

La unificación de la ciencia natural y los límites de la mecánica clásica

José LUIS GONZÁLEZ RECIO
(Universidad Complutense)

Las ciencias de la vida han rehabilitado y renovado en nuestro siglo aquella línea de fundamentación ontológico-epistemológica ya vislumbrada por la iatromecánica del siglo xvii, blandida de forma vehemente por La Mettrie en *L'Homme Machine*, o incorporada por Schwann a la constitución de la citología. Las ciencias de la vida han vuelto a ensayar, explorar y vindicar el programa reduccionista. Persisten con resolución, desde luego, los firmes alegatos en favor de la autonomía teórica de la biología frente a otras ciencias y del *real significado emergente* que posee la organización biológica¹. Sin embargo, una parte importante de los biólogos ha interpretado el desarrollo de la bioquímica o el nacimiento y despliegue conceptual de la biología molecular como la definitiva llegada a la tierra prometida.

El ingenuo optimismo que se respira en los primeros manifiestos y proclamas de este rejuvenecido mecanicismo pronto tuvo que ser atemperado. Se trataba de un entusiasmo presidido por la convicción según la cual la fisiología había alcanzado finalmente el rango de saber experimental. Es decir, los fenómenos vitales resultaban ser tan explicables y predecibles, una vez establecidas sus condiciones de aparición, como los fenómenos físicos. La naturaleza-viva quedaba despoblada de *actividades espontáneas*, para convertirse en un territorio más dentro del imperio del determinismo. No era sino la definitiva consagración de los principios que Claude Bernard había imaginado

¹ Cfr. González Recio, J. L., «El tenaz espectro del vitalismo», *Anales del Seminario de Metafísica*, núm. extra. Homenaje a S. Rábade. Ed. Complutense, 1992, pp. 823-838.

irrenunciables en el estudio de las estructuras y funciones orgánicas ². Pese a ello, sin que hubiera transcurrido demasiado tiempo, la cautela con que Bernard definió el proyecto de una química fisiológica (proyecto expresamente ajeno a cualquier pronunciamiento metafísico) fue sustituida por el abierto compromiso con el materialismo mecanicista.

El siglo XIX se había cerrado con el esclarecimiento de entidades y procesos biológicos de gran importancia. La teoría de la neurona, las rápidas conquistas de la citogenética y la vuelta al evolucionismo darwinista que impulsan Wallace y Weismann lo certifican con claridad. Tal fertilidad —tanto en el terreno de la creación teórica como en el de la simple fijación de hechos relevantes— se extiende a las primeras décadas del siglo XX: De Vries, Correns y Tschermak redescubren las leyes de Mendel (1900), Sutton y Boveri formulan la teoría cromosómica de la herencia (1902), Fischer aplica la química estructural al estudio de las proteínas (1901-1919) y Wilson establece la determinación cromosómica del sexo en insectos (1905). Hay que añadir inmediatamente que se trató de un período en el que los descubrimientos empíricos o las propuestas teóricas se emplazaron, no obstante, en un universo ontológico que la nueva física —la física que tiene su fundación durante esos mismos años— se ve obligada a abandonar. Bajo esta perspectiva, no es difícil entender que en muchos biólogos la perplejidad sustituyera a la autocomplacencia. Cuando —tras siglos de intentos estériles— la biología encuentra su lugar en el anhelado edificio de las ciencias físico-químicas, se le advierte que el inmueble tiene defectos serios en su cimentación y que es preciso desalojarlo.

La teoría cuántica marcó desde sus inicios —no menos en virtud de sus consecuencias posteriores— el amanecer de una física inédita. La propia teo-

² «Dans aucune science expérimentale on ne connaît autre chose que les *conditions physico-chimiques* des phénomènes; on ne travaille à autre chose qu'à déterminer ces conditions. [...] Le but de toute science de la nature, en un mot, est de fixer le déterminisme des phénomènes.» (*Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, Librairie J.-B. Baillière et Fils, Paris, 1885, p. 55.) Las raíces positivistas de la fisiología de Bernard le hicieron interpretar el «determinismo de los fenómenos» como una apoyatura metodológica, como un principio llamado a neutralizar las ideas espontaneístas de Bichat y a garantizar que la senda de la fisiología experimental era practicable. Max Verworn es otro fiel representante de este fenomenismo biológico que aceptaba abiertamente su inspiración en Avenarius, Mach y Ostwald. No faltaron, con todo, quienes al presentarse como mecanicistas entendían defender una posición en torno a los procesos elementales y el sustrato último de los seres vivos. En este grupo deben ser encuadrados Wilhelm Roux o Jacques Loeb, por ejemplo. De cualquier forma, y con excepción del propio Bernard, todos se declararon *mecanicistas*. Al hacerlo, convirtieron en equívoca —al menos en bastante lábil— su postura teórica de fondo. Algunos *mecanicistas* creyeron que la explicación de cualquier fenómeno presente en un organismo consistía en la especificación de sus *condiciones* físico-químicas. Otros orientaron su labor hacia el descubrimiento de las auténticas *causas* de aquellos fenómenos, bajo los supuestos de un materialismo inequívoco y militante.

