

Historias de la ciencia y del olvido

Oliver Sacks
Daniel J. Kevles
R. C. Lewontin
Stephen Jay Gould
Jonathan Miller

Edición de Robert B. Silvers
Traducción de Catalina Martínez Muñoz

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea eléctrico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo del editor.

Título original: *Hidden Histories of Science*
Diseño gráfico: Gloria Gauger
© Los autores y NYREV, Inc., 1995
© De la traducción, Catalina Martínez Muñoz
© Ediciones Siruela, S. A., 1996
Plaza de Manuel Becerra, 15. «El Pabellón»
28028 Madrid. Tels.: 355 5[^] 20 / 355 22 02
Telefax: 355 22 01
Printed and made in Spain

Indice

Introducción Robert B. Silvers

Historias de la ciencia y del olvido

Oliver Sacks.

Escotoma: Una historia de olvido y desprecio científico

Daniel J. Kevles

Contra viento y marea: Una historia de coraje, virus y cáncer

R. C. Lewontin

Genes, entorno y organismos

Stephen Jay Gould

Escalas y conos: La evolución limitada por el uso de iconos canónicos

I. Culturas de presentación y el papel de la iconografía

II. La escala o la marca lineal de la evolución

III. La versión culta de la escala

IV. El cono como símbolo de la diversidad

Jonathan Miller

Una vía hacia lo inconsciente

Nota sobre los autores

Introducción

Una noche, después de cenar en un restaurante de Nueva York, Oliver Sacks me contó que había leído con enorme interés una nueva biografía sobre Humphry Davy, el gran químico inglés que, a principios del siglo XIX, aisló por primera vez elementos como el potasio, el sodio, el calcio y el magnesio, e inventó, entre otras cosas, la lámpara de carburo para los mineros. Davy, me dijo, había sido el héroe de su niñez, y ahora, al leer la nueva biografía escrita por David Knight, Sacks recordó algo que en parte había olvidado: que Davy fue amigo de Wordsworth, Southey y, especialmente, de Coleridge, quien asistía siempre a sus conferencias. El propio Davy escribió algunos poemas y vivió en una época en la que ciencia y poesía se consideraban empresas igualmente creativas, modelos complementarios para la exploración de la naturaleza.

Como cualquier otro editor habría hecho en mi lugar, le pedí a Oliver que escribiese algo sobre Humphry Davy y su nueva biografía, y al cabo de pocas semanas nos envió un magnífico ensayo no sólo sobre Davy, sino también sobre la historia de la ciencia, y sobre cómo ésta puede albergar visiones profundamente sugerentes y a menudo olvidadas acerca del funcionamiento de la naturaleza y de la mente humana.

La ciencia se considera a sí misma en ocasiones como algo impersonal, como «pensamiento puro», independiente de sus orígenes históricos y humanos. A menudo se enseña como si de hecho fuese así. Pero la ciencia es una empresa humana de principio a fin, un proceso de crecimiento orgánico, evolutivo, humano, con hallazgos repentinos y períodos de estancamiento, y también con extrañas desviaciones. Se desarrolla a partir de su pasado, pero nunca lo supera, del mismo modo en que nosotros tampoco superamos nuestra infancia.

Cuando estábamos a punto de publicar este ensayo, la New York Public Library encargó a *The New York Review* la organización de una serie de conferencias de carácter monográfico. ¿Por qué no aprovechar la idea de Oliver sobre los momentos olvidados y desconocidos de la historia de los descubrimientos científicos? Nos dirigimos a algunos de nuestros principales colaboradores en temas científicos, y les pedimos que escribiesen sobre cualquier anécdota o tema que, en su opinión, fuesen dignos de recordar por sus usos o implicaciones en la propia historia de la ciencia.

Ampliamos también esta petición a algunos de los científicos y divulgadores que, a nuestro juicio, destacaban por el rigor y por la lucidez de sus escritos, así como por su capacidad para relacionar los descubrimientos científicos con su momento histórico y con sus repercusiones sociales. Todos ellos aceptaron nuestra invitación, sin decir expresamente cuál sería el tema elegido. Pasaron los meses y descubrimos, sin que mediara presión alguna por nuestra parte, que en sus conferencias y en sus ensayos aparecían ciertos temas comunes. Algunos de nuestros colaboradores demostraron que los descubrimientos y las nuevas ideas podían suscitar en un primer momento grandes esperanzas y, pese a ello, ser apartados, desechados y olvidados; pero reaparecían, a veces muchos años más tarde, y sólo entonces se reconocía su importancia bajo una nueva formulación.

Cómo y por qué sucede tal cosa es precisamente el tema de tres de los ensayos que se ofrecen en este libro: los de Jonathan Miller, Oliver Sacks y Daniel Kevles. Los ensayos de Richard C. Lewontin y Stephen Jay Gould guardan también cierta relación con este asunto y sugieren la existencia de profundas distorsiones, por lo general no reconocidas, sobre el modo en que científicos y divulgadores por igual conciben la estructura del mundo y su historia natural.

Como Barbara Epstein y yo mismo hemos tenido ocasión de comprobar, en nuestra calidad de editores de *The New York Review*, el placer del editor reside en aprender, a partir de los textos de brillantes pensadores y escritores, cosas que de otro modo jamás llegaría a conocer o tan siquiera a sospechar. Y esto fue lo que ocurrió con los ensayos contenidos en este libro, que jamás habría llegado a ver la luz sin la ayuda de Barbara Epstein, Rea Hederman y el personal de *The New York Review* (especialmente de su editora asociada, Catherine Tice, y su director de Promoción, Andrea Barash); tampoco habría sido posible sin el ofrecimiento de la New York Public Library para celebrar este ciclo de conferencias. A todos ellos, y en especial a nuestros

colaboradores, vaya mi agradecimiento no exento de asombro.

Robert B. Silvers

Escotoma: Una historia de olvido y desprecio científico

Oliver Sacks

I

A la hora de abordar la historia de las ideas podemos mirar hacia delante o hacia atrás; podemos remontarnos a las primeras etapas, a las intuiciones y a las anticipaciones de lo que hoy pensamos; o podemos centrarnos en la evolución, en los efectos e influencias de lo que pensábamos antiguamente. En ambos casos podemos imaginar que la historia se revela en un *continuum*, un avance, una apertura como la del árbol de la vida. Sin embargo, lo que a menudo encontramos dista mucho de ser un desarrollo majestuoso y una continuidad constante. Trataré de ilustrar esta conclusión por medio de ciertas historias (que podrían multiplicarse por cientos) que ponen de manifiesto lo extraño, complejo, contradictorio e irracional que puede llegar a ser el proceso de los descubrimientos científicos. Y, pese a todo, más allá de las tergiversaciones y los anacronismos en la historia de la ciencia, más allá de sus vicisitudes y sus hechos fortuitos, es posible distinguir un modelo global.

Empiezo a comprender lo escurridiza que puede ser la historia de la ciencia cuando pienso en mi primer amor: la química. Recuerdo muy bien que, siendo un muchacho, cuando leí una historia de la química escrita por F. P. Armitage, que fue profesor en mi colegio, aprendí que el oxígeno casi había sido descubierto en 1670 por John Mayow, y descubrí además una teoría de la combustión y de la respiración. Pero la obra de Mayow había quedado olvidada y silenciada tras un siglo de oscurantismo (y la extravagante teoría del flogisto), y el oxígeno no fue redescubierto hasta cien años más tarde, gracias a Lavoisier. Mayow murió a los treinta y cuatro años: «Si hubiese vivido un poco más», añade Armitage, «no cabe la menor duda de que se habría anticipado a la revolucionaria teoría de Lavoisier, y habría echado abajo la teoría del flogisto desde el primer momento». ¿Era esto una exaltación romántica de John Mayow o una lectura errónea, e igualmente romántica, de la estructura de la empresa científica? ¿O es que la historia de la química podría haber sido enteramente distinta, como sugiere Armitage?¹

¹ El libro de Armitage fue escrito en 1905 con la intención de estimular el entusiasmo de los estudiantes eduardianos; y hoy, viéndolo con otros ojos, creo que posee un halo en cierto sentido romántico y patrioter, por su insistencia en el hecho de que fueron los ingleses, y no los franceses, quienes descubrieron el oxígeno. William Brock, en su *History of Chemistry*, escribe lo siguiente: «Los primeros historiadores de la química gustaban de encontrar un estrecho parecido entre la explicación de Mayow y la posterior teoría de la calcinación del oxígeno». Pero tal parecido, subraya Brock, «es superficial, pues la de Mayow era una teoría de la combustión mecánica, no química. [Además] supuso la vuelta al mundo dual de principios y fuerzas ocultas». Pero lo mismo podríamos decir, en cierto sentido, de Boyle -todos los grandes innovadores del siglo XVII, sin excluir a Newton, vivían con un pie en el mundo de la alquimia medieval, lo hermético y lo oculto-; de hecho, Newton conservó su interés por la alquimia y lo esotérico durante toda su vida. (Fue, curiosamente, J. M. Keynes el primero en señalar este aspecto en su ensayo del tricentenario titulado «Newton, the Man», y la convivencia entre «moderno» y «oculto» en el clima científico del siglo XVIII es hoy un hecho aceptado.)

Recordé esta historia a mediados de los sesenta, cuando no era más que un joven neurólogo que empezaba su carrera en una clínica especializada en dolores de cabeza. Mi trabajo consistía en hacer un diagnóstico -de la migraña, las cefaleas tensionales y otro tipo de dolores- y prescribir un tratamiento. Pero nunca pude limitarme a esto, como tampoco podían muchos de los pacientes a los que hube de tratar entonces. A menudo me contaban, u observaba yo mismo, otros fenómenos, a veces descorazonadores, a veces intrigantes, que no eran estrictamente parte del cuadro médico, y en todo caso resultaban innecesarios para hacer un diagnóstico.

La migraña clásica va acompañada con frecuencia de un aura, en la que el paciente ve destellos de luz que atraviesan en zigzag su campo visual. Este fenómeno está perfectamente descrito y comprendido. Pero otras veces, menos frecuentes, los pacientes me hablaban de figuras geométricas más complicadas que aparecían en lugar de, o además de, los zigzags: retículas, espirales, embudos y telarañas que se movían, giraban y se transformaban constantemente. Cuando acudía a consultar los libros de texto no encontraba mención alguna de estos fenómenos. Mi confusión me llevó a indagar en las crónicas del siglo XIX, que suelen ser mucho más completas, más vivas y más ricas en su descripción que las modernas.

El primer hallazgo lo encontré en la sección de libros raros de la biblioteca de nuestra facultad (todo lo escrito antes de 1900 y clasificado como «raro»), en un extraordinario libro sobre la migraña escrito por un médico Victoriano llamado Edward Liveing en la década de 1860. El libro tenía un título largo y maravilloso: *On Megrim, Sick-Headache, and Some Allied Disorders: A Contribution to the Pathology of Nerve Stomns*; discurría como un río con sus meandros y había sido escrito claramente en una época mucho menos ociosa y mucho menos limitada que la nuestra. Mencionaba de pasada las complicadas estructuras geométricas referidas por mis pacientes y me remitió a un ensayo -escrito años antes por John Frederick Herschel, hijo de Frederick Herschel, ambos eminentes astrónomos que padecían migrañas «visuales» y que escribieron sobre sus experiencias— titulado «On Sensorial Vision». Sentí que al fin había encontrado un filón. El joven Herschel ofrecía minuciosas y elaboradas descripciones de los mismos fenómenos relatados por mis pacientes; hablaba de su propia experiencia y se aventuraba a especular sobre la posible naturaleza y sobre el origen de estos fenómenos. Pensaba que podían representar «una suerte de capacidad caleidoscópica» en el sensorio, una primitiva y prepersonal fuerza generadora de la mente, las etapas anteriores, e incluso previas, a la percepción.

No fui capaz de hallar una sola descripción adecuada para estos «espectros geométricos», como diera en llamarlos Herschel, en los cien años transcurridos entre sus observaciones y las mías y, sin embargo, sabía que al menos una de cada veinte personas afectadas de migraña había tenido esta experiencia en alguna ocasión. ¿Cómo era posible que estos fenómenos -sorprendentes, sumamente característicos e inconfundiblemente alucinatorios- hubiesen pasado inadvertidos durante tanto tiempo? Alguien debía de haberlos observado y descrito. El mismo año en que Herschel habló de sus espectros, G. B. A. Duchenne describió en Francia un caso de distrofia muscular. Pero las historias divergen en este punto Tan pronto como se publicaron las observaciones de Duchenne los médicos empezaron a «ver» la distrofia por todas partes, y años más tarde se describieron numerosos casos. Este desorden muscular había existido siempre, era omnipresente e inconfundible. ¿Por qué tuvimos que esperar a que Duchenne nos abriese los ojos? Sus observaciones se incorporaron a la corriente principal de la percepción clínica bajo la categoría de síndrome, un desorden de gran importancia.

El ensayo de Herschel, por el contrario, había desaparecido sin dejar rastro. Herschel no era un médico, sino un observador independiente y sumamente curioso. Se consideraba un astrónomo, incluso en lo relativo a sus propias alucinaciones, y de hecho se refería a sí mismo como «astrónomo del mundo interior». Herschel sospechaba que sus observaciones eran importantes desde el punto de vista científico, que estos fenómenos podían revelar datos muy valiosos sobre el cerebro, pero nunca pensó que también pudieran ser importantes para la medicina. Puesto que la migraña se definía normalmente como una condición «médica», las observaciones de Herschel carecían de valor profesional; se consideraron irrelevantes, y, al margen de esta breve mención en el libro de Liveing, fueron olvidadas, ignoradas por la profesión. Si podían conducir a nuevas ideas científicas sobre la mente y el cerebro, tal relación resultaba imposible de establecer en 1850; los conceptos necesarios no hicieron su aparición hasta ciento veinte años más tarde.

Estos conceptos necesarios surgieron en conjunción con el reciente desarrollo de la teoría del caos, según la cual, si bien es imposible predecir con detalle la disposición individual de cada uno de los elementos de un sistema, sí es posible, cuando existe una interacción entre un amplio número de elementos (como ocurre con los millones de células nerviosas del córtex visual primario), discernir modelos a escala superior mediante el uso de nuevos métodos matemáticos y análisis informáticos. Hay «comportamientos universales» que son resultado de estas

interacciones; comportamientos que revelan la organización de estos sistemas dinámicos y no lineales. Tienden a adoptar una pauta compleja y reiterativa en el espacio y en el tiempo - precisamente el uso de retículas, embudos, espirales y telarañas que aparecen en las alucinaciones geométricas de la migraña.

Este tipo de comportamientos caóticos se ha observado actualmente en una amplia gama de sistemas naturales, desde los excéntricos movimientos de Plutón hasta las sorprendentes pautas que siguen ciertas reacciones químicas, o la multiplicación de los hongos según los caprichos climáticos. Un fenómeno hasta el momento insignificante o desatendido, como el de las visiones geométricas del aura migrañosa, cobra así una nueva importancia. Nos muestra, bajo la apariencia de una alucinación, no sólo una actividad elemental del córtex cerebral, sino también el funcionamiento global de un sistema autónomo, de un comportamiento universal².

