

XVI. LA SÍNTESES DE LOS CONCEPTOS DE EVOLUCIÓN Y MECANISMO EN LAS EXPLICACIONES POR SELECCIÓN NATURAL

SERGIO F. MARTÍNEZ

I

A PARTIR DEL SIGLO XVII el concepto de mecanismo fue propuesto por los filósofos mecanicistas como un marco normativo para formular explicaciones científicas, en la medida en que las explicaciones mecanicistas se consideran como las únicas capaces de generar conocimiento. Sin embargo, este concepto de mecanismo involucra una ambigüedad con importantes consecuencias para el planteamiento y desarrollo de controversias en la historia de la ciencia y la filosofía moderna. En particular, en este trabajo quiero mostrar cómo el examen de esta ambigüedad ilumina las discusiones filosóficas generadas en la segunda mitad del siglo XIX por la propuesta de Darwin de entender la evolución orgánica como un proceso mecanicista de selección de variantes generadas azarosamente.

II

Descartes fue el primero en tratar de fundamentar filosóficamente la pretensión de que las únicas explicaciones que pueden darnos conocimiento científico son las mecanicistas. Para Descartes esta tarea tiene dos pasos: por un lado, pretende derivar de ciertas verdades metafísicas las leyes que rigen el comportamiento mecánico de los corpúsculos, de los cuales están compuestos todos los objetos materiales; por otro lado, pretende poder mostrar que todo proceso material es reducible a una explicación de lo que sucede mecánicamente a los corpúsculos involucrados en el proceso.

Como hicimos ver en el capítulo I la filosofía cartesiana promueve que todas aquellas supuestas "causas" de la tradición escolástica —antipatías, simpatías, atracciones, y toda la gama de "causas finales" que generaban explicaciones "teleológicas"— en el programa de Descartes se convierten en explicaciones espurias, no propiamente científicas.

Sin embargo, esta concepción del mundo integra dos nociones de mecanismo que es importante distinguir: por un lado, un mecanismo se re-

fiere a un proceso que puede describirse como un resultado deducible de las leyes del movimiento mecánico (esas leyes que Descartes pretendía derivar de verdades metafísicas), es decir, las leyes que rigen el movimiento de las partículas que constituyen todos los objetos y procesos físicos; por otro lado, un mecanismo es una analogía que sugiere una versión abstracta de la manera de funcionar de una máquina paradigmática: el reloj de pared en los siglos XVII y XVIII, la máquina de vapor en el siglo XIX, y la computadora en el siglo XX, por ejemplo. El problema es que en los filósofos mecanicistas hay una tendencia a pasar de una noción a la otra sin miramientos. Esto es entendible, dado que las leyes de la mecánica permiten explicar (y predecir) qué va a pasar con las partículas de un sistema, dada una determinada disposición inicial de éstas, de manera totalmente análoga a como una cierta configuración de las partes de un reloj nos permite predecir cómo va a funcionar el reloj. En ambos casos la idea es que el todo es reducible a las partes en un sentido preciso: *el comportamiento de un sistema material puede explicarse exhaustivamente a partir del comportamiento de las partes*. Sin embargo, esta pretendida delimitación del ámbito de las explicaciones que generan conocimiento (cierto) ignora diferencias importantes, desde un punto de vista epistemológico, entre las dos nociones de mecanismo utilizadas por los mecanicistas.

La explicación del todo en el que el todo se reduce a las partes para la primera noción se apoya en la existencia de leyes que se aplican a todo objeto y proceso material porque se aplican a las partículas materiales que los configuran; mientras que, en el contexto de la segunda noción, la explicación de la relación del todo con las partes involucra un aspecto funcional teleológico. En este segundo sentido es muy difícil evitar que algún tipo de causa final no desempeñe un papel en las explicaciones mecanicistas. Veamos porqué.

El problema surge de diferencias entre los dos sentidos de "mecanismo" mencionados. Mientras que una explicación mecanicista en el primer sentido no requiere de nada más que de las leyes y la configuración material para formular con precisión una explicación, en el segundo sentido se requiere que seamos capaces de identificar y conocer la función o funciones del mecanismo como un todo, y esto requiere, a su vez, que seamos capaces de entender la función que desempeñan las partes del mecanismo en su constitución, y cómo estas partes, en última instancia, se explican a partir de las leyes de la naturaleza que permitirían reducir, por lo menos en principio, este segundo sentido de mecanismo al primero. De no establecerse este último requisito, la función de un mecanismo simplemente sería aquello que es identificable como la función del mecanismo con casi cualquier criterio que uno pueda pensar. Así, la función de una computadora podría ser la de detenedor de libros.

Se requiere, además, poder situar el mecanismo como parte de un todo. Un reloj mide el tiempo, un compás nos permite hacer círculos; pero en un mundo diferente, la función de la misma configuración material que en este mundo indentificamos como reloj podría ser generar un cierto tipo de ruido, o servir de adorno, y un compás en un mundo diferente podría ser un objeto de culto, o servir para escribir. Esto es, la identificación de la función o funciones del mecanismo no depende sólo de la relación de las partes componentes o internas, sino de la manera de como se sitúa ese mecanismo en un todo y, en última instancia, forma parte de un diseño del mundo.

Así, identificar correctamente la función del mecanismo involucra por lo menos un elemento teleológico inherente al supuesto de que hay un cierto diseño del mundo. Sólo en relación con ese diseño podemos tener conocimiento de las funciones del mecanismo, de lo que el mecanismo *hace*, y por lo tanto del sentido en el que el mecanismo forma parte del mundo. Ahora bien, la manera tradicional de evitar las implicaciones ontológicas de este elemento teleológico de la concepción mecanicista del mundo ha sido, desde Descartes, pretender que este componente teleológico es dispensable. Se sugiere que, por lo menos en principio, una explicación mecanicista en el segundo sentido no tiene implicaciones ontológicas más allá de las implicaciones ontológicas asociadas con las leyes y con el primer sentido de mecanismo.