ría de Planck, y poco después la mecánica cuántica y la mecánica ondulatoria, no sólo aportaron recursos teóricos nuevos o felices modelos matemáticos, sino que rompieron con toda una tradición de investigación ligada a los postulados de la última urdimbre mecánica de la legalidad natural en sentido laplaceano³. Ello permitió a físicos como Heisenberg, Schrödinger, Bohr o Delbrück advertir que la hipotética reducción teórica de la biología a la física (se entendiera con valor ontológico o no) exigiría dar respuesta a cuestiones que aquel candoroso optimismo de los biólogos reduccionistas no había podido prever. Quienes estaban explorando ya el terreno donde habría de levantarse la moderna ciencia de la vida avisaron de la existencia de obstáculos que era obligado remover previamente, si física y biológica iban a compartir sus fundamentos. Schrödinger, Bohr, Delbrück y algunos otros físicos practicaron el enfoque inverso al que, según Woodger, define los pasos del mecanicista dogmático: el mecanicista que «selecciona todas aquellas características de los organismos que pueden ser imitadas en el mundo inorgánico y omite todas las dificultades que se presentan cuando intentamos llevar las analogías un poco más allá...»⁴.

Semejantes exhortaciones ni bloquearon ni eclipsaron el empuje que había adquirido este viejo sueño de la nivelación de los fundamentos y los conceptos en que debían sustentarse física y biología. La estructura de la materia constituía una parte importante del campo de trabajo de la nueva mecánica; por eso mismo, el modo de hilarse la última textura cuántica de la materia orgánica tenía que interesar a los físicos. Así se explica que la biología molecular diera muchos de sus primeros pasos de la mano de aquellos que juzgaron problemática su institución. Las dificultades y obstáculos anunciados por esta nueva generación de físicos se erigían en un enigma que en primer término a ellos mismos desafiaba. Cualquier pronunciamiento sobre la posible interpenetración teórica de la mecánica cuántica y la biología molecular era aventurado, si bien la relación entre ambas se ofrecía como una cuestión de primer orden a resolver. No cabía prejuzgar el éxito de los empeños reduccionistas, porque en el *tejido molecular* de los seres vivos se daban principios de conservación desconcertantes para el físico. Hacía falta determinar, más bien, si resultaba preciso o no un nuevo orden de pensamiento acerca de la

³ Una tradición de la que se habían apartado —antes y por otras razones— los defensores del energetismo, el fenomenismo o el convencionalismo.

⁴ Woodger, J. H., *Biological Principles. A Critical Study*. Harcourt, Brace & World, Nueva York, 1929, pp. 249-250. El materialismo mecanicista se vio contestado dentro del propio pensamiento biológico por un organicismo renacido en líneas de investigación como la de Sherrington sobre la integración nerviosa, la de Henderson sobre el mantenimiento del pH de la sangre, o la que llevó a Cannon a proponer el concepto de «homeostasis» para dar cuenta de los procesos en que se preserva la constancia del medio interno. La filosofía de Whitehead ofreció significado metafísico a esta clase de propuesta antirreduccionista. Así lo reconocieron el mismo Henderson y Edward Stuart Russell, también convencido organicista.

naturaleza: una filosofía de la naturaleza en la que pudieran expresarse tanto la física como la biología del siglo xx ⁵.