² En la edición original de mi libro *Migraine* (1970) describo los fenómenos del aura migrañosa, pero entonces sólo podía decir que eran «inexplicables» mediante los conceptos existentes. En colaboración con mi colega Ralph Siegel, abordé de nuevo la cuestión, en un nuevo capítulo de la edición revisada (1993), a la luz de la nueva teoría del caos.

II

En lo que respecta a la migraña hube de remontarme a textos médicos anteriores y olvidados - una literatura que la mayoría de mis colegas consideraba obsoleta o superada-. Y en lo que se refiere al «síndrome de Tourette» o *maladie des tics* -descrito por Georges Gilles de la Tourette en la década de 1880-, me encuentro en una situación similar. Mi interés por esta cuestión se remonta a 1969, cuando, gracias al L-dopa³, logré «despertar» a varios pacientes con encefalitis letárgica y comprobé que muchos de ellos pasaban rápidamente de un estado de trance estático a una «normalidad» angustiosamente breve, y de ahí al extremo opuesto: estados violentamente hiperkinéticos y convulsivos, muy similares al casi mítico «síndrome de Tourette». Digo «casi mítico» porque en la década de los sesenta nadie hablaba mucho de esto; se consideraba algo muy raro y posiblemente artificial. Yo no había oído más que vagas alusiones al respecto. Pero las cosas habrían de cambiar rápidamente: en la década de los setenta se redescubrió el «síndrome de Tourette» y resultó ser mil veces más normal de lo que se pensaba; muchos se interesaron entonces por el síndrome y se multiplicaron las investigaciones sobre su evolución.

³Sustancia química, normalmente producida por el organismo, que una enzima transforma en dopamina en el cerebro. Se emplea para aliviar los síntomas de la enfermedad de Parkinson. (*N. de la T.*)

Pero este nuevo interés, este redescubrimiento, nació tras un silencio de más de sesenta años, en el curso de los cuales el síndrome rara vez fue discutido o diagnosticado. De hecho, cuando empecé a pensar en ello, en 1969, a medida que mis pacientes se volvían visiblemente *touretticos*, tuve dificultades para encontrar cualquier tipo de referencias actuales y, una vez más, hube de recurrir a la literatura del siglo pasado; a los documentos originales de Gilles de la Tourette, de 1885 y 1886, y a una docena de informes posteriores. Fue ésta una época rica en descripciones, en su mayoría francesas, sobre distintos tipos de tics, que culminó (y concluyó) en el libro *Tics*, publicado en 1902 por Henry Meige y E. Feindel. Y, sin embargo, entre 1903 y 1970 el propio síndrome parecía haber desaparecido casi por completo.

¿Por qué? Hay que preguntarse si este olvido no responde tal vez a las crecientes presiones del nuevo siglo para intentar explicar los fenómenos científicos, tras un período en que bastaba con *describirlos*. Y el «síndrome de Tourette» era especialmente difícil de explicar. En sus formas más complejas, podía manifestarse no sólo con movimientos convulsivos y ruidos, sino también con tics, compulsiones, obsesiones y tendencias a hacer bromas y juegos de palabras, a jugar con los límites y abandonarse a la provocación social y las más elaboradas fantasías. Si bien hubo algunos intentos de explicar el síndrome en términos psicoanalíticos, todos ellos, al tiempo que iluminaban algunos de estos fenómenos, eran incapaces de explicar otros; había además componentes claramente orgánicos. En 1960, el descubrimiento de un fármaco, el haloperidol,

un inhibidor de la dopamina, pudo acabar con muchos de los fenómenos del «síndrome de Tourette» y ofrecer una hipótesis más plausible: que el síndrome era esencialmente un trastorno químico producido por un exceso de (o una hipersensibilidad a la) dopamina, una sustancia cerebral neurotransmisora.

Con esta cómoda y simplificadora explicación, el síndrome saltó de nuevo a la palestra y su incidencia pareció de hecho multiplicarse por mil. El «síndrome de Tourette» es hoy objeto de intensas investigaciones, pero limitadas en su mayoría a sus aspectos genéticos y moleculares. Y, si bien estos factores pueden explicar en cierto modo la excitabilidad global del síndrome, apenas aclaran, sin embargo, las formas concretas de su predisposición a la comedia, a la fantasía, a la pantomima, a la ensoñación, al exhibicionismo, a la provocación y al juego. Así, al abandonar una época puramente descriptiva para entrar en una fase de investigación y de explicación activa, el «síndrome de Tourette» se vio fragmentado y dejó de concebirse como un conjunto⁴.

⁴ En el artículo «Tics», *The New York Review*, 29-1-1987, págs. 37-41, escribo sobre el «síndrome de Tourette» y sobre la historia de nuestras ideas acerca del mismo.

Esta fragmentación es quizá característica de cierto estadio de la ciencia: el que sigue a la pura descripción. Pero los fragmentos deben unirse en cierto modo, en algún momento, y presentarse una vez más como un todo coherente. Ello pasa por conocer los factores determinantes a *todos* los niveles, desde el plano neurofisiológico hasta el psicológico y el sociológico, así como su compleja y continua interacción⁵.

⁵ En la psiquiatría «médica» se observa una secuencia similar. Al estudiar las historias clínicas de los pacientes internados en asilos y en hospitales públicos durante los años veinte y treinta, encontramos observaciones clínicas y fenomenológicas sumamente detalladas, presentadas a menudo en forma de relatos de riqueza y de densidad casi novelescas (como las descripciones «clásicas» de Kraepelin y otros a finales del siglo pasado). Tras la institucionalización de rígidos criterios y de manuales de diagnóstico (los «manuales de diagnóstico estadístico» llamados DSM-III y SM-IV), esta minuciosa y rica descripción de los fenómenos desaparece, y es sustituida por breves notas que no ofrecen una imagen real del paciente o de su mundo, sino que reducen a éste, y a su enfermedad, a una mera lista de criterios de diagnóstico «mayores» y «menores». Las historias clínicas de los hospitales psiquiátricos carecen hoy de la profundidad y de la riqueza informativa de antaño, y apenas sirven para realizar esa síntesis tan necesaria entre neurociencia y psiquiatría. Por ello las «viejas» historias clínicas seguirán siendo sumamente valiosas.

III

Llevaba quince años realizando observaciones neurológicas en mis pacientes, cuando en 1974 tuve una experiencia neurológica propia: experimenté, por decirlo de algún modo, un síndrome neurofisiológico desde «dentro». Los nervios y los músculos de mi pierna izquierda quedaron gravemente lesionados tras sufrir un accidente mientras practicaba el alpinismo en un lugar remoto de Noruega. Tuve que someterme a una operación quirúrgica para unir los tendones de los músculos, y pasó algún tiempo hasta que los nervios se recuperaron. Durante las dos semanas en las que mi pierna permaneció desnervada e inmovilizada con escayola, aquella no sólo quedó privada de movimiento y de sensaciones, sino que dejó de parecerme parte de mi cuerpo. Se había convertido en un objeto sin vida, casi inorgánico, irreal, inconcebiblemente ajeno y extraño. Pero cuando intenté comunicar la experiencia a mi médico, éste me dijo: «Sacks, eres único. Jamás he oído decir a un paciente cosa igual».

Su comentario me pareció absurdo. ¿Cómo iba a ser «único»? Debía de haber otros casos, pensé, aun cuando mi médico no tuviese noticia de ellos. En cuanto recobré la movilidad, empecé a hablar con mis compañeros de hospital y descubrí que muchos de ellos tenían experiencias similares de extremidades «ajenas». Para algunos, la experiencia había sido tan extraña y terrorífica que intentaron apartarla de su mente; otros estaban preocupados en secreto, pero no se atrevían a decirlo.

Cuando salí del hospital fui a la biblioteca dispuesto a consultar toda la literatura disponible sobre el tema. Durante tres años no encontré una sola fuente. Más tarde descubrí un relato de

Silas Weir Mitchell, el gran neurólogo estadounidense del siglo XIX, que describía con todo lujo de detalles los miembros fantasma («espíritus sensoriales» los llamaba él). Weir Mitchell escribió también sobre los «fantasmas negativos»: experiencias de aniquilación y alienación subjetiva de las extremidades tras una lesión grave y una intervención quirúrgica. Mitchell encontró abundantes casos durante la Guerra Civil estadounidense, y quedó tan impresionado que en cierta ocasión llegó a publicar una circular sobre esta cuestión («Reflex Paralysis»), que fue distribuida por las autoridades sanitarias en 1864. Sus observaciones despertaron un breve interés, pero se olvidaron de inmediato. Hubieron de pasar más de cincuenta años para que el síndrome fuese redescubierto. Sucedió de nuevo en tiempo de guerra, cuando se observaron en el frente miles de nuevos casos de trauma neurológico. En 1917, el eminente neurólogo J. Babinski publicó (en colaboración con J. Froment) un estudio monográfico titulado *Syndrome Physiopathique*, en el que, sin conocer aparentemente el informe de Weir Mitchell, describía el síndrome que yo había tenido. Una vez más, las investigaciones desaparecieron sin dejar rastro. (Cuando en 1975 finalmente encontré el libro en nuestra biblioteca, descubrí que era la primera persona que solicitaba su préstamo desde 1918.) Durante la Segunda Guerra Mundial el síndrome fue amplia y detalladamente descrito por dos neurólogos soviéticos, A. N. Leont'ev y A. V. Zaporozhets, quienes también desconocían los estudios anteriores sobre el tema. A pesar de que su libro, *Rehabilitation of the Hand*, se tradujo al inglés en 1960, sus observaciones no lograron despertar el interés de los neurólogos ni el de los especialistas en rehabilitación.

A medida que iba encajando las piezas de esta extraordinaria y sorprendente historia, me parecía que mi médico realmente tenía razón al afirmar que nunca había oído nada parecido a los síntomas que yo refería. Pero el síndrome no es tan infrecuente; ocurre siempre que se produce una disolución significativa de la imagen corporal. Ahora bien, ¿por qué es tan difícil registrar esto y situar al síndrome en el lugar que le corresponde en nuestro conocimiento y en nuestra conciencia neurológica?

El término «escotoma» (oscuridad, sombra), tal como lo emplean los neurólogos, denota una desconexión o un hiato en la percepción; una laguna en la conciencia producida por una lesión neurológica. Este tipo de lesiones puede darse en cualquier nivel, tanto en los nervios periféricos, como fue mi caso, como en el córtex sensorial del cerebro. Por ello es muy difícil que el paciente sea capaz de comunicar lo que está ocurriendo. El mismo «escotomiza» la experiencia. Y es igualmente difícil que su médico o quienes lo escuchan entiendan lo que el paciente dice, porque éstos, a su vez, tienden a «escotomizar» lo que oyen. Este tipo de escotoma es literalmente imposible de imaginar a menos que uno lo experimente (por eso sugiero, medio en broma, que todo el mundo debería leer *A Leg to Stand On* cuando se halle bajo los efectos de la anestesia espinal, y entonces comprenderán a qué me refiero)⁶.

⁶ Analizo este asunto más a fondo en la edición revisada de *A Leg to Stand On*.

Pese a que, en cierto modo, y como resultado de un esfuerzo casi sobrehumano, ha sido posible traspasar estas barreras de la comunicación -como hicieron Weir Mitchell, Babinski, Leont'ev y Zaporozhets-, nadie parece haber leído o recordar lo que éstos escribieron. Nos encontramos en presencia de un escotoma histórico o cultural, un «agujero en la memoria», como diría Orwell.

IV

Abandonemos ahora este extraño mundo para centrarnos en un fenómeno más positivo (aunque también olvidado o escotomizado) como es el de la acromatopsia o incapacidad para percibir los colores tras sufrir una lesión cerebral. (Es éste un estado muy distinto del de la acromatopsia común, resultante de un defecto en alguno de los receptores cromáticos de la retina.) Pongo este ejemplo porque lo he estudiado con detalle, aunque lo descubrí de manera accidental, cuando recibí una carta de un enfermo que me preguntaba si conocía algún otro caso. En colaboración con mi amigo y colega Robert Wasserman, estudié a fondo el caso de este paciente y nuestro informe apareció en *The New York Review of Books* en 1987⁷.

⁷ «The Case of the Colorblind Painter» apareció en *The New York Review*, 19-XI-1987, págs. 25-34 [«El caso del pintor ciego a los colores», *El Paseante*, n.º 8, págs. 32-34]. En mi libro *An Anthropologist on Mars*

(Knopf, 1995), se incluye una versión ampliada y revisada de este artículo.

Cuando intentamos investigar la historia de la enfermedad, encontramos una notable laguna o anacronismo. La acromatopsia cerebral adquirida -y, lo que es peor, la hemiacromatopsia o pérdida de percepción del color en la mitad del campo visual, que sobreviene bruscamente como consecuencia de un golpe- había sido descrita de manera ejemplar por un neurólogo suizo, Louis Verrey, en 1888. Cuando su paciente murió, Verrey pudo delimitar la zona exacta del córtex visual afectada en este caso. Aquí, afirmó, «se encuentra el centro de la sensibilidad cromática». Pocos años después *de* la publicación del informe de Verrey aparecieron otros informes -sobre problemas similares para la percepción del color y para las lesiones que los producían- que parecían establecer claramente las causas de la acromatopsia y de su base neural. Pero, curiosamente, de pronto dejaron de aparecer; en los setenta y cinco años transcurridos desde la publicación del primer informe, en 1899, y el «redescubrimiento» de la acromatopsia, en 1974, no se reseñó ni un solo caso.

Esta historia ha sido discutida, con gran erudición y perspicacia, por dos de mis colegas: Semir Zeki, de la Universidad de Londres, y Antonio Damasio, de la Universidad de Iowa. Zeki, tras señalar que la resistencia a los hallazgos de Verrey comenzó en el mismo instante de su publicación, concibe este rechazo como resultado de una profunda, y acaso inconsciente, actitud filosófica: la creencia, entonces dominante, de que la visión era una facultad global, sin fisuras. La idea de que el mundo visual nos es dado como un dato, una imagen plena de color, forma, movimiento y profundidad es fruto de una tendencia natural e intuitiva, científica y filosóficamente legitimada por la óptica de Newton y la importancia atribuida por Locke a las sensaciones. La invención de la cámara lúcida, y más tarde de la fotografía, parecía ejemplificar este modelo mecánico de percepción. ¿Por qué habría de comportarse el cerebro de forma diferente? El color era parte integrante de la imagen visual y no podía dissociarse de ésta. La idea de que fuese posible perder la capacidad de percibir el color, y de que en el cerebro hubiese un centro para el registro de las sensaciones cromáticas, se consideró absurda. Verrey se equivocaba a buen seguro; nociones tan ridículas como éstas debían ser desterradas. Así fue, y la acromatopsia «desapareció». Darwin señaló a menudo que nadie podía ser un buen observador si no era además un teórico activo; y el propio Darwin, como escribió su hijo Francis, «parecía dominado por una fuerza teorizante» que animaba e iluminaba todas sus observaciones, incluso las más triviales. Pero, en opinión de Francis, esta fuerza estuvo equilibrada en todo momento por el escepticismo y la cautela, y ante todo por los experimentos que muchas veces echaban por tierra la nueva teoría. Sin embargo, la teoría puede ser enemiga de la observación y del pensamiento honestos, especialmente cuando se olvida de que *es* teoría o modelo y pasa a convertirse en dogma o creencia soterrada, acaso inconsciente. Las falsas creencias barrieron de un plumazo las observaciones de Verrey y la cuestión en su conjunto por espacio de setenta y cinco años⁸.

