

## LIMITACIONES DE UNA BIOLOGÍA MECANICISTA

Bartolomé Sabater. Catedrático de la Universidad de Alcalá (23/05/2011)

Además de su influencia definitiva en la Física, la mecánica de Newton, incluyendo la teoría gravitatoria, cambió drásticamente el ambiente intelectual europeo que, hasta entonces, era esencialmente una adaptación escolástica cristiana de la metafísica aristotélica. Newton estaba convencido de que sus logros mostraban el magnífico orden divino que él encontraba por el talento con que Dios le dotó. Esta idea de Newton, como la de Bach algunos años más tarde en la música, era parte del corpus doctrinal en el que, a lo largo de más de 15 siglos, cristalizó la versión cristiana de metafísica aristotélica. Sin embargo, dentro del movimiento ilustrado posterior, a lo largo del siglo XVIII, una corriente positivista de científicos y filósofos propuso otra interpretación del significado de las leyes de Newton basada en las medidas y experimentos que precedieron a su descubrimiento. De acuerdo con tal corriente, el binomio observación-experimentación es la única fuente válida de conocimiento. Desde entonces, la simplicidad del pensamiento positivista se ha beneficiado de opuestas, y miopes, interpretaciones idealistas y, aún hoy, un muro poco permeable hace apenas intercambiables los idiomas de la Ciencia y la Metafísica. Algunas de las dificultades para tal comunicación tienen que ver con el concepto del tiempo, que la Física separó de su componente psicológico (e incluso de la experiencia cotidiana de lo irreversible) y que la Metafísica lo considera frecuentemente intratable. Cabe pensar que una consideración de procesos irreversibles y de las flechas del tiempo en Biología, como las relacionadas con la muerte y la evolución de los organismos, podría proporcionar un punto de encuentro para el debate entre la Metafísica y la ciencia moderna, que es de hecho la Física.

### Conocimiento y experiencia

El primer alegato explícito contra metafísica tradicional surgió de Hume que, de acuerdo con las observaciones anteriores a los logros de Newton, argumentó que nuestras percepciones sensoriales son el origen de todos los conceptos y conocimientos. Hume incluso propuso que principios como el de causalidad surgen en nuestra mente como consecuencia de la observación continua de causas que preceden a efectos. Kant, él mismo un distinguido científico, afrontó la formidable tarea evaluar en qué medida los descubrimientos científicos del momento estaban cambiando la importancia y la validez de nuestros conceptos y principios y, en general, la validez del conocimiento sobre cuestiones que, no siendo percibidas por nuestros sentidos, son objetos de nuestro pensamiento y están relacionadas con muchos aspectos de nuestro comportamiento, tales como la libertad, la responsabilidad, el libre albedrío, la ética y Dios.

Distinguiendo entre predicados analíticos (meramente descriptivos que no añaden nada a lo ya contenido en el objeto; por ejemplo: "ese triángulo tiene tres lados") y predicados sintéticos (que añade alguna cualidad o circunstancia no necesariamente inherente al objeto; por ejemplo: "ese triángulo es amarillo"), Kant concluyó que las afirmaciones sobre nuestras percepciones sensoriales son sintéticas, pero afirmó que también hay conceptos sintéticos *a priori* y afirmaciones cuya obviedad nos es impuesta independientemente de nuestras percepciones sensoriales porque son inherentes a la naturaleza (la funcionalidad) de nuestra mente. Para Kant, conceptos como el espacio y el tiempo y principios como los de la Lógica son inherentes a nuestra forma de pensar y tienen una validez que no se deduce de las percepciones sensibles, aunque proporcionan un marco de referencia útil para la interpretación racional de nuestra percepción sensible. En el lenguaje de la Biología moderna, los conceptos y afirmaciones *a priori* de Kant podrían entenderse como si, durante la evolución de la

especie humana, la mente ha sido seleccionada naturalmente de modo que, sin estímulo sensorial externo, genera durante su desarrollo embrionario e incluso las primeras etapas infantiles un patrón estructural de conceptos, reglas lógicas y principios tales que sirven de referencia para almacenar y usar las percepciones sensoriales con gran eficacia para la supervivencia de la especie humana. Se podría argüir, en línea con Hume, que no solo la experiencia de la vida personal, también la experiencia evolutiva de nuestros ancestros ha seleccionado naturalmente determinadas funcionalidades de nuestra mente que llamamos conceptos y principios *a priori* en cuanto que son ventajosos evolutivamente, del mismo modo que nuestra experiencia histórica puede estar en el origen de actitudes éticas socialmente ventajosas. Alternativamente, desde una perspectiva kantiana se podría argüir: no sólo vida cotidiana, también la interpretación de la mente desde la perspectiva evolutiva sugiere la existencia de conceptos y principios *a priori*, tan válidamente confirmados por la selección natural que podemos utilizarlos como herramientas para analizar nuestro sentimiento de la libertad y la aspiración a la inmortalidad; algo a lo que, por la ausencia de referencias sensoriales, se ve obligado el pensamiento trascendental. En conclusión, y a pesar justificadas críticas, la cuestión planteada por Kant hace dos siglos: ¿en qué medida las reglas experimentalmente contrastadas del funcionamiento de la mente sirven para indagar cuestiones trascendentales?, sigue tan abierta como siempre.