Descartes, por ejemplo, en *El mundo o Tratado de la luz*, habla como si la universalidad de las leyes de la naturaleza no sólo implicara que todo fenómeno físico es explicable como un fenómeno mecánico en el sentido de ser derivable, por lo menos en principio, de una cierta configuración material y de las leyes que rigen el movimiento de las partículas constituyentes, sino que esa universalidad también determinaría cómo se constituyó nuestro mundo a partir de un caos inicial. Las leyes de la naturaleza harían que un mundo inicialmente caótico se transforme necesariamente en un arreglo muy similar a nuestro mundo, a un universo en el que habría los mismos planetas, las mismas estrellas, el Sol y la Luna. Descartes sugirió incluso que las leyes del movimiento nos permitirían explicar la formación de las montañas, los ríos y los mares, e incluso el crecimiento y la diversidad de las plantas y animales que conocemos.¹ Ciertamente, si las leyes de la naturaleza tienen esas implicaciones ontológicas, entonces el problema mencionado no aparece, pero se traslada

¹ *El mundo o Tratado de la luz*, UNAM, Mexico, 1986. Este libro fue escrito entre 1629 y 1633 pero publicado sólo en 1664 (póstumamente). Me refiero a pasajes como el siguiente:

incluso si Él no impone ningún orden o proporción en [la configuración inicial del mundo], sino que parte del caos más confuso y desordenado que puedan describir los poetas,

al problema de explicar cómo pueden las leyes de la naturaleza tener ese poder conformador de la ontología del mundo. En todo caso, el tipo de ley capaz de explicar la historia de los fenómenos tanto cosmológicos como geológicos y biológicos, no es el tipo de ley de interacción mecánica que Descartes pretendía derivar de principios metafísicos. En este punto, Descartes estaba haciendo entrar subrepticamente el tipo de implicaciones ontológicas propias del concepto de mecanismo en el segundo sentido, y por lo tanto algún tipo de causa final, en el contexto de explicaciones mecanicistas.

Ahora bien, otra manera de resolver la tensión entre estos dos conceptos de mecanismo es con el supuesto de un mundo cuya ontología es estática. Si la estructura ontológica del mundo que importa a la ciencia no está sujeta a cambios en el tiempo, entonces el diseño con respecto al cual identificamos los diferentes mecanismos y sus funciones está dado de una vez y para siempre. En este caso, el problema que plantea identificar correctamente un mecanismo se reduce al supuesto metafísico de la existencia de ese diseño estático único del mundo. Podemos tener divergencias de opinión respecto a cuáles son las funciones de un mecanismo, pero en última instancia hay un referente objetivo que nos permite decidir la cuestión sin ambigüedades y sin necesidad de relativizar nuestra respuesta a un cierto contexto. La revolución científica del siglo XVII mostró que los cielos estaban sujetos a las mismas leyes mecánicas que rigen a los fenómenos que podemos experimentar sobre la superficie de la Tierra, pero mantuvo, en un sentido importante, la vieja tesis aristotélica de que los cielos son el ámbito de lo incorruptible y la Tierra el ámbito de lo corruptible. Se pensaba que los cielos tenían una estructura eterna e incambiable, y que las leyes de la mecánica expresaban esa estructura atemporal. La naturaleza era como un mecanismo de relojería, cuyo funcionamiento podía perturbarse ligeramente, pero que, en esencia, estaba claramente definido y era caracterizable de una vez y para siempre. El conocimiento era conocimiento de esa estructura atemporal.

III

Esta segunda estrategia fue la seguida por la tradición racionalista newtoniana durante el siglo XVIII, no sólo en la física, sino en toda la filosofía

las leyes son suficientes para hacer que las partes de ese caos se desenreden y se dispongan en tan buen orden que conformaran el mundo más perfecto, en el que no sólo seremos capaces de ver la luz, sino todas las otras cosas, generales y particulares, que aparecen en este mundo verdadero. (Capítulo 6, AT XI 34-35.)

natural, la economía política y otras áreas de la cultura.² Para racionalistas como Etienne Bonnot de Condillac, y seguidores como Lavoisier en química, Adam Smith en economía, y Hutton y Lyell en geología, uno entiende la naturaleza de la misma manera que uno entiende cómo funciona un mecanismo de relojería: desarmando el mecanismo, estudiando las partes, y volviendo a rearmarlo. En principio el tiempo aquí desempeña un papel dispensable en la explicación de cómo funciona el mecanismo. Sólo porque no podemos estudiar las partes sin desarmar el mecanismo tenemos que estudiar al mecanismo a través del tiempo. Para un ser superior que pudiera estudiar las partes sin desarmar el mecanismo, y que tuviera inteligencia y memoria suficiente, el tiempo sería un factor dispensable para conocer la naturaleza.

El mundo del racionalista ilustrado era esencialmente eterno, y el desarrollo de la ciencia no parecía sino confirmar esa convicción. En su famoso *Sistema del mundo*, publicado en 1796, Laplace difunde esa concepción de la naturaleza y del conocimiento. Según Laplace, el sistema planetario, y el universo en general se comportan de una manera regular que sólo varía dentro de ciertos límites muy estrechos, y que constituye un orden que siempre ha sido y siempre será. Había perturbaciones en el orden natural, pero sólo eran locales y relativamente breves.

Laplace es famoso por haber propuesto una hipótesis de evolución estelar. Pero Laplace entendía esa evolución como la había entendido Descartes, como un proceso esencialmente ahistórico, explicable como el resultado de la aplicación de leyes mecanicistas que culminaban en un estado del universo que ya no estaba sujeto a ningún cambio sustancial en el futuro. Si el proceso empezara de nuevo, repetiría en lo esencial la misma secuencia de estados hasta llegar a su estado presente, y ese estado presente se entendía como un estado de equilibrio que existiría para toda la eternidad. Para Laplace y sus seguidores racionalistas, la ontología básica del mundo es de estados, no de procesos; todo cambio tiene lugar con respecto a ciertos estados de equilibrio, aquellos estados en los que convergen los procesos naturales, y que propiamente se considera que constituyen la realidad.

