos ontológicos que garantizaban la conexión necesaria y el determinismo de los fenómenos. Fundamentos que, reconocidos como el nervio filosófico de la ciencia del siglo XVII, serán impugnados por Berkeley y Hume y reinterpretados por Kant. No obstante, cuando el criticismo kantiano los provea de su reubicación trascendental, conservarán un enlace pleno y cabal con las leyes particulares de la naturaleza. La facultad pura del entendimiento, que por medio de las categorías es capaz de prescribir *a priori* leyes a los fenómenos, no alcanza sino a las leyes que se refieren a una *naturaleza en general*, como legalidad de los fenómenos en el espacio y en el tiempo. “*Besondere Gesetze, weil sie empirisch bestimmte Erscheinungen betreffen, können davon nicht vollständig abgeleitet werden, ob sie gleich alle insgesamt unter jenen stehen*”²⁷.

En consecuencia, la unidad del conocimiento, el acuerdo entre las regularidades empíricas y los principios fundamentales, es un acuerdo esencial y *no accidental*. Las categorías son condiciones necesarias del conocimiento empírico, y la naturaleza sigue leyes *a priori* porque sólo puede ser concebida por medio de las categorías. Las leyes particulares de la naturaleza ni pueden ser prescritas por las categorías ni pueden derivarse de éstas. Ahora bien, aunque no puedan ser derivadas de las categorías, han de estar, necesariamente, de acuerdo con ellas. Ciencia natural y filosofía natural tienen, de esta manera, un vínculo más sólido, si cabe, porque los principios de la ciencia natural han pasado de la filosofía de la naturaleza a la filosofía de todo conocimiento posible de la naturaleza. El problema de los fundamentos toma un giro que la filosofía precrítica no había podido prever y, en virtud de ello, la filosofía de la naturaleza se abre también a una perspectiva inesperada.

Pero esta dependencia profunda y primaria entre los elementos metafísicos, teóricos y empíricos del conocimiento de la naturaleza no pienso que fuera paralizada ni por la retirada hacia la subjetividad ni por la reclusión en lo fenoménico. El idealismo y el positivismo rompieron, cada uno a su manera, la vieja alianza. Sin embargo — y sin olvidar que Comte apela en el *Discurso sobre el espíritu positivo* al “principio fundamental de la invariabilidad de las leyes naturales”²⁸, o Claude Bernard al “determinismo de los

²⁷ KrV, B 165.

²⁸ Cfr. *Discurso sobre el espíritu positivo*. Trad. de J. Marías, Madrid, Alianza, 1980, pp. 32-34.

fenómenos” en la *Introducción al estudio de la medicina experimental*²⁹, es decir, sin olvidar que el positivismo no es hijo de la ciencia sino de una actitud filosófica — hay que subrayar que fue una ruptura que no se impuso dentro de la ciencia. El fenomenismo de Mach convivió con la idea de “causas últimas invariables” propugnada por Helmholtz³⁰; el positivismo fisiológico de Bernard chocó con el mecanicismo citológico de Virchow³¹; lo que Popper ha llamado “programa metafísico de investigación darwinista”³² polarizó toda la biología de la segunda mitad del siglo XIX; y, a la vuelta del siglo, Emile Meyerson contestará a Comte que “lo mismo en el sabio que en el hombre de sentido común, la ley no basta para explicar el fenómeno”³³. Conviene, pues, no ignorar, de una parte, los componentes metaempíricos en que se apoya el positivismo; de otra, que el positivismo no fue ni la filosofía de la ciencia que animó la revolución científica ni el germen de la ciencia contemporánea. Refiriéndose a los energetistas y los fenomenistas del pasado siglo, Einstein afirmaba:

“The antipathy of these scholars towards atomic theory can indubitably be traced back to their positivistic philosophical attitude. This is an interesting example of the fact that even scholars of audacious spirit and fine instinct can be obstructed in the interpretation of facts by philosophical prejudices. The prejudice — which has by no means died out in the meantime — consists in the faith that facts by themselves can and should yield scientific knowledge without free conceptual construction.”³⁴

²⁹ Cfr. *Introduction à l'Étude de la Médecine expérimentale*, París, Pierre Beltond, 1966, pp. 289 y ss.

³⁰ Cfr. BLANCHÉ, R.: *El método experimental y la filosofía de la física*, Trad. de A. Ezcurdía, México D.F., F.C.E., 1972, p. 300.

³¹ VIRCHOW, R.: “Alter und neuer Vitalismus”, *Virchows Archiv* 9(1856). Reproducido en ALBARRACÍN, A.: *La teoría celular*, Madrid, Alianza, 1983, p. 200.

³² Cfr. POPPER, K.R.: *Unended Quest*, Glasgow, Collins, 1976, pp. 167-180.

³³ *De l'explication dans les sciences*, París, Payot, 1921, p. 49.

³⁴ EINSTEIN, A.: *Autobiographical Notes*, en SCHILPP, P.A.(ed.): *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, Evanston, Ill., 1949, p. 49. Sobre la actitud de Einstein en torno al fenomenismo de Mach, véase DELOKAROV, K.: “Einstein and Mach”, en GRIBANOV, D.P. et al.: *Einstein and the Philosophical Problems of 20th-Century Physics*. Trad. de S. Syrovatkin, Moscú, Progress Publishers, 1983, pp. 416-434.

3. La leyenda de la secesión positivista

La denominación “positiva”, que deliberadamente no utilizo para referirme a la ciencia natural, no puede entenderse, por lo tanto, como la nota definitoria de la ciencia moderna y contemporánea, simplemente porque las ciencias de la naturaleza no han aceptado con unanimidad la filosofía positivista del conocimiento de la naturaleza. Acentuando su sentido tautológico, hay que sostener que sólo los científicos positivistas son científicos positivistas. Pero ni es cierto que todos los positivismos hayan sido científicos ni tampoco que toda la ciencia natural haya sido o sea positivista. Si se quiere salvaguardar la inalterabilidad de la filosofía de la naturaleza — como un producto intelectual que no conforma las ciencias naturales —, es obligado privar a la ciencia de cualquier implicación filosófica. Tal como he dicho, filosofía natural y ciencia natural se vuelven entonces adyacentes, colindantes, y la concordancia o la consistencia entre los resultados de la ciencia y los principios de la filosofía de la naturaleza pasan a convertirse en el término de una búsqueda permanentemente *ad hoc*. En una concepción semejante de la filosofía de la naturaleza, la ciencia sólo puede ser considerada, es verdad, ciencia positiva; de lo contrario, hay que renunciar a una filosofía de la naturaleza perenne.

La ciencia moderna se fundó en la confluencia de dos iniciativas solidarias: la que pedía la destrucción del cosmos y la que exigía la geometrización del espacio. Koyré lo ha contado en textos diversos llenos de lucidez³⁵. La desaparición del cosmos supuso la disolución de un mundo de estructura finita, ordenado jerárquicamente, cualitativamente heterogéneo, debido a sus diferencias ontológicas. Y supuso, asimismo, la consolidación de un nuevo escenario universal, homogéneo y abstracto: el espacio de la geometría euclidiana. Sólo la invención del cosmos por los griegos le parece a Koyré una revolución a la altura de la que se produce cuando el espíritu humano decide sustituirlo por un universo abierto, indefinido y gobernado por un único sistema de leyes. La audacia de Galileo, al proclamar la geometrización de la naturaleza en el famoso pasaje de *Il saggiatore*³⁶, tuvo que desconcertar a sus contemporáneos. Ahora bien, esta era la filosofía de la naturaleza que servi-

³⁵ Véase, por ejemplo, “Galileo y Platón”, en *Estudios de historia del pensamiento científico*. Trad. de E. Pérez-Sedeño y E. Bustos, Madrid, Siglo XXI, 10ª edición, 1990, pp. 150-179. También: *Del mundo cerrado al universo infinito*. Trad. de C. Solís, México D.F., Siglo XXI, 1979.

³⁶ *Opere*, VI, p. 232.

ría de fundamento a la ciencia nueva. El *Diálogo sobre los dos sistemas máximos* reclama el derecho a una explicación matemática de la naturaleza. El problema crítico que recorre la obra es el de la posibilidad de una filosofía matemática de la naturaleza, y no el del enfrentamiento puntual de dos sistemas astronómicos:

“Es un hecho que el *Diálogo*, como creo haber demostrado en mis *Etudes galiléenes*, no es tanto un libro sobre *ciencia*, en el sentido que damos a esta palabra, cuanto un libro sobre filosofía — o, para ser completamente exacto, ... un libro sobre *filosofía de la naturaleza* — por la sencilla razón de que la solución del problema astronómico depende de la constitución de una nueva *física*, la cual, a su vez, implica la solución de la cuestión *filosófica* del papel que desempeñan las matemáticas en la constitución de la ciencia de la naturaleza.”³⁷

La revolución científica no significó la desmembración del conocimiento de la naturaleza en ciencia positiva y filosofía natural. La creación de la ciencia moderna estuvo animada por su propia filosofía de la naturaleza, que no fue la de Aristóteles, pero que tampoco fue la del positivismo. Se buscaron respuestas filosóficas a preguntas filosóficas. La teoría geométrica del cielo — la astronomía ptolemaica — convivió confortablemente con la cosmología aristotélica, porque no se apartó de sus contornos positivistas. Si la ciencia moderna se hubiera valido del mero traslado del instrumentalismo matemático desde el cielo a la tierra, si hubiese conservado el sello positivista de la vieja teoría astronómica, el enfrentamiento con la cosmología tradicional se habría visto mitigado. Pero la discusión no se produjo en torno a la certeza que acompañaba a las proposiciones de la física-geométrica frente a la que podía acreditar la física aristotélica. Recuerda, Koyré, que ningún aristotélico habría negado el derecho a medir lo que es mensurable o a contar lo numerable. Tampoco habría discutido la certeza que se obtiene en una demostración geométrica. La controversia afectaba a algo mucho más crucial, porque las dos tesis sobre la estructura de la ciencia descansaban en otras anteriores sobre la estructura del universo³⁸.