⁸ Sin embargo, parece que intervienen además otros factores. Damasio cuenta que, en las investigaciones publicadas por el célebre neurólogo Cordón Holmes sobre doscientos casos de lesiones en el córtex visual observados durante la guerra, en 1919, se afirmaba sumariamente que ninguno de estos enfermos mostraba deficiencias aisladas en la percepción del color y que estas investigaciones no validaban la existencia de un centro cerebral específicamente destinado a la percepción del color. Holmes era una autoridad en el mundo de la neurología y poseía un inmenso poder, por lo que su oposición -reiterada durante treinta años- a la idea de un defecto cerebral aislado en la percepción del color, o de un centro cerebral en el que residiese esta facultad, fue decisiva, en opinión de Damasio, para impedir el reconocimiento clínico del síndrome.

La noción de percepción como algo «dado» de manera global y sin fisuras fue finalmente sacudida por los hallazgos de David Hubel y Torsten Wiesel, a finales de los cincuenta y principios de los sesenta. Hubel y Torsten defendían la existencia de células y columnas de células en el córtex visual que actuaban como «detectores de formas» y poseían una sensibilidad específica para las horizontales, las verticales, los bordes, los alineamientos y otros elementos similares. Comenzó entonces a desarrollarse la idea de que la visión tenía distintos componentes, de que las representaciones visuales no eran en absoluto «dadas», como las imágenes ópticas o fotográficas, sino *construidas* mediante una compleja e intrincada correlación de procesos diversos. La percepción pasó a concebirse como un fenómeno compuesto, modular, como una interacción de numerosos elementos. La globalidad de la percepción no era algo

«dado», sino que debía ser *conquistada* por el cerebro.

De este modo, durante la década de los sesenta, quedó claro que la visión era un proceso analítico que dependía de un amplio número de sistemas cerebrales (y retinianos) con sensibilidades distintas, cada uno de los cuales se «sintonizaba» para responder a los diferentes elementos de la percepción. Fue este clima de receptividad a los subsistemas y a su integración lo que permitió a Zeki descubrir la existencia de unas células específicas, sensibles a diferentes longitudes de onda y color, en el córtex visual del mono. Zeki encontró estas células en una zona muy similar a la señalada por Verrey, ochenta y cinco años antes, como centro cromático. Este descubrimiento pareció liberar a los neurólogos clínicos de una inhibición sufrida casi un siglo antes. En pocos años se registraron nuevos casos de acromatopsia, y la enfermedad fue al fin legitimada como tal por la neurología⁹.

⁹ Que el sesgo conceptual fue responsable del desprecio y de la «desaparición» de la acromatopsia se confirma con la historia, absolutamente opuesta, de ceguera motora central (aquinetopsia), descrita, en un caso único, por Zihl *et al.*, en 1983. El paciente afectado por esta enfermedad era capaz de ver personas o coches cuando estaban quietos, pero la imagen desaparecía con el movimiento, y aparecía de nuevo, en un lugar distinto, cuando éste cesaba. El caso observado por Zihl, según indica Zeki, fue «recibido en el mundo neurológico [...] y neurobiológico, sin un murmullo de desaprobación [...] a diferencia de lo ocurrido con la historia, más turbulenta, de la acromatopsia». Esta radical diferencia responde al profundo cambio intelectual operado en el curso de los años transcurridos entre la aparición de uno y otro hallazgo. A comienzos de los setenta se demostró que el córtex preestriado de los monos presentaba una zona de células sensoriomotoras, y la idea de especialización funcional fue plenamente aceptada en solo una década. De este modo, hacia 1983, y en palabras del propio Zeki, «toas las dificultades conceptuales habían desaparecido». Ya no había razón alguna para rechazar los hallazgos de Zihl -de hecho, ocurrió todo lo contrario: fueron recibidos con entusiasmo, como una soberbia muestra de evidencia clínica, en consonancia con el nuevo clima.

V

El tema del color ha fascinado siempre a artistas, científicos y filósofos por igual. El primer tratado de Spinoza, escrito cuando el filósofo tenía diecinueve años, fue un estudio del arco iris. Newton escribió sobre «el famoso fenómeno de los colores» y, a partir de sus experimentos con el prisma, llegó a la conclusión de que la luz blanca era compuesta y de que el color de los rayos que la formaban estaba determinado por su «refrangibilidad».

La noción del color como un fenómeno puramente físico era, sin embargo, un anatema para Goethe, que también realizó sus propias investigaciones sobre el particular¹⁰. En opinión de Goethe, la realidad no estaba en las simplificaciones e idealizaciones de la física, sino en la compleja realidad fenomenológica de la experiencia. Plenamente consciente de la realidad subjetiva de las sombras coloreadas y de las imágenes recurrentes, así como de la influencia de la contigüidad y de la luz en la apariencia de los colores, Goethe sentía que éstas, a la manera del prisma newtoniano en una sala a oscuras o del espectro reflejado en la pared, debían sentar las bases para una correcta teoría del color. Le fascinaba ante todo la subjetividad del color y sus inesperadas apariciones, modificaciones y desapariciones, supuestamente ajenas a toda explicación física. Estaba convencido de que los colores eran construidos por la mente de un modo cada vez más complejo y en absoluto comparable a la simple reproducción física.

¹⁰ A pesar de que Goethe se reveló como un notable científico empírico (al descubrir, por ejemplo, el hueso intermaxilar), tendía, sin embargo, a elaborar seudoteorías de carácter místico, como se pone de manifiesto en su teoría, casi platónica, de la planta arquetípica (*Ur-Pflanze*)-. Ello se inscribía, tal vez, en la reacción romántica frente a una visión mecánica del mundo -en particular frente a las tesis de Newton-, que dominó en Europa durante esta época y que fue especialmente intensa en Alemania (bajo la influencia de la *Naturphilosophie*) y en Inglaterra, donde Blake fulminó «la visión simple y el sueño newtoniano».

George Henry Lewes, en su comprensiva aunque crítica biografía de Goethe, dedica un extenso capítulo a «El poeta como hombre de ciencia», en el que atribuye algunas de las debilidades de Goethe, y también sus enormes virtudes, a una misma disposición mental: «La tendencia natural de su mente», escribe Lewes, «resulta visible tanto en sus estudios ópticos como en su poesía; y apunta siempre hacia el fenómeno *concreto*, huyendo de la abstracción [...] Se reía constantemente de los newtonianos por sus prismas y sus

espectros, calificándolos de pedantes que preferían sus sombrías habitaciones al aire puro. Hablaba siempre de las observaciones realizadas en su jardín, o con un sencillo prisma, bajo la luz del sol, como si el método natural y sencillo fuese mucho más veraz que el método artificial de la ciencia. Con ello reveló su errónea interpretación de método [...] De ahí su fracaso; de ahí también su éxito» (Lewes, *The Life of Goethe* [Frederick Ungar, 1955], págs. 352-353). La intrigante relación entre los conceptos de Goethe y las teorías existentes sobre el color es analizada con detalle por Arthur Zajonc en *Catching the Light: The Entwined History of Light and Mind* (Bantam, 1993).

Desde el momento en que, en 1790, tomó un prisma y exclamó «¡Newton se equivoca!», Goethe se propuso refutar la hipótesis newtoniana (tal como él la entendía o malentendía) y construir su propia teoría del color. El color se convirtió en una obsesión que dominó los últimos cuarenta años de la vida del poeta, para quien sus estudios sobre esta cuestión, *Farbenlehre*, eran tan importantes como el conjunto de su obra literaria. Esperaba ser recordado por ello cuando su *Fausto* hubiese pasado al olvido.

La teoría del color clásica no se vio afectada por las reservas y los ataques de Goethe. Sus postulados eran para los científicos contemporáneos acientíficos y místicos, y el desprecio con que se refirió a Newton y otros estudiosos del tema no hizo sino reforzar esta visión.

Su estilo y su lenguaje resultaban ajenos para los investigadores de la época y, a partir de 1800, se generalizó la sensación de que los poetas y los científicos pertenecían a mundos distintos y de que Goethe se estaba adentrando en un terreno que no le correspondía.

En 1957, transcurrido un siglo y medio, sucedió algo singular. Edwin Land (que ya era famoso por haber inventado la cámara Polaroid, pero que era además un experimentador y un teórico de gran audacia y talento) hizo una demostración que causó el asombro de cuantos la presenciaron y que resultó absolutamente inexplicable de acuerdo con la teoría clásica del color.

Newton había demostrado que, al mezclar dos luces de distinto color (por ejemplo, naranja y amarillo), se obtenía un color intermedio (naranja amarillento). Casi tres siglos más tarde, Land repitió el experimento con luces de colores para proyectar una serie de transparencias de una naturaleza muerta en blanco y negro, realizadas con filtros de estos mismos colores. Si se empleaba una luz amarilla se veía una imagen amarilla, monocroma; si se empleaba una luz naranja se veía una imagen naranja. Al mezclar las dos luces los espectadores esperaban un resultado intermedio, pero en lugar de esto se produjo un súbito estallido de color, y la imagen se tornó roja, azul, verde, púrpura; adquirió todos los colores de la naturaleza muerta usada como modelo original. ¡Imposible! ¡Debía de tratarse de una ilusión!

De hecho es una ilusión, tanto como lo eran para Goethe las sombras coloreadas -esa clase de ilusión que le hizo exclamar «¡La ilusión óptica es una verdad óptica!»-. Goethe era plenamente consciente de que no existía una equivalencia sencilla entre longitud de onda y color (como pensaba Newton), y sentía que el color no era una simple sensación, sino una «inferencia» o un «acto de juicio». Puesto que había llegado a esta conclusión de manera intuitiva, pero ignoraba por completo los mecanismos fisiológicos que hacían posible esta inferencia, Goethe cometió un gran error: pasó por alto la fisiología; se adentró en «la mente» de un salto místico y propuso una teoría del color (o seudoteoría) absolutamente mental o subjetiva.

Lo que Land hizo fue «salvar los fenómenos», explorar nuevamente esos mismos fenómenos que tanto fascinaran a Goethe, y ofrecer al mismo tiempo una explicación objetiva, cosa de la que Goethe nunca fue capaz (entre otras razones porque los avances necesarios en el campo de la fisiología y de la psicofísica no se realizaron hasta después de su muerte). Así pues, Land demostró que los colores no se perciben de manera aislada; que una escena no es un conjunto de puntos de color, sino que, por el contrario, se analiza como un conjunto, comparando y relacionando hasta el menor detalle los estímulos que producen cada una de sus partes. Este proceso implica, en primer lugar, «separar el color» de las imágenes; en segundo lugar, registrar la luz y la sombra de cada parte de la escena, tal como es transmitida por los tres receptores del color en la retina; y, en tercer lugar, comparar estos tres «registros de luminosidad» en el cerebro.

Es el acto cerebral de comparación de los tres registros lo que constituye la base de nuestra «inferencia» o «juicio de color». Por ello, sólo ahora, gracias a la sorprendente demostración de Land y los trabajos fisiológicos de Zeki (quien localizó la región del cerebro en la que se realizan estas «inferencias»), resulta posible confirmar las intuiciones de Goethe. Sin embargo, ni Land ni ZeKi hacen mención alguna de Goethe, y su *Farbenlehre* sigue siendo hoy tan poco leída como en 1832.

VI

¿Podemos sacar alguna enseñanza de los ejemplos mencionados? Yo creo que sí. En primer lugar cabría invocar el concepto de «precocidad» —y concebir las observaciones realizadas en el siglo XIX por Goethe, Herschel, Weir Mitchell, Tourette y Verrey como prematuras, y por ende imposibles de integrarse en los conceptos de su época-. Al escribir sobre la «precocidad» de los descubrimientos científicos, Gunther Stent afirma lo siguiente: «Un descubrimiento es prematuro cuando resulta imposible relacionar sus implicaciones, mediante una sencilla serie de pasos lógicos, con el conocimiento canónico o generalmente aceptado». Stent aborda este asunto en relación con el caso clásico de Mendel, y el menos conocido, pero igualmente fascinante, de Oswald Avery (que descubrió el ADN en 1944; un descubrimiento totalmente ignorado en su momento por la escasez de conocimientos que permitiesen a los científicos apreciar su importancia)¹¹. La precocidad, en mi opinión, aunque relativamente rara en la ciencia, puede ser más común en la medicina, en parte porque ésta no necesita realizar complicados experimentos (como los de Mendel o Avery), sino que le basta con describir los hechos¹².

¹¹ El artículo de Gunther Stent titulado «Prematurity and Uniqueness in Scientific Discovery» apareció en *Scientific American* en diciembre de 1972. Cuando visité a W. H. Auden en Oxford, en 1973, lo encontré sumamente excitado por el artículo de Stent y discutimos largo y tendido al respecto. Auden escribió una amplia réplica a Stent en la que contrastaba la historia intelectual del arte y de la ciencia; este artículo se publicó en *Scientific American* en marzo de 1973.

¹² Si Stent hubiese sido un experto en genética, en lugar de un biólogo molecular, tal vez hubiera recordado la historia de la pionera Barbara McClintock, que en los años cuarenta desarrolló una teoría -conocida como teoría del salto genético- casi ininteligible para sus contemporáneos. Hubieron de pasar treinta años, y fue necesario un cambio radical en el mundo de la biología y una mayor receptividad a conceptos como éste, para que las tesis de McClintock fuesen tardíamente reconocidas como una contribución fundamental a la genética. Por fortuna, McClintock vivió lo suficiente para disfrutar de este reconocimiento: sus trabajos de 1940 merecieron el Premio Nobel en la década de los ochenta.

Si Stent hubiese sido geólogo, podría haber facilitado otro ejemplo famoso (o infame) de precocidad: la teoría de la deriva continental, formulada por Alfred Wegener en 1915, olvidada o despreciada durante muchos años y descubierta cuarenta años más tarde, tras el nacimiento de la teoría de la tectónica de placas.

Si Stent hubiese sido matemático, podría haber citado, como asombroso ejemplo de «precocidad», la invención del cálculo por parte de Arquímedes, dos mil años antes del nacimiento de Newton y Leibniz.