Dentro de este marco de ideas hay cabida para un concepto muy limitado de proceso histórico. En particular, toda evolución tiene que entenderse como dirigida hacia un estado final. La nube gaseosa primitiva evoluciona hacia el sistema planetario tal y como existe hoy día, y un embrión evoluciona hacia la forma madura característica de la especie. Evolución en este sentido positivista, se caracteriza por estar dirigida a

² Este tema se desarrolla en el estudio de Norton Wise y Crosbie Smith "Work and Waste: Political Economy and Natural Philosophy in Nineteenth Century Britain", *History of Science*, xxvii (1989), xxviii (1990).

un estado. Asume como parte de la estructura del mundo los diferentes estados que constituyen el proceso, y en particular el estado final con respecto al cual se individualiza todo el proceso.

La famosa doctrina determinista de Laplace presentada en varios escritos a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX es una formulación de esta idea. En la versión más famosa de esta doctrina, Laplace nos dice lo siguiente: "Una inteligencia que por un instante pudiera comprender todas las fuerzas que animan a la naturaleza y la situación respectiva de los seres que la componen —una inteligencia suficientemente vasta para someter todos estos datos a análisis— abarcaría en la misma fórmula los movimientos de los cuerpos más grandes del universo y los de los átomos más ligeros, para él nada sería incierto, y el futuro, así como el pasado, estarían presentes a sus ojos". Nótese el supuesto implícito, a saber, la idea de que la estructura de la realidad es atemporal, y que sólo una deficiencia de nuestra inteligencia nos impide entender en un solo pensamiento, con una sola ontología básica, toda la realidad. El tipo de evolución que puede tener lugar en ese tipo de universo lo denominaremos *evolución dirigida a un estado*. En un sentido importante, que procedemos a explicar, este concepto de evolución es ahistórico.

En primer lugar requerimos un poco de terminología. Diremos que un hecho es *coyuntural* si tanto que se dé tal hecho, como que no se dé, son ambos compatibles con la estructura causal del mundo en un momento dado. Diremos que *un proceso es histórico si su caracterización (o explicación) requiere hacer referencia a hechos coyunturales*.³ Con esta caracterización mínima de lo que vamos a entender por un proceso histórico podemos decir que la doctrina laplaciana determinista, y en particular la concepción característica de todo proceso evolutivo del positivismo ilustrado es ahistórica.⁴

³ Por supuesto que ésta no es sino una caracterización muy escueta tanto de hecho coyuntural como de proceso histórico. Elaborar esta idea requeriría mostrar cómo este concepto de proceso histórico está relacionado con la estructura narrativa propia de las explicaciones históricas.

⁴ El artículo "Evolution" de Robert Richards, en *Keywords in Evolutionary Biology*, E. Fox Keller y E. A. Lloyd (comps.), Harvard U. Press, 1992, es una historia sucinta de la manera en que el concepto fue introducido a la biología en el siglo XVII y cómo fue utilizado en embriología y posteriormente en otras áreas de la biología. Richards considera que Darwin retiene en buena parte ese concepto de dinámica progresiva dirigida a un fin (el bien de las criaturas) distintivo de la tradición positivista. Ésta es una tesis bastante controvertida que Richards desarrolla en su libro *The Meaning of Evolution*, The University of Chicago Press, 1992. El concepto de "evolución dirigida" que introduzco arriba permite entender un sentido crucialmente importante en el que Darwin se separa de esa tradición ilustrada, en la medida que abandona la idea de evolución dirigida a un estado, si bien me

Este ahistoricismo de Condillac, Lavoisier, Lagrange y Laplace, fue elaborado y difundido en la Gran Bretaña por medio de los trabajos en geología de Hutton y Lyell, y de manera sistemática en uno de los libros más influyentes en la filosofía de la ciencia del siglo XIX, el *Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy* (Discurso preliminar sobre el estudio de la filosofía natural), de John Herschel, publicado en Londres en 1830.

IV

Herschel, como muchos otros filósofos naturales a principios del siglo XIX, había estado involucrado en una serie de discusiones acerca de la naturaleza del conocimiento histórico. En particular, Herschel participó en una álgida controversia acerca de la hipótesis de que las estrellas evolucionan. Según esta hipótesis habría un típico proceso de "maduración" característico para una estrella, como lo había para los organismos vivos. ¿Podría ser que nuestro sistema solar hubiera surgido de una "nube" estelar y evolucionado hasta su estado presente por medio de un proceso explicable por leyes mecanicistas? A finales del siglo XVIII algunos astrónomos pensaban que los diferentes estados en los que podían observarse las estrellas apoyaban esa idea. Hipótesis evolucionistas similares habían sido exploradas y acaloradamente discutidas a finales del siglo XVIII en la biología y la geología. Erasmus Darwin, el abuelo de Charles Darwin, es famoso por haber explorado este tipo de hipótesis evolucionista para los seres orgánicos.

Herschel, como muchos de sus contemporáneos positivistas, rechazaba ese tipo de hipótesis como meras especulaciones sin ninguna base científica. Según Herschel, la supuesta evolución estelar (y algo similar pensaba de la evolución orgánica) se basaba en una analogía muy difícil de sostener entre las aparentes gradaciones que podían observarse en el estado presente de las estrellas y una supuesta evolución entre diferentes estados de una misma estrella. *En todo caso, de haber una analogía esta debería funcionar en la dirección inversa. Cualquier aparente evolución debería servirnos para descubrir las relaciones existentes entre las cosas, el tipo de relaciones que podían constituir conocimiento.*

Éste es también el tipo de evolución ahistórica (dirigida) ejemplificada en la teoría climática de Charles Lyell; uno de los libros más influyentes de la primera mitad del siglo XIX, y un libro que va desempeñar un papel muy importante en el desarrollo intelectual de Darwin y su gene-

parece que Richards está en lo correcto en sostener que Darwin retiene aspectos teleológicos distintivos del concepto de evolución ilustrado. Este tema lo trato a fondo en el trabajo "Sobre los conceptos de evolución y progreso en el siglo XIX", en esta obra.

ración, *Principles of Geology*.⁵ Para Lyell, como para Herschel, una teoría científica de fenómenos tan complejos como el clima y la vida sólo podía consistir en una descripción de regularidades que satisficieran ciertos criterios metodológicos, pero que no podían formar parte de la explicación naturalista de un proceso propiamente histórico. Para Lyell, como para Herschel, ninguna pregunta acerca del origen de un proceso no podía culminar en una respuesta genuinamente científica, por lo menos en la medida que una respuesta de ese tipo requeriría algo más que el establecimiento de regularidades atribuibles a causas verdaderas, esto es a causas descriptibles por leyes atemporales (y de aplicación universal).

