

Tautologías y circularidad en la Mecánica clásica

CARMEN MATAIX
(Universidad Complutense)

Se ha dicho muchas veces que determinados planteamientos en la filosofía son verdaderamente tautológicos y que ésta, por relación a la ciencia, acude en muchas ocasiones a razonamientos que suponen tautologías o circularidad. El caso más claro que siempre se propone es el de Aristóteles, cuya concepción global de la Física está apoyada en una enorme tautología: la finalidad. La Física de Aristóteles supone una concepción del mundo basada en la idea de que los «seres naturales», los que precisamente son objeto de la Física, se mueven por sí mismos, o lo que es lo mismo, por su propia tendencia natural al movimiento. Esto convierte al sistema físico aristotélico en una gran tautología ya que toda la explicación aristotélica del movimiento se concreta en decir que los seres naturales se mueven porque tienen una tendencia natural al movimiento. Parece, entonces, que tal explicación deje fuera ya cualquiera otra que pudiera producirse, puesto que todo movimiento que procede espontáneamente de un ser natural queda inmediatamente explicado por ser un movimiento natural del mismo. En todo caso, en Aristóteles lo que requiere una explicación es, más bien, la continuidad en un mismo estado, la inercia, cuando ese movimiento no es el que le corresponde al móvil «por naturaleza».

Otro tanto se ha dicho de Darwin, cuya explicación de la evolución sobre la idea de la supervivencia del más apto resulta también claramente tautológica, ya que el más apto es, precisamente, «el más apto para sobrevivir». ¿Qué tienen de común Darwin y Aristóteles? Fundamentalmente el objeto de estudio: uno se ocupa de los seres naturales y el otro de los seres vivos, y aunque el primer objeto es más amplio que el segundo, ambos pensadores atribuyen a sus respectivos objetos la autonomía del movimiento que les será negada a los seres naturales en la Mecánica clásica, y a los seres vivos en el mecanicismo cartesiano.

Sin embargo, frente a la concepción aristotélica, la Mecánica clásica ha conseguido constituirse como una ciencia clara, precisa, rigurosa, evitando este tipo de problemas que se han planteado quienes se han ocupado de los seres que se mueven por sí mismos. La Mecánica, por el contra-

rio, se ocupa de los seres que se mueven por otros, ya que en sí mismos son inertes, indiferentes al movimiento y al reposo; por lo tanto, ella debe ser la ciencia modelo, la ciencia por antonomasia, cuyo ejemplo deben seguir las demás. Sin embargo, cuando la analicemos con más detalle tal vez nos encontremos que no está tampoco libre de las mismas acusaciones que se le han atribuido a Aristóteles o a Darwin.

Vamos a tratar de analizar tres aspectos:

1. La tautología con respecto a la inercia.
2. La circularidad que subyace como base explicativa en la Mecánica.
3. La tautología con respecto al universo en su conjunto.

1. La tautología del principio de inercia

Como se ha repetido tantas veces, la revolución copernicana supuso un cambio mucho más radical de lo que en principio podía parecer, por el hecho de que al cambiar el sistema de referencia de la Tierra al Sol, se venía abajo toda la concepción aristotélica fundamentada en el universo de las dos esferas y en el diferente comportamiento del mundo sublunar frente al mundo celeste. Todo este cambio traía consigo la homogeneización del universo, porque si la Tierra ya no era el centro del mismo, ¿por qué los seres en ella se iban a comportar de manera diferente a los demás?; ¿por qué seguir manteniendo el dualismo del mundo sublunar y celeste? No parecía, pues, haber razones que permitieran seguir manteniendo la heterogeneidad aristotélica. Por su parte, Galileo, al tratar el problema de la caída de los graves por diferentes planos inclinados, explica precisamente la indiferencia de los cuerpos al movimiento cuando el plano es horizontal, homogéneo: «Además, se puede suponer con razón que, sea el que fuere el grado de velocidad que se dé en un móvil, queda por naturaleza indeleblemente impreso en él con tal de que no intervengan causas externas que lo aceleren o retarden; tal estado constante sólo ocurre en el plano horizontal. En efecto, en los planos inclinados descendentes se encuentra presente una causa de aceleración, mientras que cuando la aceleración se considera hacia arriba, lo que está presente es una causa de deceleración. Se sigue de aquí, igualmente, que el movimiento sobre el plano horizontal tiene también la propiedad de ser eterno, ya que si es uniforme no aumenta ni disminuye, ni mucho menos cesa»¹. Todo ello supone que, desde Copérnico, se va constituyendo un universo desprovisto de ese principio de movimiento que Aristóteles atribuía a los cuerpos, y éstos, por lo tanto, son indiferentes al movimiento o al reposo. Así pues, el presupuesto de homogeneidad del mundo moderno y el