Hace falta no perder de vista que la reacción aristotélica era razonable. ¿Cómo encontrar adecuación alguna entre la variada, mudable y cualitativa riqueza del ser físico y la rigidez de los conceptos geométricos? La filosofía

³⁷ KOYRÉ, A.: “Galileo y Platón”, p. 170.

³⁸ Cfr. *o.c.*, p. 172.

geométrica de la naturaleza se basaba en una hostilidad, en una violencia ejercida contra lo real-sensible. La materia terrestre no aparece bajo configuraciones que recuerden las figuras geométricas. La materia sensible escapa y no se deja atrapar ni por la forma geométrica ni por el juego abstracto de las sutilezas matemáticas. La diversidad móvil, cambiante, cualitativamente determinada de los seres naturales desaparece en su proyección sobre el espacio geométrico. La matemática es ciega tanto al universo multiforme de la cualidad como a la dinámica real de la naturaleza, esto es, al movimiento real. Destaca, Koyré³⁹, la condescendencia con que el aristotélico contemporáneo de Galileo podía aceptar la teoría geométrica del reposo y el equilibrio alcanzada por Arquímedes. El orden geométrico, las relaciones geométricas, sirven mucho mejor como expedientes del mundo inmóvil que interesa a la estática. En la esfera del movimiento, sin embargo, la física matemática se enfrentaba a una realidad para ella inaprehensible y, en tal medida, tenía que tomarse como un pseudosaber, una pseudociencia *viciada*.

Con todo, ese fue el giro que tomó la física del siglo XVII. Después de la crítica que la dinámica aristotélica venía sufriendo por parte de la física del *impetus*, tras el análisis galileano en el que se revelan su fragilidad e incompatibilidad con el movimiento de la tierra, la filosofía geométrica de la naturaleza significó una síntesis desconocida. No una síntesis entre teoría y experiencia, entre hechos y conceptos geométricos, puesto que la intención más revolucionaria que albergaba consistía, precisamente, en redefinir el concepto de *hecho físico*; sino síntesis en la que quedaban acoplados los resultados de la astronomía copernicana, los principios de la cinemática y los cánones de validación metodológica en unos fundamentos inéditos. Galileo se jacta en los *Discorsi* de promover una ciencia que nadie antes pudo imaginar, pese a tener por objeto un problema muy antiguo: ha logrado someter el movimiento a la ley del número⁴⁰, ha conseguido arrancar al movimiento su naturaleza geométrica inadvertida.

El mundo como repertorio de cualidades primarias no fue un recurso metodológico. El *Tratado del hombre* o cualquiera de las obras de los iatromecánicos dejan ver con claridad que la metafísica preparó el terreno al método matemático y no al revés. Borelli, discípulo de Galileo, se ha convencido de que la vida *es* movimiento local⁴¹. Y Descartes no es menos ter-

³⁹ *L.c.*, p. 174.

⁴⁰ Cfr. *Opere*, VIII, p. 190.

⁴¹ Cfr. BORELLI, G.: *Discurso sobre las fiebres malignas*, citado en LAÍN ENTRALGO, P.: *Historia universal de la medicina*. Vol. IV. Barcelona, Salvat, 1978, p. 256.

minante, cuando se refiere a las estructuras anatómicas y las funciones fisiológicas:

“... deseo, digo, que sean consideradas todas estas funciones sólo como consecuencia natural de la disposición de los órganos en esta máquina; sucede lo mismo, ni más ni menos, que con los movimientos de un reloj de pared u otro autómeta, pues todo acontece en virtud de la disposición de sus contrapesos y de sus ruedas. Por ello, no debemos concebir en esta máquina alma vegetativa o sensitiva alguna, ni otro principio de movimiento y de vida.”⁴²

La Mettrie se pondrá al frente del asalto al último baluarte de la antigua filosofía natural en *El hombre máquina*: “A través de esta serie de observaciones y verdades se llega a asociar con la materia la admirable propiedad de pensar...”⁴³. La filosofía de la naturaleza de la revolución científica extendía con ello al límite su ontología reduccionista. El proceso de objetivación de la naturaleza se produjo gracias a su absoluta espacialización; pero la exactitud y la certeza del conocimiento quedaron garantizadas bajo la condición de que el observador sólo podía ser ya un observador absoluto, o lo que es igual, bajo la absoluta desaparición del observador. El espacio de Henry More, Barrow y finalmente Newton — el espacio infinito — cabía preguntarse si no era, al cabo, Dios mismo; y el espacio de la *Estética trascendental*, en cuanto condición de toda observación, no perderá su independencia respecto de los observadores empíricos.

La gran operación intelectual que encierra esta nueva filosofía de la naturaleza tuvo sus beneficios, pero tuvo, asimismo, sus costes. Creció y se desarrolló valiéndose de un decreto de anulación del tiempo, del movimiento no espacializado, de la creación abierta de organización y del sujeto vivo, encarnado, empírico. Consiguió una síntesis admirable entre ciencia y metafísica, entre capacidad predictiva y fundamento filosófico, aunque en su esfuerzo por comprender y describir la naturaleza se hizo obligada una seria simplificación. Al estado de cosas producido pueden aplicársele las palabras de Schrödinger, porque el científico del siglo XVII:

⁴² AT, XI, p. 202. Reproduzco la traducción que Guillermo Quintás hace del fragmento en la versión española del *Tratado del hombre*, Madrid, Editora Nacional, 1980, p. 117.

⁴³ *El hombre máquina*, en *Obra filosófica*. Edición a cargo de Menene Gras, Madrid, Editora Nacional, 1983, p. 249.

“... torna más sencilla su tarea de entender el Universo prescindiendo o eliminándose a sí mismo del concepto a elaborar; no tiene en cuenta su propia personalidad [...]. Inadvertidamente, el pensador retrocede al papel de un observador externo, facilitando así de modo enorme su tarea. Esto deja, sin embargo, huecos, lagunas que conducen a paradojas y antinomias cada vez que, inconsciente de su renuncia inicial, intenta hallarse a sí mismo en el cuadro o quiere volver a introducirse en él.”⁴⁴

4. Galileo

Cuando dirigimos la mirada al período en el que tiene su nacimiento la ciencia moderna, no nos es difícil percibir la apertura del pensamiento científico al análisis en el que es explorada su propia viabilidad como forma de conocimiento. No sólo se trata de que la ciencia explicitara sus fundamentos metafísicos — empeño que en Kepler o en Descartes se hace singularmente apreciable —, sino del afán por desvelar todas las claves filosóficas, toda la estrategia especulativa incorporada a la nueva filosofía natural. De Kepler a Kant se produce un hondo reordenamiento de los principios, porque el análisis filosófico ha seguido el desarrollo y la consolidación de la mecánica clásica con una capacidad de penetración que iguala la capacidad explicativa de la nueva física. La confianza en esta nueva teoría de la naturaleza es tan alta como la seguridad de que la física triunfa gracias a que ha encontrado unas bases ontológicas o epistemológicas de firmeza antes desconocida. No faltan las interpretaciones positivistas de la ciencia galileana. Geymonat, Drake o Hatfield⁴⁵ han contestado la visión tradicional que, sobre Galileo y los supuestos filosóficos por él vislumbrados, Cassirer, Burt y Koyré habían convertido en clásica⁴⁶. En resumen, viene a negarse no la existencia en Galileo de un platonismo articulado y sistemático, que probablemente nadie

⁴⁴ SCHRÖDINGER, E.: *La naturaleza y los griegos*. Trad. de Trad. de F. Portillo, Madrid, Aguilar, 1961, p. 102.

⁴⁵ Cfr. GEYMONAT, L.: *Galileo Galilei*. Trad. de J.R. Capella, Barcelona, Península, 1986; DRAKE, S.: *Galileo*. Trad. de A. Elena, Madrid, Alianza, 1983; HATFIELD, G.: “Metaphysics and the New Science”, en LINDBERG, D.C. & WESTMAN, R.S. (eds.): *Reappraisals of the Scientific Revolution*, Cambridge University Press, 1990, pp. 93-166.

⁴⁶ Cfr. CASSIRER, E.: *El problema del conocimiento. Vol. I*. Trad. de W. Roces, México D.F., F.C.E., 1953, pp. 344-384; BURTT, E.A.: *The Metaphysical Foundations of Modern Science*. Londres, Routledge & Kegan Paul, 1932, pp. 72-104; KOYRÉ, A.: *Estudios galileanos*. Trad. de M. González, Madrid, Siglo XXI, 5ª edición, 1990.

estaría dispuesto a defender, sino la presencia o la vinculación de su cinemática a referencia ontológica alguna, que suponga una toma de posición respecto al orden real que sostiene los acontecimientos naturales⁴⁷. Son muchas, y de distinto origen, las razones por las cuales la desecación positivista de la ciencia de Galileo resulta impropia, aunque, dada la valoración que estoy haciendo del positivismo como posición filosófica en torno a los fundamentos del conocimiento, Galileo no hubiera dejado de elaborar una filosofía de la naturaleza de haber elegido unos márgenes positivistas para su ciencia. La cuestión decisiva, no obstante, es que el positivismo, el fenomenismo matemático, el constructivismo geométrico o el simple instrumentalismo no fueron la filosofía de la naturaleza galileana. El descubrimiento de las leyes del movimiento requería la constitución previa del escenario natural en el que dichas leyes pudieran ser representadas. Era obligada la configuración de una idea nueva de naturaleza. No es que las leyes científicas *condujeran a un nuevo concepto de naturaleza*, sino que había que crear una nueva *filosofía de la naturaleza*, una nueva noción de naturaleza en la que *fueran posibles las leyes científicas*. Hizo falta un trabajo de gran intensidad cultural para que aquella *síntesis* de filosofía y ciencia, de ciencia asentada en fundamentos conscientemente delimitados, se produjera. Parte de este trabajo supuso la reconstrucción arquimedianana del mundo natural, del mundo sensible. Y, como efecto de ambas — de la síntesis y de la reconstrucción ideal de la experiencia — se ocasionaron costosas mermas en el mundo de la experiencia cotidiana, del sentido común y de la naturaleza dentro de la cual el hombre reconocía insertada su propia vida. En Galileo, y en la ciencia clásica, sin embargo, la verdad de la matemática es la verdad de la naturaleza, es la verdad acerca de la composición y disposición más recóndita pero más auténtica de lo real:

“La ortodoxia contra la que Galileo se rebelaba era la filosofía natural heredada del pensamiento clásico, medieval y renacentista. En términos muy generales, éste consideraba que la naturaleza era un proceso, lo que apartaba las especula-

⁴⁷ La polémica sobre la deuda filosófica de la ciencia natural galileana — es decir, sobre el carácter de la filosofía de la naturaleza de Galileo — ha sido ampliada por Crombie y Wallace, al ver ambos huellas e influencias aristotélicas de alguna importancia en sus obras. Véase: CROMBIE, A.C.: “The Jesuits and Galileo’s Ideas of Science and of Nature”, *Annali dell’Istituto e museo di storia della scienza di Firenze*, 8(1983), 3-68. También: WALLACE, W.A.: *Galileo and His Sources: The Heritage of the Collegio Romano in Galileo’s Science*. Princeton University Press, 1984, y *Galileo, the Jesuits and the Medieval Aristotle*, Vermont, Gower Publishing Co., 1991.

ciones de los problemas de estructura y mecanismo y las dirigía hacia los problemas de función y desarrollo. Su principal preocupación era el hombre, y la naturaleza en relación con el hombre; y no la naturaleza como una existencia objetiva..."⁴⁸

Sostiene Shea, en su obra sobre Galileo, que éste ansiaba vincular su filosofía natural con el nombre de Platón. Galileo no pretende haberse limitado a reproducir la cosmología platónica, desde luego. Salviati confiesa en el *Diálogo* que quiere "adornar un concepto platónico"⁴⁹ y, en los *Discorsi*, Sagredo reproduce la misma expresión: "*mi par che convenga adornar questo pensiero dell'Autore con la conformità del concetto di Platone*"⁵⁰. Es decir: en ambos lugares se sugiere que Galileo lleva a su término una concepción que sólo existía germinalmente en la cosmología platónica. Platón señalaba el camino y Galileo "ha revelado los *fundamentos* sobre los cuales Platón guardaba silencio"⁵¹. Ello no significa que las alusiones a Platón sirvan de recurso retórico, de mero adorno estilístico, porque Galileo:

"intenta demostrar — y de aquí la insistencia en los cálculos — que la auténtica ciencia platónico-pitagórica explica la verdadera estructura del universo y proporciona la historia real de su origen. Este es también el origen de una afirmación de Sagredo en los *Discursos*: el Académico ha descubierto *la verace istoria* levantando el velo poético, disipando la nebulosidad que rodea el conocimiento humano. Las matemáticas dispersan la bruma del desconocimiento y permiten a la mente humana el ascenso hasta el umbral mismo de la eternidad."⁵²

En los distintos capítulos de la monografía de Shea se regresa siempre a una idea primaria: *la revolución intelectual de Galileo* sólo se entiende en plenitud si no olvidamos que el Académico fue más que un físico. Cuando, en la última jornada del *Diálogo*, se ocupa del fenómeno de las mareas, Galileo nos muestra al desnudo los móviles más determinantes de su ciencia. El período de las mareas no es su centro principal de atención. Lo que está buscando es la instauración de un nuevo panorama general de la naturaleza.

⁴⁸ SHEA, W.R.: *La revolución intelectual de Galileo*. Trad. de C. Peralta, Barcelona, Ariel, 1983, p. 12.

⁴⁹ *Opere*, VII, p. 53.

⁵⁰ *Opere*, VIII, p. 283.

⁵¹ SHEA, W.R.: *o.c.*, p. 152. (El subrayado es mío).

⁵² *L.c.*, p. 153.

Se había convencido de que poseía el secreto que le conduciría con éxito a un conocimiento nunca igualado:

“No tiene sentido el estudio de las mareas de Galileo si olvidamos que él era algo más que un físico. Era un filósofo de la naturaleza que miraba más allá del problema de la determinación del período de las mareas — que no le importaba demasiado — hacia un gran panorama donde lo real fuera descrito por lo ideal, lo físico por lo matemático. No dudaba de que su modelo de epiciclos y deferentes y de que sus comparaciones con el péndulo y con el peso regulador de un reloj le permitían comprender y expresar la estructura unificadora de la realidad. La desventurada teoría de las mareas es el secreto familiar (el *skeleton in the cupboard*) de la revolución científica. Cuando se exhibe a la luz, sirve para recordar que la ciencia de Galileo no era tanto un juego experimental como una apuesta platónica. En este sentido merece su fama.”⁵³

La conclusión de Shea queda abiertamente formulada en la líneas que acabo de reproducir (son las que cierran el último capítulo de su obra). En el prefacio, ya había anticipado, sin ambigüedad, que iba a presentar un trabajo de investigación cuyas conclusiones eran coincidentes con las de Koyré: “...debo mucho a la sabiduría de estos dos eruditos Thomas B. Settle y Stillman Drake, pero estimo que mis propias conclusiones confirman la corrección del análisis de Koyré”⁵⁴. El desafío a que se enfrentó Galileo no quedaba encerrado en la localización de esquemas matemáticos que facilitasen la anticipación predictiva de los fenómenos. El límite del fenomenismo matemático es el que Urbano VIII pidió a Galileo que no fuese desbordado. De haberse reconocido en esta instrumentalización comprometida de la matemática, Galileo habría podido, de manera simultánea, exponer el sentido positivista de su ciencia y alejar de sí el conflicto con la cultura oficial y con la Iglesia. Es probable, aun así, que sus enemigos en el *Collegio Romano* no le hubieran permitido semejante maniobra de distracción. Lo cierto es que ni siquiera Galileo la intentó. Su filosofía de la naturaleza implicaba una réplica global a la filosofía natural aristotélica. Solicitaba la demolición del macrocosmos ligado a la tradición peripatética, rompía con el mundo natural vinculado a la vieja física y su teoría del movimiento, y hasta proponía una nueva física del microcosmos — una doctrina acerca de la materia, la luz o el calor — a la que resultaba muy difícil y muy poco consecuente dar un trata-

⁵³ *L.c.*, pp. 215-216.

⁵⁴ *L.c.*, p. 15.

miento positivista. Pietro Redondi ha procurado rastrear documentalmente la alarma producida en Roma ante el vigor, no de la ciencia galileana, sino de la filosofía en que se inspiraba, de la síntesis cultural que materializaba⁵⁵. *Il Saggiatore* fue el manifiesto donde Galileo da a conocer, con mayor espontaneidad, las líneas de fuerza de aquella síntesis en que se denuncia el *espíritu viciado del formalismo lógico* que preside la ciencia aristotélica. Se refiere a los átomos de luz y a las dificultades de una teoría corpuscular de los sólidos y los fluidos que, no obstante, le parece absolutamente necesaria⁵⁶. *Il Saggiatore* anunciaba el propósito de poner en marcha esa teoría, de iniciar ese programa.

El método matemático de la astronomía, la música, la mecánica y la óptica no levantaba recelo especial en el pensamiento aristotélico, acostumbrado a reconocer que las ciencias mixtas se ocupaban de un espectro de problemas a los que era conveniente aplicar la abstracción matemática (el estudio de ciertas relaciones entre objetos físicos)⁵⁷. Lo que se tomaba como transgresión inaceptable de principios filosóficos era la posibilidad de una filosofía matemática de la naturaleza, el intento de promover la idea de una nueva naturaleza de la naturaleza. Y este era, precisamente, el corazón del programa galileano: revisión analítica de fundamentos y conquista de una síntesis desconocida. La aplicación del método experimental contenía aspectos revolucionarios, pero no prestaba a la ciencia nueva del movimiento sus principios rectores. No lo hacía ni en lo que se refiere a los principios de la teoría física ni en lo concerniente a los principios filosóficos que la legitimaban. “Las tablas de trabajo de Galileo, que Favaro no recogió en la edición general de sus obras y que Stillman Drake ha valorado por primera vez, tablas que sólo constaban de cálculos, muestran claramente que Galileo fue un auténti-

⁵⁵ Cfr. REDONDI, P.: *Galileo herético*. Trad. de A. Beltrán, Madrid, Alianza, 1990.

⁵⁶ “Desde sus primeras obras, Galileo se había interesado por las seductoras perspectivas renovadoras del atomismo en física, que la filosofía de la naturaleza y la difusión del *De rerum natura* de Lucrecio y de los *Pneumatica* de Herón de Alejandría incitaban a tomar en cuenta. En su *Discorso sulle cose che stanno in sull'acqua* (1612), Galileo había sometido la fiabilidad de las ideas de Demócrito, sobre el calor compuesto de átomos de fuego, al test de la hidrostática. El resultado, con alguna crítica y reserva, había sido alentador: el atomismo era una hipótesis de investigación legítima y fecunda para representar las cualidades de la física aristotélica a través de las acciones cinéticas y mecánicas de corpúsculos materiales. Se trataba de transformar aquella hipótesis en un programa teórico suficientemente general como para convertirse en una máquina de guerra contra la concepción aristotélica del mundo.” (L.c., p. 26).