Y si hubiese sido astrónomo, podría haber hablado no sólo de olvido, sino de regresión trascendental en la historia de la astronomía. Aristarco estableció claramente, en el siglo III a. C., la imagen heliocéntrica del sistema solar, una teoría bien comprendida y aceptada por los griegos (y más tarde ampliada por Arquímedes, Hiparco y Eratóstenes). Pero, en el siglo II d. C., esta teoría fue puesta patas arriba por Ptolomeo, y sustituida por una imagen geocéntrica de complejidad así babilónica. La oscuridad ptolemaica, el escotoma, se prolongó por espacio de cuatrocientos años, hasta que Copérnico restableció la visión heliocéntrica.

Pero el «escotoma» implica algo más que precocidad, supone al mismo tiempo la *anulación* de lo percibido originalmente; es una pérdida de conocimiento, una pérdida de visión, un olvido de aquellas intuiciones que antaño parecían sólidamente establecidas, una vuelta a explicaciones menos perspicaces. Todo ello no sólo representa un obstáculo para la neurología, sino que es también, curiosamente, común a todos los campos de la ciencia; y plantea serios interrogantes sobre el porqué de tales lagunas. ¿Qué hace que una observación o una idea nueva resulte aceptable, discutible, memorable? ¿Qué es lo que impide que sea así, pese a su importancia y su valor?

Freud respondió a esta pregunta poniendo el énfasis en la resistencia: la nueva idea nos resulta profundamente amenazadora o repugnante y por ello le cerramos el paso. Esto es cierto en muchos casos, pero lo reduce todo a la psicodinámica y a la motivación, lo cual es insuficiente incluso para la psiquiatría.

No basta con aprehender algo, con «captar» algo, fugazmente. La mente debe ser capaz de acomodarlo, de retenerlo. Este proceso de acomodación, de creación de un espacio mental, de una categoría con conexiones potenciales -y la voluntad de hacerlo-, me parece crucial para determinar si una idea o un descubrimiento arraigará y dará fruto, o si, por el contrario, será olvidada, se desvanecerá y morirá sin dejar rastro. La primera dificultad, la primera barrera, se encuentra en nuestra propia mente, en el hecho de permitirnos a nosotros mismos salir al paso de las nuevas ideas para transformarlas en conciencia plena y estable, y en darles forma conceptual reteniéndolas en nuestra mente aun cuando no encajen con los conceptos, las creencias o las categorías existentes, o incluso las contravengan. Darwin insiste en la importancia de los «ejemplos negativos» o excepciones, y en lo crucial que es tomar nota de ellos al instante, pues de lo contrario «serán olvidados».

Que es esencial tomar nota de las excepciones y no olvidarlas, o juzgarlas triviales, se pone de manifiesto en el primer documento escrito por Wolfgang Köhler, anterior a la publicación de sus trabajos pioneros sobre la psicología de la Gestalt y titulado «On Unnoticed Sensations and Errors of Judgement». Köhler habla en él de simplificaciones y sistematizaciones prematuras en el ámbito científico, especialmente en la psicología, y de cómo pueden cegarnos, anquilosar la ciencia e impedir su crecimiento vital.

«Toda ciencia», escribe Köhler, «posee una especie de desván al que van a parar, casi automáticamente, todas las cosas que no pueden usarse en el momento, que no llegan a encajar [...] Estamos continuamente desechando, infrautilizando, un material sumamente valioso [que conduce al] bloqueo del progreso científico» (1913).

En la época en la que Köhler escribió estas líneas, las ilusiones visuales eran consideradas «errores de juicio» -triviales, irrelevantes para el funcionamiento del cerebro-. Sin embargo, Köhler no tardó en demostrar que lo contrario era cierto, que tales ilusiones eran la más clara evidencia de que la percepción no se limita a «procesar» pasivamente los estímulos sensoriales, sino que crea activamente grandes configuraciones o «gestalt» que organizan el campo de la percepción en su totalidad. Estas intuiciones yacen hoy en el fondo de nuestra concepción del cerebro como un conjunto dinámico y constructivo. No obstante, primero fue necesario atrapar una «anomalía», un fenómeno contrario al marco de referencia aceptado y, tras prestarle la debida atención, ampliarlo, para revolucionarlo así por completo.

Pero, si bien las anomalías permiten la transición a un espacio mental más amplio, ello es a costa de un proceso sumamente doloroso, incluso terrorífico, que consiste en socavar las propias creencias y teorías. Y es doloroso porque nuestra vida mental se apoya, consciente o inconscientemente, sobre teorías que a veces se encuentran sitiadas por la fuerza de la ideología o de la ilusión. La historia de la ciencia y de la medicina, en un sentido darwiniano, se configura en gran medida a partir de una competencia intelectual y personal que nos obliga a enfrentarnos tanto a las anomalías como a ideologías profundamente arraigadas; y esta competencia, cuando adopta la forma de debate y juicio abierto, es esencial para su progreso. Cuando estos debates se desarrollan de manera franca y directa, es posible encontrar una solución rápida y avanzar así en consecuencia¹³.

¹³ Si una de las características de la ciencia es la competencia y la rivalidad, otra, mucho menos saludable, tiene su origen en la incompreensión epistemológica y en el cisma, a menudo de carácter fundamental. En su reciente autobiografía titulada *Naturalist*, el biólogo Edward O. Wilson ofrece una elocuente descripción de uno de estos cismas, referida a sus primeras investigaciones entomológicas y taxonómicas. Su obra (y su materia) fue despreciada por James Watson, que la calificó de mera «colección de estampas», ajena a la ciencia real. Tal actitud era casi universal entre los biólogos moleculares de los años sesenta. De manera análoga, la ecología tampoco fue reconocida como «ciencia» hasta muy recientemente, y aún se considera mucho más «blanda» que, por ejemplo, la biología molecular. Existe quizá un paralelismo entre este hecho y el frecuente desprecio de la ciencia «dura» hacia la medicina clínica, y especialmente hacia los casos

concretos. El propio Freud escribió al respecto:

Sigue sorprendiéndome que las historias clínicas que escribo se lean como si fuesen cuentos, carentes, podríamos decir, del riguroso sello de la ciencia. Me consuelo pensando que ello obedece sin duda a la naturaleza del tema y no a mis inclinaciones personales.

Pero, sin embargo (a juzgar por el actual debate sobre la hermenéutica), es evidente que los casos clínicos de Freud, y todos los casos clínicos serios, son rigurosamente científicos y encarnan una ciencia de lo individual tan «dura» como la física o la biología molecular.

Esto es ciencia «limpia», pero también abunda la ciencia «sucias». Un desafortunado ejemplo de ello ocurrió cuando el astrofísico S. Chandrasekar, siendo un genial adolescente, desarrolló una sorprendente teoría de la degeneración estelar. Mientras que las estrellas cuya masa crítica era inferior a una cantidad dada podían convertirse en «enanas blancas», las de mayor masa mostraban, por el contrario, una «degeneración relativista» y pasaban, tras «implotar», a un estado absolutamente distinto. El gran astrónomo teórico A. S. Eddington, maestro y protector de Chandrasekar, atacó a éste y a su teoría con extraordinaria virulencia, y le prohibió desarrollarla y publicarla. (El ataque de Eddington, como se demostró más tarde, estaba basado en una teoría cosmológica equivocada, incluso ilusoria, un castillo de naipes que podía desmoronarse si la teoría de Chandrasekar resultaba cierta.) Como resultado de ello, la astronomía teórica vivió un estancamiento de treinta años, y la teoría de los agujeros negros - claramente implícita en los planteamientos de Chandrasekar a comienzos de los años treinta - no se desarrolló en plenitud hasta finales de los sesenta¹⁴.

¹⁴ Kameshwar Wali, en su biografía de Chandrasekar, escribe que «fueron necesarias casi tres décadas para que el descubrimiento [de Chandrasekar] se reconociese en toda su importancia, y el límite de Chandrasekar se incorporase al lenguaje estándar de la física y de la astrofísica. Hubieron de pasar cinco décadas hasta que recibió el Premio Nobel».

propio Chandrasekar manifestó más tarde: «Es un hecho asombroso que en como Eddington pueda gozar de tan increíble autoridad [...] y es increíble [...] que nadie tuviese la valentía y el conocimiento necesario para decir que Eddington estaba equivocado [...] Personalmente, creo que el desarrollo de la astronomía en su conjunto, y el desarrollo de la astronomía teórica -sobre todo en lo que respecta a la evolución de las estrellas y la comprensión de las observaciones relacionadas con las enanas blancas-, se demoró por espacio de casi dos generaciones como consecuencia de la autoridad de Eddington» (citado en Wali, *Chandra: A Biography of S. Chandrasekar*, University of Chicago Press, 1991).

Un ataque de la autoridad como éste puede tener fatales consecuencias, no sólo porque impide la publicación de observaciones y pensamientos cruciales, sino porque puede llegar a destruir a quien lo padece. Chandrasekar poseía una gran fortaleza psíquica. En un primer momento se resistió al ataque de Eddington y, más tarde, cuando comprendió que su resistencia sería inútil, centró su atención en otros asuntos y realizó sus principales trabajos en otros campos. Para Georg Cantor, el gran matemático que desarrolló las ideas de los cardinales transfinitos y los conjuntos infinitos, las cosas no fueron tan fáciles: perseguido por el famoso Félix Klein, a quien Cantor llamaba «el gran mariscal de campo de las matemáticas alemanas», se convirtió en una personalidad psicótica, si bien continuó desarrollando su teoría durante sus períodos de lucidez. Ludwig Boltzmann, el mayor físico teórico de las últimas décadas del siglo XIX, fue conducido hasta el suicidio por la incomprensión y por los ataques lanzados contra su persona. Si hubiese vivido sólo un poco más habría visto que sus métodos e ideas sobre la mecánica estadística eran reconocidos a escala mundial.

Dos de las máximas autoridades del siglo XIX en lo que se refiere a la percepción del color - Hermann von Helmholtz y Ewald Bering- propusieron teorías diametralmente opuestas: Helmholtz argumentaba que el color estaba formado por la suma total de las respuestas de los tres receptores del color en la retina, mientras que Hering defendía la existencia de un mecanismo más complejo, que implicaba la competición e inhibición de los tres tipos de conos, y sostenía que la capacidad de la retina para responder a los estímulos luminosos seguía un proceso similar. A partir de esta cuestión concreta, el desacuerdo se extendió a todos los interrogantes de la psicofísica y de la fisiología visual. El amargo rencor personal surgido entre estos hombres dominó también a sus discípulos y seguidores hasta cincuenta años después de sus muertes. En

una crónica reciente sobre el particular, Steven Turner atribuye el conflicto a la «inconmensurabilidad perceptiva» existente entre ambos; mientras que C. R. Cavonius, en su estudio crítico de la obra de Turner, lo reduce a «mera mala fe»¹⁵.

¹⁵ R. Steven Turner, *In the Eye's Mine: Vision and the Helmholtz-Hering Controversy* (Princeton University Press, 1994), revisado por C. R. Cavonius, «Not Seeing Eye to Eye», en *Nature*, vol. 370 (28-VII-1994), págs. 259-260.

En casos extremos, el debate científico puede amenazar con destruir el sistema de creencias de uno de los antagonistas, y con ello, tal vez, el sistema de creencias de la cultura en su conjunto. Uno de los ejemplos más claros de este tipo de destrucción surgió tras la publicación de *El origen de las especies*, en 1859, con los furibundos ataques entre «ciencia» y «religión» (personificados en las figuras de Thomas Huxley y el obispo Wilberforce) y las violentas aunque patéticas acciones emprendidas por Agassiz desde la retaguardia, convencido este último de que el trabajo de toda una vida, su sentido de la existencia de un creador, habían sido aniquilados por la teoría de Darwin¹⁶.

¹⁶ Gosse, devoto profundo y gran naturalista al mismo tiempo, se sintió tan dividido por este debate que publicó un extraordinario libro, *Omphalos*, en el que sostiene que los fósiles no se corresponden con criaturas vivas, sino que fueron expresamente puestos en las rocas por el Creador para estimular nuestra curiosidad -argumento que tuvo el raro mérito de despertar las iras de zoólogos y teólogos por igual.

El mismo Darwin se sintió a menudo atraído por el propio mecanismo de la naturaleza, cuyo funcionamiento percibía con absoluta claridad. Así lo expresa en una carta dirigida a su amigo Hooker en 1856: «¡Qué gran libro podría escribir un capellán del diablo sobre las torpes, inútiles, abyectas y terriblemente crueles obras de la naturaleza!».

En este caso extremo, el ansia de olvido fue tal que el propio Agassiz viajó hasta las islas Galápagos con la intención de repetir los experimentos de Darwin para repudiar la teoría que, así lo sentía él, le había destruido.

Con frecuencia me ha sorprendido que la teoría del caos no fuese descubierta o inventada por Newton o Galileo, pues sin duda ambos estaban perfectamente familiarizados con fenómenos como el de la turbulencia y las corrientes, que se observan a todas horas en la vida diaria (y que Leonardo supo retratar con consumada maestría). Tal vez evitaron pensar en sus posibles implicaciones, al intuir que con ello podían infringir las leyes de una naturaleza racional y ordenada.

De hecho, esto es lo que sintió Poincaré cuando, más de dos siglos después, comenzó a investigar las consecuencias matemáticas del caos: «Estas cosas son tan extrañas que no soporto siquiera observarlas». Ahora somos capaces de apreciar en el caos modelos de belleza - una nueva dimensión de la belleza natural-, pero Poincaré sentía algo muy diferente.

El más famoso ejemplo de este tipo de repugnancia en el siglo actual es, sin duda, la violencia con que Einstein rechazó la mecánica cuántica, por su naturaleza aparentemente irracional. Aun cuando el propio Einstein había sido uno de los primeros en demostrar los procesos cuánticos (y de hecho recibió el Premio Nobel por ello), se negaba a considerar la mecánica cuántica como algo más que una representación superficial de los procesos naturales, que daría paso, ahondando más en ella, a un modelo más armonioso y ordenado.

A Darwin le costaba reconocer que había tenido predecesores, que la idea de la evolución flotaba ya en el aire; Newton, a pesar de su famoso comentario de que «nos alzamos sobre hombros de gigantes», negaba también la existencia de estos predecesores. Esta «ansia de influencia» (magníficamente expuesta por Harold Bloom con respecto a la historia de la poesía) es una poderosa fuerza presente también en la historia de la ciencia. Uno llega a creer que los demás se equivocan; uno llega además, insiste Bloom, a malinterpretar a los demás, y (acaso inconscientemente) reacciona contra ellos para desarrollar y desplegar con éxito las propias ideas. («Todo talento», escribe Nietzsche, «debe desplegarse en la batalla.») En el caso de Hering y Helmholtz, creo que ninguno de los dos podía soportar la idea de estar

significativamente Afluido por el otro; tuvieron que separarse, negarse el uno al otro, P^{ar}a insistir (casi con desesperación) en su propia originalidad; los dos se comportaron como si en el mundo no hubiese espacio suficiente para ambos; los dos se sentían amenazados por la mera existencia del otro, como si el éxito del uno entrañase la destrucción del otro¹⁷. Hoy, transcurridos más de cien años, sabemos que los dos tenían parte de razón (en sus teorías, no en el modo de defenderlas) , que sus investigaciones e ideas no eran antagónicas, sino complementarias, y que una correcta teoría de la visión del color debe reconocer por igual el mérito de ambos¹⁸.