La teoría geológica de Lyell parte del supuesto de que el mundo pasa por ciclos, unos muy largos y otros muy cortos, pero que esencialmente es estático. Las diferentes formaciones geológicas, así como las diferentes especies biológicas aparecen y desaparecen de nuestra vista, pero la ontología del mundo siempre es la misma: las fuerzas que van produciendo las diferentes eras geológicas junto con su fauna y flora. En este contexto, preguntarse acerca del origen de la vida, más allá del establecimiento de correlaciones entre fauna, flora y clima, por ejemplo, sólo podía terminar en especulaciones sin fundamento científico.

Este tipo de perspectiva ahistórica de la ciencia y de la evolución en particular, predominante a finales del siglo XVIII empieza a ser seriamente cuestionada en el siglo XIX y en particular a partir de la tercera década del siglo. Uno de los cuestionamientos más importantes y sistemáticos de esa concepción de la ciencia proviene de William Whewell, uno de los representantes más notables de la teología natural en la primera mitad del siglo XIX en Inglaterra, y acérrimo crítico de Darwin. Entender por qué Whewell es a la vez un crítico de la concepción ahistórica del conocimiento promovida por Herschel, y un crítico del historicismo darwiniano va a ser crucial para comprender lo novedoso del tipo de síntesis entre mecanismo y evolución propuesto por Darwin.

V

Whewell y Herschel estuvieron enfrascados durante varias décadas de la primera mitad del siglo XIX en una controversia acerca de la naturaleza del conocimiento. Mientras que para Herschel, y la tradición del positivismo ilustrado que él representa, una explicación científica consistía en explicar por medio de leyes de correlación, en el supuesto de un diseño

⁵ Charles Lyell, *Principles of Geology*, 1830-1833. Una versión facsimilar de la primera edición ha sido publicada por Chicago University Press en 1990, Chicago y Londres.

del mundo que se asumía inmutable, para alguien como Whewell, *explicar* involucraba situar un estado de cosas en el contexto de un plan divino. Este plan divino se concretaba en un diseño que iba cambiando, y esos cambios no tenían porqué ser accesibles a nuestra inteligencia.⁶ Whewell, siguiendo en esto a Newton, pensaba que Dios no sólo era responsable del diseño de las leyes eternas, sino responsable de la ejecución de esas leyes por medio de decisiones que para nosotros podrían parecer azarosas.

El diseño divino no era estático sino dinámico. La ciencia no podía asumir que había estados que podían servir como puntos de referencia para explicar procesos, por ejemplo el estado presente del sistema solar. El estado presente del sistema solar podía ser simplemente un estado entre otros. Nótese que lo que Whewell cuestiona es precisamente el supuesto de que podemos identificar un mecanismo o su función a través de un supuesto de diseño, porque, según Whewell, el diseño no tiene porqué ser accesible a nuestra razón.

Para alguien como Whewell, lo que está mal con una concepción ahistoricista como la de Herschel no es la pretensión de que no es posible explicar por medio de causas naturales un proceso histórico, sino su falta de reconocimiento de que la ejecución de las leyes de la naturaleza por Dios tiene implicaciones para el diseño del mundo. La acción de las leyes de la naturaleza requiere de un poder que haga mover toda la maquinaria, y este poder es Dios. De no ser por ese poder omnipresente todo el mundo se pararía muy pronto, como una gran maquinaria sin fuente de energía, o se estropearía por falta de cuidado. El universo de Whewell es dinámico, pero esa dinámica no es entendible en términos de causas naturales, sino a través de consideraciones teológicas.

Así, mientras que para Lyell y Herschel fenómenos como el surgimiento de una nueva especie podían ser objeto de estudio científico en tanto que nos restringiéramos a estudiarlos en términos de leyes de correlación, y más en general, en términos de aquellas causas que existen hoy día y existirán siempre, Whewell pensaba que si bien encontrar este tipo de correlaciones era factible, el tipo de conocimiento que podríamos tener a través de ellas era muy pobre.

Éste es el contexto filosófico en el cual Darwin formuló su explicación naturalista del origen de las especies, o más precisamente, del fenómeno de la adaptación de las especies a su ambiente y del origen de la diversidad de las formas vivientes.

⁶ Una primera formulación de las ideas de Whewell se encuentra en *On Astronomy and General Physics*, que apareció en 1834 como el Tercer Tratado de Bridgewater, Londres, 1834, publicado por William Pickering.

VI

Darwin escogió el siguiente epígrafe de Whewell para encabezar la primera edición de *El origen de las especies*: "En relación con el mundo material, podemos ir por lo menos tan lejos como para decir que podemos percibir que los sucesos no tienen lugar por medio de intervenciones divinas aisladas en cada caso particular, sino a través del establecimiento de leyes generales".

La controversia generada por la teoría de Darwin mostró que *lo que se entiende por "mundo material" y por "leyes generales" es parte central de una discusión filosófica que tiene que incluir un replanteamiento del concepto de diseño del mundo en un mundo históricamente constituido. El mundo material de Darwin incluía suficientes elementos para explicar el origen de las especies sin recurrir a intervenciones divinas, directa o indirectamente, pero incorporaba aspectos contingentes (azarosos) en la estructura misma de sus explicaciones.*⁷

Implícitamente Darwin pretendía que el azar desempeñara un papel explicativo en el diseño del mundo tal y como se nos presenta a nuestra experiencia, y esto era inaceptable para los filósofos naturales del siglo XIX. Darwin parecía sugerir que si bien podíamos asumir que Dios interviene en el mundo sólo estableciendo leyes generales, por lo menos algunas de estas leyes generales serían leyes indeterministas, leyes que caracterizarían el proceso de selección de variantes generadas por un proceso que no estaba acoplado a las necesidades de la especie.

