

tables, las oscilaciones, los gradientes y otros fenómenos, debe ser críticamente evaluado.

Al considerar cómo tiene lugar la excitación en la activación sucesiva de las neuronas cerebrales, podemos perder de vista los pequeños matices de los cambios de impedancia, campo, distribución de iones y gradientes, interacciones específicas de macromoléculas ricas en información con pequeñas moléculas e iones, y otros parámetros bioeléctricos. Estos matices pueden parecer pequeños cuando se los mide en masa pero en compartimentos microscópicos esas reacciones topoquímicas pueden ser iniciadas y determinadas por fuerzas poderosas, marcadamente direccionales y específicas.

Si fuera posible analizar el cerebro —o al principio sólo sistemas simplificados como el ganglio del *Aplysia*<sup>40</sup>— mediante sistemas y métodos teóricos de redes, los que ya han demostrado su poder en la ingeniería eléctrica, podríamos tener una idea de la significación de estos procesos topoquímicos y topofísicos que, junto con las ondas de acción y los hechos sinápticos en legiones de neuronas conectadas en redes, constituyen la actividad del cerebro. Sin duda alguna, en principio los flujos y fuerzas podrían tratarse de acuerdo con las leyes de Kirchhoff, generalizadas en teoremas tales como el de Tellegen<sup>41</sup>. Por desgracia, probablemente todavía estamos lejos del momento en que esos análisis teóricos y experimentales resulten provechosos.

Terminaré esta exposición con una nota optimista de esperanza: las soluciones de los complejos problemas del cerebro mediante análisis teóricos rigurosos de redes de sistemas posiblemente no se logren en el futuro cercano, pero la búsqueda experimental y teórica se ocupará de procesos aun más dinámicos que con el tiempo podrán dar cuenta del individuo como entidad consciente de sí misma, dotada de todas aquellas cualidades que lo hacen humano.

<sup>40</sup> E. R. Kandel, "Nerve cells and behavior", *Scientific American*, 223 (1970), págs. 57-70.

<sup>41</sup> P. Penfield (h.), R. Spence y S. Duinker, *Tellegen's Theorem and Electrical Networks*, Research Monograph 58 (Cambridge, MIT Press, 1970), pág. 143.

## CAPÍTULO IX

### DARWIN Y COPERNICO

*Theodosius Dobzhansky*

Hace alrededor de 300 años, Pascal describió la condición humana con una lucidez y una penetración nunca igualadas desde entonces:

Quando considero la corta duración de mi vida, tragada en la eternidad anterior y posterior, el pequeño espacio que lleno, e incluso puedo ver, engolfado en la inmensidad infinita de espacio que ignoro y que no me conoce, me siento aterrado, y me sorprende el estar aquí antes que allí, ahora antes que entonces. ¿Quién me puso aquí? ¿Por orden e indicación de quién se me ha asignado este lugar y este tiempo? El silencio eterno de estos espacios infinitos me aterra.

Es difícil decir si el silencio de los espacios infinitos es más o menos aterrador para nuestros contemporáneos de lo que lo era para Pascal. Los espacios aún no nos conocen, pero nosotros comenzamos a saber algo acerca de los espacios. El orden y la dirección de acuerdo al cual se nos ha asignado a este lugar y tiempo, empero, si es que en algo ha cambiado es para volverse aun más misterioso.

Los espacios más alejados de nosotros descubiertos hasta ahora en el universo son galaxias que se hallan a alrededor de cinco billones de años luz de distancia. Los misteriosos quásars (objetos cuasi estelares), o algunos de ellos, pueden hallarse a esa distancia, pero sus características y su distancia de nosotros aún son objetos de discusión entre los cosmólogos. Se trata de una distancia que hace tambalear la imaginación; la radiación de esos objetos que llega hoy hasta nosotros partió de su fuente hace billones de años. Se cree que el universo se inició como un "gran estallido", una explosión cósmica que hizo que el universo se "expandiese", o más bien que sus componentes se alejasen unos de otros en todas las direcciones y a velocidades colosales. Se estima que la fecha del Gran Estallido, y en consecuencia la supuesta edad del universo, es de hace alrededor de 15 billones de años. No obstante, los nuevos descubrimientos tienden a hacer estas estimaciones mayores antes que menores.

Se considera que el número de galaxias visibles en el telescopio de 200 pulgadas está cerca de los mil millones. Nuestra galaxia es sólo una de ellas, aunque puede contener entre un millón y un centenar de millones de sistemas planetarios. Uno de ellos contiene el planeta de tamaño mediano en que habitamos. La suposición de que el planeta



Tierra es de algún modo único, excepcional o privilegiado es considerada absurda por muchos científicos. No obstante, es el único del cual sabemos con certeza que una pequeña proporción de su masa participa del proceso llamado vida. Además, la diversidad de los seres vivos es muy impresionante. En la actualidad hay sobre la Tierra por lo menos dos millones de tipos, o especies de vida, y en el pasado había más que se han extinguido.