1. GALILEO GALILEI: *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos Nuevas Ciencias*. Trad. C. Solís y J. Sádaba, Ed. Nacional, Madrid, 1976, p. 346.

acabar con el universo de las dos esferas supone constituir un mundo de cuerpos indiferentes en sí mismos al movimiento y al reposo. En el contexto de ese universo, el postular un siglo después el principio de inercia por parte de Newton resulta tautológico. Dicho de otro modo, decir que todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme a no ser que intervenga una fuerza que haga cambiar su estado es una pura tautología porque eso es precisamente lo que quiere decir la inercia y la Mecánica estaba ya constituida precisamente por un universo de cuerpos inertes.

Si el universo es homogéneo, y no heterogéneo, como había supuesto Aristóteles, los cuerpos carecen en sí mismos de un principio de movimiento, es decir, son inertes, y dentro de ese contexto, afirmar que los cuerpos perseveran en su estado de reposo o movimiento rectilíneo y uniforme, no es otra cosa que decir que son inertes, que es justamente lo que ya había afirmado Galileo. Quiere decirse entonces que postular un principio de inercia en el contexto de la Mecánica clásica es una tautología porque el objeto propio de la Mecánica son precisamente los cuerpos inertes. ¿Qué es, entonces, lo que convierte a tal principio en tautológico? Es el propio contexto dentro del cual se formula lo que convierte sus leyes internas en tautológicas. Dentro del contexto teleológico de la Física de Aristóteles, el movimiento como tendencia de los cuerpos es una tautología porque simplemente explicita lo que está implícito en toda la Física; y lo mismo sucede en el caso de la Mecánica clásica.

2. Circularidad en la Mecánica clásica

Otra característica de la Mecánica clásica es el carácter de circularidad que tienen sus razonamientos más esenciales y que responden básicamente a lo que Aristóteles llamaría «explicar lo manifiesto por lo oculto». Fundamentalmente se trata de explicar el mundo de los fenómenos, el que vemos, acudiendo a un mundo básico, real, que subyace y que no vemos, de las partículas o de los átomos de la Mecánica de Newton: «Tras considerar todas estas cosas, me parece muy probable que Dios haya creado desde el comienzo la materia en forma de partículas sólidas, masivas, duras, impenetrables y móviles, con tales tamaños y figuras, con tales otras propiedades y en una proporción tal al espacio que resulten lo más apropiadas al fin para el que fueron creadas. Estas partículas, al ser sólidas, son incomparablemente más duras que cualesquiera cuerpos porosos formados a partir de ellas. Tan duras, incluso, como para no gastarse ni romperse nunca en pedazos, pues ningún poder ordinario es capaz de dividir lo que el mismo Dios ha hecho uno en la primera creación»².

2. NEWTON: *Optica*. Trad. C. Solís. Ed. Alaguara, Madrid, 1977, p. 345.

¿Cuál es, entonces, la estructura y el comportamiento de este mundo oculto que nos explica el fenoménico?

El primer problema que se plantea es que, una vez definida la materia por la extensión (Descartes) o por la inercia (Galileo), nada hay en las condiciones propias de la materia que nos obligue a detener el proceso de división de la misma en un determinado punto; pero si éste no se interrumpe de nada nos sirve acudir a las partículas del mundo subfenoménico como procedimiento explicativo. Estas son explicativas en tanto en cuanto son las partes últimas de la materia que, por composición, la explican y la forman. Entonces, como recurso epistemológico el proceso de división debe interrumpirse incluso mediante el recurso a Dios, como hace Newton, postulando así la excesiva rigidez y dureza de las partículas «últimas». Pero ya encontramos aquí un primer argumento circular puesto que las partículas son duras y rígidas porque son últimas y para garantizar su ultimidad y no seguir dividiéndose necesitan ser rígidas y duras; pero, por otra parte, son «últimas» en razón de su rigidez. Es decir, se necesita llegar a unas partículas «últimas» para que éstas cumplan su papel como principios explicativos, por una razón epistemológica; pero, a su vez, para que sean últimas, necesitan ser rígidas y duras, ya que si no se seguirían dividiendo. Luego la dureza y rigidez de las partículas justifican su «ultimidad», y ésta, por su parte, justifica la dureza y rigidez. Esto podría decirse en cuanto a su estructura.