¹⁷ Esta actitud de envidia homicida hacia cualquier adversario real o imaginario, de la cual no están exentos siquiera los más inteligentes y afortunados, ha sido analizada por Leonard Shengold en un artículo titulado «Envy and Malignant Envy», *The Psychoanalytic Quarterly*, vol. 58, n.º 4 (1994), págs. 615-640.

¹⁸ La competencia, si bien es la dinamo del progreso, puede resultar sumamente destructiva en el ámbito tecnológico (en gran medida porque muchas tecnologías responden más a incentivos e intereses comerciales que intelectuales). Edison hizo gala de gran crueldad y falta de honestidad en el modo de enfrentarse a todo aquel a quien él percibía como un rival, y su actitud supuso un freno para el progreso tecnológico. Su insistencia en el uso de la corriente directa para la transmisión eléctrica y sus virulentos y desproporcionados ataques contra su inventor, Nikola Tesla (quien sugirió el uso más sensato de la corriente alterna), demoró la expansión de la tecnología de la transmisión eléctrica durante más de dos décadas. El trato que dio a Le Prince, el inventor de la cámara de imágenes animadas (en la medida en que fuera posible atribuir a una sola persona el mérito de haber inventado una tecnología tan compleja), puede haber retrasado el desarrollo de este tipo de imágenes; ciertamente, ello permitió a Edison hacerse con una importante cantidad de los beneficios derivados de esta empresa. Así lo describe Christopher Rawlence en *The Missing Red* (Collins, Londres 1990).

Algo similar ocurrió en el ámbito de la tecnología del automóvil. En la primera década del siglo XX, los motores de combustión interna fueron igualados, si no superados, por los motores de vapor y eléctricos. Los coches de vapor, a diferencia de las locomotoras, eran capaces de producir una nube de vapor en treinta segundos, y el Stanley Steamer alcanzó en 1909 una velocidad de 60 km/h. La ciudad de Nueva York disponía de taxis eléctricos en 1898. El desarrollo de los automóviles de vapor y los automóviles eléctricos tropezó con la oposición de los intereses del gas, en detrimento de ambos medios de locomoción y en detrimento de nuestras ciudades.

VII

Hemos hablado de descubrimientos o ideas tan «prematuras» que casi carecieron de conexión o contexto, y por ende resultaron ininteligibles o fueron ignorados en su época; y de otros descubrimientos o ideas, contestados con pasión, incluso con ferocidad, en el necesario aunque brutal *agón* de la ciencia. Pero tal vez sea igual de importante contemplar los descubrimientos y las ideas no a la luz de la aceptación o del desprecio de que fueron objeto entre sus contemporáneos, sino considerándolos en el conjunto de la historia de las ideas, como algunos de los principales científicos han hecho.

Einstein dio a su peculiar libro el título de *La evolución de la física*¹⁹, y la historia que nos cuenta no sólo es una historia de nacimiento repentino, sino también de discontinuidad radical. La Parte I lleva por título «Auge de la visión mecanicista» y la Parte II «Declive de la visión mecanicista». La visión mecanicista del mundo, tal como él la percibe, debía desmoronarse y dejar un terrorífico vacío intelectual para permitir el nacimiento de un concepto radicalmente nuevo. El concepto de «campo de fuerzas» -un requisito previo de la teoría de la relatividad- no surge o evoluciona en modo alguno *a partir de* un concepto mecánico. Así pues, Einstein hablaba menos de evolución que de revolución -revolución que, por otro lado, él mismo elevó a alturas hasta entonces inimaginables.

¹⁹ Einstein escribió este libro en colaboración con su amigo y colega Leopold ^{le}ld, pero su pensamiento y su tono son puramente einstenianos.

Pero lo más importante es que Einstein se toma el trabajo de reconocer que la nueva teoría no destruye la anterior, no la invalida ni la supera, sino que más bien «nos permite recuperar viejos conceptos desde un plano superior». Einstein desarrolla esta idea mediante un célebre símil:

Recurriendo a la comparación, podríamos decir que crear una nueva teoría no es como destruir un viejo granero para levantar en su lugar un rascacielos. Es más bien como escalar una montaña y gozar, a medida que ascendemos, de nuevas y más amplias vistas, descubriendo relaciones inesperadas entre el punto de partida y la riqueza del entorno. Pero el punto de partida sigue existiendo y lo vemos, aunque resulte cada vez más pequeño y llegue a convertirse en una parte diminuta de esa amplia visión conquistada tras superar los obstáculos del azaroso ascenso.

Helmholtz, en sus memorias semiautobiográficas, *Thought in Medicine*, emplea también la imagen de una escalada (él mismo era un fanático del alpinismo), pero la describe de un modo que no es en absoluto lineal. No podemos ver con antelación, dice, el camino que conduce hasta la cima; la escalada se realiza por el procedimiento de prueba y error. El escalador intelectual parte de un punto equivocado, se atasca, queda atrapado en callejones sin salida y se encuentra en situaciones insostenibles; debe dar marcha

tras descender y comenzar de nuevo. De este modo, lento y doloroso, salpicado de errores y rectificaciones, asciende en zigzag por la montaña. Sólo cuando alcanza la cima o la altura deseada, capaz de ver que, de hecho, había una ruta directa, «una calzada real». Helmholtz afirma que en sus publicaciones conduce a los lectores por una calzada real, pero ésta no se parece en absoluto al intrincado y tortuoso proceso mediante el cual el propio Helmholtz construyó su camino.

En todos estos relatos encontramos un tema común: que tenemos una visión intuitiva y rudimentaria de lo que debemos hacer, y que es esto, una vez atisbado, lo que impulsa al intelecto. A los quince años, Einstein tenía la fantasía de que cabalgaba sobre un rayo de luz, y diez años más tarde desarrolló la teoría de la relatividad especial, pasando así de los sueños adolescentes a la mayor de las teorías jamás formulada. ¿Fue la conquista de la teoría de la relatividad especial, y más tarde de la relatividad general, parte «inevitable» de un proceso histórico progresivo? ¿Fue el resultado de una particularidad, del advenimiento de un genio único? ¿Habría sido posible concebir la relatividad si Einstein no hubiese existido? (Y ¿cuánto habría tardado en ser aceptada esta teoría de no haberse producido el eclipse solar de 1917, que, por un raro azar, permitió confirmar su validez al observar detalladamente el efecto de la gravedad solar sobre la luz? De este modo advertimos que el Papel de lo fortuito no es menos importante que el de lo inexorable -y, cosa nada trivial, que era necesario alcanzar cierto nivel tecnológico para medir con exactitud la órbita de Mercurio-.) Ni el «proceso histórico» ni el «genio» ofrecen por sí solos una explicación adecuada; ambos conceptos camuflan la complejidad, la in-naturaleza de la realidad. Lo que se desprende del estudio atento de una vida como la de Einstein es la enorme influencia del azar en esa vida -azar claramente plasmado en el hecho de que este o aquel logro técnico estuviesen allí, a su disposición, como por ejemplo el experimento de Michelson-Morley-. Si Riemann y otros matemáticos no hubiesen desarrollado la geometría no euclidiana, Einstein no habría dispuesto de las técnicas intelectuales necesarias para transformar una vaga intuición en una teoría plenamente desarrollada, que precisa de los conceptos de la geometría no euclidiana. Sin duda, Einstein estuvo siempre alerta, dispuesto a percibir y aprehender cuanto pudiera serle útil. «El azar ayuda a la mente preparada» (Claude Bernard), pero fue una coincidencia especialmente feliz lo que hizo que las geometrías no euclidianas se desarrollasen justo en ese momento. Se habían esbozado anteriormente como construcciones puramente abstractas, sin pensar en ningún momento que pudiesen ser adecuadas para ofrecer un modelo físico del mundo.

Es preciso que concurren un amplio número de factores aislados, individuales y autónomos para que el acto aparentemente mágico de progreso creativo llegue a producirse; y la ausencia (o el desarrollo insuficiente) de uno solo de estos factores basta para impedirlo. Creo que nunca se hace suficiente hincapié en la importante función de la contingencia, de la suerte (buena o mala). Esto es aún más cierto en la medicina que en la ciencia, porque la primera depende esencialmente de que la persona «adecuada» detecte en el momento adecuado la presencia de casos raros, inusuales y tal vez únicos.

Los casos de memoria prodigiosa son sumamente raros, y el ruso Shereshevsky figura entre los más notables. Pero hoy sólo seña recordado (como mucho) como «un caso más de memoria prodigiosa» si el azar no hubiese puesto en su camino a A. R. Luria, un prodigio de intuición y de

observación clínica. El genio de Luria y treinta largos años de investigaciones sobre los procesos mentales de Shereshevsky fueron necesarios para llegar a las extraordinarias observaciones que Luria ofrece en su magnífico libro, *The Mind of a Mnemonist*. La histeria, por el contrario, no es un fenómeno raro y se ha descrito con detalle desde el siglo XVIII. Sin embargo, no se estudió psicodinámicamente hasta que una histérica consumada tropezó con el joven Freud y su amigo Breuer. Uno llega a preguntarse si el psicoanálisis habría podido echar a andar sin Anna O. y sin las mentes especialmente receptivas y preparadas de Freud y Breuer; sin el encuentro entre una paciente única y un explorador único. (Estoy seguro de que sí, pero más tarde y de un modo diferente.)

Así pues, la ciencia es una conjunción de factores inexorables y factores fortuitos. Si Watson y Crick no hubiesen fraccionado la espiral del ADN en 1953, es casi seguro que Linus Pauling lo habría hecho. Podríamos decir que la estructura del ADN estaba lista para ser descubierta - aunque quién la descubriría, cómo y cuándo exactamente, resultaba impredecible-. Algo similar ocurrió en el siglo XVII. Había llegado el momento de inventar el cálculo, cosa que hicieron, casi simultáneamente, Newton y Leibniz, aunque de distinto modo.

¿Sería posible revivir la historia de la ciencia -como la de la vida- de un modo diferente? ¿Guarda algún parecido la evolución de las ideas con la evolución de la vida? Ciertamente apreciamos súbitas explosiones de actividad, momentos en los que se realizaron enormes avances en un breve lapso de tiempo; tal fue el caso de la biología molecular entre las décadas de 1950 y 1960; o de la física cuántica en los años veinte; y parece que la neurociencia pasa hoy por un proceso similar de avances fundamentales, que nos encontramos en la «década del cerebro». Hallazgos que transforman repentinamente el rostro de la ciencia dan paso, con frecuencia, a largos períodos de consolidación y, en cierto sentido, de estasis. Es casi obligado recordar el retrato del «equilibrio puntuado» ofrecido por Niles Eldridge y Stephen Jay Gould, y resulta inevitable preguntarse si acaso encierra alguna analogía con algún proceso evolutivo natural.

Y, sin embargo, aun cuando esto sea válido como modelo general, tenemos la sensación de que los detalles podrían ser muy diferentes, porque las ideas parecen surgir, florecer, avanzar en todas direcciones, o ser abortadas y extinguirse de un modo absolutamente imprevisible. Gould gusta decir que si fuese posible pasar de nuevo la cinta de la vida en la Tierra, esta segunda vez todo sería diferente. Supongamos que John Mayow hubiese descubierto en realidad el oxígeno en 1670; que la máquina diferencial de Babbage -una computadora- hubiese sido construida en el siglo pasado; ¿habría sido muy distinto el curso de la ciencia?²⁰ Esto es mera fantasía, claro está, pero una fantasía que produce la sensación de que la ciencia no es un proceso inexorable, sino un proceso en extremo contingente, en lo que a sus detalles respecta.

²⁰ Todas estas «fantasías» han sido minuciosamente estudiadas por los escritores de ciencia-ficción. Así, William Gibson y Bruce Sterling, en su novela *The Difference Engine* (1991), imaginan que la ciencia y el mundo hubieran seguido una trayectoria diferente tras la construcción de la máquina diferencial de Charles Babbage (y el comienzo de la era informática) en la década de 1850. (Lo curioso del caso es que hoy se han fabricado máquinas analíticas y máquinas diferenciales exactamente como ellos indican, y pueden verse en el Museo de Ciencias de Londres. Estas máquinas funcionan, y realmente podrían haberse construido hace un siglo y medio, aunque su precio habría sido prodigioso.)

VIII

Ahora bien ¿hay estructuras subyacentes más allá de la contingencia, fases por las cuales la ciencia y la medicina deban pasar obligatoriamente? Las descripciones de enfermedades -patografías-, ya muy detalladas en la Antigüedad, ofrecieron una asombrosa cantidad de información a mediados y a finales del siglo XIX, un período en el que se describieron miles de trastornos neurológicos claramente diferenciados, con minuciosidad no superada desde entonces. Fue ésta una época de amplia apertura a la experiencia, de amor por los fenómenos, de talento para describirlos, y dotada de una suerte de pasión cartográfica por su clasificación y ubicación -aunque no se pensara demasiado en su naturaleza o en su «significado»²¹.

²¹ Todavía hoy se afirma que todo joven neurólogo que crea haber descubierto un nuevo síndrome hará bien en consultar el *Manual de W. R. Gowers* de 1888, cerciorarse de que no se descubrió hace ya un siglo.

Hubo también, a finales del siglo XIX, un importante proceso de teorización neurológica -de hecho, el mayor de los teóricos de la neurología, Hughlings Jackson, realizó sus principales descubrimientos en esta época-. Pero, en conjunto, la descripción prede-^lrio sobre la teorización, y en cierto modo se mantuvo al margen de ésta, como si la descripción fenomenológica detallada se bastara a sí misma -actitud claramente visible en la máxima de Goethe: «Todo lo objetivo es, en cierto modo, teoría [...] No tiene sentido buscar algo detrás de los fenómenos: son teoría».

Lo cierto es que durante esta etapa de descripción naturalista y pasión fenomenológica por el detalle, parecía muy adecuado adoptar un hábito mental concreto, y sospecho que éste no fue otro que la tendencia a la abstracción o el raciocinio -hermosamente descrita por William James en su famoso ensayo sobre Agassiz:

El único ser humano al que realmente amó y del que se sirvió fue aquel capaz de proporcionarle hechos. Ver los hechos, no argüir o razonar, era lo que la vida significaba para él; y creo que con frecuencia alabó a las mentes con capacidad de raciocinio [...]. El extremo rigor con que se entregó a este particular método de conocimiento era consecuencia natural de su peculiar intelecto, en el que la capacidad de abstracción, el razonamiento causal y las cadenas de consecuencias elaboradas a partir de hipótesis eran facultades muy inferiores a su talento para reconocer enormes cantidades de detalles y para captar analogías y relaciones de carácter cierto y concreto.