Se han hecho muchas especulaciones respecto de la posibilidad de que haya algún tipo de vida sobre otros planetas, en otros sistemas planetarios y en otras galaxias. Algunas autoridades han llegado incluso a proclamar con certeza que la vida no sólo podría, sino que debería, haber surgido en muchos lugares del universo. Más que eso, seres sensibles y racionales deben de haberse desarrollado en muchos planetas, donde habría vida. En otras palabras: “no estamos solos”. Se ha acuñado la palabra “exobiología” para designar el estudio de la supuesta vida extraterrestre. Los problemas de la exobiología no pueden ser tratados aquí de modo adecuado; comprendo que es posible que las siguientes observaciones no hagan justicia a las ingeniosas especulaciones presentadas en este campo. Sin embargo, no puedo dejar de preguntarme si los exobiólogos no serán en definitiva especialistas muy poderosos sobre un objeto inexistente. El argumento habitual en favor de la existencia de la vida en muchos lugares del universo es más o menos el siguiente: aunque el paso crítico que lleva de lo no viviente a lo viviente puede ser un hecho raro e improbable, hay en nuestra galaxia alrededor de cien millones de planetas en los que ese paso pudo haberse dado; por lo tanto, debe de habérselo dado en varios o incluso en muchos de ellos. Esta argumentación, no obstante, no es realmente convincente, pues nadie sabe con seguridad cuán probable o improbable puede ser ese hecho en diversas circunstancias. Es seguro que el hecho sucedió por lo menos una vez... sobre la Tierra. La prueba de que no se trata de un hecho único aún está por obtenerse, no puede darse por sentada.

No obstante, para seguir la argumentación supongamos que la vida surgió en muchos lugares, y que además fue una vida basada en ácidos nucleicos y proteínas; en otras palabras, que se trata de una vida que, desde el punto de vista químico, es del mismo tipo que la existente en la Tierra. Aceptado esto, no podemos deducir de ello que esa vida debe de haberse desarrollado en otras partes tal como se desarrolló en nuestro planeta, dejando de lado el hecho de que haya producido o no organismos humanoides. La evolución es en primer lugar adaptación al ambiente; sin embargo, aun cuando el ambiente fuera en alguna parte muy semejante al nuestro, aunque desde luego no sería idéntico, la posibilidad de que se presente una historia evolutiva que repita a la terrestre es muy cercana a cero. La evolución biológica no está pre-determinada para alcanzar forma específica de adaptación al medio. Su gama de posibilidades es prácticamente ilimitada.

La evolución es un proceso creador, y es sumamente improbable que se presente dos o más veces del mismo modo. El hombre no estaba contenido en la vida primordial, salvo como una posibilidad entre un

número infinitamente grande de posibilidades. Probablemente nunca sepamos lo que podrían haber sido estas posibilidades no realizadas. Y sin embargo, el origen del hombre no fue tampoco un accidente, a menos que se quiera considerar toda la historia, incluida la historia biológica y la de las sociedades, estados y naciones humanas como una serie de accidentes. Este es un punto de vista posible, pero nada atrayente. Es mucho más significativo describir las historias biológica y humana como una sucesión de hechos únicos, cada uno de los cuales está causalmente relacionado con el que ocurrió antes y con el que le sucederá en el futuro y que sin embargo no se repiten. George Simpson presentó argumentos esencialmente similares en un brillante artículo titulado: “La no preponderancia de los humanoides”; es decir, no preponderancia en cualquier parte que no sea nuestro planeta. Nuestra especie, la humanidad, se halla casi con certeza sola en el universo. Y en esa medida, nuestro planeta también es único.

Reconocer esta “soledad” no equivale forzosamente a experimentar el “terror” y el “asombro” pascalianos. Muy por el contrario. El espacio que la humanidad llena, y la duración de su existencia hasta ahora, son sin duda muy pequeños si se los compara con la “inmensidad de los espacios” que hoy conocemos. Los mensajes que podemos querer enviar para describir las actividades humanas sobre la Tierra tendrán que viajar billones de años a la velocidad de la luz para llegar a los cuásars y las galaxias más remotas. Y es probable que allí no haya nadie para recibir esos mensajes. ¿Significa eso que todas nuestras acciones, tanto de los individuos como del conjunto de la especie humana, son mero humo e insignificancia? De ningún modo; puesto que es única, la carrera de la especie humana sobre la Tierra puede tener significación crónica. Esta idea no es necesariamente una presunción desmesuradamente fatua. Nuestra especie bien puede ser la única en haber descubierto que el universo y todo lo que él contiene, incluida la humanidad, es un cambiante producto de la evolución. No es el tamaño ni la posición geométrica central en el sistema solar, en nuestra galaxia o en el universo, lo que hace tan importante al planeta Tierra. Lo importante es que las llamas de la conciencia de sí, de la conciencia de la evolución han sido encendidas aquí, sobre la Tierra, y probablemente en ninguna otra parte.

La imagen del hombre que tenían Pascal y sus contemporáneos y sucesores es diferente de la que surge de la ciencia de la evolución. La diferencia se hace comprensible cuando se la considera en relación con los antecedentes de la historia de la ciencia y sus consecuencias filosóficas desde Copérnico, Galileo, Newton y Darwin. Una vez más, me veo obligado a ser demasiado breve y, temo, demasiado dogmático. El hombre precopernicano no sólo estaba seguro de ser el centro del universo, sino también de que éste había sido creado para él y a causa de él. La Tierra era el centro de varias esferas concéntricas: las de la Luna, el Sol, los planetas y las estrellas fijas. Dios observaba los más pequeños acontecimientos terrestres desde algún lugar situado en las alturas. El interior de la Tierra contenía un infierno de complicada ingeniería; el hombre podía evitar convertirse en uno de sus residentes



Tierra es de algún modo único, excepcional o privilegiado es considerada absurda por muchos científicos. No obstante, es el único del cual sabemos con certeza que una pequeña proporción de su masa participa del proceso llamado vida. Además, la diversidad de los seres vivos es muy impresionante. En la actualidad hay sobre la Tierra por lo menos dos millones de tipos, o especies de vida, y en el pasado había más que se han extinguido.