La urgencia de esa clarificación se hizo presente, asimismo, en el conjunto de relaciones que la biología había ido abriendo con la termodinámica. A mediados del siglo xix, después que ha empezado a disiparse la huella del romanticismo, el llamado Grupo de Berlín —integrado básicamente por fisiólogos— lleva a la teoría del calor las preguntas que suscitaba el funcionamiento de la máquina-animal. Los organismos tal vez pudieran ser entendidos como máquinas; pero como máquinas cuya acción y funciones debieran expresarse mediante parámetros más depurados que los definidos por el reduccionismo de los dos siglos anteriores. La termodinámica —en una fase de consolidación profunda— ofrecía, por las consecuencias biológicas del principio de conservación de la energía, una vía de indagación prometedora. Médicos y biólogos no tardaron en comprender que si existía un equivalente mecánico del calor, ello incluía una significación fisiológica, esto es: si el calor podía transformarse en trabajo según un valor constante, ¿por qué no imaginar que la energía era la fuente de las actividades vitales y que las transformaciones de la energía constituían la base de los procesos que tienen lugar en los seres vivos? Julius Robert Mayer fue uno de los primeros investigadores que se aventuró a practicar este nuevo enfoque. Defendió que así como la combustión es una fuente de calor que más tarde puede transformarse en trabajo dentro del mundo inorgánico, así también los procesos oxidativos son la condición que hace posible el trabajo mecánico de los organismos, y el camino por el que pueden hallarse correlaciones numéricas entre el consumo de energía y las distintas realizaciones fisiológicas. Un planteamiento semejante

⁵ El neopositivismo halló en el *ideal de la ciencia unificada* la fórmula para plantear y dar respuesta a este mismo interrogante. Al defender la posibilidad de traducción de todo enunciado al lenguaje fiscalista, los neopositivistas avalaron la tesis de la reducción teórica, subrayando su virtualidad lógico-semántica. Quedaba fuera de duda que el problema de la reducción sólo tenía *significado* si se planteaba en el seno de lenguajes que tuvieran *significado*, es decir, con exclusión de lo que se entendió como pseudolenguaje metafísico. Debido a ello, se propugnó una reducción de alcance epistemológico, concebida más como una tarea a realizar que como una conquista inmediatamente accesible. La conversión de un enunciado cualquiera en un enunciado del lenguaje fiscalista no implicaba, por otra parte, su transcripción en el lenguaje de la «física del momento». El lenguaje físico, aunque sea la versión sintácticamente más depurada del lenguaje fiscalista, sólo cubre en cada fase histórica una pequeña región dentro éste. Sin embargo, el empirismo lógico imaginó —aunque con el mero valor de una esperanza— la ampliación continua del lenguaje de la física en el seno del lenguaje fiscalista. Carnap afirmaba en 1933: «No queremos significar por “física” el sistema de las leyes físicas actualmente conocidas, sino más bien a aquella ciencia caracterizada por su procedimiento para la formación de conceptos: reduce todo concepto a relaciones de magnitud, esto es, a una sistemática atribución de números a puntos espacio-temporales; entendida así la “física”, podemos expresar nuestra tesis —tesis parcial del fiscalismo— del modo siguiente: *la psicología es una rama de la física*. («Psicología en lenguaje fiscalista», en Ayer, A. J. (ed.), *El positivismo lógico*, trad. de L. Aldama y otros. Fondo de Cultura Económica, México D. F., 1965, p. 203. El artículo de Carnap había aparecido por vez primera en *Erkenntnis*, III, 1932-33).

sugería perspectivas enormemente esperanzadoras y, por tal motivo, el estudio de la respiración celular cobrará, desde entonces hasta hoy, un papel muy destacado, primero en la fisiología general y más tarde en la bioquímica.

Pero el acercamiento de la biología a la termodinámica tendrá efectos de mayor alcance, si cabe. El principio de Carnot —cuya naturaleza y sentido van siendo desentrañados por Clausius, Lord Kelvin, Gibbs y Boltzmann— impone a la ciencia natural la realidad de un tiempo polarizado por los cambios de estado de los sistemas que hace posible representar. Tal vez, con alguna dosis de dramatismo, podría decirse que es un tiempo teñido de *temporalidad*, el tiempo de una mecánica que aprende a conciliarse con el análisis estadístico⁶. En efecto, la traducción probabilitaria del concepto de «entropía» proporcionó las claves de diseño de una mecánica original que hacía luz en la irreversibilidad de los procesos naturales. Con esa mecánica naciente la física inauguraba un ensayo teórico que la apartaba del determinismo clásico y que convertía a los sistemas físicos en sistemas con historia.

El transformismo biológico había sido también una aventura intelectual comprometida con la historicidad, descubridora de un tiempo en el que resulta posible la creación de orden, la innovación morfológica y funcional; un tiempo progenitor de estructuras y actividades de creciente complejidad que escalan las ramas filogenéticas. Es necesario que actúe la presión selectiva que la naturaleza ejerce, pero la materia prima sobre la que opera esa capacidad selectiva está constituida por variaciones gestadas en un tiempo que ya no es inerte ni redundante. Darwin consigue romper el nudo aristotélico que había ligado tan estrechamente las ideas de «organización» y «finalidad». La gran reforma de la biología que comparte con Wallace decreta un modelo de explicación causal de tipo mecánico para descifrar el itinerario histórico de las especies. No obstante, lo supieran o no sus animadores, la biología evolucionista no podía hacer suyos de manera consistente importantes supuestos que cruzaban la vieja mecánica. Muy en especial, el cambio evolutivo no podría ser entendido desde un tipo de pensamiento hecho a la medida de la