⁵⁷ Cfr. *Anal. post.*, I, 9, 76a 23-25; *Met.*, XIII, 3, 1078a 14-17; *Phys.*, II, 2, 194a 7-11.

co experimentador. Sin embargo, ese no fue el camino por el que descubrió sus nuevos axiomas. La construcción del edificio teórico, la elección de los axiomas y las pruebas de los teoremas y proposiciones llegaron por vía analítica⁵⁸. Tras el examen crítico y la reformulación de los fundamentos filosóficos de la cinemática, tras su puesta al servicio de la cosmología moderna, Galileo se sabe creador de todo un programa para la filosofía natural, de todo un programa filosófico-científico, por tanto, que no cabe considerar una extensión o perfeccionamiento de las ciencias mixtas aristotélicas. Por algún tiempo, tal vez, “el carácter exótico del nuevo sistema lo hacía aceptable como posibilidad y hacía que su discusión apareciera como un placer excitante, aunque sin ningún peligro. Esa ilusión se evaporó con la aparición del *Diálogo*. De repente quedó claro que se había estado jugando no con fantasías exóticas sino con un fuego capaz de reducir a cascotes y cenizas toda la imagen tradicional del mundo”⁵⁹. El programa galileano conducía al enfrentamiento entre dos mundos, porque desde él se vislumbraba un mundo diferente al mundo de la síntesis aristotélica.

De lo que se trata, pues, no es de la aptitud de la matemática para proporcionar informes observacionales de sintaxis depurada. El objeto de la controversia es el derecho de la matemática para apoderarse de los principios ontológicos de un universo diferente. Se puede discutir el problema de las fuentes de la ciencia galileana, pero ante la cuestión del alcance que en ella tiene el orden matemático de la naturaleza sólo es posible una postura: hay “que interpretar sus asertos no de un modo constructivista, sino realista. Y sus afirmaciones no afectarían a unos cálculos coherentes, sino a la realidad misma”⁶⁰. Valgan, en fin, estas otras palabras, ahora de William Wallace, como una última opinión relevante que reafirma el espíritu realista que recorre la filosofía de la naturaleza de Galileo:

“Galileo was certainly not claiming that he could know nothing about the essence of sunspots, for he argued strenuously for the view that they were imperfections in the surface of the sun that moved with the sun’s own rotation. Nor was he claiming that he knew nothing about the essence of naturally accelerated motion of the earth’s surface. If so, he could never have proposed his *nuova*

⁵⁸ FISCHER, K.: *Galileo Galilei*. Trad. de C. Gancho, Barcelona, Herder, 1986, p. 74.

⁵⁹ *L.c.*, p. 158.

⁶⁰ *L.c.*, p. 151.

scienza of local motion, which he rightfully regarded as the crowning achievement of his long scientific career.”⁶¹

La filosofía consagrada en la *scienza* galileana significó una revisión general de las raíces conceptuales sobre las que iba a quedar sostenida la nueva imagen de la naturaleza. La doctrina de los grados de abstracción sirvió a los aristotélicos para oponerse a la ciencia de Galileo y para no reconocerla como una auténtica física. Galileo pretendía, sin embargo, declarar muerta aquella doctrina. El aristotelismo negaba la viabilidad de una filosofía geométrica de la naturaleza, y Galileo hará también suya esta cuestión — como una cuestión de principio — para resolverla en el sentido opuesto. El fenomenismo matemático, que la historia positivista de la ciencia ha pretendido descubrir en los protagonistas de la revolución científica, es un rótulo interesado para una interpretación interesada. Neoaristotélicos y neopositivistas quisieron una ciencia libre de compromisos, contenidos, problemas e implicaciones ontológicas: los primeros, para hacer perdurable una filosofía de la naturaleza extraña a la ciencia moderna; los segundos, para mantener viva la idea de que la ciencia moderna siempre ha estado desprovista de un fondo ontológico: aquéllos porque desearon una filosofía de la naturaleza independiente del conocimiento científico; éstos, porque, en su reflexión en torno a los fundamentos del conocimiento, concluyeron que no existía nada que mereciera el nombre de conocimiento que no fuera el conocimiento científico. Desde las dos perspectivas se traicionan y corrompen los propósitos originales tanto de Aristóteles como de Galileo. Está claro que en todo este artificioso juego con la historia del pensamiento se reparten títulos de legitimidad y se desautorizan las realidades y las formas culturales a conveniencia. Si el período aristotélico y el período galileano de la filosofía natural destacan en la historia del pensamiento sobre cualesquiera otros, es porque Aristóteles y Galileo supieron armonizar y compenetrar los componentes científicos y filosóficos de sus imágenes de la naturaleza en síntesis de una singular capacidad integradora. La filosofía natural de ambos se concretó al hilo de un análisis de los fundamentos de la ciencia natural; al mismo tiempo que la ciencia natural de uno y otro gozaba, por ello, del amparo filosófico de una reflexión, no accidental o circunstancial, sino proveedora de los principios que permitían a esa ciencia natural ser entendida como un conoci-

⁶¹ WALLACE, W.A.: *Galileo, the Jesuits and the Medieval Aristotle*. Vermont, Gower Publishing Co., 1991, p. 631.

miento bien fundado. Koyré tiene razón, en suma, al sostener que la física de Galileo necesitaba ser diferente *en todo* de la antigua:

“... por eso para construir aquélla es preciso, en primer lugar, demoler ésta, o sea demoler las bases, los fundamentos *filosóficos* que la sostienen; y en cuanto a la nueva física, matemática, la arquimediana, Galileo sabe muy bien que para establecerla tiene que refundir y refundar todos sus conceptos, y que tiene que apoyarla, tan sólidamente como sea posible, en una *filosofía*. De ahí esa mezcla sutil de “ciencia” y de “filosofía” existente en la obra galileana, y la imposibilidad para el historiador — a menos que renuncie a comprender — de separar los dos elementos integrantes de su pensamiento.”⁶²

Pensamiento filosófico y pensamiento científico penetran y se dan apoyo recíproco en los dos panoramas de la naturaleza que Aristóteles y Galileo nos proponen. Existe, a pesar de todo, un contraste entre estas dos filosofías de la naturaleza tan heterogéneas en sus principios y tan paralelas en su confluencia con el conocimiento científico. Lo he señalado ya. La síntesis no sólo galileana sino la conseguida entre la mecánica clásica y su organización filosófica fue una síntesis con pérdidas de importancia. El mundo newtoniano de materia, fuerzas y movimiento es un mundo matemático y predecible, pero inerte, ajeno a los sentidos, redundante, en el que la objetividad de las cualidades primarias no deja lugar en la naturaleza al mundo inmediato, primario y vivido de quien la observa. Koyré tiene también que reconocerlo:

“El libro de la naturaleza está escrito en caracteres geométricos; la física nueva, la de Galileo, es una geometría del movimiento, del mismo modo que la física de su verdadero maestro, el *divus Arquímedes*, era una física del reposo. La geometría del movimiento *a priori*, la ciencia matemática de la naturaleza... ¿cómo es posible? ¿Fueron por fin refutadas por Platón las viejas objeciones aristotélicas contra la matematización de la naturaleza? No del todo. Ciertamente no hay cualidad en el reino de los números, y es por lo que Galileo — igual que Descartes — se ve obligado a renunciar a ella, a renunciar al mundo cualitativo de la percepción sensible y de la experiencia cotidiana y a sustituirlo por el mundo abstracto e incoloro de Arquímedes.”⁶³

⁶² *Estudios galileanos*, p. 200.

⁶³ *Estudios de historia del pensamiento científico*, p. 194.

5. El final del Antiguo Régimen

El análisis bergsoniano de la ciencia, al que acudía Ambacher, puede ahora valorarse con mayor equilibrio. La ciencia es para Bergson, por su esencia misma, teoría de la inmovilidad, incluso cuando estudia el movimiento. Bergson respondería a Koyré que la cinemática pudo constituirse bajo el modelo matemático de la estática, porque aprendió a mirar el movimiento como suma indefinida de reposos. La movilidad real, la variabilidad auténtica, permaneció desconocida para la ciencia. El tipo de variabilidad más simple y homogénea es el movimiento en el espacio. La ciencia ha podido representarse el movimiento espacial a través de sus paradas virtuales: lo que denomina posiciones del móvil o puntos por los que pasa. No obstante, aun cuando emplee la idea de posiciones infinitas, pierde la genuina movilidad. Ni la geometría analítica cartesiana, que permite la representación de las trayectorias por funciones, ni el cálculo infinitesimal modifican el fondo de la cuestión. Las posiciones no forman parte del movimiento y el movimiento no está realmente en ninguno de esos puntos. La ciencia proyecta por detrás del movimiento el espacio, los lugares donde encontraríamos al móvil si éste se detuviese; mas entre posición y movimiento hay una relación sólo negativa.

Bergson va más lejos que los aristotélicos paduanos cuando se detiene en la oposición entre las cosas naturales y las cosas artificiales. La ciencia, más que borrar la frontera entre lo natural y lo artificial, entre la naturaleza y la máquina, se ha edificado sobre la transgresión sistemática del principio que separaba ambos reinos, porque el concepto es el artefacto por excelencia del entendimiento. Su empleo en la exploración del mundo material es inocuo: por ello la metafísica, la filosofía natural y la ciencia de la materia han conseguido compenetrarse en armonía. Por el contrario, el concepto es un obstáculo que impide todo avance eficaz, si lo que se trata de conocer es la movilidad esencial, el tiempo no espacializado, la vida. No habrá en este ámbito confluencia posible con la ciencia, ya que no cabe una ciencia sin conceptos. La intuición será dueña de la metafísica y reinará sola en la filosofía de la *naturaleza-viva*.

El tiempo que contiene alineados todos los acontecimientos pasados, presentes y futuros es el tiempo inventado por la ciencia clásica. No hay en él cabida para la novedad o la imprevisibilidad, como dejó sentado Laplace. Ello no es un estorbo para el pensamiento científico, dado que los sistemas materiales estudiados por la física y la química existen en ese tiempo inerte;

son “sistemas para los cuales el tiempo no es más que una abstracción, una relación, un número”⁶⁴. En la ciencia de Galileo o Kepler todos los instantes son homogéneos, equivalentes. El tiempo puede ser dividido según nos plazca. Cada momento, cada instante es equivalente a todos los demás y, en virtud de ello, ni puede encerrar alguna singularidad ni puede dominar a los demás. La necesidad natural adquiere la forma de ley científica, porque puede contar en el universo material con un tiempo reducido a variable independiente. El objeto de la astronomía kepleriana consistió en hacer posible el cálculo de la posición de un planeta en cualquier instante determinado: conocida su posición en un momento dado, las leyes del movimiento planetario permitían calcular sus posiciones en cualquier otro momento.