Se han hecho muchas especulaciones respecto de la posibilidad de que haya algún tipo de vida sobre otros planetas, en otros sistemas planetarios y en otras galaxias. Algunas autoridades han llegado incluso a proclamar con certeza que la vida no sólo podría, sino que debería, haber surgido en muchos lugares del universo. Más que eso, seres sensibles y racionales deben de haberse desarrollado en muchos planetas, donde habría vida. En otras palabras: “no estamos solos”. Se ha acuñado la palabra “exobiología” para designar el estudio de la supuesta vida extraterrestre. Los problemas de la exobiología no pueden ser tratados aquí de modo adecuado; comprendo que es posible que las siguientes observaciones no hagan justicia a las ingeniosas especulaciones presentadas en este campo. Sin embargo, no puedo dejar de preguntarme si los exobiólogos no serán en definitiva especialistas muy poderosos sobre un objeto inexistente. El argumento habitual en favor de la existencia de la vida en muchos lugares del universo es más o menos el siguiente: aunque el paso crítico que lleva de lo no viviente a lo viviente puede ser un hecho raro e improbable, hay en nuestra galaxia alrededor de cien millones de planetas en los que ese paso pudo haberse dado; por lo tanto, debe de habérselo dado en varios o incluso en muchos de ellos. Esta argumentación, no obstante, no es realmente convincente, pues nadie sabe con seguridad cuán probable o improbable puede ser ese hecho en diversas circunstancias. Es seguro que el hecho sucedió por lo menos una vez... sobre la Tierra. La prueba de que no se trata de un hecho único aún está por obtenerse, no puede darse por sentada.

No obstante, para seguir la argumentación supongamos que la vida surgió en muchos lugares, y que además fue una vida basada en ácidos nucleicos y proteínas; en otras palabras, que se trata de una vida que, desde el punto de vista químico, es del mismo tipo que la existente en la Tierra. Aceptado esto, no podemos deducir de ello que esa vida debe de haberse desarrollado en otras partes tal como se desarrolló en nuestro planeta, dejando de lado el hecho de que haya producido o no organismos humanoides. La evolución es en primer lugar adaptación al ambiente; sin embargo, aun cuando el ambiente fuera en alguna parte muy semejante al nuestro, aunque desde luego no sería idéntico, la posibilidad de que se presente una historia evolutiva que repita a la terrestre es muy cercana a cero. La evolución biológica no está pre-determinada para alcanzar forma específica de adaptación al medio. Su gama de posibilidades es prácticamente ilimitada.

La evolución es un proceso creador, y es sumamente improbable que se presente dos o más veces del mismo modo. El hombre no estaba contenido en la vida primordial, salvo como una posibilidad entre un

número infinitamente grande de posibilidades. Probablemente nunca sepamos lo que podrían haber sido estas posibilidades no realizadas. Y sin embargo, el origen del hombre no fue tampoco un accidente, a menos que se quiera considerar toda la historia, incluida la historia biológica y la de las sociedades, estados y naciones humanas como una serie de accidentes. Este es un punto de vista posible, pero nada atrayente. Es mucho más significativo describir las historias biológica y humana como una sucesión de hechos únicos, cada uno de los cuales está causalmente relacionado con el que ocurrió antes y con el que le sucederá en el futuro y que sin embargo no se repiten. George Simpson presentó argumentos esencialmente similares en un brillante artículo titulado: “La no preponderancia de los humanoides”; es decir, no preponderancia en cualquier parte que no sea nuestro planeta. Nuestra especie, la humanidad, se halla casi con certeza sola en el universo. Y en esa medida, nuestro planeta también es único.

Reconocer esta “soledad” no equivale forzosamente a experimentar el “terror” y el “asombro” pascalianos. Muy por el contrario. El espacio que la humanidad llena, y la duración de su existencia hasta ahora, son sin duda muy pequeños si se los compara con la “inmensidad de los espacios” que hoy conocemos. Los mensajes que podemos querer enviar para describir las actividades humanas sobre la Tierra tendrán que viajar billones de años a la velocidad de la luz para llegar a los cuásars y las galaxias más remotas. Y es probable que allí no haya nadie para recibir esos mensajes. ¿Significa eso que todas nuestras acciones, tanto de los individuos como del conjunto de la especie humana, son mero humo e insignificancia? De ningún modo; puesto que es única, la carrera de la especie humana sobre la Tierra puede tener significación crónica. Esta idea no es necesariamente una presunción desmesuradamente fatua. Nuestra especie bien puede ser la única en haber descubierto que el universo y todo lo que él contiene, incluida la humanidad, es un cambiante producto de la evolución. No es el tamaño ni la posición geométrica central en el sistema solar, en nuestra galaxia o en el universo, lo que hace tan importante al planeta Tierra. Lo importante es que las llamas de la conciencia de sí, de la conciencia de la evolución han sido encendidas aquí, sobre la Tierra, y probablemente en ninguna otra parte.

La imagen del hombre que tenían Pascal y sus contemporáneos y sucesores es diferente de la que surge de la ciencia de la evolución. La diferencia se hace comprensible cuando se la considera en relación con los antecedentes de la historia de la ciencia y sus consecuencias filosóficas desde Copérnico, Galileo, Newton y Darwin. Una vez más, me veo obligado a ser demasiado breve y, temo, demasiado dogmático. El hombre precopernicano no sólo estaba seguro de ser el centro del universo, sino también de que éste había sido creado para él y a causa de él. La Tierra era el centro de varias esferas concéntricas: las de la Luna, el Sol, los planetas y las estrellas fijas. Dios observaba los más pequeños acontecimientos terrestres desde algún lugar situado en las alturas. El interior de la Tierra contenía un infierno de complicada ingeniería; el hombre podía evitar convertirse en uno de sus residentes



a perpetuidad sólo teniendo un buen comportamiento durante su breve estadía sobre la superficie terrestre, y mediante la intercesión de figuras eclesiásticas adecuadamente constituidas. Siendo los viajes lentos y dificultosos, la Tierra parecía muy grande. Se contraía cada vez más a medida que se la exploraba gradualmente y los viajes se hacían más fáciles y rápidos. Hoy, en la era de los aviones de chorro, es muy pequeña. Sin embargo, grande o pequeña, la Tierra existía para el hombre y para la realización de los misteriosos planes de Dios destinados a salvar al hombre.