⁶ «Las ecuaciones fundamentales de la mecánica no cambian su forma si cambiamos simplemente el signo algebraico de la variable tiempo. Así pues, todo proceso puramente mecánico puede desarrollarse tanto en un sentido como en otro, es decir, tanto si el tiempo crece como si disminuye. Pero en la vida cotidiana ya observamos que el pasado y el futuro no se corresponden tan perfectamente como las direcciones izquierda y derecha, sino que, por el contrario, son claramente diferentes. Esto se especifica con precisión en el llamado segundo principio de la termodinámica. Afirma que se puede siempre indicar la dirección del cambio de cualquier sistema de cuerpos arbitrario que se deje evolucionar por sí mismo y que no esté sometido a la influencia de otros cuerpos. Se puede siempre especificar una determinada función de estado de todos los cuerpos llamada entropía que funciona de modo que cualquier cambio de estado sólo puede ocurrir si produce un incremento de esa función, de tal manera que aumente siempre el tiempo.» El texto pertenece a los *Populäre Schriften* de Boltzmann, en la edición y selección española preparada por Francisco Javier Ordóñez: *Ludwig Boltzmann: Escritos de mecánica y termodinámica*. Alianza, Madrid, 1986, pp. 221-222.

complejidad y la organización en el espacio, y por ello mismo ajeno a toda complejidad u organización prendida al decurso del tiempo ⁷. La genealogía de las especies vino a establecerse acudiendo a la idea de variación individual, a la posibilidad de transmisión hereditaria de tales variaciones, y a su permanencia en la descendencia en caso de resultar adaptativas. La indeterminación del movimiento evolutivo comportaba, en definitiva, una filiación biológica cuyas raíces no podían conjugarse con el espíritu de la mecánica clásica. El encuentro entre teoría física y teoría biológica exigiría un escenario diferente. Sin embargo, los rápidos progresos en termodinámica —contemporáneos a la aparición del transformismo darwinista— no sirvieron tampoco para pronosticar dónde podría hallarse el virtual lugar de la cita. Es más: en la preservación y el acrecimiento del orden biológico, la naturaleza parecía eludir el declive entrópico deducible de la aplicabilidad general del principio de Carnot. Cabía, así, elegir entre la incapacidad de la física para ahondar en los secretos de la organización vital, y la necesidad de corregir o desarrollar la teoría del calor —hasta que pudiera hacerse con las claves de la energética celular y de la progresiva complejidad del curso filogenético. Ambas posibilidades han terminado siendo practicadas: la última, en la termodinámica del no-equilibrio; la primera, en la metafísica bergsoniana ⁸. Ciertamente, Bergson contempla las determinaciones físicas de la vida como determinaciones foráneas, padecidas, impuestas. La vida ha de someterse a las leyes de la materia, aunque las leyes de la materia —y la ciencia en cuanto

⁷ Oparin ha subrayado este extremo con las siguientes palabras: «Lo que distingue el trabajo de una máquina es el desplazamiento mecánico de sus distintas partes en el espacio. Por eso, el elemento esencial de la organización de una máquina es, precisamente, la disposición de sus piezas. El proceso vital tiene un carácter completamente distinto. Su principal manifestación es el recambio de sustancias, es decir, la interacción química de las distintas partes que integran el protoplasma. Por eso, el elemento más esencial de la organización del protoplasma no es la disposición de sus partes en el espacio (como ocurre en la máquina), sino un determinado orden de los procesos químicos en el tiempo...» (*El origen de la vida*, Ediciones de Cultura Popular, México, D. F., 1962, pp. 70-71). El párrafo alude a la conservación metabólica de la organización, mas su sentido puede extenderse a la conquista de una complejidad creciente en la filogénesis. Dicha complejidad expresa la adquisición *en el tiempo* de nuevos patrones morfológico-funcionales, esto es, de nuevos patrones de conservación de orden.