“La même question se posa, désormais, pour tout système matériel. Chaque point matériel devint une planète rudimentaire, et la question par excellence, le problème idéal dont la solution devait livrer la clef de tous les autres, fut de déterminer les positions relatives de ces éléments en un moment quelconque, une fois qu’on en connaissait les positions à un moment donné.”⁶⁵

La homogeneidad del espacio fue proyectada sobre el tiempo, en suma, como condición exigida por una dinámica que quería ser geométrica. La mecánica clásica se sirvió de una reducción que obligó a que quedaran fuera de ella regiones y procesos, aspectos y dimensiones del mundo cuya presencia y realidad son datos que el sujeto, el observador de la naturaleza, no puede eliminar, porque forman parte de ese otro mundo en que vive. La ciencia clásica pervierte su propia estructura y sentido cuando pretende hacerse cargo de estas dimensiones y regiones de la realidad o cuando las declara inexistentes. Bergson puede compartir, en tal medida, algunas de las objeciones y protestas que Simplicio repite en los diálogos galileanos. ¿No estaban acaso justificadas las objeciones que la física aristotélica — tan a la medida de la cualidad y la formas del mundo vivo — dirigía a una filosofía de la naturaleza en la que desaparecían toda variedad cualitativa, toda la diversidad y riqueza de los seres naturales? Es, aun así, una coincidencia limitada y sin consecuencias, puesto que la filosofía natural de Aristóteles es deudora de su lógica categorial y está construida como un sistema de conceptos. No hay novedad en una naturaleza gobernada por causas finales. El finalismo es un meca-

⁶⁴ *La pensée et le mouvant.*, en *Œuvres*, p. 1262.

⁶⁵ *L'Évolution créatrice*, en *Œuvres*, p. 778.

nicismo invertido, se nos dice en *La evolución creadora*; y el tiempo, por mucho que no *fluya en sí y por su propia naturaleza*, es decir, pese a su dependencia respecto al movimiento de la sustancia en la dinámica aristotélica, no puede ser generador de novedad. Simplicio se opone a Salviati, para quedar finalmente desconcertado ante los argumentos de la geometría del movimiento que es incapaz de rebatir. Percibe, sin acertar a responder con una réplica a la altura de los razonamientos que escucha, que la nueva teoría del movimiento suprime de la naturaleza cuanto en ella está más vivo. En Bergson, se ha pasado de la percepción difusa a la explicación de lo ocurrido. La nueva filosofía de la naturaleza triunfa sobre la filosofía natural aristotélica allí donde puede emplear de manera consistente sus principios; por tanto, en lo que concierne al modo de ser de lo material. Simplicio advierte, plegado como está a las intuiciones del conocimiento ordinario, que aquel triunfo ha exigido vaciar a la naturaleza, sin embargo, de lo que tiene de más vital. Y su advertencia está justificada.

Lo que separa, entonces, a Bergson de Ambacher es el reconocimiento de la licitud restringida pero inequívoca de la ciencia natural y sus fundamentos filosóficos. La matemática sólo ejerce violencia sobre la naturaleza — repetirá Bergson — cuando intenta imponer al movimiento, al impulso vital, las leyes de la materia. En ese caso, actúa a través de la abstracción; se queda con las determinaciones espaciales que encuentra en los cuerpos vivos y pretende — como hicieron los iatromatemáticos — explicar la vida por medio de la organización en el espacio. De forma muy diferente, los conceptos físicos rinden su función espontáneamente adecuada cuando llevan las leyes de la física a un orden matemático⁶⁶. Bergson reconoce — en oposición a la filosofía de la naturaleza de Aristóteles — la idoneidad de una física matemática, derivada de la escisión insalvable entre el mundo inerte y el mundo vivo. Se aleja también de la filosofía natural aristotélica, al no poder preservar la unidad integral del conocimiento, el enlace completo entre reflexión filosófica sobre fundamentos y descripción o explicación científica. Las dos caras de la naturaleza le exigen dos formas de conocimiento. Ambacher, a su vez, apoya la obligatoria homogeneidad, la exigible uniformidad de la filosofía de la naturaleza, pero se aparta no menos de Aristóteles que de Bergson para obtenerla. La filosofía natural de Bergson es incompleta, porque es incompleto su alejamiento de la ciencia; la filosofía natural de Aristóteles está invertida por su radical apertura a la exterioridad, a la autonomía de las sus-

⁶⁶ Cfr. *La pensée et le mouvant*, en *Oeuvres*, p. 1280.

tancias naturales, que subsisten con garantías entitativas independientes de su presencia en la conciencia.

Hemos visto a Bergson y Ambacher valorar de distinto modo estas pérdidas consustanciales a la ciencia moderna y la filosofía natural sobre la que se desarrolló. Bergson hace competente a la filosofía matemática de la naturaleza en el círculo restringido del mundo material y enfatiza lo impropio de una geometría de la vida. Ambacher va más lejos, y defiende la incompetencia absoluta, en todo ámbito, de aquella filosofía de la naturaleza que se deje contaminar por el espíritu geométrico. Al hacerlo, pide que la filosofía natural se funde en un alejamiento de la ciencia natural. No se trataría sólo de reconocer la distinción entre un orden filosófico y un orden científico de reflexión — Aristóteles y Galileo sabían también diferenciarlos —, sino de convertir a la filosofía de la naturaleza en una forma de pensamiento que debe apartarse, distanciarse, enajenarse de la ciencia. Si la filosofía natural es una reflexión sobre fundamentos, y en ella acaba prevaleciendo la convicción de que la ciencia natural nos hace oculto lo que merece ser entendido como *naturaleza*, la filosofía natural hallará su propia consistencia especulativa al margen, lejos de la ciencia. El análisis filosófico decide el destino de la filosofía de la naturaleza. Por esa razón la filosofía de la naturaleza es una disciplina filosófica.

Sin embargo, ha sido en los dos períodos históricos en los que la filosofía natural ha completado una visión unitaria con la ciencia natural — el aristotélico y el correspondiente a la ciencia clásica — cuando ha estado dotada de mayor vigor conceptual y mayor significado cultural. He aludido antes a la diferente capacidad integradora de la síntesis aristotélica y de la síntesis alcanzada por la filosofía geométrica de la naturaleza. El genio de Aristóteles se manifestó no sólo en la consecución de una visión integradora de la naturaleza, sino en el hecho de que la naturaleza humana, la naturaleza de lo humano, quedaban igualmente dentro de aquella visión. La imagen de la naturaleza obtenida por la filosofía geométrica se logró con la condición de eliminar del mundo natural, de congelar en él toda huella de vitalidad. El problema de la vida en general y de la vida humana en particular tuvo que ser — se supuso que provisionalmente — desatendido. Pero cuando Descartes y los discípulos iatromecánicos de Galileo intentan llevar a la teoría geométrica de la naturaleza el mundo complejo de las funciones y los procesos biológicos o cuando por medio de la teoría de la preformación se quiere salvar la explicación de los fenómenos morfogenéticos, está claro ya que para construir el nuevo concepto de naturaleza ha habido que suprimir en él los datos inme-

diatos en que se expresa lo vital. No puede sorprender que la filosofía de la naturaleza romántica se haya revelado contra una pérdida tan costosa y haya destacado los elementos vitales y orgánicos que anidan en lo natural. Kant ya había recogido esta herencia complicada en la *Crítica del juicio*. Es la herencia de la mecánica y su incapacidad para administrar la complejidad, la organización, la espontaneidad, la creación de orden, la irreversibilidad. Bergson, que no imagina otra ciencia distinta de la ciencia clásica, edificó su filosofía alrededor de estas pérdidas, y las filosofías de la naturaleza enajenadas de la ciencia natural las han tomado como irremediables.

Pero la ciencia aristotélica o la mecánica clásica no agotan las formas de constitución del conocimiento científico. Las reacciones de las diferentes escuelas de filosofía natural, que con posterioridad a la revolución científica desvelaron las constricciones conceptuales de la filosofía y la ciencia de los siglos XVII y XVIII, permiten apreciar que la filosofía de la naturaleza no toma los resultados o los principios de la ciencia con el acatamiento que merece la *cosa juzgada*⁶⁷. Existían motivos para declarar parcial e incompleta la síntesis obtenida sobre la base de la filosofía geométrica de la naturaleza. Mirado aquel período desde el actual estado de la cuestión, parecen comprensibles las dos posturas: la que se complacía en los triunfos deslumbrantes de la mecánica racional, y la que consideraba inaceptable el precio al que se habían obtenido. Quienes participaban de la primera, podían reconocer que la mecánica biológica era todavía, más que una realidad, una esperanza; pero confiaban en su progresiva consolidación, así como en la ampliación indefinida de la geometría de la naturaleza. Quienes se identificaban con la segunda, percibían en la mecánica una incapacidad de principio e insalvable para reducir a sus leyes todo cuanto en la naturaleza llevara el sello de la complejidad, la organización, la espontaneidad, la historia, la irreversibilidad, la indeterminación. Las dos posiciones estaban en verdad justificadas. Y es Bergson quien quiso salvar su coexistencia. Una coexistencia que exigía levantar fronteras rotundas e inamovibles entre el conoci-

⁶⁷ Es ésta la clase de actitud que suele acompañar a la filosofía de la naturaleza concebida por el positivismo. El positivista subraya, consciente o inconscientemente, la independencia del conocimiento científico respecto del análisis filosófico, así como el carácter externo que siempre posee tal análisis, si llega a tener lugar. Sin embargo, como ha recordado Törnebohm: "Es gibt Philosophien *innerhalb* der Wissenschaft und nicht nur Philosophien *der* Wissenschaft." (TÖRNEBOHM, H.: "Die Rolle der Naturphilosophie in der physikalischen Forschung", en KANITSCHIEDER, B.(ed.): *Moderne Naturphilosophie*, Würzburg, Königshausen-Neumann, 1984, p. 20).

miento de la materia y de la vida, dado que entre ambas había barreras ontológicas infranqueables.