Todos estos ordenamientos no liberaban al hombre de la ansiedad. Enfrentaba el *mysterium tremendum*: ¿por qué Dios había ordenado las cosas así? Se trataba, sin embargo, sólo de un misterio extra —aunque sin duda el más grande— que se agregaba a todos los que rodeaban al hombre: desde las inconstancias del clima hasta el comportamiento de los propios amigos y enemigos. Todas estas cosas eran acciones de espíritus, buenos o malos. Aunque los espíritus eran más poderosos que los hombres, éstos no estaban completamente indefensos ante aquéllos, pues podían obtener la ayuda de algunos espíritus para enfrentar a otros.

El desarrollo de la ciencia cambió la situación. A primera vista, el misterio comenzó a retroceder, pero de hecho fue relegado al origen del mundo. Copérnico, después Kepler y Galileo, y aún después Newton junto con sus muchos discípulos y sucesores, cambiaron la imagen del universo y del hombre. La Tierra es un planeta pequeño que gira en torno de un Sol mucho más grande. En lugar de las esferas celestiales está sólo el vacío interminable, en el cual otros planetas, soles y galaxias son como pequeñas isletas en un océano infinito. El hombre está perdido en los espacios cósmicos. Sin embargo, lo que realmente importa no es la pequeñez dimensional del hombre. Es más bien el carácter mecánico e inexorablemente determinista del universo, y en definitiva del hombre mismo, lo que cambia la imagen del hombre. Los fenómenos celestiales pueden calcularse y predecirse, siempre que se hayan descubierto las leyes precisas y eternas que obedecen. Los fenómenos biológicos y psicológicos son menos predictibles, pero sólo porque son mucho más complejos y los gobiernan leyes que aún están por descubrirse. Descartes decidió que el cuerpo humano era una máquina, al igual que un reloj u otro "autómata", aunque todavía creía que el hombre tenía un alma no mecánica. Otros encontraron superflua la hipótesis del alma. El hombre es una máquina, y eso es todo.

Se encontró que Dios era otra hipótesis superflua. Sin duda, Newton y muchos otros científicos trataron de mantenerse dentro de sus religiones. Newton pensaba que en un principio los planetas habían sido lanzados a sus senderos por Dios. Pero luego de este divino acto inicial, los planetas seguían sus propias órbitas de acuerdo con leyes inmutables y sin mayor guía. Los deístas consideraban que Dios había creado y dado las leyes del universo. Tras haber creado y puesto en movimiento el universo, Dios lo consideró tan bien hecho que su presencia dejó de ser esencial. En lugar de misterios, tenemos las leyes de la naturaleza. Algunas personas pensaban que Dios se reservaba el derecho de hacer intervenciones milagrosas ocasionales, abrogando tem-

porariamente las mismas leyes que El había establecido. A otros ese comportamiento les parece impropio del sabio y omnisciente Creador. Más conveniente es imaginarlo como un terrateniente ausentista, que deja que las cosas sigan sus cursos "naturales".

El misterio, alejado de la puerta principal, tiende a deslizarse por la puerta trasera. ¿El Creador y Dador de la Ley ha arreglado las cosas realmente bien? Si se le acredita el orden, la belleza y la bondad del mundo, también debe hacérselo responsable por el desorden, la fealdad y el mal. La maquinaria del universo tiene graves deficiencias, y ese hecho es un misterio que desafía la comprensión. Difícilmente pueda orarse a un dios terrateniente ausentista, ya que es incapaz o no está dispuesto a intervenir para cambiar las secuencias causales que dan lugar a los hechos.

A esto se agrega la desesperanza del determinismo. Como afirmó Laplace, la doctrina del determinismo afirma esencialmente que si se conoce la posición y la velocidad de cada partícula del universo en cualquier momento dado, y si se puede someter a análisis este conocimiento, entonces es posible predecir todos los hechos futuros y también "retrodecir" todos los hechos del pasado. Aunque esta afirmación contiene dos "si" muy vertiginosos, el determinismo es la fe explícita o implícita que constituye la base de la actividad científica. Sin embargo, lleva a una embarazosa inferencia: nada nuevo hay en el mundo, pues todo lo que alguna vez sucede estaba predestinado desde un principio. Ningún esfuerzo humano, o ausencia de esfuerzo, puede cambiar nada, puesto que el esfuerzo, o su ausencia, estaba igualmente predestinado. Se trata de un fatalismo mucho más fuerte que el que a veces (y la mayoría de las veces equivocadamente) se atribuye a los filósofos orientales.

A Darwin se lo ha llamado el Newton de la biología, aunque quizá fuera mejor caracterizarlo como el Copérnico o el Galileo de la biología. Hasta ahora no hay en la biología nada análogo, digamos, a las leyes de la gravedad; el Newton de la biología puede estar aún por llegar. Esta afirmación no equivale a subestimar la contribución de Darwin. Este ha demostrado que las especies biológicas, incluido el hombre, no aparecieron ya hechas; sus multifacéticas estructuras y funciones no son meros caprichos de la naturaleza o de un Creador. Toda especie viviente es un descendiente de antecesores diferentes de ella, y en general más diferentes a medida que uno se aleja en el tiempo. Es probable, aunque no seguro, que todos los seres ahora vivos descendían de una vida primordial que apareció hace alrededor de cuatro billones de años. En los últimos tiempos se encontraron supuestos restos de seres vivientes de hace tres billones y medio de años. La diversidad orgánica es una consecuencia de la adaptación a ambientes diferentes; la variedad interminable de estructuras y funciones corporales hace posible una diversidad interminable de modos de vida. La multiplicidad de los tipos de organismos se debe a que éstos pueden explotar más plenamente que cualquier organismo individual las diversas oportunidades de vida que les ofrece un ambiente.