⁸ Proclamaba, Bergson, en *La evolución creadora*: «Toutes nos analyses nous montrent en effet dans la vie un effort pour remonter la pente que la matière descend. Par là elles nous laissent entrevoir la possibilité, la nécessité même, d'un processus inverse de la matérialité, créateur de la matière par sa seule interruption. Certes, la vie qui évolue à la surface de notre planète est attachée à de la matière. Si elle était pure conscience, à plus forte raison supraconscience, elle serait pure activité créatrice. De fait, elle est rivée à un organisme qui la soumet aux lois générales de la matière inerte. Mais tout se passe comme si elle faisait son possible pour s'affranchir de ces lois. Elle n'a pas le pouvoir de renverser la direction des changements physiques, telle que le principe de Carnot la détermine. Du moins se comporte-t-elle absolument comme ferait une force qui, laissée à elle-même, travaillerait dans la direction inverse» (*L'Évolution créatrice*, en *Oeuvres*, Presses Universitaires de France, 3.^e édition, Paris, 1970, pp. 703-704).

mercancía de la inteligencia— nada pueden decir sobre la esencia de la vitalidad⁹. Había motivos para las innovaciones vitalistas —qué duda cabe—, y éstas no tardaron en multiplicarse. Edgar Dacqué, Adolf Naef, Wilhelm Troll o Jacob von Uexküll pidieron la emancipación del pensamiento biológico, movidos por fuentes de inspiración diversas, pero atraídos muy en especial por el modo en que Goethe concibió la morfología y el quehacer del anatomista (un quehacer presidido por la búsqueda de formas ideales tras la variedad de estructuras en que se diversifica la naturaleza). Alguien ha llamado «biología de poeta» a las investigaciones en anatomía comparada de Goethe¹⁰. Dentro de ellas se conjugaban lo estético y lo teleológico, adquiriendo —hay que reconocerlo— una armonización singular y testimoniando la unidad que encontraron en la personalidad de su promotor. Es oportuno y justo recordar, aun así, las dos caras de semejante filosofía natural: una búsqueda iluminada por los temas de la *Crítica del Juicio*, que concluye traicionando el carácter trascendental de su elucidación en la obra kantiana. La biología idealista, ensayada básicamente en Alemania durante el primer tercio de nuestro siglo, fue —dicho con cierta simplificación— un producto tardío y espurio de la filosofía de Kant.

Son precisas algunas palabras ahora sobre quienes contemplan la disyuntiva «mecanicismo-vitalismo» como un falso dilema. Tal perspectiva superadora es la conquista que la cibernética se ha atribuido a sí misma desde los que fueron sus primeros pasos en los años cuarenta. Toda la vieja discusión acerca del real modo de ser que sostiene y mueve el mundo orgánico resultaría fruto de una pregunta mal planteada, de una antinomia ficticia y por ello estéril. En la obra que constituye el manifiesto fundacional y la presentación pública de lo que pretende ser una ciencia nueva¹¹, Norbert Wiener atribuye la proliferación de los vitalismos a la incompatibilidad de los fenómenos vitales con la reversibilidad del tiempo newtoniano y a ciertos vestigios animistas todavía actuantes en la cultura de Occidente¹²:

... el autómatas moderno existe en la misma modalidad de tiempo bergsoniano que los organismos vivos, y por consiguiente las consideraciones

⁹ «Bien avant qu'il y eût une philosophie et une science, le rôle de l'intelligence était déjà de fabriquer des instruments, et de guider l'action de notre corps sur les corps environnants. La science a poussé ce travail de l'intelligence beaucoup plus loin, mais elle n'en a pas changé la direction. Elle vise, avant tout, à nous rendre maîtres de la matière (*La Pensée et le mouvant*, en l.c., pp. 1278-1279).

¹⁰ Christopher Smith titula «La biología de un poeta» al capítulo que dedica a Goethe en su obra *The Problem of Life* (Macmillan, Londres, 1975).

¹¹ Wiener, N., *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*, MIT Press, Nueva York-Paris, 1948. Voy a citar la obra de Wiener por la versión española de Francisco Martín, publicada en la editorial Tusquets de Barcelona el año 1985.

¹² Cfr. l.c., pp. 55-70.

de Bergson no excluyen que el modo esencial de funcionamiento de los organismos vivos sea el mismo que el de esta clase de autómatas. El vitalismo ha triunfado al extremo de que incluso los mecanismos corresponden a la estructura temporal del vitalismo, pero, como hemos dicho, esa victoria es una derrota, ya que, desde cualquier punto de vista que tenga la mínima relación con la moral o la religión, la nueva mecánica es tan mecanicista como la antigua. Que llamemos materialista o no al nuevo punto de vista es una simple cuestión de vocabulario: el auge de la materia caracteriza una fase de la física del siglo XIX mucho más que a la época actual, y el término 'materialismo' ha quedado reducido a poco más que un sinónimo ambiguo de 'mecanicismo'. En realidad, toda controversia mecanicista-vitalista ha quedado relegada al limbo de las cuestiones mal planteadas»¹³.