No obstante, en el pensamiento de Bergson y en la reacción de la filosofía natural que no quiso rendirse al programa de la ciencia clásica se producen también pérdidas muy severas. Entre ellas, la más importante es la de la aspiración a un conocimiento integrador, a la manera del que había procurado fundar la filosofía natural galileana o aristotélica. El análisis de principios basta para la constitución de formas de pensamiento que pueden acreditar el derecho a ser reconocidas como filosofías de la naturaleza. Pese a ello, el encuentro con la ciencia natural, la consecución de un pensamiento no escindido sobre una naturaleza no escindida, marca la constitución de una filosofía de la naturaleza lúcida, aun cuando en la síntesis se contabilicen pérdidas. Del encuentro con la ciencia depende, pues, no la existencia sino la fertilidad de la filosofía natural. Las filosofías de la naturaleza enajenadas de la ciencia natural — aquellas erigidas sobre el exclusivo principio de la oposición y el distanciamiento de las ciencias de la naturaleza — bordean el peligro de convertirse en filosofías de la naturaleza simplemente enajenadas. La segmentación del mundo natural y de su conocimiento, certificada por Bergson, es consecuencia del legado de la mecánica clásica. Ambacher y Bergson, sin embargo, confían menos de lo que pudiera parecer en los argumentos con los que la filosofía de la naturaleza acude a dialogar con la ciencia. Reconocen la idoneidad de la ciencia en determinada región de objetos (los fenómenos, la materia...) e imaginan que, como en ese terreno la ciencia es soberana, la filosofía natural tiene que alejarse de él. Hay que buscar a la filosofía natural, entonces, un campo de actuación, retirado, donde la ciencia no sea competente. Convencidos de que la ciencia reina con indiscutible capacidad y autonomía dentro de cierto círculo de objetos, solicitan un reordenamiento de la filosofía natural, una metamorfosis de la filosofía natural que garantice su ruptura con la matemática de la naturaleza. No advierten que la pretendida autonomía de la ciencia es sólo aparente, y que el análisis filosófico en el que se exhiben las insuficiencias de la mecánica clásica concluye, en realidad, en una apelación al conocimiento científico, para que reexamine sus principios. Es la filosofía natural la que, en su encuentro con el conocimiento científico, ilustra la necesidad de una *metamorfosis de la ciencia*.

No es difícil comprender por qué la filosofía natural que busca una nueva síntesis, una *nueva alianza* con una ciencia también nueva, ha vuelto su atención al problema del tiempo. El realismo espacial, la mecánica, la geometría de la naturaleza han estado viciadas por la ignorancia del tiempo, por el olvi-

do del tiempo. La forma geométrica es, ya desde Kepler, el patrón que mide el orden natural. La ciencia clásica, por medio de la geometrización del espacio físico, ha aprendido a *convertir la organización natural en orden espacial*. En las tres leyes keplerianas la organización del sistema solar deja ver su estructura geométrica intemporal, porque la teoría geométrica del movimiento está forzada a creer en la ineficacia del tiempo. El tiempo absoluto de Newton es un tiempo absolutamente ineficaz, y hablar de la espacialización del tiempo es, en definitiva, hablar de secuestro del tiempo real. El mundo de los observadores humanos había quedado fuera de aquel espectáculo de geometría universal. Los fundadores de la mecánica lo saben. Sin embargo, el mundo biológico en su totalidad pronto *deja ver que está regido por la dinámica creadora del tiempo* y que es irreductible a los principios de la organización espacial. Los epigenetistas del siglo XVIII, los fisiólogos y biólogos transformistas del siglo XIX ponen de manifiesto que la vida es organización en y por el tiempo, organización ajena al orden espacial y que el orden espacial no puede explicar. Si nos detuviésemos aquí, podríamos aceptar los términos del análisis realizado por Bergson. Pero, paso a paso, en la geología uniformista, en la termodinámica o en la cosmología se impone la necesidad de reconocer, no ya un papel para el tiempo, sino el papel fundamental del tiempo. La recuperación del tiempo real para la nueva ciencia, la nueva alianza y la nueva síntesis no es una tarea científica sino filosófica. El problema del tiempo es un problema de principios. La ciencia se ha encontrado con la realidad del tiempo, y desde ella tiene ahora que reedificar sus compromisos fundamentales y *reinterpretar incluso la organización espacial*. Cada estructura geométrica — las trayectorias planetarias keplerianas, por ejemplo — posee su historia, de tal modo que es preciso invertir la espacialización del tiempo para reconocer una temporalización del espacio. El tiempo no se desliza por los sistemas materiales — de acuerdo con la imagen bergsoniana — ni los sistemas materiales se deslizan por un tiempo como el newtoniano. La organización de la materia, sus leyes, son hijas del tiempo. La encrucijada donde se produce el encuentro entre la nueva filosofía natural y la nueva ciencia es la encrucijada donde la pregunta elemental que pide respuesta es la siguiente: ¿puede el tiempo real, irreversible, organizador, ser aprehendido desde el concepto?, ¿es compatible la espontaneidad creadora del tiempo con la existencia de leyes científicas? La mecánica clásica pensó que la legalidad natural requería la congelación del tiempo. Bergson estimó que la intuición del tiempo implicaba la *paralización de los conceptos* y expresaba la *ilegalidad* esencial de la vida. En caso de tener éxito, la metamorfosis de la ciencia

tiene que romper estas antinomias y hacer inteligible la génesis en el tiempo de la estructura del mundo físico, de las leyes de los sistemas materiales, de la organización a partir del desorden y de la estabilidad a partir de la inestabilidad:

“... el hombre forma parte de esta corriente de irreversibilidad que es uno de los elementos esenciales, constitutivos del universo.

Por tanto, aunque la polémica entre Bergson y Einstein está hoy superada, el debate prosigue no obstante en otros planos. Vuelve la cuestión: ¿el tiempo es, tal como pensaba Bergson, esencial y, en cuanto tal, nunca científico? ¿O bien es accesorio, como pensaba Einstein?

Yo estoy convencido de que el tiempo ha de tener su lugar en la estructura de la ciencia moderna, y este lugar, a mi parecer, es fundamental, es el primero. Hay que pensar, pues, el universo como una evolución irreversible; la reversibilidad y la simplicidad clásicas resultan casos particulares.”⁶⁸

Prigogine se refiere a esta encrucijada de la ciencia enfrentando lo que llama el universo mecánico y el universo termodinámico. En efecto, se trata de averiguar si las leyes reversibles de la mecánica, de la mecánica cuántica y de la relatividad son primeras, o si la dirección del tiempo prescribe un nuevo marco general de la naturaleza y de la legalidad natural. En él cabría esperar que las estructuras espaciales quedaran supeditadas al tiempo, es decir, que el orden espacial dejara el lugar de privilegio que tuvo en la ciencia clásica a un orden temporal. Las actividades de los organismos, sus funciones, se nos presentan, por lo demás, como estados termodinámicamente estables, donde la estructura se mantiene y perdura gracias a un flujo permanente de materia y energía, esto es, gracias a la actividad fisiológica. La vida es por excelencia el reino de la autonomía del tiempo⁶⁹. También el universo de los sistemas no-vivientes está regido por un tiempo autónomo, pero allí los períodos de evolución son mucho más prolongados. El universo viviente nos permite ver el nacimiento de estructuras, la creación de formas, en períodos geológicos. Por otra parte, la recuperación del tiempo ignorado o congelado por la ciencia clásica significa la recuperación de los vínculos entre el hombre y la naturaleza; los que cortó la filosofía geométrica de la naturaleza y que Monod da por perdidos para siempre en *El azar y la necesidad*:

⁶⁸ PRIGOGINE, I.: *El nacimiento del tiempo*. Trad. de J.M. Pons, Barcelona, Tusquets, 1991, p. 25.

⁶⁹ Cfr. *o.c.*, p. 35.

“Es muy cierto que la ciencia atenta contra los valores. No directamente, ya que no es juez y *debe* ignorarlos; pero ella arruina todas las ontogénias míticas o filosóficas sobre las que la tradición animista, de los aborígenes australianos a los dialécticos materialistas, hace reposar los valores, la moral, los deberes, los derechos, las prohibiciones.

Si acepta este mensaje en su entera significación, le es muy necesario al Hombre despertar de su sueño milenario para descubrir su soledad total, su radical foraneidad. El sabe que como un Zíngaro, está al margen del universo donde debe vivir. Universo sordo a su música, indiferente a sus esperanzas, a sus sufrimientos y a sus crímenes.”⁷⁰

Las protestas y la reacción de los últimos aristotélicos de Pisa, Padua, Florencia y Roma en contra de la ciencia natural galileana partieron del presentimiento de que Galileo convocaba a la filosofía de la naturaleza resumida en las palabras de Monod. Una filosofía natural en la que lo humano iba a desaparecer para siempre en la contingencia, porque la ciega necesidad democrítica y el azar descartaban toda conexión, vínculo o alianza entre la naturaleza y el hombre. El ideal reduccionista que opera en la filosofía natural de Monod hace que la filosofía aristotélica de la naturaleza y las filosofías de la naturaleza críticas con el mecanicismo sean identificadas con el animismo y el antropomorfismo. Lo que llama el *postulado de la objetividad de la naturaleza* implica la prohibición de que el conocimiento científico vuelva a aliarse con la idea de un *universo animado*. Me parece, sin embargo, que la *posición filosófica* de Monod merece ser contestada desde tres perspectivas. Reunir y recluir en el animismo las filosofías no mecanicistas es una imprecisión, que puede disculparse sólo por obedecer a una estrategia argumental. Ignorar que el sujeto, el observador, se ha incorporado a la naturaleza en un sentido epistemológicamente primordial a través de la mecánica cuántica, es ignorar que la física que presta sus principios fundamentales a la biología molecular ha convertido en problema, más que la radical exterioridad del hombre a la naturaleza, la radical inserción del hombre en la naturaleza. Y, por fin, asociar el postulado de la objetividad de la naturaleza con cierta filosofía natural, es tanto como dar por resuelta la cuestión que se ha de discutir: si la organización biológica, la complejidad orgánica, en su objetividad indiscutible, hacen necesaria una nueva filosofía de la naturaleza.