La especie humana ha desarrollado un modo propio de enfren-



tarse con sus ambientes. Ese modo es la cultura. La cultura no es transmitida de una generación a otra por los genes, aunque éstos sí transmiten sus bases biológicas. Se ha llamado a la cultura "Superorgánica", aunque sin duda descansa sobre un fundamento orgánico. El hombre es un animal, pero tan extraordinario que es mucho más que un animal. Darwin y sus sucesores evolucionistas extendieron al mundo viviente, e incluso al humano, los principios que se habían mostrado supremamente eficientes en el estudio del mundo físico. La biología exorcizó entonces al fantasma del vitalismo, que quería ver en la vida algo radicalmente inconmensurable con el resto de la naturaleza. El mecanicismo ha triunfado en biología. Es sobre todo por este triunfo que se aclamó, y todavía se aclama, a Darwin y la teoría evolucionista. No obstante, el evolucionismo encierra otro aspecto que por lo menos es igualmente importante, y quizá más. La teoría de la evolución ve al conjunto del universo, y a todo lo que éste contiene, en un proceso de cambio y desarrollo. El universo está en camino hacia alguna parte. ¿Hacia adónde?

La grandeza de la teoría newtoniana del universo radicaba en su serena constancia y en la precisión de sus leyes. Los planetas y los satélites seguían sus órbitas una y otra vez, de un modo predecible. Además, puesto que Newton aceptaba la fecha tradicional de la creación así como la predicción apocalíptica del fin del mundo, quedaban pocas oportunidades para el cambio, tanto en el pasado como en el futuro. Las leyes de conservación de la masa y de la energía fueron descubiertas más tarde; había aquí una ruptura en la constancia, sin embargo: aunque la energía se conserva, sufre un cambio direccional debido a la entropía.

Lo que caracteriza a la evolución biológica, empero, no es la constancia sino el cambio. Darwin y sus sucesores demostraron que el mundo viviente de hoy es diferente del que existía en el pasado, y que puede volver a ser distinto en el futuro. La humanidad demostró tener así una historia hasta entonces insospechada. Se trata de la historia de su lenta emergencia a partir de sus antecesores animales, además de la historia registrada de los patriarcas, reyes, batallas e imperios. Y aunque la historia registrada se remonta a sólo unos pocos millares de años, la historia biológica se extiende hasta hace alrededor de un millón y medio o dos millones de años. Pero incluso esta historia resulta corta cuando se la compara con la de la vida de la cual proviene el hombre, que ocupa quizá cuatro billones de años. Y detrás de ella hay más billones de años, durante los cuales el universo existía, sin vida y sin hombre.

No quiero decir que Darwin haya hecho de la evolución un principio universal. De hecho, antes de Darwin se reconocía que el sistema planetario había tenido una historia a partir de sus orígenes del Sol primitivo, o de una masa de materia que dio origen tanto al Sol como a los planetas. La historia humana se había estudiado por lo menos desde Herodoto y Tucídides; a fines del siglo XVIII Condorcet le atribuyó una dirección: de barbarie primitiva a un paraíso terrenal de perfecto iluminismo. La teoría biológica de Darwin, empero, es la piedra fundamental de la concepción evolucionista del mundo, que comienza con la evolución del cosmos y culmina con la evolución de la humanidad.

La cosmología moderna es una cosmología evolucionista. Incluso los átomos de los elementos químicos, hasta entonces símbolos de la indivisibilidad y la incambiabilidad, demostraron haber tenido una historia evolucionista. Para el lenguaje doméstico de algunos cosmólogos modernos, los átomos fueron "cocinados" en el Gran Estallido a comienzos de la evolución cósmica, y aún son cocinados en los hornos del interior del Sol y las estrellas.

Algunos evolucionistas han sostenido que la palabra evolución debe restringirse sólo a la evolución biológica. No comparto este punto de vista, puesto que considero importante transmitir la idea de que el cambio y el desarrollo son característicos de la materia no viviente tanto como de la viviente y de los asuntos humanos. Esto no impide reconocer que los procesos de la evolución cósmica, inorgánica y geológica difieren de los procesos evolutivos biológicos. Las causas de la evolución biológica deben buscarse en la herencia, la mutación y la selección natural. Ninguna de ellas se encuentra en los sistemas no vivientes, y las analogías que trataron de extraer algunos autores son, en el mejor de los casos, remotas. En la evolución social y cultural se intentaron encontrar otros análogos de la herencia, la mutación y la selección natural con, me temo, aún con menos éxito. Estas analogías son oscurecedoras más a menudo que esclarecedoras.