No hay que excluir —podría concederse a Wiener— que la confrontación entre vitalistas y mecanicistas se nutra de la ambigüedad, la equívocidad y hasta la inconsistencia con que a veces se presentan una y otra postura; pero también es necesario desenmascarar la vaguedad y la imprecisión que sirven de auxilio a sus palabras. El tiempo bergsoniano no es un tiempo *en* el que se existe. El tiempo bergsoniano es una *forma singular de ser*. Entenderlo de otra manera es trastocar el corazón mismo del pensamiento de Bergson. Los autómatas y los organismos viven *en* un tiempo que no es el de la antigua mecánica, que no es reversible, y en el que han quedado rotos los eslabones del determinismo. A pesar de ello, el tiempo de la nueva ciencia natural es un tiempo atado al análisis (al análisis probabilístico, cabe añadir); un tiempo *en* el que, aun no subsistiendo la rígida necesidad, es posible medir la probabilidad de los estados futuros del sistema que estudiamos; y un tiempo todavía concepto, medio externo, variable en una función. Por el contrario, el tiempo bergsoniano es inaprehensible en el análisis, ajeno a la inmovilidad que impone el concepto, radicalmente creador, nunca magnitud física. La vida se resuelve en todas las calidades y cualidades de este tiempo, pero el triunfo del vitalismo, si tal triunfo hubiera tenido lugar, habría sido un triunfo de la metafísica, en la metafísica, para la metafísica. Sólo al amparo de la inexactitud que acompaña a las metáforas, puede decirse que la máquina funciona dentro de la estructura temporal del vitalismo. Incluso el ser vivo —inventado como está en la materia— únicamente en parte se hace de aquella estructura temporal. Puede ser cierto que máquina y organismo compartan un tiempo común, pero a condición de excluir en el organismo lo que para Bergson está auténticamente vivo, lo que no es organización en el espacio, lo que no es máquina ni tan siquiera térmica. Reducida a su legalidad físico-química, ¿cómo podría dejar de existir la máquina vegetal o animal en el tiempo del autómata moderno? Sin embargo, aunque el tiempo de la física nueva no es el

¹³ *L. c.*, p. 70.

tiempo de la física clásica, ninguno de los dos es el tiempo de la metafísica bergsoniana; es más: si el vitalismo hubiera impuesto a la física el auténtico sello de su temporalidad, la física se habría convertido en exiliada de sí misma. Como recurso retórico, la seductora imagen de un tiempo físico *identificado con la durée* bergsoniana tiene alguna legitimidad, si bien sólo literaria, expresiva. Quizá —hay que insistir— el ser vivo exista en la misma modalidad de tiempo que el autómata moderno, pero sólo en la medida en que su vitalidad queda corporeizada, presa ya del orden legal de la física. Las consideraciones de Bergson excluyen de modo esencial que la máquina pueda hacerse o actuar dentro del movimiento absolutamente creador que define la vida. Si hay ciencia del autómata es gracias a que su comportamiento está sometido a leyes y, en suma, a que su espontaneidad está siempre restringida. El tiempo bergsoniano no es —nunca podría serlo— el tiempo en que la máquina ejecuta su programa, incluso cuando el programa ordene a la máquina que se atenga a un comportamiento improbable. Si Wiener da por concluida la contumaz polémica sobre la reducción en biología, es porque ha decidido de antemano que hay un triunfador. Resulta, así, que la controversia se salda con la victoria de uno de los bandos. La nueva mecánica —aquella «tan mecanicista como la antigua»— ha ganado la partida. Esa es la auténtica razón que le hace anunciar el final del debate; no, desde luego, el triunfo del vitalismo. Por otra parte, «... la metafísica fundada sobre la intuición que Bergson quería crear no ha nacido»¹⁴, proclama Prigogine en *La nueva alianza*. Hoy damos por cierto que la estructura temporal de la mecánica clásica sólo sirve para explicar o describir el funcionamiento de sistemas dinámicos simples, aunque «no hemos llegado a esta conclusión por un abandono del método científico y del pensamiento abstracto»¹⁵. Es decir, las conclusiones de Bergson resultan en parte ciertas, aunque leídas desde premisas que no son sus premisas, desde premisas alcanzadas a lo largo de un proceso de revisión promovido por la ciencia misma. «En la medida en que pretendía proponer un camino alternativo al conocimiento científico, Bergson fracasó»¹⁶. Paradójico destino el de la filosofía bergsoniana, convertida en triunfadora por el mecanomorfismo cibernético y declarada un fracaso por los modernos antirreduccionistas. Paradoja pronto resuelta, no obstante, cuando reparamos en el papel simplemente efectista, ornamental, que desempeña en la escenografía de una y otra posición.