### **Del conocimiento empírico al mecanicismo**

El descubrimiento de las leyes de Newton proporcionó una gran confianza en la capacidad de razonamiento humano para comprender la naturaleza. En la perspectiva mecanicista radical, incluso toda propiedad y actividad humana es consecuencia necesaria de las leyes físicas que la investigación puede desvelar. El comportamiento de los seres vivos estaría determinado por leyes físicas del mismo modo que tales leyes predicen la trayectoria de un planeta. En muchos aspectos, el mecanicismo determinista que surgió de la ilustración del siglo XVIII es similar al determinismo averroístas de la edad Media tardía y, al igual que éste fue contestado por la filosofía tomista, un anti-mecanicismo vitalista afirmó contra el mecanicismo ilustrado que los seres vivos (y los seres humanos en grado supremo) cuentan con una fuerza vital no reducible a leyes físicas. A lo largo de los siglos XIX y XX se entendió que los avances en Fisiología y Biología Molecular respaldaban los supuestos mecanicistas porque la composición, el crecimiento, el metabolismo, la replicación,... de los seres vivos se podían explicar sobre bases físico-químicas. La larga lista de claudicaciones de los postulados vitalistas a lo largo de esos años retrae hoy día a la mayoría de los investigadores de postular como no accesibles a las explicaciones físico-moleculares incluso rasgos tan genuinamente humanos como el razonamiento y el libre albedrío.

### **Limitaciones del mecanicismo en la Termodinámica**

Sin embargo, pronto se hizo evidente que los principios y la formulación de la Mecánica son simétricos respecto a tiempo, con la consecuencia de que no pueden predecir procesos irreversibles, con su flecha del tiempo asociada, que son con mucho las más frecuentes en la naturaleza y que tienen una relación evidente con nuestro sentido psicológico de una flecha de tiempo. Las limitaciones del primitivo mecanicismo fueron primero evidentes en la Termodinámica, otra rama de la Física y se manifestaron más explícitamente con el desarrollo de la mecánica estadística por Ludwig Boltzman a finales del siglo XIX. Buscando formalizar la Física con el mínimo número de principios, el segundo principio de la termodinámica, el aumento necesario de entropía, se mostró no deducible de los principios de la Mecánica; era necesario añadir un nuevo

principio de aumento de entropía, que también puede expresarse como un principio estadístico, para explicar los procesos irreversibles y flechas de tiempo. Por lo tanto, las explicaciones físicas de los seres vivos deben complementar el primitivo mecanicismo con la Termodinámica, cuyo fundamento es estadístico. Admitido lo cual, los principios estadísticos se revelaron también como herramientas útiles para analizar cuestiones como el determinismo y libre albedrío que se plantean a nuestra mente.

La teoría matemática de probabilidades, propia del formalismo de la mecánica estadística, surgió como una teoría de expectativas muy arraigada en convicciones morales sobre la distribución razonable y justa de los beneficios entre los partícipes de una empresa con riesgos. Es decir, dentro del movimiento ilustrado, la probabilidad y los estudios estadísticos surgieron como una rama nueva de la matemática pura, algunos de cuyos principios bien se pueden considerar desde la perspectiva kantiana como *a priori*. Incluso dentro del formalismo de matemático, la teoría de probabilidades trata sobre cuestiones relacionadas con el progreso de tiempo. En un ejemplo muy sencillo, la probabilidad del 50 por ciento de que una moneda muestre cara después de lanzarla es una predicción cuya validez supone que el número de veces que mostrará cara será tanto más próximo al número de veces que mostrará cruz cuanto mayor sea el número de veces que se lanza la moneda a lo largo del tiempo. En este aspecto, la teoría de la probabilidad es singular en matemáticas por su referencia al avance del tiempo vinculado a la repetición de los acontecimientos. Merece también señalarse en el modelo de la moneda que la cuestión de cara o cruz se postula como no determinada. La probabilidad de que después del próximo lanzamiento la moneda muestre cara o muestre cruz es independiente de los resultados en lanzamientos previos. Así de un sistema no-determinista, la teoría de las probabilidades conduce a una determinista flecha de tiempo de aproximación a una frecuencia del 50 por ciento de resultados cara. En muchos aspectos, tal es el resultado de complementar la Mecánica con la Estadística: flecha determinista, asimetría del tiempo y procesos irreversibles.