(Al comienzo de sus *Pensamientos*, Pascal habla de dos tipos de mente fundamentales: la intuitiva y la matemática -la mente de Agassiz era abrumadoramente intuitiva.)

De este modo, el gran logro de la neurología descriptiva sobrevino a finales del siglo XIX, y a él hemos de volver una y otra vez para recordar la plenitud de los fenómenos y el sentido de conjunto (como yo mismo pude comprobar al descubrir la *Megrim* de Liveing).

Sin embargo, en el cambio de siglo, la medicina experimentó una importante pérdida: las grandes descripciones y sus artífices, que antaño fueran su gloria, parecieron desvanecerse. Y con el fin de esta tradición, cierta sensación de pérdida, de amnesia, se apoderó de la medicina. A. R. Luria habla con agudeza sobre esta cuestión en su autobiografía.

William James describe un proceso paralelo, ejemplificado, a su juicio, en el ascenso y en la caída de Agassiz. James describe la llegada del joven Agassiz a la Universidad de Harvard a mediados de la década de 1840 en los siguientes términos: «Estudió la geología y la fauna de un continente, formó a toda una generación de zoólogos, fundó uno de los principales museos del mundo, dio un nuevo impulso a la educación científica en Estados Unidos». (Y todo ello gracias a su amor por los fenómenos y por los hechos, por los fósiles y por los seres vivos; a su mente apasionada y lírica, a su sentido científico y religioso de un sistema divino, de un conjunto.) Pero, más tarde, supone James, tuvo lugar una importante transformación: la zoología perdió su forma antigua, pasó de ser una historia natural, basada en conjuntos -especies y formas y sus relaciones taxonómicas-, a estudiar la fisiología, la histología, la química, la farmacología, a convertirse en una nueva ciencia de mecanismos y de partes abstraídas del organismo y de su configuración como conjunto. Era ésta una transformación a la cual la mente de Agassiz, la mente intuitiva, no logró adaptarse, lo que le llevó a alejarse del centro del pensamiento científico y a convertirse, en los últimos años de su vida, en un personaje excéntrico y trágico²².

²² Creo que en la época de Humphry Davy se produjo un proceso similar: los cambios análogos de la química, podríamos afirmar, tuvieron lugar en la década de 1820 y no en la década de 1870. Davy, al igual que Agassiz, fue un prodigio de precisión y de pensamiento analógico. Carecía de la capacidad de generalización abstracta de su contemporáneo John Dalton (es a Dalton a quien debemos los fundamentos de la teoría atómica) y de la abrumadora capacidad sistemática de su también contemporáneo Berzelius. De ahí que Davy fuese derribado de su pedestal como «el Newton de la química» en 1810, y convertido en un personaje casi marginal quince años más tarde. El auge de la química orgánica, con la síntesis de la urea realizada por Wöhler en 1828 -un terreno desconocido en el que Davy carecía de competencia o de interés-, desplazó de inmediato a la «vieja» química inorgánica y reforzó la sensación de marginalidad de Davy en sus

últimos años de vida. Jean Amery, en su magnífico libro titulado *On Aging*, habla de lo angustioso que puede llegar a ser el sentimiento de inutilidad o atrofia; en particular la sensación de estar *desfasado* intelectualmente, como resultado de la aparición de nuevos métodos, teorías o sistemas. Este desfase puede producirse casi instantáneamente en la ciencia cuando tiene lugar un cambio significativo de pensamiento, y no cabe duda de que Davy, al igual que Agassiz, experimentó esta angustia en toda su plenitud.

No había nada más apasionante y poderoso que esta nueva ciencia, pese a que, era evidente, algo se había perdido en el camino. En 1896 James escribe:

En los cincuenta años transcurridos desde su llegada [de Agassiz], nuestro conocimiento de la Naturaleza ha penetrado en fisuras y zonas recónditas que su intuición jamás llegó a atisbar. Son los elementos causales, y no los totales, los que hoy más nos apasiona comprender; mientras que los elementos y las fuerzas aisladas se nos antojan en ocasiones pobres y vacíos.

Esta ambivalente sensación de ganancia y pérdida ha dominado la neurología desde su consolidación como disciplina científica, en la década de 1860, cuando en 1862 Broca descubrió que un trastorno específico del lenguaje, la afasia, podía localizarse en una determinada zona del cerebro. La región señalada por Broca pasó a llamarse de inmediato «área del lenguaje», y su descubrimiento abrió el camino a decenas, y más tarde cientos, de nuevas áreas, en cada una de las cuales (se creía entonces) residía una determinada forma de comportamiento o percepción, una particular función neural o psíquica. Hacia el cambio de siglo esta ubicación de las funciones pareció alcanzar su plenitud; el cerebro, la mente, comenzaban a percibirse como un sistema de naturaleza compuesta, un vasto mosaico de diferentes funciones localizadas en centros propios e independientes; y, con ello, la sensación de conjunto se desvaneció.

Al mismo tiempo se produjo una escisión entre una mayoría de neurólogos favorable a este tipo de «parcelación» de las actividades mentales y otros -principalmente Hughlings Jackson, Pierre Marie, Henry Head y Kurt Goldstein- convencidos de la existencia de funciones de rango superior (como la memoria, la atención, las emociones, el pensamiento, la conciencia o la identidad), que requerían una serie de procesos cerebrales de carácter global y a gran escala, y no podían comprenderse en términos de pequeñas y modestas regiones cerebrales. (En la jerga de los neurólogos, unos recibieron el nombre de «aislacionistas» y otros de «globalistas» u «holísticos».)

Esta historia, claro está, es casi una caricatura; ninguna figura de relevancia ha sido nunca un aislacionista puro o un globalista puro, y casi todos ellos han luchado, de distintos modos, por reconciliar ambas posturas. El propio James, más consciente que nadie de las virtudes y los defectos de ambas aproximaciones, previó una tercera fase que vendría a trascender y sintetizar a las anteriores:

La verdad de las cosas reside, a fin de cuentas, en su plenitud vital, y algún día, desde una posición más exigente de la que nadie en la generación de Agassiz pudo adoptar, nuestros descendientes, enriquecidos por nuestro derroche de investigaciones analíticas, recuperarán ese modo más sencillo y superior de contemplar la naturaleza.

Ese «modo más sencillo y superior» había sido enormemente anhelado por los supuestos holísticos de las generaciones precedentes, pero escapaba a su entendimiento; no estaba al alcance de los conceptos disponibles en su época. Y, hasta hace muy poco tiempo, los científicos con tendencias holísticas se aferraron a una seductora sensación de hiato entre el sentimiento de naturaleza (incluida la naturaleza humana), que nos es dado mediante la observación directa y mediante la intuición, y ese otro sentimiento, fragmentario y descentrado, que la ciencia proporcionaba²³.

²³ El sentimiento de conjunto, inconcebible desde las posiciones de la ciencia analítica, es un poderoso generador de dualidades. Este tipo de división alienta la idea de un «alma» o «espíritu» irreductible para la fisiología. F. W. H. Myers, íntimo amigo de James, ofrece la siguiente visión de la mente en el primer párrafo de su libro *Human Personality*.

Creo que todo ser humano es al mismo tiempo profundamente unitario e infinitamente fragmentario, pues ha heredado de sus ancestros terrestres un organismo múltiple y «colonizador» -polizoico y acaso

polipsíquico en grado sumo-; pero que gobierna y unifica a dicho organismo mediante un alma o un espíritu absolutamente fuera del alcance de nuestro análisis actual.

De manera similar, en la década de 1890, el gran embriólogo Hans Driesch, asombrado por lo que parecía ser una compleja organización del desarrollo embrional resistente a todo análisis (aún no había surgido el concepto de «organizadores» químicos), recurrió a la noción aristotélica de «entelequia», que él concebía, en términos casi místicos, como un principio inmanente o alma que se desdobra a nivel celular.

La noción de entidades preconfiguradas (como almas o entelequias) presupone la existencia de otro mundo; un mundo de formas ideales y eternas -superior a nuestro mundo de devenir, vicisitudes y contingencia-. Si bien tales suposiciones pueden parecer extremadamente acientíficas, desempeñan no obstante un papel esencial en la génesis de las ideas científicas -así, el concepto místico de *"armonía mundi"*, o armonía de las esferas, condujo finalmente a Kepler a sus leyes del movimiento planetario.

IX

En el curso de los últimos cuarenta y cinco años, y en todo el espectro científico -desde la cosmología hasta la geología, la embriología o la neurología-, han surgido nuevos conceptos que no hubieran llegado a aparecer sin la posibilidad de excavar en el rico yacimiento de nuestras investigaciones analíticas -el siglo de «micro» ciencia que los precedió-, pero que, al mismo tiempo, no son resultado directo de ellas; del mismo modo, el concepto físico de «campo» no se deriva directamente de una visión mecánica del mundo.

Estos nuevos conceptos han de ser, típicamente, sintéticos; expresar principios generales de gran alcance, definir una organización global que confiera unidad a las observaciones, en apariencia fragmentarias, de la microciencia. La búsqueda y el descubrimiento de estos principios generales vive hoy un momento especialmente activo en la astronomía y en la cosmología -con la teoría del Big Bang y la teoría de las supercuerdas-, y también en la física nuclear, donde la actual disposición vertiginosa de las «partículas elementales» se halla a la espera de confirmar su posición en el llamado modelo estándar. Al margen de esto, cabe esperar que surjan teorías capaces de unificar todas las fuerzas fundamentales de la naturaleza.

En el campo de la biología, y especialmente en el de la neuro-biología y la neuropsicología, la cuestión es más compleja pues obliga a interrelacionar numerosos niveles de función orgánica -desde el molecular hasta el ontológico- para elaborar, idealmente, una teoría sintética. Por esta razón, puede ser necesario disponer de principios parcialmente generales -principios generales aplicados a niveles particulares- para intuir lo que puede situarse al margen de éstos. Estos conceptos no surgieron hasta los años treinta, cuando P. K. Anokhin y otros teóricos soviéticos desarrollaron la noción de «sistema funcional». De este modo, allí donde la neurología clásica había pensado hasta entonces en términos de funciones y centros, había que pensar, en lo sucesivo, en términos de complejos sistemas dinámicos, adaptados a determinados fines biológicos, en los cuales todos los vínculos intermedios pudiesen variar dentro de unos límites notablemente amplios. El concepto desarrollado por Elkhonon Goldberg, discípulo de Luria, sobre los gradientes corticales y cognitivos se sitúa en un plano superior.

En los animales «inferiores» y las zonas «inferiores» del cerebro, se observa una «sólida alambrada» de funciones neurológicas: todo (o casi todo), desde las funciones respiratorias hasta las respuestas instintivas, está determinado genéticamente, y depende de núcleos o módulos fijos en el cerebro. Éste puede ser también el caso de las zonas sensoriales primarias (por ejemplo, aquellas en las que se «construyen» el color y el movimiento). Pero en niveles superiores, en las zonas de asociación, afirma Goldberg, donde tiene lugar el aprendizaje, se observa un principio organizativo absolutamente distinto. Estas áreas, a diferencia de las demás, no están condicionadas desde el nacimiento, y su desarrollo depende de la experiencia vital: *asumen* una función en el curso de la vida. Este córtex superior se concibe como un *continuum*, un pliego o una red o un campo, con diferentes densidades o «gradientes» de representación; y sus funciones son, en palabras de Goldberg: «continuas, interactivas y emergentes, en oposición a las fragmentarias, modulares y preestablecidas».

Cuando Goldberg lanzó la hipótesis de los gradientes corticales, hace casi veinte años, la idea

(como Hume dijera de su propio *Tratado*) «parecía muerta antes de salir de la imprenta». La hipótesis de Goldberg no suscitó reacción alguna en la literatura neurológica; el concepto no pasó a formar parte de la conciencia neurológica. Era demasiado novedosa, demasiado extraña, demasiado «prematura» para ser asimilada en una época en la que todo el mundo pensaba en términos de módulos, de mosaico cortical formado por pequeñas zonas, cada una de las cuales se identificaba con determinadas funciones. Hoy, veinte años después, el clima neurológico es radicalmente distinto -en gran medida gracias a las formas de modelado neural sintético, que muestran lo que las redes neurales interactivas son capaces de conseguir-, y se observa una actitud favorable a la idea de autogestión, al hecho de que la organización del cerebro y la mente *emergen* bajo el influjo de la experiencia. Los modelos propuestos por Goldberg, y despreciados en su momento, son hoy objeto de un vivo interés.

Una teoría general de carácter aún más ambicioso y audaz, en la medida en que se propone abarcar las funciones y la evolución del cerebro a todos los niveles, es la teoría de la selección de grupo neuronal propuesta por Gerald Edelman, y conocida también como «darwinismo neural». En ella, todo nivel, desde las microestructuras de pesos sinápticos y las conexiones neuronales hasta las macroestructuras de una vida realmente vivida, se encuentran, en términos generales, unificadas²⁴. Puede que esta teoría de gran alcance sea también prematura, ya que si bien una parte de ella se adapta perfectamente a los conocimientos clínicos y neurocientíficos disponibles, otra parte va más allá de los hechos conocidos y no resulta fácilmente demostrable en el momento actual -pero esto ocurre siempre con cualquier teoría revolucionaria.

²⁴ La más reciente exposición de esta teoría ofrecida por Edelman la encontramos en *Bright Air, Brilliant Fire* (Basic Books, 1993). En dos ocasiones he escrito con detalle sobre el pensamiento de Edelman, su relación con la historia de nuestras ideas sobre el cerebro y la mente, y sus actuales implicaciones para la neurociencia, la neurología clínica y la psicología del desarrollo (*The New York Review of Books*, 22-XI-1990, pág. 44, y *The New York Review of Books*, 8-FV-1993, pág. 42).

En los últimos cuarenta años ha hecho su aparición un nuevo modelo teórico, o una nueva visión del mundo, que, por decirlo de algún modo, pasa por alto todas las reglas, desde las nociones de autogestión en los sistemas físicos y biológicos más sencillos hasta las nociones de complejos sistemas adaptados a la naturaleza y a la sociedad; desde los conceptos de propiedades emergentes en las redes neurales hasta los conceptos de selección de grupo neuronal en el cerebro. Surge así una nueva «macrovisión» no sólo del carácter integral de la naturaleza, sino de la propia naturaleza como factor innovador, emergente y creativo.

Nietzsche se refería a «el mundo como una obra de arte que se crea a sí misma». La palabra «naturaleza» connota nacimiento, creatividad, pero este significado desapareció con el auge de la termodinámica y de la visión newtoniana del universo, que (en palabras del cosmólogo Paul Davies) «presenta el universo bien como una máquina estéril, bien como un estado de degeneración y decadencia». Hoy, gracias al poder de las nuevas síntesis y teorías globales, esta imagen «empobrecida» y «muerta» de la naturaleza está siendo trascendida y comenzamos a ser capaces de acercarnos al mundo natural de un modo distinto, a apropiarnos de él nuevamente, pero esta vez *por medio de* la ciencia como un conjunto emergente que se crea a sí mismo: ese modo «más sencillo y superior» de observarla con el que soñaba William James.