Tampoco puedo ver muchas ventajas en los puntos de vista expuestos por filósofos como Whitehead y Hartshorn. Estos quieren atribuir a los sistemas inorgánicos, e incluso a los átomos y partículas subatómicas, algunos rudimentos de vida individual y, además, de conciencia y volición. Casi es innecesario decir que no hay pruebas positivas, ni definitivas ni presuntivas, de la presencia de esas cualidades biológicas y humanas en los sistemas no vivientes. Incluso como posibilidad especulativa, estas concepciones no me parecen atractivas. En realidad, equivalen a negar que haya surgido algo esencialmente nuevo en la evolución. En su mayoría son casi análogas a las tempranas nociones preformísticas de la biología: algunos biólogos del siglo XVII creían que la célula sexual contenía un "homúnculo", una pequeña figura del hombre. Esto pareciera hacer muy simple el problema del desarrollo: el homúnculo sólo debía crecer en tamaño para convertirse en un hombre adulto, así como una miniatura correspondiente de una célula sexual animal debía crecer para convertirse en un animal adulto de la especie adecuada. Pero esta simplicidad era engañosa, puesto que hacía insoluble el problema del desarrollo de las especies sucesivas. Era necesario creer que los homúnculos contenían homúnculos de un segundo orden, y éstos otros de un tercer orden, y así hasta el infinito. Las "mentes" de los átomos presentan una dificultad análoga. Al principio pareciera que la mente humana podría desarrollarse simplemente a partir de la mente atómica. No obstante, la mente humana está asociada de algún modo con el cerebro humano, y ¿dónde están entonces los cerebros de los átomos y los electrones?

El aspecto más interesante de la evolución radica precisamente en su capacidad para crear hechos nuevos. De tiempo en tiempo, se trasciende a sí misma; es decir, produce sistemas nuevos con propiedades



nuevas, propiedades que los sistemas antecedentes no tenían ni siquiera en la forma de minúsculos gérmenes. El surgimiento de lo viviente a partir de lo no viviente, y de la humanidad a partir de la animalidad, son los dos hechos trascendentes más grandes ocurridos hasta ahora. Teilhard de Chardin fue el evolucionista que tuvo el valor de predecir futuras trascendencias, en las que la humanidad se movería hacia lo que él llamó megasíntesis y hacia el Punto Omega, siendo este último el símbolo de Dios. Aquí nos encontramos evidentemente en una frontera, donde la ciencia de Teilhard ha colaborado con su visión mística. En este trabajo no pretendo llevar a mis lectores a una excursión hacia estas fronteras de la profecía.

Como ya he dicho, no sabemos con seguridad si las trascendencias de lo no viviente a la vida, y del animal al hombre, tuvieron lugar sólo en este planeta Tierra o en muchos lugares del universo. Quizá los viajes espaciales nos proporcionen alguna información positiva sobre este tema. Por el momento, tenemos datos suficientes como para saber de modo concluyente que estos tres tipos de evolución —el inorgánico, el orgánico y el humano— tuvieron lugar sobre la Tierra. Esos tres tipos de evolución no son independientes unos de otros; más bien constituyen tres etapas de la evolución única del cosmos. Al llamarlos “etapas” no quiero decir que la evolución cósmica se detuvo al iniciarse la fase biológica, o que la evolución biológica se detuvo al comenzar la fase humana. Por el contrario, los tres tipos de evolución continúan y, lo que es más, están conectados por relaciones de realimentación. Por ejemplo, los factores geográficos influyen sobre las cosas vivientes que habitan un territorio dado; a su vez, la vegetación, los animales y en especial las actividades humanas se han convertido ahora en agentes geográficos e incluso geológicos. La evolución cultural humana influye sobre la dotación genética de la humanidad y viceversa. En los últimos años se han dado a conocer algunas concepciones alarmistas, afirmando que la dotación genética humana se halla en proceso de degeneración, y prediciendo las deplorables consecuencias que ello tendrá para el futuro. No puedo analizar este asunto de modo adecuado en este trabajo; creo que se han exagerado los peligros, y que en todo caso la situación no está fuera de control.

La concepción evolucionista del mundo no abroga la concepción mecanicista clásica formulada por Newton. El cambio que significa el evolucionismo, empero, es de la mayor importancia para la concepción que tiene el hombre de sí mismo y de su lugar en el universo. La concepción clásica subrayaba la permanencia esencial de las cosas, por lo menos en cuanto a la duración de la existencia del mundo. La concepción evolucionista hace pasar a primer plano el cambio y el movimiento. La concepción pre-evolucionista del mundo, desde luego, no negaba todo cambio, pero los cambios por lo general se representaban como cíclicos, y al conjunto del mundo no se le asignaba una dirección específica. Primavera, verano, otoño e invierno volvían una y otra vez en los momentos establecidos; la gente nacía, crecía, constituía familias, envejecía y moría, y una nueva generación pasaba a través de la misma sucesión de etapas; las plantas y los animales, como la gente, producían

generación tras generación; los cuerpos celestiales seguían constantes sus órbitas; las montañas aparecían, eran erosionadas, se sumergían en el mar, volvían a surgir, etcétera... Para traducir todo a un adagio francés: cuanto más cambian las cosas, más iguales permanecen.

La constancia, la falta de cambio y la recurrencia regular parecían ser tranquilizadoras y confortantes para mucha gente. “Como los buenos días de antaño” es un cumplido teñido de nostalgia. El cambio produce inseguridad; uno debe adaptarse, ajustarse o reconciliarse con las situaciones alteradas. No obstante, la falta de cambio o la eterna repetición o retorno, constituyen la cumbre de la futilidad. Un mundo que permanece igual carece de sentido. Es lo que Dostoievski llamó un “vaudeville diabólico”. Todos los esfuerzos y las luchas por las que debe pasar una generación son vanos, pues la generación siguiente, y la que siga a ella, y así hasta el infinito, tendrán que pasar a su vez por las mismas luchas.