Pero ocurre algo parecido con el comportamiento también de las partículas. ¿Cómo se comportan las partículas que explican el universo fenoménico? Ningún análisis de la materia llega tan lejos que nos permita observar el comportamiento de las partículas últimas, sino que éste es supuesto. Tal suposición solamente puede hacerse partiendo del comportamiento observable del mundo mesocósmico. Dicho de otro modo, es del comportamiento de las bolas de billar, siguiendo el ejemplo que pone Hume, del que se deducen las leyes del choque y de los movimientos, que se extrapolan al mundo subfenoménico y se piensa éste actuando de la misma forma. Así entonces, el comportamiento del mundo fenoménico quedará explicado por el comportamiento de las partículas cuyos movimientos y desplazamientos nos explican el mundo que vemos. Pero, a su vez, el mundo fenoménico, que es el que tratamos de comprender, nos explica, en último término, el comportamiento de las partículas.

Esta circularidad se da en la mecánica clásica en razón de la homogeneidad que permite suponer un paralelismo entre los tres universos: micro, meso y macrocosmos, y extrapolar el comportamiento del mesocosmos al microcosmos haciendo de este último, al mismo tiempo, la base explicativa del primero.

Lo mismo sucede también con el tema del éter que, surgiendo como una «hipótesis *ad hoc*», necesaria para explicar fenómenos lumínicos y gravitatorios en su origen (Huygens), le son adjudicadas propiedades que pertenecen al mundo fenoménico, que es precisamente el que se trata de

explicar, sin poder, en absoluto, constatar ni su existencia, ni por supuesto, sus propiedades. «Aun cuando ignoremos la verdadera causa de la elasticidad vemos siempre que existen muchos cuerpos que gozan de esta propiedad y así, no tiene nada de extraño el suponerla también en los pequeños cuerpos invisibles como el éter»³.

El éter es, pues, la hipótesis explicativa de una serie de fenómenos (entre los cuales pudiera estar, incluso, la elasticidad), a la cual se le atribuyen algunas de las propiedades que tienen, precisamente, los cuerpos del mundo fenoménico que son objeto de explicación mediante el éter. «Ahora bien, para aplicar esta clase de movimiento al que origina la luz, nada impide que consideremos a las partículas del éter constituidas de una materia tan próxima a la dureza perfecta y de una elasticidad tan grande como queramos»⁴. La similitud de estas palabras con las de Newton, antes citadas, resulta patente; ambos atribuyen a las partículas (Newton) o al éter (Huygens) las propiedades observadas en el mundo fenoménico y que les parecen necesarias para explicar precisamente éste. Para Newton las partículas son «tan duras que sólo Dios puede romperlas», para Huygens «próximas a la dureza perfecta». Ambas expresiones muestran el carácter de «hipótesis *ad hoc*» que tienen.

3. La tautología del universo

Hemos visto que se da un planteamiento tautológico respecto al principio de inercia en la Mecánica clásica, pero se podría decir que en realidad la pretensión de ésta es que todo el universo en su conjunto sea una tautología. Lo que la Mecánica ha hecho ha sido una progresiva labor de racionalización para conseguir que del universo como sujeto se deduzcan, *a priori*, sus predicados. Este fue el gran empeño de Descartes cuando pretendió geometrizar la Mecánica reduciendo la materia a extensión. Si del conocimiento de la materia deducíamos como predicado esencial la extensión, la explicación que podría hacerse de su comportamiento sería un desarrollo geométrico exclusivamente; con este planteamiento dos realidades quedaban fuera que serían después muy difíciles de entender: el movimiento (a excepción de los movimientos locales a cortas distancias) y el tiempo. El movimiento, no siendo el movimiento inercial, que se presentaba, más bien, como un principio de conservación que de cambio⁵, no podría explicarse desde las condiciones geométricas de la materia y, por lo tanto, Descartes tiene que recurrir al *Deus ex machina* propio de su sistema y de todo el contexto general de la Mecánica para asegurar el movimiento que Dios ha adjudicado al universo una vez y que éste después conserva. En cuanto al tiempo, si de las condiciones iniciales de

3. HUYGENS: *Tratado de la luz*, Ed. Losada, Buenos Aires, pp. 48-49.

4. *Ibidem*.