Sin embargo, lo que para Darwin tenía un gran poder explicativo, para Herschel era "la ley de la confusión", y para Whewell una hipótesis "ni clara ni apropiada".⁸ El desacuerdo entre Darwin y Herschel marca uno de los puntos neurálgicos en la filosofía de la ciencia hasta el presente. ¿Cuál es el papel de lo contingente en una explicación científica? En esta segunda parte del artículo veremos el papel que desempeña lo contingente en las explicaciones por selección natural que Darwin presenta en *El origen de las especies*.

Se tiene la idea de que después de un rechazo violento inicial, la co-

⁷ Factores causales contingentes son todos aquellos factores (hechos) coyunturales que pueden desempeñar un papel causal en el desarrollo de un proceso.

⁸ Para Whewell la biología no podía pretender haber llegado al estadio de desarrollo en el cual sería posible formular hipótesis matemáticamente, lo que Whewell consideraba necesario para la formulación "clara" de una ciencia. Whewell consideraba que un concepto se usaba de manera inapropiada si era usado fuera de su ámbito de aplicación apropiado. Utilizar conceptos mecanicistas para explicar el funcionamiento de las fuerzas vitales, era un ejemplo de un uso inapropiado de conceptos. Whewell elabora estas ideas en el segundo tomo de su famoso libro *The Philosophy of the Inductive Sciences*, cuya primera edición apareció en 1840.

munidad de biólogos aceptó rápidamente la teoría de la evolución de Darwin. Ésta es una verdad a medias. La idea de la evolución de las especies fue ampliamente aceptada en el lapso de unos veinte años después de la publicación de *El origen de las especies*. Pero la idea de que la selección natural es el mecanismo más importante en la explicación de la evolución de las especies no fue aceptada en el siglo XIX sino por una minoría. Es más, sólo con el desarrollo de la genética moderna y la llamada síntesis moderna en la biología en los años cuarenta de este siglo se puede decir que es aceptado plenamente el elemento central y distintivo de las explicaciones darwinianas.

Esta negativa a aceptar el elemento crucialmente novedoso de las explicaciones por selección natural, el uso de aspectos contingentes del mundo en el concepto de *mecanismo* por selección natural, es entendible si reconocemos que en el contexto de la filosofía natural precedente no había un marco conceptual apropiado para entender este recurso explicativo como parte de la ciencia. Como vimos, las explicaciones de la filosofía natural se anclaban en estructuras que no estaban sujetas a cambios en el tiempo, y por lo tanto excluían en principio la posibilidad de incorporar en las explicaciones aspectos contingentes del mundo (anclados en hechos coyunturales). El recurso a la contingencia en las explicaciones científicas continuó siendo problemático y oscuro durante todo el siglo XIX y una buena parte del siglo XX. Todavía hoy el papel de lo contingente en las explicaciones científicas es el problema de fondo en muchas teorías de la explicación, así como en una serie de problemas filosóficos asociados con el problema de la interpretación de la probabilidad.

Darwin mismo pensaba que la selección natural, en analogía con la fuerza de la gravitación universal en la teoría de Newton, era una ley de la naturaleza con aplicación universal en el mundo orgánico. Efectivamente, hasta cierto punto, en dos sentidos importantes, la selección natural tiene aplicación universal. En primer lugar, la manera como actúa la fuerza de selección en un organismo es la agregación de la manera como actúa en las diferentes partes del mismo. En segundo lugar, la "fuerza" de la selección natural actúa sobre todas las variaciones que se dan en los individuos de una especie, en un proceso gradual a través del cual cambios muy pequeños tienen efectos muy grandes en tiempos muy largos.

Sin embargo, la dinámica de las especies que pretendía explicar la teoría no podía explicarse meramente como una agregación de la acción de la selección natural en los diferentes individuos que componen una población a través de las generaciones. La diversidad y la complejidad de la vida no son una mera suma de los efectos de una fuerza, la selección

natural, que actúa sobre los diferentes individuos que forman parte de una especie. *El mundo biológico, a diferencia del mundo físico (clásico), está restringido en sus posibilidades futuras, no sólo por la organización presente de la materia, sino por la historia de la vida.* En la medida que la historia de la vida es el resultado de procesos causales que podrían haberse desarrollado de otra manera (*i.e.* que involucran hechos coyunturales), una teoría que explica esa historia tiene que incorporar elementos contingentes en la estructura de sus explicaciones.

Darwin vio muy claramente desde los primeros esbozos de su teoría, escritos a finales de los años treinta del siglo pasado, que este hecho hacía necesario introducir aspectos contingentes en las explicaciones biológicas. Schweber ha comparado el concepto de determinismo laplaciano examinado en la sección anterior, con una cita de una versión preliminar de *El origen* (el "Ensayo" de 1844), en la cual Darwin utiliza la misma metáfora de Laplace para explicar por medio del supuesto de una inteligencia superior los rasgos esenciales de su teoría. Dice Darwin:

Asumamos un Ser con una penetración suficiente como para percibir las diferencias imperceptibles al hombre entre la organización exterior y la interior, y con capacidades de previsión que se extienden por siglos para observar con el mayor cuidado y seleccionar cualquier rasgo que le interese para la cría de un organismo producido en las circunstancias anteriores; no veo ninguna razón por la cual él no podría formar una nueva raza [...] adaptada a nuevos fines. Puesto que hemos asumido que su poder de discriminación, su previsión y su constancia son incomparablemente mayores que la de los hombres, podemos suponer que la belleza y las complicaciones de las adaptaciones de las nuevas razas y sus diferencias de la cepa original son mayores que las diferencias que han sido producidas en las razas domésticas por los hombres.⁹

Como dice Schweber, mientras que para el ser superior de Laplace no existe el tiempo, ya que para él el mundo entero está presente a su inteligencia como algo acabado, para el ser superior de Darwin el tiempo es un elemento esencial, requerido para poder llevar a cabo su tarea. El ser superior de Darwin tiene que dedicarse con el mayor cuidado y constancia a su tarea de selección, no simplemente ve la causa de las variaciones y escoge la que más le conviene. Su superioridad no consiste en eliminar el elemento azaroso en la producción de variantes y el proceso de ensayo y error. *El ser superior de Darwin no busca eliminar el azar, al contrario, lo usa para sus fines.*

⁹ Citado por Schweber en "Demons, Angels, and Probability: Some Aspects of British Science in the Nineteenth Century", en *Physics as Natural Philosophy: Essays in honor of Lazlo Tisza on his Seventy-fifth Birthday*, compilado por A. Shimony y H. Feshbach, MIT Press Londres-Cambridge, Mass., 1982, pp. 319-363.