El nacimiento de la cibernética hizo necesario replantear cierto número de cuestiones que —como, por ejemplo, la cuestión de la finalidad— estaban localizadas en el centro de la controversia sobre el modo de organización de

¹⁴ Prigogine, I., y Stengers, I., *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*, trad. de M. C. Martín Sanz, Alianza, 2.ª edición, Madrid, 1990, p. 131.

¹⁵ *Ibid.*

¹⁶ Prigogine, I., y Stengers, I., *Entre el tiempo y la eternidad*, trad. de J. García Sanz, Alianza, Madrid, 1990, p. 22.

los seres vivos. Una teoría del «control y la comunicación en el animal y en la máquina» tenía que ocuparse necesariamente de aspectos y dimensiones fundamentales de aquella controversia. Sin embargo, lejos de ofrecer una postura unificada con respecto al problema de la reducción, quienes han trabajado en el desarrollo de la cibernética han terminado interpretando de forma divergente (incluso contrapuesta) el significado último de su empeño. Los procesos de dirección, comunicación y control están presentes en el animal, la máquina o la sociedad. Son procesos que, pese a tener lugar en sistemas dinámicos con distinta naturaleza física, poseen rasgos comunes. Por consiguiente, la investigación de tales rasgos y de las posibles leyes que comparten llega a ser no sólo una indagación legítima sino relevante para muy diferentes partes de la ciencia. Tal es el dominio dentro del cual el experto en cibernética ve su tarea justificada, imprescindible. Ahora bien, si aquellos procesos se hacen presentes en sistemas de carácter muy diverso y, pese a ello, ostentan rasgos comunes, están regidos por las mismas leyes, entonces habrá que reconocer que el ámbito material en que se producen es una cuestión secundaria, accidental. He aquí una de las primeras tesis de lo que, entre otros propósitos, quiere ser una teoría general de la organización. Las formas legales de la organización representan aquello que en la organización hay que entender como nuclear. El orden o la complejidad no son atributos esenciales de esta o aquella región ontológica. Orden y complejidad tienen una presencia tan extendida en el mundo, tan determinante en el animal o en la máquina, que sólo manifiestan su auténtica significación cuando se los reconoce como formas. Lo que ocupa al teórico de la organización son las relaciones abstractas en que la organización se resuelve y hace presente, las relaciones lógicas y matemáticas que definen la naturaleza más íntima de cada proceso ordenado o cada estructura compleja. Así concebida, la cibernética es una ciencia de las leyes matemáticas y lógicas del control, la comunicación, el orden y la complejidad. Pero, ¿cómo hay que interpretar semejante definición? Es posible entenderla, en primer lugar, como un manifiesto positivista. De esta manera, la cibernética eludiría deliberadamente toda proyección metafísica de sus productos teóricos. La investigación debe siempre culminar con el hallazgo de relaciones y principios que poseen sus correspondientes modelos en los sistemas de control del animal y la máquina ¹⁷. A ello se añadiría la decisión expresa de tomar tales principios como fórmulas donde quedan recogidos esquemas específicos de ciertas regularidades fenoménicas. Por lo tanto, qué pueda encontrarse detrás de esas regularidades, o cuáles sean sus raíces últimas, se convierten en cuestiones que *no hay que plantear*. Mas se pueden también entender como sustantivas las mismas formas matemáticas y lógicas en que se expresan el control, el orden, la comunicación o la complejidad; es

¹⁷ Utilizo el concepto de «modelo», según puede apreciarse, de acuerdo con la interpretación que recibe en las ciencias formales.

decir, se puede hacer de aquellas tramas formales el definitivo, *real*, último y radical cimiento de toda estructura o proceso organizado. Cuando éste es el caso, cabe aún imaginar la organización como una conquista alcanzada ascensionalmente desde lo simple (Wiener), o como un estado irreductible y *molar* (según se entiende en la teoría de sistemas) ¹⁸. La discusión se extiende en la actualidad a la interpretación de los procesos cognitivos —campo en el que las estructuras que soportan el control y la comunicación resultan más intrincadas—, sin que pueda darse por excluida ninguna de las estrategias teóricas descritas ¹⁹.