Contra viento y marea:

Una historia de coraje, virus y cáncer.

Daniel J. Kevles

Los médicos dedicados al estudio del cáncer han luchado desde la Antigüedad por comprender las causas de este grave trastorno. De hecho, la palabra «cáncer» toma su nombre del griego *karkinos* (cangrejo) por la tendencia de esta enfermedad a extenderse por un tejido normal en todas las direcciones, como «atenazándolo con sus pinzas». De un modo similar, la palabra que

se emplea para definir el estudio del cáncer -«oncología»- procede del griego *oncos* (masa). El médico Galeno, cuya autoridad en la cuestión prevaleció al menos hasta el año 1500, atribuía el cáncer a un exceso de bilis negra, uno de los cuatro humores corporales. Algunos de sus sucesores hallaron los orígenes del cáncer -de un modo más variopinto- en la conducta inmoral, en las enfermedades venéreas, en la depresión, o (en el caso de las monjas) en el celibato. Otros, tras advertir la tendencia de algunos cánceres a cebarse en los miembros de una misma familia, concluyeron que la enfermedad era hereditaria. Aquí y allá, desde finales del siglo XVIII, otros sospecharon, en fin, que una de las causas del cáncer podía ser la toxicidad ambiental -el hollín que respiraban los deshollinadores, el rapé y el tabaco que inhalaban los caballeros, el polvo de las minas y los productos químicos contenidos en los tintes de anilina-. Pero, a finales del siglo XIX, algún periodista honesto se hizo eco de las teorías sobre el cáncer expuestas por el principal médico de Filadelfia, Samuel Gross, a mediados de la centuria: «Lo único que sabemos con certeza es que no sabemos nada»¹.

¹ Citado en el libro de James T. Patterson, *The Dread Disease: Cáncer and Modern American Culture* (Harvard University Press, 1987), pág. 21.

Hoy, cien años después, y tras una serie de descubrimientos adicionales, podemos afirmar que sabemos algo sobre el cáncer. Ninguno de estos descubrimientos ha revelado de repente las causas de la enfermedad; pero cada uno de ellos ha contribuido a ampliar nuestros conocimientos científicos sobre la cuestión y ha permitido a los investigadores plantear nuevas incógnitas. Como resultado de ello, los científicos biomédicos han llegado a comprender -hasta el punto en que hoy lo comprenden- que la razón por la que algunas células normales se convierten en células cancerosas es una extraña historia de dificultades, desazones y frustraciones. Sin embargo, su *dramatis personae* incluye, como hoy sabemos, una clase de agentes pertinaces y esenciales: los virus que hoy reciben el nombre de virus cancerosos.

A comienzos del presente siglo, las perspectivas para entender el cáncer, por no mencionar otras muchas enfermedades, se iluminaron con la aparición de la medicina científica, especialmente con la creciente constatación, por medio de diversos experimentos de laboratorio, de que unos determinados microorganismos son los responsables de las enfermedades infecciosas. A decir verdad, había buenas razones para creer que el cáncer no es una enfermedad infecciosa, pues ni los tumores ni las leucemias se transmiten del paciente al doctor, o a la enfermera, o a la familia del enfermo. Pero algunos científicos llegaron a la conclusión de que el caso del cáncer intervenía un agente infeccioso, tras estudiar ciertas observaciones realizadas a finales del siglo XIX que vinieron demostrar que, al trasplantar el tumor de un animal enfermo a un animal sano, se estimulaba el crecimiento de nuevos tumores.

A finales del siglo XIX y principios del XX los investigadores buscaron los microorganismos causantes del cáncer entre los protozoos, las bacterias, las espiroquetas y los hongos. Todos fracasaron, y las teorías que defendían el origen infeccioso de la enfermedad perdieron credibilidad cuando, en 1909, un granjero llevó un pollo enfermo a Peyton Rous, un joven biólogo empleado en el Rockefeller Institute for Medical Research. Esta institución se había fundado en Nueva York en 1901, con el propósito de estimular la medicina científica. Rous, médico de formación, se incorporó al Rockefeller Institute para continuar sus investigaciones sobre el cáncer, pese a la opinión mantenida por muchos de que era un campo sin esperanzas. El pollo enfermo presentaba un gran tumor globular en el pecho. Sus células eran las características del sarcoma, un tumor que se produce en el tejido conectivo o muscular.

Rous se proponía tomar una muestra del tumor para eliminar tanto las células como las bacterias, con la esperanza de encontrar un agente distinto de las propias células. Para ello trituró el tejido y, posteriormente, lo filtró. A continuación inyectó el líquido extraído en pollos sanos de la misma especie y descubrió que también éstos desarrollaban sarcomas. Rous llegó a la conclusión de que los tumores podían haber sido estimulados por un «organismo parásito diminuto» transportado en el líquido, posiblemente un virus².

² Tres años antes, dos investigadores daneses habían conseguido transmitir la leucemia a las aves, inoculándoles filtrados libres de células, pero su trabajo fue ignorado, en parte porque entonces no se creía

que la leucemia tuviese alguna relación con el cáncer. Ludwik Gross, *Oncogenic Viruses* (2.ª ed.; Pergamon Press, Oxford 1970), págs. 99-103; Peyton Rous, «A Sarcoma of the Fowl Transmissible by an Agent Separable from the Tumor Cells», *Journal of Experimental Medicine*, vol. 13 (1911), págs. 397-403 y 408-409.

La palabra «virus» deriva de la palabra latina para «veneno». Tiene connotaciones mortales, aunque es vaga en sí misma. Y al igual que los microorganismos, los virus son también diminutos. Una bacteria es mucho más complicada y mucho más grande, en comparación con un virus típico; tanto que resulta visible con un microscopio corriente. A comienzos del presente siglo los científicos sólo eran capaces de definir los virus principalmente por lo que no eran. No eran visibles a través del microscopio. No era posible aislarlos de los líquidos, ni siquiera con los filtros más finos. De hecho, a menudo recibieron el nombre de «agentes no filtrables», causantes de enfermedades infecciosas mediante las cuales los científicos fueron capaces de detectar la presencia de estos agentes.

Los descubrimientos realizados por Rous revelaban la presencia de un virus. Había algo en el fluido que causaba el tumor, pero resultaba imposible verlo o filtrarlo. No obstante, el hallazgo era lo bastante evidente como para que los científicos de ambos lados del Atlántico comenzasen a investigar la capacidad de los virus para producir tumores en otros animales -ratones, ratas, conejos y perros-. La técnica consistía en extraer el líquido de un tumor e inocularlo en animales sanos. Los experimentos fracasaron en su mayor parte; la enfermedad sólo se desarrolló en los pollos y otros tipos de aves. Nadie sabía explicar por qué.

Aun así, la idea de que el cáncer era producido por un microorganismo infeccioso continuó seduciendo a algunos científicos. En Dinamarca, años antes de la Primera Guerra Mundial, Johannes Andreas Grib Fibiger inoculó un cáncer de estómago en ratas, alimentándolas con cucarachas infectadas con larvas de nematodo, una minúscula lombriz parásita. Fibiger llegó al convencimiento de que el nematodo transportado por la cucaracha era un agente cancerígeno. Si bien sus teorías no lograron convencer a muchos -dado que apenas nadie fue capaz de repetir el experimento-, Fibiger fue galardonado con el Premio Nobel de Medicina en 1926. Murió dos meses después de recibir este premio y con él murió también toda investigación posterior sobre sus resultados experimentales³.

³ Paul Weindling y Marcia Meldrum, «Johannes Andreas Grib Fibiger, 1926», *Nobel Lauréales in Medicine or Physiology: A Biographical Dictionary*, editado por Daniel M. Fox, Marcia Meldrum e Ira Rezak (Garland Publishing Co., 1990), págs. 177-181.

El interés por el papel de los virus en el desarrollo del cáncer se mantuvo vivo en el Rockefeller Institute, donde, a comienzos de los años treinta, un científico llamado Richard Shope extrajo un agente no filtrable de un papiloma -una formación de tejido conjuntivo semejante a una verruga- de un conejo de monte y lo inyectó en conejos domésticos. Éstos desarrollaron papilomas que en un principio eran benignos y más tarde se volvieron malignos. Los investigadores, sin embargo, consideraron que los resultados eran fruto de ciertas anomalías. La transmisión vírica del tumor se había experimentado con éxito en el caso de los pollos, y se creía que el cáncer de estos animales no tenía nada que ver con el cáncer de los mamíferos, y mucho menos con el cáncer de los seres humanos. Hacia los años treinta, la teoría de que al menos algunos tipos de cáncer eran de origen vírico perdió credibilidad entre la mayoría de los oncólogos, y quienes aún se atrevían a defenderla corrían el riesgo de caer en el desprestigio.

Este estado de cosas impuso serias limitaciones a quienquiera que mostrase la osadía de seguir investigando la posible relación entre los virus y el cáncer. Prueba de ello fueron los experimentos realizados en el Jackson Laboratory, situado en Mt. Desert Island, en Bar Harbor, Maine. Actualmente, este laboratorio es el principal suministrador de Estados Unidos -sin ánimo de lucro- de ratones destinados a la investigación biomédica. En el momento de su fundación, en 1929, su principal objetivo era el uso de ratones en la investigación del cáncer. Su fundador fue Clarence C. Little, un ilustre ciudadano de Boston, descendiente de Paul Reveré. Little, hombre apuesto, encantador y carismático, fue un científico de prestigio, presidente de la universidad y

director a tiempo parcial de la American Society for the Control of Cáncer, una institución predecesora de la American Cancer Society. Por aquel entonces, el cáncer comenzaba a desplazar a la tuberculosis como una de las primeras causas de muerte, ocupando en Estados Unidos el segundo lugar, tras las enfermedades coronarias. Pero la incidencia de la enfermedad era tan aleatoria y sus orígenes tan enigmáticos que quienes la contraían -especialmente las mujeres con cáncer de útero o mama- temían ser estigmatizados. El debate público sobre el cáncer estaba dominado por el pudor, la ignorancia y el miedo. Desde su posición de director de la sociedad de investigación sobre el cáncer, Little lanzó una gran campaña informativa sobre esta enfermedad -que ocupó la portada de la revista *Time* en 1937-, con la intención de suscitar un debate abierto y, sobre todo, de alertar a las mujeres sobre cualquier indicio de cáncer de útero o mama. Little subrayó que el cáncer no era una desgracia que hubiese que sufrir en silencio, sino un complicado rompecabezas cuya solución correspondía a los médicos y a los investigadores⁴. (En 1937 Little contribuyó a crear el National Cancer Institute, un organismo federal que desbancó a todas las demás instituciones del país y que en la actualidad cuenta con un presupuesto de dos mil millones de dólares anuales.)

⁴ Véase Clarence Cook Little, *Civilization Against Cancer* (Farrar & Rinehart, 1939).

Las investigaciones del Jackson Laboratory pusieron el énfasis en el factor hereditario del cáncer, enfoque acaso influido por la defensa de la eugenesia emprendida por Little desde sus primeros años como investigador científico, cuando comenzó a estudiar por qué algunos ratones mostraban una mayor predisposición a desarrollar tumores. Tras el redescubrimiento -en el año 1900- de los estudios clásicos de Mendel sobre la herencia, el análisis genético permitió demostrar la influencia de este factor en la configuración de los seres vivos. El uso de la genética permitió a los científicos del Jackson Laboratory desarrollar sus investigaciones con seres vivos: ciertas especies de ratones, con un elevado índice de endogamia, en las que la incidencia de diversos tipos de cáncer, como tumores de mama y leucemia, era muy elevada. El programa de investigación del Jackson partía de la siguiente premisa: en lo que al cáncer se refería, los genes contaban, pero los virus no.

Sin embargo, un científico del Jackson Laboratory llamado John Bittner halló pruebas evidentes de que los virus contribuían al desarrollo de diversos tipos de cáncer de mama en algunos ratones. Los científicos del Jackson se dedicaron a la cría de ratones que se diferenciaban entre sí por su predisposición a desarrollar el cáncer, con la esperanza de hallar una clave para la oncogénesis -el origen del cáncer- por medio de la hibridación. Así, por ejemplo, cruzaron ratones proclives a desarrollar cáncer de mama con ratones en los que la tendencia a contraer la enfermedad era claramente menor. Los resultados fueron asombrosos: si la madre pertenecía a una raza con marcada tendencia a contraer el cáncer de mama, mientras que la tendencia del padre era menor, la descendencia desarrollaba la enfermedad en una proporción relativamente alta; pero, al invertir las categorías parentales, disminuía la incidencia del cáncer entre la progenie. En 1936 Bittner explicó el fenómeno como resultado de la transmisión de un agente cancerígeno presente en la leche materna. Este agente parecía aumentar el riesgo de cáncer de mama en los ratones, pero no lo producía de manera uniforme. Mientras que el 90 por ciento de las madres contraía la enfermedad, la incidencia entre la progenie no superaba el 30 por ciento. En opinión de Bittner era un factor innato -caso de carácter hormonal- lo que hacía que algunos ratones fuesen más vulnerables que otros al agente causante del cáncer⁵.

⁵ George Klein, *The Atheist and the Holy City: Encounters and Reflections*, trad. Theodore e Ingrid Friedman (MIT Press, 1990), págs. 120-122.

Sea como fuere, Bittner estaba convencido de que este agente era un virus, convicción finalmente aceptada como correcta. Sin embargo, en los años treinta, Bittner bautizó a este agente con el nombre de «factor lácteo» en lugar de «virus». No se atrevió a desafiar al modelo de oncogénesis dominante en el Jackson Laboratory (un modelo reforzado por la preocupación de Little de que la hipótesis vírica alentase el temor sobre el carácter contagioso del cáncer, que se transmitía especialmente a través de la leche materna)- Little tampoco se atrevió a desmentir la opinión más generalizada entre la comunidad científica ortodoxa; a saber, que los virus no tenían nada que ver con el cáncer. Poco después de la fundación del National Cancer Institute,

un comité asesor de las autoridades sanitarias llegó a la conclusión de que los virus, al igual que otros microorganismos, podían descartarse sin temor como causa de la enfermedad⁶.

⁶ *Ibid.*, pág. 122; Kenneth E. Studer y Daryl E. Chubin, *The Cancer Mission: Social Contexts of Biomedical Research* (Sage Library of Social Science, vol. 103, 1980), Pág-21.