¿Cuál es la diferencia que presenta la idea de la evolución? Muy simplemente, es la siguiente: el universo no es un estado sino un proceso. Su creación no es algo que sucedió hace unos pocos millares de años, antes de que cualquiera de nosotros naciera y hubiera podido influir sobre ella de algún modo. La creación continúa hoy, y puede concebirse que continuará indefinidamente. La concepción de que “nada nuevo hay bajo el sol” es un error. En el pasado había una Tierra y un Sol diferentes de los actuales, y en el futuro habrá una nueva Tierra y un nuevo Sol. En este movimiento progresivo cumple un importante papel el fenómeno llamado vida, y una de sus formas específicas llamada humanidad, la que, según nuestros conocimientos, sólo existe en un planeta, que en otros sentidos no es nada notable.

La evolución de la vida es sumamente rápida, si se la mide en la escala del tiempo cósmico. Hace diez millones de años, la Luna, el Sol y las estrellas no eran muy diferentes de lo que son ahora, pero los seres vivientes que habitaban la Tierra eran bastante distintos de los actuales. Hace diez mil años la humanidad era muy distinta de lo que es hoy, mientras el mundo biológico, exceptuando la destrucción de algunas especies, era muy parecido al que hoy observamos. La evolución es un proceso creador; la capacidad de creación es más pronunciada en la evolución cultural humana, menos en la biológica, y menos aún en la evolución inorgánica.

Un proceso creador, por su mismo carácter, siempre corre el riesgo de terminar en un fracaso, o de encontrarse encerrado en un callejón sin salida. Toda especie biológica es un experimento de la naturaleza, que ensaya un nuevo modo de vida. La mayor parte de las especies con el tiempo demuestran ser un fracaso, y se extinguen sin problemas. No obstante, algunas, una minoría, descubren un modo nuevo, superior, de sobrevivir a partir del ambiente que encuentran en la Tierra. Estos pocos y felices descubridores heredan la Tierra y pasan por eso que, técnicamente, se llama irradiación adaptativa. Es decir, las especies sobrevivientes se diferencian y vuelven a convertirse en muchas especies, sólo para repetir el proceso de descubrimiento, extinción y nueva irradiación adaptativa. Con todo, éste no es un nuevo ejemplo del eterno



retorno. Las nuevas irradiaciones adaptativas no se limitan a restaurar lo que ya existía; la nueva cosecha de especies puede contener algunas que lograron modos nuevos o más seguros de permanecer vivas, que descubrieron en el ambiente nichos previamente no explotados, aumentando así la medida en que lo viviente continúa a expensas de lo no viviente.

El proceso de ensayo y error mediante el cual proliferan especies siempre nuevas y desaparecen las antiguas ha alcanzado notables éxitos. La evolución biológica se ha trascendido a sí misma dando lugar al hombre. La humanidad, en tanto especie, es un extraordinario éxito desde el punto de vista biológico. Ha conquistado la capacidad para adaptar sus ambientes a sus genes, así como sus genes a sus ambientes. Esta capacidad surge de un complejo de rasgos adaptativos nuevos, transmitidos extragenéticamente, al que llamamos cultura. Esta conduce, además, a otro tipo de descubrimiento: los descubrimientos del conocimiento que pueden ser transmitidos a las generaciones posteriores mediante los procesos extragenéticos de la instrucción y el aprendizaje. Uno de los descubrimientos que se hicieron y difundieron es el de la evolución. El hombre sabe que el universo y la vida han evolucionado, y que la humanidad entró a ese universo por medio de la evolución. Quizá con una licencia poética algo excesiva, se ha dicho que el hombre es evolución hecha consciente de sí misma. No es una licencia poética, empero, decir que, al descubrir la evolución, el hombre ha abierto la posibilidad de aprender con el tiempo a controlarla.

La empresa de la creación aún no se ha completado; se desarrolla ante nuestros ojos. Sin duda, el nuestro no es el mejor de los mundos imaginables y, tenemos la esperanza, ni siquiera el mejor de los mundos posibles. El hombre pregunta en todo momento si su existencia, y la del mundo en que se halla, tiene algún sentido o significado. Si no hay evolución, entonces todo es fútil, la vida humana en especial. Si el mundo evoluciona, entonces la esperanza es por lo menos posible.

En este momento forzosamente se presenta una incómoda pregunta. ¿Podrá la ciencia descubrir alguna vez el significado de alguna cosa, o por lo menos tiene el científico derecho a formularse interrogantes respecto de sentidos y propósitos? Para un mecanicista riguroso que no desea pensar en términos evolucionistas, palabras tales como significado, perfeccionamiento, progreso y trascendencia son sonidos carentes de sentido. Todo el mundo, incluido yo mismo, es un agregado de átomos. Cuando este agregado se desagregue, los átomos seguirán allí y podrán agregarse para constituir otra cosa. ¿Existe una diferencia definible objetivamente entre un objeto de arte y un montón de chatarra? Si un virus y un hombre no son otra cosa que seriaciones diferentes de los nucleótidos de sus ADN y ARN, entonces toda evolución es un montón de sonido y furia que no significa nada.

Uno de los fenómenos exasperantes de la historia intelectual de la humanidad es educadamente llamado "rezago académico". La concepción del mundo crudamente mecanicista era aceptable para la ciencia de los siglos XVIII y XIX. Se justificó a sí misma dando un poderoso impulso a los descubrimientos científicos. Ahora es desplazada por la concepción evo-

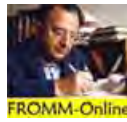
lucionista del mundo. Con todo, los representantes de lo que C. P. Snow llamó cultura literaria o no científica sólo en los últimos tiempos han descubierto que el mundo no es sino un agregado de átomos. Constituye una curiosa experiencia oír decir a un artista que un montón de chatarra, desde luego, no es menos digna de apreciación estética que la "Venus de Milo", puesto que ambas son materias a las que se ha dado formas arbitrarias; o escuchar a un eminente músico declarar que el atonalismo y algunas otras características de la música de vanguardia constituyen sólo el reconocimiento del descubrimiento copernicano de que el hombre no es el centro del universo; o finalmente leer en el libro de un mandarín intelectual que "cuando la técnica asedia los sentidos y la ciencia domina la mente, algo penetrante que diferencia no al hombre civilizado del salvaje, ni al hombre de los animales, sino al hombre del robot, queda entumecido, se osifica, se marchita como negra carne mortificada".