La explicación de un proceso por selección natural, incluso para un ser superior, nos dice Darwin (si bien no con esas palabras), requiere que tomemos en cuenta la producción azarosa de variaciones, y por lo tanto el papel causal que desempeña los hechos coyunturales. La producción azarosa de variaciones es para el ser superior de Darwin la materia prima sobre la cual él puede ejercer su poder de selección. Darwin, sin embargo, no tenía los recursos conceptuales necesarios para refutar y rechazar la doctrina laplaciana que constituía el marco tradicional metafísico de la ciencia de su tiempo. En *El origen de las especies* (y en otros lugares) Darwin dice que expresiones como "las variaciones son debidas al azar" son incorrectas, simplemente nos sirven —nos dice Darwin— "para reconocer nuestra ignorancia de la causa de cada variación particular". Darwin, aquí, trata de plegarse a la concepción del azar predominante en su tiempo, pero el punto que quiero recalcar en este trabajo es que, implícitamente, en la estructura conceptual de su teoría, Darwin le reconoce al azar un papel central que no puede reducirse al de la concepción tradicional.

Lo distintivo de las explicaciones seleccionistas, y el papel que desempeña en la integración del conocimiento biológico, uno de los temas en los que Darwin puso mucho énfasis en su obra, no es compatible con la concepción tradicional del azar como mera ignorancia. El concepto de azar como mera ignorancia es compatible con la concepción atemporal de la ontología del mundo propia de la concepción desarrollada en el racionalismo newtoniano, pero entra en conflicto con el modelo de una explicación seleccionista que Darwin estaba proponiendo para la biología. Si lo azaroso de las variaciones era el producto de nuestra ignorancia, un ser superior debería de ser capaz de ver a través de esa ignorancia y de simplemente escoger (*i.e* decidir), no "seleccionar con cuidado y constancia", la variación que más le conviniera para el fin particular que tuviera en mente.

VII

Ni Darwin ni sus contemporáneos vieron *explícitamente* este conflicto entre la concepción tradicional de azar y el tipo de explicaciones que Darwin proponía para la biología. Indudablemente, sin embargo, que el rechazo de Herschel y Whewell a la teoría de Darwin tiene su origen en el reconocimiento de esta tensión. Como veremos, la crítica de Herschel a Darwin es bastante significativa al respecto. Herschel ve claramente que Darwin está utilizando el azar objetivo como un recurso explicativo, y según él *el azar objetivo no puede ser un recurso explicativo en ninguna teoría que sea compatible con la metafísica atemporal implícita en la física*

newtoniana. (Sobre todo tal y como fue desarrollada por Lagrange y Laplace). La aceptación de la explicación de Darwin del origen de las especies obligaba a aceptar una tensión profunda en los fundamentos de la ciencia. Herschel y Whewell veían esta tensión, aunque quizás no llegaron a formular esta idea de manera explícita.

David Hull expresa una creencia muy extendida entre historiadores de la biología cuando afirma que: "La facilidad con la que Herschel, Whewell y Mill pretendían la verificación exacta de hipótesis y la exclusión de las cualidades ocultas de la ciencia por un lado, mientras que por el otro insistían en la intervención directa de Dios en los fenómenos naturales no es algo menos que esquizofrénico".¹⁰

Ciertamente, si se olvidan los argumentos y el marco conceptual de fondo del que estaban partiendo, se puede hablar de esquizofrenia, pero sólo así. Herschel, por lo menos, tenía muy claro que las teorías de Darwin y Newton no podían coexistir pacíficamente, y él no tenía dudas respecto a cuál estaba bien; vimos en secciones anteriores el trasfondo de esta convicción. En esta sección examinaremos más específicamente las razones de Herschel con relación al problema del origen de las especies.

El registro fósil había convencido a la generación anterior a Darwin de que había habido especies en el planeta que ya no existían, y que esos procesos de extinción y surgimiento de nuevas especies estaban relacionados con cambios en el ambiente. Ahora bien, supongamos que en un tiempo t existe una especie E en un medio ambiente M , y que en un tiempo posterior t' el ambiente cambia de M a M' . Si el mundo es determinista y el azar mera ignorancia de esas leyes, sólo puede haber transmutación de una especie E en una especie E' mejor adaptada al medio M' , por la acción de leyes generales acopladas a los cambios climáticos (que podrían describirse como cambios entre estados físicos de cosas). Va a depender de cómo se entiende exactamente el determinismo del mundo si esta doctrina es compatible con la ingerencia de Dios en el mundo a través de intervenciones aisladas. En todo caso, por razones más bien teológicas, Whewell, como muchos de sus contemporáneos, piensa que esas intervenciones divinas aisladas no son una alternativa posible.

Pero ¿qué posible tipo de causas naturales podrían dar cuenta de la obvia adaptación de las especies a su ambiente sin asumir algún tipo de diseño preestablecido? Ésta es la pregunta que responde Darwin utilizando causas que involucran hechos coyunturales (*i.e.* aspectos contingentes) de la historia de la vida para explicar tanto la existencia de la va-

¹⁰ "Charles Darwin and Nineteenth Century Philosophies of Science", en *Foundations of Scientific Method: The Nineteenth Century*, R. N. Giere y R. S. Westfall (comps.), Bloomington Indiana, Indiana University Press, 1972, pp. 115-132. Incluido también en David Hull, *The Metaphysics of Evolution*, State University of New York Press, 1989.

riación no dirigida, como la manera en la que la selección es capaz de explicar los aparentes estados adaptativos de las diferentes especies con su medio ambiente, como parte de un proceso que no es identificable en relación con ningún estado en particular. Para Darwin, una nueva especie tiene las características que tiene, los caracteres distintivos de su género, debido a que es el producto de la descendencia de especies existentes anteriormente. Y debe su adaptación al ambiente, no a la previsión inteligente de algún ser superior, sino a las condiciones coyunturales que se dieron durante el proceso de especiación y que determinaron su divergencia de la especie ancestral.