5. Cfr. MEYERSON: *Identité et réalité*. Ed. J. Vrin, Paris, 1951.

la materia como extensión se deducen sus condiciones geométricas se está teniendo en cuenta únicamente al espacio y, por supuesto, se está prescindiendo totalmente de la posible alteración que el paso del tiempo pudiera introducir en el proceso. Como en cualquier deducción geométrica el proceso entre las condiciones iniciales y el resultado es totalmente ajeno al tiempo.

En el propio Newton, una vez definida la materia como inerte, hay que recurrir al concepto de fuerza para explicar los cambios de estado que padece continuamente el universo real, razón por la cual tal concepto queda mal integrado dentro del contexto de la Mecánica. En realidad, si Dios ha creado el universo y puesto en él las condiciones iniciales, todo lo demás debe deducirse «necesariamente» de tales condiciones. No es extraño, por eso, que cuando la gravedad resulta inexplicable, a pesar de la formulación de Newton, salgan en su defensa Voltaire o Maupertuis recurriendo a la tesis leibniziana de que si se conociera la materia en su esencia tal vez se descubriría la gravedad como una propiedad «esencial». Toda la impronta que la Mecánica ha dejado en las otras ciencias considerándose como «modelo» ha surgido precisamente por la posibilidad de haber podido formular leyes a modo de juicios analíticos, aunque Kant los haya transformado en «sintéticos a priori» para evitar el carácter tautológico al que estamos aludiendo.

El ejemplo que nos parece más claro es la formulación del principio de Laplace: «Cuando contemplamos el estado actual del universo debemos considerarlo como un efecto del estado anterior y como la causa del que debe seguirlo. Supongamos por un momento una inteligencia que pudiese comprender todas las fuerzas que animan la naturaleza y su respectiva situación, junto con la de los seres que la componen —una inteligencia suficientemente vasta para someter estos datos al análisis—; ésta incluiría en la misma fórmula los movimientos de los grandes cuerpos del universo y de los átomos más ligeros; nada sería incierto para ella y tanto el futuro como el pasado estarían ante sí. La mente humana ofrece, en la perfección que ha sabido dar a la Astronomía, una débil idea de esta inteligencia. Sus descubrimientos en Mecánica y geometría, junto con el de la gravitación universal, le han puesto en condiciones de abarcar en las mismas expresiones analíticas los estados del sistema del mundo»⁶.

En este principio se pueden apreciar varios aspectos de los ya mencionados:

En primer lugar, la ausencia del tiempo real. Queda muy claro en la formulación del principio, que en las condiciones iniciales están ya contenidos los resultados futuros que el análisis es capaz de descubrir sin recurrir a ninguna experiencia posterior y sin contar con que este proceso

6. LAPLACE, Pierre Simón de: *Sobre la probabilidad*. En *Sigma. El mundo de las matemáticas*, vol. III. Ed. Grijalbo, Barcelona, 1968, pp. 11-12.

pueda quedar alterado por el mero transcurso temporal: sólo se necesitan las condiciones iniciales y la capacidad de análisis de un vasto intelecto: todo lo demás se deduce de esto. El resultado, pues, está en total igualdad con el planteamiento inicial como si de una ecuación se tratase. En tal proceso el paso del tiempo no juega ningún papel y mucho menos lo que podría considerarse una «flecha del tiempo», que dentro del contexto de la Mecánica carece totalmente de sentido ya que los procesos son totalmente reversibles. Esto es lo que permite afirmar a Laplace respecto de esta vasta inteligencia que «tanto el futuro como el pasado estarían ante sí», ya que futuro y pasado son sólo nombres que no se destacan de la total homogeneidad que se le supone al tiempo según el propio planteamiento de Newton. Como tal homogeneidad se le atribuye también al espacio (más bien es el tiempo el que está formulado sobre la definición del espacio en los *Principia*) se puede ampliar la validez del principio de Laplace a todos los lugares del universo y suponer que tanto los movimientos de las partículas más pequeñas del universo como los de los cuerpos más grandes se deducirían de la misma fórmula, ya que están dados en las condiciones iniciales.