Las ciencias de la vida, en conclusión, han intentado, a lo largo del siglo, revisar sus fundamentos. Perdura con vigor la idea de una biología a salvo de la «arrogancia de los físicos», según fórmula de David Hull ²⁰. Sin embargo, se acepte o no de buen grado, es a la vez innegable que muy extensas áreas de la investigación biológica y zonas medulares de nuestro presente conocimiento de los seres vivos descansan, con firme asentamiento ²¹, sobre el soporte —parece que irrenunciable— de una física ya liberada del estrecho horizonte conceptual de la mecánica clásica.

¹⁸ Cfr. Von Bertalanffy, L., *Robots, hombres y mentes*. Trad. de F. Calleja, Guadarrama, Madrid, 1971, p. 111. También: *Teoría general de los sistemas*. Trad. de J. Almela. Fondo de Cultura Económica, México, D. F., Madrid, 1976, pp. 39-40.

¹⁹ Cfr. Boden, M. A., «La metáfora computacional en psicología», en Bolton, N., *Problemas filosóficos en psicología*. Trad. de J. F. Zulaica, Alhambra, Madrid, 1982, pp. 136-161, y Churchland, P. M., *Materia y conciencia*. Trad. de M. N. Mizraji, Gedisa, Barcelona, 1992, pp. 148 y ss.

²⁰ La expresión es usada por Hull en su obra de 1973 *Darwin and His Critics*. Similar reproche encierran en forma más explícita estas otras palabras de Ernst Mayr: «Too often Newton and the natural laws are considered as co-extensive with science. Yet, if one looks at the intellectual scene during the sixteenth, seventeenth, and eighteenth centuries, one finds that simultaneously there were several other traditions which had virtually nothing to do with each other or with mechanics. The botany of the herbalists, the magnificent plates in the anatomy of Vesalius, the ubiquitous natural-history cabinets, the scientific voyages, the *jardins des plantes*, the menageries —what did all of this have to do with Newton? And yet this other science is what inspired Rousseau's romanticism and the dogma of the noble savage.

It has become apparent only in recent years how naive and misleading the assumption of the sameness of physical and biological sciences is. The physicist C. F. von Weizsaecker admits that the conventional physical explanation "and the abstract mathematical form in which it is dressed, does not... satisfy our need for a real understanding of nature. Moreover, a common world view no longer unites the great groups of sciences... the physicist finds an autonomous biology"» (*The Growth of Biological Thought*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1982, pp. 33-34.

²¹ Y con el asentimiento entusiasta de muchos biólogos, cabría añadir.

Referencias bibliográficas

- Ayer, A. J. (ed.), *El positivismo lógico*, trad. de L. Aldama. Fondo de Cultura Económica, México, D. F., 1965.
- Bergson, H., *L'Évolution créatrice*, en *Œuvres*, Preses Universitaires de France, 3.^e édition, París, 1970, pp. 487-810.
- , *La Pensée et le mouvant*, en *Œuvres*, Presses Universitaires de France, 3.^e édition, París, 1970, pp. 1251-1482.
- Bernard, C., *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, Librairie J.-B. Baillière et Fils, París, 1855.
- Bertalanffy, L. von, *Robots, hombres y mentes*, trad. de F. Calleja, Guadarrama, Madrid, 1971.
- Boden, M. A., «La metáfora computacional en psicología», en Bolton, N. (ed.), *Problemas filosóficos en psicología*, trad. de J. F. Zulaica, Alhambra, Madrid, 1982, pp. 136-161.
- Churchland, P. M., *Materia y conciencia*, trad. de M. N. Mizraji, Gedisa, Barcelona, 1992.
- González Recio, J. L., «El tenaz espectro del vitalismo», *Anales del Seminario de Metafísica*, núm. extra. Homenaje a S. Rábade, Ed. Complutense, 1992, pp. 823-838.
- Hull, D. L., *Darwin and His Critics*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1973.
- Mayr, E., *The Growth of Biological Thought*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1982.
- Oparin, A., *El origen de la vida*, Ediciones de Cultura Popular, México D. F., 1962.
- Ordóñez, F. J. O. (ed.), *Ludwig Boltzmann: Escritos de mecánica y termodinámica*, Alianza, Madrid, 1986.
- Prigogine, I., y Stengers, I., *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Trad. de M. C. Martín, Alianza, 2.^a edición, Madrid, 1990.
- Prigogine, I., y Stengers, I., *Entre el tiempo y la eternidad*, trad. de J. García Sanz, Alianza, Madrid, 1990.
- Smith, C. U. M., *The Problem of Life*, Macmillan, Londres, 1975.
- Wiener, N., *Cibernética*, trad. de F. Martín, Tusquets, Barcelona, 1985.
- Woodger, J. H., *Biological Principles. A Critical Study*, Harcourt Brace & World, Nueva York, 1929.