Ahora bien, si el azar se entiende de la manera tradicional, como ignorancia de los procesos deterministas que son la causa de los fenómenos de los que tenemos experiencia, debiéramos esperar que sean cual sean las leyes (generales) que rigen la adaptación de las especies, éstas están perfectamente adaptadas a su ambiente, ya que las leyes estarían dadas por Dios, y Dios no legislaría leyes imperfectas. En todo caso, lo que habría sería una oscilación de las diferentes especies respecto a ese estado de adaptación perfecta que se asumía tenía que existir, pero la adaptación en ningún caso podría entenderse como un proceso histórico abierto en el tiempo, como un proceso que no puede predecirse hacia donde va.

Por el contrario, Darwin todo lo que requiere es que la adaptación sea suficiente como para ser la causa de la sobrevivencia de la especie. *Desde muchos puntos de vista la adaptación puede no ser perfecta.* Para Darwin la adaptación es un proceso, no un estado. Darwin encuentra una larga serie de ejemplos que hacen ver lo inadecuado de la hipótesis de que la adaptación es perfecta, un supuesto que, como ya dijimos era ampliamente compartido por sus contemporáneos. Hay, por ejemplo, unos pájaros carpinteros que viven en prados sin árboles y unos peces que caminan con las aletas. Ejemplos como estos refutan, según Darwin, la idea de que las especies están perfectamente adaptadas a su medio, y apoyan la idea de que *debe incluirse un elemento de contingencia en la explicación de un proceso adaptativo que queda abierto en sus posibilidades futuras.* A lo largo de su vida, Darwin continuó acumulando pruebas de este tipo de adaptación no perfecta que parecía surgir más bien del aprovechamiento de oportunidades y de características previamente adquiridas en el proceso evolutivo que de la previsión de ambiente a partir del supuesto de la existencia de estados de adaptación perfecta.

VIII

Los libros de notas de Darwin nos permiten reconstruir el tortuoso camino que lo llevó a incorporar el azar en las explicaciones por selección natural.¹¹ Inicialmente, Darwin no le presta mucha atención al papel que puede desempeñar el azar en la explicación de la transmutación en la naturaleza. Darwin parece haber pensado que las variaciones azarosas, en el sentido de no acopladas a la selección, eran muy raras y no podrían explicar la adaptación de las especies. Darwin le atribuía un papel importante a las contingencias históricas en los procesos de descendencia de las especies, pero mantenía la idea de que una especie tenía cierto número de especies hijas en potencia; una determinación que no podía explicarse sino como parte de un diseño preestablecido. Eran los productos diferenciados de la generación sexual lo que constituía el dominio de la selección. La idea era todavía compatible con la teoría de Lyell, y Darwin podría ser entendido como tratando de especular acerca del mecanismo que generaba las correlaciones entre especies y ambiente que postulaba Lyell. Las variaciones en los productos de la generación sexual eran parte de los recursos con los que Dios había provisto inicialmente a las especies para que pudieran adaptarse a los cambios climáticos dentro de ciertos límites que por supuesto también estaban previstos.

En la teoría acabada, sin embargo, Darwin abandona la concepción tipológica de especie implícita en sus especulaciones anteriores. En la versión final de la teoría, las variaciones tienen su origen en las imperfecciones en el proceso de la producción de semillas. Aquí, lo contingente entra en el nivel del proceso material de la producción de variantes.

Examinemos con detenimiento los dos diferentes usos del azar en las dos versiones mencionadas de la teoría de Darwin. Con ellas puede ejemplificarse la diferencia entre una teoría en la que el azar se considera como algo que se busca eliminar, y otra en la que el azar entra a desempeñar un papel causal explicativo.

En la primera el azar se da en el contexto de un diseño preestablecido. La selección es simplemente parte del mecanismo de "aprendizaje" de su ambiente de una especie. Las posibles formas alternativas de la especie se reflejan en las diferentes variaciones, y cuando el ambiente cambia, algo hace que la especie responda generando variantes (cuyo número y características están fijadas y por lo tanto tuvieron que haber sido el resultado de una previsión). Estas variantes son las que se ponen a dis-

¹¹ Esta reconstrucción se basa sobre todo en los trabajos de Jonathan Hodge, y en particular de su estudio "Natural Selection as a Causal, Empirical, and Probabilistic Theory", en Lorenz Kruger, Gerd Gigerenzer y Mary S. Morgan (comp.), *The Probabilistic Revolution*, vol. 2; "Ideas in the Sciences", MIT Press, 1987.

posición de la selección. En este caso, la variación es ciega en el sentido de que los individuos adultos de las diferentes variedades muestran una maduración distintiva, entre las cuales la selección va a privilegiar a unas variedades y a condenar a la extinción a otras. Sin embargo, la variación no es ciega en el sentido de que la selección actúa sobre alternativas cuya diversidad y diferencias no son explicables por factores contingentes. En este caso, el azar implícito en la explicación puede interpretarse como ignorancia de leyes deterministas o de las decisiones divinas que desempeñan un papel en la ejecución de esas leyes, y que constituyen el entramado sobre el cual se asienta el diseño original de la vida. Para Dios la variación no sería ciega, una especie podría pensarse como programada para transmutarse en otra dependiendo del ambiente, como Lyell pensaba que sucedía.

En el segundo tipo de teoría, el azar desempeña un papel estructural en las explicaciones en el sentido de que el azar no puede entenderse como un mero reflejo de nuestra ignorancia: el azar *es la expresión de un proceso causal*, surge de la *imperfección* del proceso por medio del cual se producen las semillas. Decir que las variaciones son el resultado de un proceso defectuoso es excluir la posibilidad de que ese proceso sea parte de un diseño atribuible a Dios, a menos que se esté dispuesto a aceptar que Dios produce diseños defectuosos. Pero hay más.