Todo este planteamiento procede, en último término, de que el hombre se ha hecho autónomo y ha heredado la omnisciencia que antes se atribuía a Dios. En *La Nueva Alianza* y en otros artículos posteriores Prigogine hace algunas reflexiones sobre la emergencia de la ciencia occidental: «Este proceso —comenta— se ha acompañado de la transferencia al hombre del ideal de omnisciencia que había tenido al depender de Dios. El sabio se convierte así en heredero de pleno derecho de esta omnisciencia divina. De ahí las características del modelo de conocimiento de la ciencia clásica: determinismo y negación del tiempo, ya que el futuro está contenido en el presente. El éxito de la ciencia clásica en el estudio de los movimientos simples fue tal que se ha visto en estas características el fundamento de toda ciencia posible»⁷. A propósito del principio de Laplace, comenta también en *La Nueva Alianza*: «Si realmente el mundo es tal, que un diablillo —es decir, a pesar de todo un ser similar a nosotros, poseyendo la misma ciencia, pero con sentidos más agudizados y una potencia mayor de cálculo— pudiera calcular el porvenir y el pasado a partir de la observación de un estado instantáneo, si realmente la verdad de la naturaleza está contenida en la dinámica, y si nada distingue cualitativamente los sistemas simples, que podemos describir, de aquellos más complejos, para los cuales haría falta un diablillo, entonces el mundo no es más que una *inmensa tautología*, eterna y arbitraria, tan necesaria y absurda en cada uno de sus detalles como en su totalidad»⁸. A esta

7. PRIGOGINE, I.: *Penser le temps*, en *Redécouvrir le temps*, Ed. Universidad de Bruselas, 1988, p. 9.

8. PRIGOGINE, I., y STENGERS, I.: *La Nueva Alianza*, Alianza Universidad, Madrid, 1983, p. 84.

gran tautología que prescinde del esencial y vivido tiempo real iba dirigida la crítica bergsoniana del segundo capítulo del *Ensayo sobre los datos inmediatos de la conciencia*⁹. Solamente el siglo XX ha roto con este presupuesto que, aunque hacía al hombre omnisciente, lo alejaba del universo de las condiciones temporales que él vive cotidianamente. Ni siquiera Einstein rompió con esta tesis: «Si el proyecto grandioso de la cosmología einsteiniana, fundada sobre las ecuaciones de la relatividad general, se hubiera realizado según los designios de Einstein, Dios no habría tenido ninguna elección, ni siquiera la de las condiciones iniciales: el Universo, inmensa tautología cuatridimensional, no podría tener origen en el tiempo, existiría desde toda la eternidad en la perfección estática de su verdad puramente geométrica»¹⁰.

No en vano el ideal einsteiniano se asemeja mucho al de Descartes: geometrizar el universo, doblarlo y someterlo a una Lógica ajena al tiempo que, si bien permite asegurar el conocimiento imperturbable del mismo, lo aleja también del mundo real en el que el hombre se mueve. Con este esfuerzo «el hombre busca el formarse, del modo que le es más conveniente, una imagen simplificada y lúcida del mundo y así vencer al mundo de la experiencia, dándose prisa en sustituirlo, en cierta medida, por su propia imagen»¹¹.

«El determinismo de Laplace —comenta Hawking en su famoso libro— era incompleto en dos sentidos: No decía cómo deben elegirse las leyes, y no especificaba la configuración inicial del universo. Esto se lo dejaba a Dios. Dios elegiría cómo comenzó el universo una vez que éste se hubiera puesto en marcha»¹². La ciencia, entonces, parece ser el resultado de un pacto del hombre con Dios: El nos asegura tener acceso a las leyes que determinan la marcha del universo y que se deducen formalmente de su estructura, una vez que El las hubiera escogido.

9. BERGSON, H.: *Essai sur les données immédiates de la conscience*, cap. 2, P.U.F., París, 1976.

10. GUNZIG, E., STENGERS, I.: *Les raisons du cosmos*. En *Redécouvrir le temps*. Ed. cit., p. 41.

11. EINSTEIN: Citado por PRIGOGINE en *La Nueva Alianza*, ed. cit., p. 27.

12. HAWKING, S.: *Historia del tiempo. Del Big Bang a los agujeros negros*. Ed. Crítica, Barcelona, 1988, p. 220.