La metamorfosis de la ciencia que Prigogine anuncia esta basada en el

70 MONOD, J.: *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la ciencia moderna*. Trad. de F. Ferrer, Barcelona, Barral, 1970, p. 186.

hallazgo de que el desarrollo conceptual de la ciencia misma conmina a eliminar los principios de simplificación que hicieron posible la física clásica, y entre ellos el de la identificación de “la objetividad” con las imágenes mecánicas:

“... la ciencia de hoy no es la ‘ciencia clásica’. Los conceptos fundamentales en que se basa la ‘imagen clásica’ del mundo se han visto limitados hoy día por un progreso teórico que no hemos dudado en calificar de metamorfosis. La ambición de reducir el conjunto de procesos naturales a un pequeño número de leyes ha sido totalmente abandonada. Actualmente, las ciencias de la naturaleza describen un universo fragmentado, rico en diferencias cualitativas y en potenciales sorpresas. Hemos descubierto que el diálogo racional con la naturaleza no significa ya una decepcionante observación de un mundo lunar, sino la exploración, siempre electiva y local, de una naturaleza compleja y múltiple.”⁷¹

La formulación del segundo principio de la termodinámica es, para Prigogine, el inicio de un giro decisivo en la evolución de la ciencia. La física empieza a mirar a un mundo con historia, en el que el tiempo no se desliza sobre los sistemas materiales sino que fija el sentido de procesos irreversibles y que escapan al modelo legal de los principios de conservación. La ley de Fourier — que describe el proceso de difusión del calor partiendo de la diferencia de temperatura entre dos puntos de un sistema — ilustra muy bien cómo la causa de un proceso físico se destruye en ese proceso y se vuelve irrecuperable, inconservable en sus efectos. La física de la reversibilidad es aquella en la que hay equivalencia entre lo que se pierde y lo que se crea; en la que un móvil que desciende por un plano inclinado crea la posibilidad de volver a su altura original — si no existieran rozamientos — a través de su aceleración; en la que la cantidad de movimiento o la *vis viva* se conservan. La teoría del calor introdujo en la ciencia, sin embargo, el sentido del “antes” y del “después”. Lo hizo de manera progresiva en el afianzamiento teórico de la termodinámica. Boltzmann dio un primer paso indeciso, porque no pudo desvincular su interpretación probabilitaria de la entropía de los antiguos conceptos dinámicos⁷². La evolución de un sistema complejo, integrado por

⁷¹ PRIGOGINE, I Y STENGERS, I: *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Trad. de M.C. Martín, Madrid, Alianza, 2ª edición, 1990, pp. 34-35.

⁷² Prigogine lo ha narrado así: “una de las objeciones decisivas a la tentativa de Boltzmann fue la de Loschmidt relativa a la inversión de velocidades. Imaginemos que en un momento dado todas las velocidades que animan a los elementos de un sistema se invierten

millones de moléculas en movimiento, sólo puede establecerse de un modo probable — Boltzmann se refiere a una probabilidad que deriva de nuestra falta de información. Ahora bien, una irreversibilidad basada en estimaciones probabilísticas que responden a los límites de nuestra información es una irreversibilidad aparente: “quien pudiera seguir el movimiento de cada molécula describiría un sistema reversible; si describimos un sistema que evoluciona irreversiblemente hacia el equilibrio es porque sólo tenemos en cuenta el número promedio de moléculas”⁷³. Boltzmann pretendió insertar un tiempo irreversible en el núcleo de las leyes fundamentales de la física, pero concluyó que la irreversibilidad del tiempo constituía una circunstancia que sólo sabíamos que acompañaba a la región del universo en que vivimos. Era una fluctuación tal vez local, era un estado *de hecho*. Prigogine acude a un texto de Boltzmann, citado por Popper en *Unended Quest*, para resumir la postura del físico vienés:

“We have the choice of two kinds of picture. Either we assume that the whole universe is at the present moment in a very improbable state. Or else we assume that the aeons during which this improbable state lasts, and the distance from here to Sirius are *minute* if compared with the age and size of the whole universe. In such an universe, which is in thermal equilibrium as a whole and therefore dead, relatively small regions of the size of our galaxy will be found here and there; regions (which we may call ‘worlds’) which deviate significantly from thermal equilibrium for relatively short stretches of those ‘aeons’ of time. Among these worlds the probabilities of their state i. e. the entropy will increase as often as they decrease. In the universe as a whole the two directions of time are indistinguishable, just as in space there is no up or down... It seems to me that this way of looking at things is the only one which allows us to understand the validity of the second law, and the heat death of each individual world, without invo-

instantáneamente. En este caso, ... La evolución del sistema dinámico lleva a éste hacia su estado inicial. Las colisiones recrearían entonces lo que las colisiones habían destruido, y restaurarían las diferencias que habían sido niveladas. Así, la evolución generada por las colisiones sólo es irreversible en apariencia. A partir de un estado inicial diferente, las colisiones deben poder recrear lo que destruían las colisiones puestas en escena por Boltzmann.

Boltzmann había querido comprender en términos dinámicos la irreversibilidad termodinámica, pero el principio fundador de la dinámica [la idea de conservación] condenó su tentativa al fracaso y le obligó a concluir que en último análisis no se puede atribuir ningún privilegio a las evoluciones que hacen crecer la entropía.” (*Entre el tiempo y la eternidad*. Trad. de J. García, Madrid. Alianza, 1990, p. 30).

⁷³ *I.c.*, p. 32.

king a unidirectional change of the entire universe from a definite initial state to a final state.”⁷⁴

Resulta, así, que existiría un reparto estadísticamente homogéneo entre regiones del universo con entropía creciente y regiones con entropía decreciente. El tiempo bergsoniano vendría a plegarse a las determinaciones espaciales, una vez más, pues está inscrito en *zonas* del espacio universal, está leído por referencia al espacio. El orden geométrico de la mecánica se imponía al orden auténticamente temporal, histórico y evolutivo que empezaba a vislumbrarse en la termodinámica. A pesar de todo, el segundo principio contenía las claves de la reorganización conceptual de la física del siglo XX. Cabía elegir la primera de las dos representaciones que Boltzmann sugiere a Zermelo. Cabía pensar en un universo histórico y evolutivo donde “el futuro no está determinado de ninguna manera, o por lo menos no lo está más que la vida del hombre o la vida de la sociedad... El mensaje que lanza el segundo principio de la termodinámica es que nunca podemos predecir el futuro de un sistema complejo. El futuro está abierto, y esta apertura se aplica tanto a los sistemas físicos pequeños como al sistema global, el universo en que nos encontramos”⁷⁵. La irreversibilidad y la imprevisibilidad de las que Prigogine nos habla son aquellas de las que también habló Bergson. La diferencia entre ambos estriba en que Prigogine anuncia que el tiempo bergsoniano ha aparecido en el interior de la ciencia del siglo XX. La inestabilidad y complejidad de las partículas elementales, el hallazgo de que — lejos del equilibrio termodinámico — los procesos irreversibles son fuente de coherencia y autoorganización, la direccionalidad de la actividad biológica, y el carácter histórico de la evolución orgánica y cósmica, lejos de transgredir el postulado de objetividad de la naturaleza, convierten en imperativo *científico* la necesidad de abandonar como modelo de objetividad el “objeto” de la mecánica. No se trata de una vuelta al animismo o el antropomorfismo sino de un desenmascaramiento del mecanomorfismo. La metamorfosis de la ciencia habrá de suponer la eliminación de las simplificaciones y renunciadas de la mecánica clásica, el reconocimiento por parte de la ciencia de que venía utilizando un concepto de ley que debe ser revisado: “concepto de ley que surge en la época de

⁷⁴ El fragmento es parte de la segunda respuesta de Boltzmann a Zermelo, y está citado por Popper en *Unended Quest*, Glasgow, Collins, 1976, p. 160.

⁷⁵ PRIGOGINE, I.: *El nacimiento del tiempo*, pp. 27-28.

Descartes y Newton, época de monarquías absolutas”⁷⁶. Las filosofías de la naturaleza que criticaron la reducción geométrica del mundo natural tenían razón. Bergson estaba en lo cierto. Ambacher recelaba con motivo. Aún así, ninguno sabe que su reflexión es tan clarividente que tendrá que ser compartida por la ciencia natural. No es en oposición a la ciencia como el pensamiento sobre la naturaleza del siglo XX — ya casi el XXI — nos va a permitir comprender la irreversibilidad, la evolución, la creatividad, la indeterminación, la historicidad o la autoorganización. Tampoco en la escisión cultural entre un mundo a la medida de lo humano y un mundo científico deshumanizado. La encrucijada viene definida por el encuentro entre el tiempo y la ciencia, por el encuentro entre las dos culturas, por la nueva alianza entre el análisis filosófico y la búsqueda de una síntesis de la que la ciencia no puede estar ausente. Se trata de

“... superar las simplificaciones de la física dinámica, abordando ámbitos que ésta sólo podía describir mutilándolos. Por lo tanto, no es contra la ciencia contra la que pueda realizarse la inteligibilidad de los procesos coherentes de la naturaleza en devenir, sino de la ciencia liberada por su propio desarrollo de los presupuestos que posibilitaron sus primeros pasos y que, desde entonces, constituyen un obstáculo.