El hecho que la selección actúe sobre imperfecciones que se dan en la transición hereditaria hace del proceso de la selección de variantes un proceso ciego en el sentido que no puede entenderse el papel de la selección como meramente desempeñando un papel en la "ambientación" de la especie. En esta segunda versión de la teoría, la selección no es simplemente parte de un proceso de afinación de una armonía preestablecida, sino que se convierte en un mecanismo con capacidad de explicar por sí mismo el proceso de transmutación de las especies. La selección no toma en cuenta *directamente* la capacidad de los individuos de adaptarse a su ambiente, sino que actúa *indirectamente*, y en este sentido *ciegamente*, en la modificación de la producción de semillas (huevos y espermatozoides en los animales) sobre los que actúa la selección.

Aquí el azar entra estructuralmente en la explicación del proceso de transmutación de las especies de una manera que ya no puede interpretarse simplemente como ignorancia de un diseño preestablecido que se lleva a cabo mediante leyes deterministas de correlación. En la teoría final, el diseño de Darwin no es preestablecido, ya que incluye las imperfecciones de un proceso que se manifiesta en el carácter abierto de la evolución. Darwin no busca entender la evolución con relación a un estado, para él, la transmutación de las especies no tiene lugar dentro de límites preestablecidos por las propiedades de ciertos estados con res-

pecto los cuales fluctuaría o se aproximaría todo proceso de transmutación dirigido. Veamos ahora las consecuencias que tiene que reconocer esta distinción entre dos tipos de azar implícitos en las diferentes versiones de la teoría de Darwin.

IX

Después de la publicación del *El origen de las especies*, en 1859, Darwin estaba muy ansioso por oír los comentarios de aquellos grandes filósofos de su tiempo de los que hemos hablado, Herschel y Whewell. De lo primero que Darwin tuvo noticia era que Herschel había dicho que la teoría de Darwin era "la ley de la confusión" (*the law of higgedly-piggedly*), una expresión muy despectiva que se usaba para describir un proceso que no se ajustaba a ningún orden. Posteriormente, en 1861, Herschel, elaboró una crítica un poco menos crítica, según él "el principio de la variación arbitraria y casual, y la selección natural como una teoría adecuada, *per se*, del pasado y del presente mundo orgánico, es tan inaceptable como el método de componer libros de los laputanos es una explicación satisfactoria de las obras de Shakespeare y del Principia".¹² Objeciones similares que no vamos a mencionar aquí fueron expresadas por la gran mayoría de los filósofos contemporáneos de Darwin.

La objeción central a la obra de Darwin es clara, no es aceptable que en una teoría científica acerca de la evolución de las especies se elimine el uso de una "dirección inteligente" en favor de una explicación basada en la presencia de contingencias. Lo que Darwin mostró es que el supuesto de que la ciencia aspira a conocer un mundo estructurado por mecanismos atemporalmente caracterizables (según la segunda noción de mecanismo), congruente con una ontología de leyes y estados (según el primer sentido de mecanismo) va en contra de la sistematización de la experiencia, que debe ser la guía de todo buen empirismo. Darwin nos muestra que es crucial reconocer la necesidad de incorporar el azar en las explicaciones de procesos no dirigidos a un estado para poder explicar la evolución orgánica por medio de causas naturales.

La objeción de Herschel era que el azar no puede explicarnos nada, puesto que explicar precisamente consistía en situar los hechos de la experiencia en un orden que se consideraba no azaroso. Para Herschel, como para muchos de los filósofos contemporáneos de Darwin, la preten-

¹² Herschel, en *Physical Geography of the Globe*, Edimburgo, Black, 1861. (Citado por David Hull en "Charles Darwin and Nineteenth Century...", véase nota 10). Esta es una referencia a uno de los pueblos que visitó Gulliver en sus viajes en los escritos de J. Swift. Los laputanos escribían libros formando palabras que se componían de letras tomadas al azar.

sión de Darwin equivalía a pretender que se podía explicar a partir del supuesto de una confusión. Para Herschel, la evolución de las especies era el tipo de fenómeno que necesariamente requería de una referencia a una "dirección inteligente", y por ello no era posible dar una explicación mecanicista del origen de las especies. Darwin contribuyó a que se malinterpretara su posición porque, si bien Darwin recurrió de diversas maneras a la analogía entre la selección natural y la fuerza de gravitación en la teoría de Newton, la selección natural está muy lejos de ser una fuerza en el sentido newtoniano, no sólo porque la selección natural no puede entenderse como una fuerza física, sino porque involucra al azar de manera esencial.

Ciertamente, al mismo tiempo que la discusión más fuerte acerca de la teoría de Darwin tenía lugar, se empezaron a introducir en la física conceptos (modelos y explicaciones) que involucran el azar de manera esencial, pero el reconocimiento de este hecho sólo tiene lugar como parte de la llamada revolución en la física, de la cual surge la física moderna, la física del siglo XX. Para los filósofos naturales del siglo XIX, casi sin excepciones, las explicaciones buscaban situar nuestra experiencia en relación con una estructura atemporal del mundo. Los aspectos dinámicos de la estructura última del mundo, en todo caso, se referían a un diseño que escapaba a las capacidades explicativas de la ciencia.

En resumen, en la medida que la evolución se piensa como un proceso que requiere de un estado con respecto al cual el proceso "sucede", Herschel tenía razón en rechazar la teoría de Darwin como metodológicamente insatisfactoria. Lo que Herschel no vio es que Darwin estaba proponiendo, cambiar el concepto mismo de mecanismo implícito en la tradición newtoniana positivista. Darwin proponía una síntesis entre el concepto de mecanismo y el de evolución que era impensable en el contexto de las concepciones tradicionales de mecanismo y de evolución. Darwin no es el único en su tiempo que estaba desarrollando teorías en las que el patrón de explicación mecanicista se somete a cambios importantes. Pero, ciertamente, la teoría de Darwin es uno de los mejores laboratorios para entender la compleja interacción entre diferentes corrientes culturales que a mediados del siglo XIX empieza a reconocer que todo tiene una historia, incluso nuestros conceptos de mecanismo y explicación.