En realidad, la ciencia no es ni un villano que rebaja la dignidad humana ni la única fuente de sabiduría del hombre. Con palabras de Toynbee:

El horizonte de la ciencia está limitado por las fronteras de la naturaleza, el horizonte de las ideologías por las fronteras de la vida social humana, pero el alcance del alma humana no puede ser confinado dentro de ninguno de esos límites. El hombre es un animal social carnívoro, pero es también algo más. Es una persona, dotada de conciencia y voluntad, así como de un intelecto consciente de sí mismo. Esta dotación espiritual propia lo condena a luchar toda la vida por reconciliarse con el universo en el cual ha nacido.

Sin duda, el hecho de que el universo se haya desarrollado y esté desarrollándose es significativo para esta reconciliación. El advenimiento del evolucionismo hace necesario formularse una nueva pregunta que simplemente no se les hubiera ocurrido a quienes creían que el mundo fue creado de una vez y para siempre, de modo permanente y para no sufrir cambios.

La pregunta es: ¿hacia adónde va la evolución? Esta pregunta puede formularse por separado respecto de tres tipos conocidos de evolución: el cósmico, el biológico y el humano. También se la ha planteado respecto del conjunto de la evolución, puesto que los tres tipos de evolución pueden considerarse como partes constitutivas, o etapas, de un proceso único de evolución universal, que todo lo abarca. Este universo, tan formidable y bello, está en proceso de cambio. Es posible que la evolución sólo derive al azar, y que no vaya a un lugar en especial. No obstante, existe la posibilidad, de cuya realidad no puede proporcionarse ninguna demostración rigurosa, de que la evolución universal sea una gran empresa, de la cual todas las cosas y todos los seres sean partes componentes. ¿De quién es esta empresa, y con qué fin y para qué propósito se la lleva a cabo? Los cuatro siglos de progreso científico transcurridos desde Copérnico no han develado el misterio; el único siglo transcurrido desde Darwin lo ha hecho más apremiante que nunca.



¿Qué papel debe cumplir el hombre en la evolución? ¿Ha de ser un mero espectador o, por azar, la vanguardia y el eventual director? Hay personas que se encogen de hombros o retroceden ante esta pregunta, por considerarla una manifestación de insana arrogancia. No obstante, puesto que el hombre es un ser racional, y presumiblemente el único, que tiene conciencia de que la evolución se está desarrollando, difícilmente podría dejar de plantearse esas preguntas. Puesto que el problema implícito en ellas es nada menos que el significado de su propia existencia. ¿Vive el hombre sólo por vivir, y la vida no tiene para él más sentido o significado que ése? ¿O bien está llamado a participar en la construcción del mejor de los universos concebibles?

## CAPÍTULO X

### EL HOMBRE INCOMPLETO

*Loren Eiseley*

La naturaleza en la que Macbeth, el personaje de Shakespeare, se interna tan infructuosamente con ayuda de brujerías, en la famosa escena del brezal, es algo inolvidable en la literatura. Con horrorizada fascinación, observamos el maligno cambio que se produce en el carácter de Macbeth a medida que adquiere una dudosa comprensión del futuro que se despliega ante él; un futuro que sabemos que se crea a sí mismo. Esta escena, capaz de producir terror en todas las épocas, resulta hoy casi insoportable para el observador con discernimiento. Su poder radica en la delineación simbólica de la relación entre el mundo de medianoche de Macbeth y el ámbito de la ciencia moderna, una relación captada por pocos.

El buen general Banquo, quien, a diferencia de Macbeth, se muestra cauto ante los destellos de futuro que las brujas dejan ver a los dos compañeros, trata de contener a su impetuoso camarada. “Esto es extraño”, dice Banquo, “y frecuentemente para atraernos a nuestra pérdida los agentes de las tinieblas nos profetizan verdades y nos seducen con inocentes bagatelas para arrastrarnos pérfidamente a las consecuencias más terribles”.

Macbeth, quien en contraste con Banquo ha comprendido inmediatamente el carácter de realidad que se impone a sí misma de las profecías, por fin se libera de sus lazos, sólo para protestar en su hora postrera: “¡Que no se crea nunca en estos demonios juglares [...], que dan palabras de promesa a nuestros oídos y quiebran nuestras esperanzas!”

¿Quiénes, podemos preguntarnos ahora, son estos extraños seres que acechan a Macbeth, y por qué yo, que he consagrado mi vida a la ciencia, tengo la audacia de afirmar que esta vieja historia de asesinatos del alba de la ciencia extiende sus sombras más allá de los umbrales de nuestros modernos laboratorios? Estas criaturas barbudas y sin sexo, que tienen la facultad de desvanecerse en el aire o que reaparecen en algún paisaje último y envuelto en llamas sólo para burlarse de nuestra insensatez, son una parte exteriorizada de nosotros mismos. Son proyecciones de nuestra psique, fuegos fatuos que proclaman nuestras intenciones subconscientes y las refuerzan con délficos pronunciamientos, verdades a medias que conscientemente aceptamos y luego adquieren poder sobre nosotros. Bajo el hechizo de estos oráculos creamos no un futuro necesario o real, sino una impostura extraída de nosotros mismos