### **Determinismos en conflicto en la Biología**

Las consecuencias de la flecha del tiempo en la Biología y en el análisis del determinismo apenas se percibieron durante el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, cuando interpretaciones mecanicistas clásicas de seres vivos recibían continuo respaldo experimental por fisiólogos y bioquímicos y Julius R. Mayer primero y, más adelante, Irving Schrödinger mostraron que el metabolismo del ser vivo se ajusta a los principios termodinámicos. Con evidente falta de perspectiva, muchos suponían que las explicaciones de Mayer y Schrödinger respaldaban la interpretación mecanicista determinista de los seres vivos. Durante la mayor parte del siglo XX, se admitía correctamente que la termodinámica de seres vivos no tiene ninguna otra particularidad que la propia de un sistema abierto que intercambia materia, energía y entropía con el exterior. Sin embargo, según avanzaba el siglo XX, fue pareciendo cada vez más claro que los principios estadísticos en que se basa el segundo principio de la termodinámica debían ser también considerados en aspectos de la Biología no exclusivamente termodinámicos, lo cual abría nuevas perspectivas para entender el determinismo, la libertad y la inmortalidad.

En otro lugar (Sabater, 2009), expliqué como las aproximaciones estadísticas, además de proporcionar una explicación para el aumento de entropía, son independientemente necesarias para explicar la muerte y la evolución de los organismos. Una consecuencia es que las propiedades de los seres vivos están determinadas por tres estadísticas: una estadística de números pequeños asociada a reacciones colaterales dañinas (que, vía mutaciones y colapso funcional de

macromoléculas, conduce a la variabilidad biológica y a la muerte), otra estadística también de números pequeños asociada a la disminución de la tasa de producción de entropía (selección evolutiva de los organismos mejor adaptados) y una tercera estadística de números elevados asociada al aumento de entropía del sistema (segundo principio de la Termodinámica). Cada una de las tres estadísticas implica una flecha de tiempo y un determinismo asociado cuya dominancia depende del período de tiempo considerado. Así, a tiempos cortos, en el rango de un segundo, el determinismo de aumento de entropía es el único condicionante del comportamiento de los seres vivos. Tal sería en el caso de las reacciones metabólicas. A periodos de tiempo moderados, en el rango de  $10^6$  segundos, el determinismo estadístico de reacciones de dañinas es significativo y, por lo general, está en conflicto con el propio de las reacciones metabólicas convencionales. En rangos de tiempo más largos, alrededor de  $10^{12}$  segundos, el determinismo estadístico asociado a la selección del organismo mejor adaptado (que produce entropía a la tasa más baja) es importante y frecuentemente en conflicto con uno o los otros dos determinismos. Resumiendo, la evolución, la expectativa de vida y el funcionamiento molecular los organismos actuales, son resultados de tres determinismos estadísticos diferentes que frecuentemente están en conflicto. Tal conflicto presenta un componente no determinista, que se añade a los comúnmente admitidos de reacciones dañinas al azar, colaterales al metabolismo básico. En rangos de tiempo superiores a  $10^{12}$  segundos, en general, el determinismo evolutivo pasa a ser dominante. Entre uno y  $10^{12}$  segundos, la predicción del comportamiento de los seres vivos sufre de incertidumbres dependiendo el determinismo dominante.

El comportamiento de un ser vivo no es solo un dilema entre el azar de mutaciones y reacciones colaterales y la necesidad mecanicista. Tampoco la consideración del determinismo fuerte del aumento de entropía completa una visión cabal de la Biología. El funcionamiento de los seres vivos existentes no es concebible sin su historia evolutiva y la necesidad fatal de la muerte a la que se enfrentan, dos determinismos de base estadística, pero diferentes de los determinismos mecanicistas y termodinámicos. El azar, la necesidad mecánica y la necesidad termodinámica no serían suficientes para entender el funcionamiento de la mente; su actividad directora del comportamiento no es una mera respuesta mecánica a las sensaciones y la lucha por la supervivencia individual. La fatalidad de la muerte y la necesaria supervivencia de la especie humana (que trasciende a la supervivencia individual) bien pueden haber seleccionado evolutivamente pautas de funcionamiento de la mente consciente, como han seleccionado instintos más o menos inconscientes. Desde esta perspectiva, la mente ha sido conformada y funciona con el concurso inexcusable de diferentes determinismos. En cierto modo, cabría aventurar que la mente consciente resulta de la confluencia necesaria, de la consciencia valga la redundancia, de determinismos diferentes y frecuentemente contrapuestos.

En principio, el sentido de libertad, el libre albedrío y, en fin, el sentimiento de responsabilidad personal, serían más fáciles de entender en una mente cuya consciencia es conjuntamente conformada por tres determinismos de base estadística que, con frecuencia, llevan a diferentes salidas. Al menos más fácil de entender que en una mente sin mas base funcional que el azar y la necesidad mecánica.