Se concibe el reto tanto intelectual como emotivo de esta afirmación: podemos desde ahora esperar la matematización de las condiciones de innovación, modelizar de algún modo los factores que hacen posible la creatividad.”⁷⁷

En esta transformación de la ciencia, la física pierde el rango de modelo para abrirse, sin ningún empeño reductivo, a los problemas que le plantean el resto de las ciencias. La ciencia clásica vino a cerrar el período de las historias naturales a través del concepto de correlación invariante asociado a las leyes mecánicas. La ciencia que se enfrenta a una naturaleza en evolución y con historia tiene que abrirse al significado que en la naturaleza poseen “la irreversibilidad, el suceso y la posibilidad de que algunos sucesos, en ciertas circunstancias, adquieran una significación y sean punto de partida de nuevas coherencias”⁷⁸. Será una ciencia donde las correlaciones invariantes puedan nacer de un tiempo irreversible en el que cabe el suceso como manifestación

⁷⁶ PRIGOGINE, I.: *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. Trad. de F. Martín, Barcelona, Tusquets, 1983, p. 23.

⁷⁷ *L.c.*, p. 83.

⁷⁸ PRIGOGINE, I.: *Entre el tiempo y la eternidad*, p. 54.

de lo que no está determinado. En el orden espacial de la mecánica el suceso nuevo e imprevisible no puede darse. Los puntos del espacio absoluto de Newton son idénticos, como argumentaba Leibniz en su correspondencia con Clarke, y por ello el tiempo espacializado es un tiempo de momentos idénticos e indiscernibles. La apertura, por parte de una ciencia renovada, al orden temporal, a un orden genético, implica que la estabilidad puede ser fruto del suceso imprevisible y, con ello, que la ley puede ser hija del tiempo.

El ideal del conocimiento científico no debe seguir identificándose con el esquema objetivador de la mecánica ni con la filosofía natural de que partió.” La objetividad científica no tiene sentido si acaba por hacer ilusorias las relaciones que mantenemos con el mundo, o por condenar como ‘meramente subjetivos, ‘meramente empíricos o ‘meramente instrumentales los saberes que nos permiten hacer inteligibles los fenómenos que interrogamos”⁷⁹. El ideal del conocimiento científico, de otro lado, no puede ser concebido al margen de la dimensión social e histórica de la ciencia. Sin embargo, los factores que relativizan el conocimiento científico tampoco pueden evitar que el acceso a la realidad y la búsqueda de la verdad formen parte de aquel ideal:

“la herencia específicamente occidental hace que las ciencias no se hayan desarrollado solamente como un juego intelectual o como una fuente de prácticas útiles, sino como una búsqueda apasionada de la verdad. Cualesquiera que sean las precauciones epistemológicas con que se rodee este término, cualesquiera que sean los demás factores que llevan a relativizar su alcance (búsqueda de poder, de prestigio, de potencia económica, etc.), persiste este hecho histórico: la ciencia nacida en Occidente no hubiera sido lo que es si no hubiera llevado asociada la convicción de que abre un camino a la inteligibilidad del mundo. Por encima de su oposición, Bohr y Einstein pertenecían a la misma cultura ... Aceptar esta tradición, la carga de significación que confiere a la ciencia, las relaciones estrechas y a la vez difíciles que a causa de esto mantiene con la filosofía, no significa afirmar que esta tradición es superior a otras, sino reconocerla como una herencia que nos sitúa.”⁸⁰

El ideal de conocimiento al que Prigogine alude está lleno de ecos a la vez aristotélicos y galileanos. Pero es su postura respecto a las relaciones que han de establecer la filosofía y las ciencias de la naturaleza lo que quiero destacar por encima de todo. Con independencia de la clase de ciencia y de filo-

⁷⁹ *L.c.*, p. 45.

⁸⁰ *L.c.*, p. 43.

sofía natural por las que abogue, Prigogine vuelve a ser aristotélico y galileano a la hora de definir los vínculos que cabe esperar entre la investigación empírica, la creación teórica y la reflexión filosófica. No es seguro que su propuesta, encaminada a implantar la preponderancia teórica de la termodinámica sobre la mecánica relativista y la mecánica cuántica, vaya a tener éxito. No es seguro que ni siquiera sea aceptada como principio heurístico por la ciencia. Aun así, sirve para entender que la escisión bergsoniana del conocimiento puede ser resuelta mediante un ensayo de sentido inverso al que Ambacher proponía.

Bibliografía

- ALBARRACÍN, A.: *La teoría celular*, Madrid, Alianza, 1983.
- AMBACHER, M.: *Méthode de la philosophie de la nature*, París, P. U. F., 1961
- ARISTÓTELES: *The Complete Works of Aristotle*. The Revised Oxford Translation Edited by Jonathan Barnes, Princeton University Press, 1984.
- BERGSON, H.: *OEuvres*, París, P. U. F., 1970.
- BERNARD, C.: *Introduction à l'Étude de la Médecine expérimentale*, París, Pierre Beltond, 1966.
- BLANCHÉ, R.: *El método experimental y la filosofía de la física*. Trad. de A. Ezcurdia, México D. F., F. C. E., 1972.
- BUCHDAHL, G.: *Metaphysics and the Philosophy of Science*, Oxford, Basil Blackwell, 1969.
- BURTT, E. A.: *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 7ª reimpresión de la 2ª edición, 1980.
- CARNAP, R.: *Der logische Aufbau der Welt*, Berlín, Weltkreis, 1928.
- CASSIRER, E.: *El problema del conocimiento*. Trad. de W. Roces, México D. F., F. C. E., 1956.
- COMTE, A.: *Discurso sobre el espíritu positivo*. Trad. de J. Marías, Madrid, Alianza, 1980.
- CROMBIE, A. C.: *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science. 1100-1700*, Oxford University Press, 1953.
- CROMBIE, A. C.: "The Jesuits and Galileos Ideas of Science and of Nature", *Annali dell' Instituto e museo di storia della scienza di Firenze*, 8(1983), 3-68.
- DESCARTES: *Oeuvres de Descartes*. Publiées par Charles Adan & Paul

- Tannery, París, Librairie Philosophique J. Vrin, 1964-1974.
- DRAKE, S.: *Galileo*. Trad. de A. Elena, Madrid, Alianza, 1983.
- EINSTEIN, A.: *Autobiographical Notes*, en SCHILPP, P. A. (ed.): *Albert Einstein Philosopher-Scientist*, Evanston (Ill.), 1949.
- FISCHER, K.: *Galileo Galilei*. Trad. de C. Gancho, Barcelona, Harder, 1986.
- GALILEO: *Opere*. Edizione Nazionale delle opere di Galileo Galilei a cura di A. Favaro, A. Gasbasso, G. Abetti, Florencia, Barbera, 1929-1939.
- GEYMONAT, L.: *Galileo Galilei*. Trad de J. R. Capella, Barcelona, Península, 1986.
- GRIBANOV, D. P. et al.: *Einstein and the Philosophical Problems of 20th-Century Physics*. Trad. de S. Syrovatkin, Moscú, Progress Publishers, 1983.
- HATFIELD, G.: "Metaphysics and the New Science", en LINDBERG, D. C. & WESTMAN, R. S. (eds.): *Reappraisals of the Scientific Revolution*, Cambridge University Press, 1990.
- HEMPEL, C. G.: *Aspects of Scientific Explanation*, Londres-Neva York, MacMillan, 1965.
- KANT: *Kritik der reinen Vernunft*, Hamburgo, Felix Meiner Verlag, 1956.
- KEPLER: *El secreto del universo*. Edición y traducción a cargo de Eloy Rada, Madrid, Alianza, 1992.
- KOYRÉ, A.: *Del mundo cerrado al universo infinito*. Trad. de C. Solís, Madrid, Siglo XXI, 4ª edición, 1984.
- KOYRÉ, A.: *Estudios de historia del pensamiento científico*. Trad. de E. Pérez-Sedeño y E. Bustos, Madrid, Siglo XXI, 10ª edición, 1990.
- KOYRÉ, A.: *Estudios galileanos*. Trad. de M. González, Madrid, Siglo XXI, 5ª edición, 1990.
- LAÍN ENTRALGO, P.: *Historia de la medicina*, Barcelona, Salvat, 1978.
- LAÍN ENTRALGO, P. (ed.): *Historia universal de la medicina*. Vol. IV., Barcelona, Salvat, 1978.
- LA METTRIE: *Obra Filosófica*. Edición a cargo de Menene Gras, Madrid, Editora Nacional, 1983.
- MONOD, J.: *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la ciencia moderna*. Trad. de F. Ferrer, Barcelona, Barral, 1970.
- NAGEL, E.: *The Structure of Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1961.
- POPPER, K. R.: *Unended Quest*, Glasgow, Collins, 1976.
- PRIGOGINE, I. y STENGERS, I.: *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Trad. de M. C. Martín, Madrid, Alianza, 2ª edición, 1990.

- PRIGOGINE, I. y STENGERS, I.: *Entre el tiempo y la eternidad*. Trad. de J. García, Madrid, Alianza, 1990.
- PRIGOGINE, I.: *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. Trad. de F. Martín, Barcelona, Tusquets, 1983.
- PRIGOGINE, I.: *El nacimiento del tiempo*. Trad. de J. M. Pons, Barcelona, Tusquets, 1991.
- REDONDI, P.: *Galileo herético*. Trad. de A. Beltrán, Madrid, Alianza, 1990.
- ROSTAND, J.: *Introducción a la historia de la biología*. Trad. de A. Duval, Barcelona, Península, 1979.
- SCHRÖDINGER, E.: *La naturaleza y los griegos*. Trad. de F. Portillo, Madrid, Aguilar, 1961.
- SHEA, W. R.: *La revolución intelectual de Galileo*. Trad. de C. Peralta, Barcelona, Ariel, 1983.
- STEGMÜLLER, W.: *Estructura y dinámica de teorías*. Trad. de C. Ulises Moulines, Barcelona, Ariel, 1983.
- TÖRNEBOHM, H.: "Die Rolle der Naturphilosophie in der physikalischen Forschung", en KANITSCHIEDER, B. (ed.): *Moderne Naturphilosophie*, Würzburg, Königshausen-Neumann, 1984.
- WALLACE, W. A.: *Galileo and His Sources: The Heritage of the Collegio Romano in Galileo's Science*, Princeton University Press, 1984.
- WALLACE, W. A.: *Galileo, the Jesuits and the Medieval Aristotle*, Vermont, Gower Publishing Co., 1991.