A comienzos de los años cuarenta, científicos de otros laboratorios continuaron investigando los tumores mamarios en los ratones. Las pruebas demostraban de un modo cada vez más convincente que el «factor» de Bittner podía ser un virus. Pese a todo, también los científicos de estos laboratorios se mostraban reacios a validar la teoría vírica. Al igual que Bittner, recurrieron a eufemismos, refiriéndose al posible agente cancerígeno como «influencia láctea». Acaso compartían los temores de Bittner, quien años más tarde señaló: «Si lo llamaba virus, mi solicitud de beca pasaría automáticamente al montón de "propuestas irreverentes". Mientras que si empleaba el término "factor" no atentaba contra la genética». El propio Bittner comenzó a especular abiertamente sobre el hecho de que su «factor» era un virus sólo después de abandonar el Jackson Laboratory, en 1942, para incorporarse a la University of Minnesota Medical School. Pero, hasta finales de los años cuarenta, la interpretación vírica de la influencia láctea no fue aceptada como punto de partida para el debate científico⁷. Hacia finales de los años cincuenta, tras una encendida polémica sobre la complejidad y sobre el carácter contradictorio de las pruebas, se reconoció ampliamente que esta «influencia» era de hecho un virus: el virus del tumor mamario de los ratones, como entonces se dio en llamar.

⁷ George Klein, *op. cu.*, pág. 122; Jean-Paul Gaudilliere, «Cáncer between Heredity and Contagion: About the Production of Mice and Viruses», Everett Mendelsohn, editor; *Human Genetics* (Sociology of Science Yearbook).

Antes de que esto ocurriera, un investigador que trabajaba al margen de la ortodoxia biomédica había hecho renacer la creencia de que los virus guardaban cierta relación con el cáncer. Aquél no era otro que Ludwik Gross, un joven refugiado judío que llegó a Estados Unidos en 1940, tras escapar en automóvil desde su Polonia natal poco antes de que llegasen los ejércitos de Hitler. Gross había pasado la mayor parte de los años treinta en el Instituto Pasteur de París, investigando si la causa de la leucemia era en efecto un virus. Si bien no encontró pruebas determinantes, a los pocos años de su llegada a América su convencimiento dio paso a la obsesión de que los virus eran los responsables del cáncer. Gross se alistó como médico en el ejército estadounidense y fue destinado a un hospital militar de Tennessee, donde efectuó una serie de experimentos exclusivamente con ratones, que, así lo esperaba, demostrarían que su teoría era cierta. Gross obtuvo de John Bittner una colonia de ratones experimentales; los guardaba en latas de café y los llevaba en su automóvil a donde fuera necesario, mientras aguardaba con impaciencia la oportunidad de comenzar su nueva línea de investigación. A comienzos de 1944 fue trasladado al Veterans Hospital del Bronx. Allí, mientras trabajaba con enfermos de cáncer, instaló un pequeño laboratorio para su uso personal.

Gross se proponía extraer los órganos de los ratones leucémicos, triturarlos y filtrarlos, como en su momento hiciera Rous, para inyectar el líquido extraído en ratones sanos. Las células contendrían el virus que, en su opinión, causaba la leucemia. Gross perseveró en su empeño durante cuatro años, trabajando en la soledad de este laboratorio provisional, sin ningún tipo de ayuda económica o apoyo moral, y también sin éxito. Estaba a punto de abandonar el proyecto cuando un buen día, probablemente en 1949, oyó decir que cierto virus podía producir parálisis en los ratones si se les inoculaba a las cuarenta y ocho horas de nacer. Gross había estado inoculando a ratones adultos. Supo entonces de inmediato que si inoculaba a los ratones recién nacidos el líquido extraído de las células leucémicas, éstos desarrollarían la enfermedad; su sistema inmunológico, pensó, aún no se habría desarrollado lo suficiente para resistir el ataque del virus. Acto seguido inoculó a un grupo de ratones recién nacidos con células leucémicas sin filtrar; al cabo de dos semanas todos habían contraído la enfermedad. En un experimento posterior, Gross inyectó a un ratón recién nacido y sano el líquido filtrado -esto es, un extracto triturado a partir del cual filtró la materia celular dejando sólo el agente no filtrable: el virus.

Los animales así tratados también desarrollaron la enfermedad, Gross publicó los resultados de

sus investigaciones en 1951 y 1952, y aunque la evidencia de que había logrado demostrar el origen vírico de la transmisión de la leucemia en los ratones parecía irrefutable, la mayoría de los oncólogos no dio crédito a su trabajo. De hecho, algunos lo acusaron de falta de honestidad. Gross lo recuerda en el siguiente pasaje:

Unos cuantos [oncólogos] incluso llegaron a cuestionar mi integridad; uno de los más famosos patólogos del Memorial Hospital de Nueva York se negó a estrecharme la mano cuando me acerqué a saludarlo antes de una de mis conferencias. Fui criticado con severidad, incluso con saña. En los debates que siguieron a mis presentaciones, así como en comunicaciones independientes, los principales expertos en ratones leucémicos afirmaron con énfasis que mis observaciones no podían ser demostradas⁸.

⁸ Marcel Bessis, «How the Mouse Leukemia Virus Was Discovered: A Talk with Ludwik Gross», *Nouvelle Revue Française d'Hematologie*, vol. 16 (1976), pág. 296.

En el actual orden de cosas, Ludwik Gross podría haber sido acusado de fraude científico y tal vez se habría visto obligado a comparecer ante la Office of Research Integrity, en Washington. Pero las dificultades con las que tropezaron otros científicos en su intento de reproducir los experimentos de Gross no reflejaban falta de probidad alguna. Sus resultados fueron fruto de una combinación de persistencia, de intuición y, visto retrospectivamente, de una suerte prodigiosa. Más tarde se supo que la especie de ratones empleada por Gross para inocular el virus de la leucemia presentaba un patrón genético que la hacía vulnerable al virus. De haber usado cualquier otra especie de ratones habría fracasado. George Klein, un científico sueco que se había interesado por los trabajos de Gross, afirmó que «su honestidad era incuestionable, pero, dada la falta de confianza en él, nadie se molestó en repetir sus experimentos de un modo exacto -es decir, en filtrar el mismo tipo de leucemia para su posterior inoculación en ratones recién nacidos, o en infectar la única especie susceptible de desarrollar la enfermedad»⁹.

⁹ George Klein, *op. cu.*, pág. 127.

La situación dio un vuelco con las investigaciones de Jacob Furth, un prestigioso científico de la Universidad de Cornell que proporcionó a Gross una de las especies de ratones usada en sus experimentos. A mediados de la década de los cincuenta, Furth se tomó la molestia de repetir exactamente los experimentos de Gross; confirmó plenamente los resultados y dio a conocer este hecho. La autoridad de Furth logró convencer a los científicos biomédicos de que los virus realmente tienen algo que ver en el cáncer animal. A partir de este momento, numerosos científicos obtuvieron filtrados de diversos tumores, los inocularon en ratones recién nacidos y lograron aislar numerosos virus causantes de tumores en muchas especies, entre las que figuran los hámster, las ratas, los monos y los gatos. La invención del microscopio electrónico, que comenzó a usarse en la investigación biológica en la década de 1940, permitió observar los virus en el tejido tumoral. A principios de los años sesenta la investigación experimentó un importante impulso; se multiplicó el número de publicaciones relacionadas con la cuestión y ésta llegó a convertirse en una de las Principales ramas de la medicina y de la biología básicas. El agente vírico no filtrable que en 1911 puso en marcha este proceso se bautizó entonces con el nombre de «virus del sarcoma de Rous», y en 1966 el padre de este descubrimiento, Peyton Rous, que a la sazón contaba ochenta y cinco años de edad, recibió el Premio Nobel de Medicina.

El Premio Nobel se concede a menudo como reconocimiento a aquellos descubrimientos científicos que, además de ser en sí mismos meritorios, abren nuevas *vías* para la investigación. El galardón de Rous fue uno de estos casos. Una de las ventajas que presentan los virus tumorales es que pueden usarse como instrumentos experimentales para desvelar por qué una célula normal se convierte de pronto en una célula anormal.

El descubrimiento de la estructura del ADN, en 1953, y el desarrollo del código genético en el curso de la década siguiente sentaron las bases para la investigación de los virus en un nivel molecular detallado. El ADN -ácido desoxirribonucleico- es la famosa molécula con forma de doble hélice, reside en el núcleo de la célula y contiene la información genética sobre casi toda forma de vida. Los dos extremos de la hélice están unidos a intervalos periódicos por travesaños determinados por uno de estos dos pares de bases: la adenina (A) y la timina (T), o la citosina

(C) y la guanina (G). A se empareja siempre con T y C siempre con G. Cada par de bases es pues «complementario» del par opuesto. Las cuatro bases constituyen el alfabeto del código genético. Físicamente, un gen es una secuencia independiente de pares de bases que abarca un segmento de ADN; su información genética está determinada por el orden de las letras del código. El ADN de un ser humano consta de veintitrés pares de cromosomas, cada uno de los cuales contiene a su vez miles de genes individuales.

La información genética se activa en la célula por mediación de una molécula llamada ARN - ácido ribonucleico-. El ARN es un polímero de estructura similar a la del ADN y está formado por una cadena única que contiene bases complementarias de las de la cadena de ADN. La información de cada gen es transferida desde cadena de ADN mediante una cadena de ARN que es complementaria de las bases cifradas del ADN. El ARN, que actúa como mensajero, transporta la información a una parte de la maquinaria celular que genera una proteína determinada por las instrucciones cifradas.

En la década de los sesenta, el conocimiento sobre los virus animales era muy superior al de los tiempos en que Peyton Rous realizó sus experimentos, lo que permitió investigar el misterio de la transformación celular con cierto detalle. Para entonces se había demostrado que los virus eran organismos muy simples, que constaban de una molécula de ADN o ARN envuelta en una capa de proteínas. Los virus formados por ADN y causantes de tumores reciben el nombre de virus tumorales de ADN. Al igual que el ADN, el ARN puede ser la fuente de una información genética primaria sobre el virus; una secuencia de bases debidamente ordenada a lo largo de una cadena de ARN constituye un gen vírico. Los virus son organismos tan simples que no pueden reproducirse por sí mismos; para ello necesitan invadir la célula de un organismo superior y explotar su maquinaria generativa. Estas características Animaron a algunos científicos a descubrir por qué los virus consiguen transformar las células normales en células cancerosas, es decir, en tumores.

Uno de los pioneros en este campo fue Renato Dulbecco, que estudió medicina en su Italia natal antes de la Segunda Guerra Mundial y, en 1947, se estableció en Estados Unidos con la intención de investigar sobre los virus bacterianos. Durante la década de los cincuenta, desde su laboratorio del California Institute of Technology, Dulbecco adaptó en primer lugar los conceptos y técnicas de sus investigaciones sobre los virus bacterianos a los estudios sobre virus animales, como el virus de la polio, y más tarde a los virus tumorales. En 1960, y en colaboración con Marguerite Vogt, investigadora del California Institute of Technology, Dulbecco produjo tumores en células de hámster cultivándolos con el poliomavirus, descubierto en 1957 y cuyo nombre denota su capacidad para transformar las células en diferentes tipos de organismos. Dulbecco y Vogt observaron que el poliomavirus dejaba de reproducirse en cuanto se iniciaba la transformación de las células del hámster. Dulbecco avanzó la hipótesis de que el material genético contenido en el ADN del polio dejaba de prestar sus servicios a la reproducción de los virus porque, al transformar la célula, se incorporaba al ADN original de ésta y -aquí estaba el mecanismo de la transformación vírica- alteraba la maquinaria de la célula para regular su crecimiento, lo que hacía que ésta se multiplicase de modo maligno. La hipótesis era en principio plausible, en parte porque para entonces ya se sabía que los virus bacterianos se integraban en el ADN bacteriano. En 1962, Dulbecco dejó el Caltech para trasladarse al nuevo Salk Institute de Lajolla, en California, donde durante los años siguientes demostró que lo que en principio podía suceder ocurría de hecho¹⁰.

¹⁰ Marguerite Vogt y Renato Dulbecco, «Virus-Cell Interaction with a Tumor-Producing Virus», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 46 (1960), pág. 369; Renato Dulbecco, «Basic Mechanisms in the Biology of Animal Viruses: Concluding Address», *Basic Mechanisms in Animal Virus Biology*, Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, vol. XXVII (Cold Spring Harbor Biological Laboratory, 1962), pág. 523; Renato Dulbecco, *Aventurier du Vivant* (Plón, París 1990). págs. 179-181, 190-192 y 208-216.

Howard Temin, un investigador de la Universidad de Wisconsin, tuvo una idea similar para explicar cómo el virus del sarcoma transformaba las células de pollos, pero su teoría planteaba numerosos problemas porque el núcleo genético del virus es el ARN y no el ADN. Era concebible que el ADN vírico pudiese integrarse en el ADN de una célula, mientras que se consideraba físicamente imposible que el ARN de cualquier organismo pudiera hacer lo mismo.

Así, tampoco se le consideraba capaz de generar un ADN complementario susceptible de integrarse en el ADN de una célula. De acuerdo con el dogma que a la sazón dominaba la biología molecular, mientras que el ADN era capaz de generar un ARN complementario, lo contrario resultaba imposible. El sentido común genético sostenía que sin integración en el ADN de una célula no podía haber transformación hereditaria. No obstante, el material genético del virus del tumor de Rous era claramente el ARN y transformaba de manera permanente la cadena de células que partía de la célula original invadida. En 1962, durante un simposio sobre la biología de los virus animales, Dulbecco subrayó que para estudiar los virus del ARN los científicos se veían obligados a «abrir nuevas vías la mayor parte del tiempo»¹¹.

¹¹ Renato Dulbecco, «Basic Mechanisms in the Biology of Animal Viruses», *op. cit.*, Pág. 520.

Temin, que estaba dispuesto a llegar hasta donde las pruebas de sus experimentos le llevasen, afirmaba en un artículo sobre el virus de Rous, escrito en 1964, que «el virus actúa como un agente cancerígeno al introducir una nueva información genética en la célula»¹². Hace algunos años, cuando coincidimos en Madison, Temin me dijo que «intelectualmente sentía que el dogma era cierto, pero no servía para explicar los resultados de mis investigaciones; y como nos movíamos en el terreno de la biología, el hecho de que mis resultados fuesen una excepción no me planteó problemas filosóficos, porque la biología carece de la fuerza de la física». Durante sus años de juventud como profesor en la Universidad de Wisconsin, Temin se atrevió a avanzar la hipótesis de que el ARN vírico de Rous generaba en efecto un ADN complementario capaz de integrarse en el ADN de una célula. Además, el nuevo ADN constituía lo que Temin dio en llamar un «provirus», un segmento de ADN codificado para producir un virus hermano, con su capa de proteínas y su núcleo de ARN¹³. La hipótesis de que fuera posible crear un provirus de este modo fue quizá lo más sorprendente de la nueva concepción de Temin. La secuencia de la reproducción del virus estaba clara para él: al entrar en la célula, el virus produce de algún modo una cadena de ADN complementaria del ARN de la célula; el nuevo ADN forma un provirus que, a su vez, es capaz de producir un nuevo virus al poner en funcionamiento la maquinaria de la célula infectada.

¹² Howard M. Temin, «Homology between RNA from Rous Sarcoma Virus and DNA from Rous Sarcoma Virus-Infected Cells», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 52 (1964), págs. 323-329.

¹³ Temin adaptó la palabra «provirus» a partir de «profago», término acuñado para describir un tipo de fago, un virus que afecta a las bacterias; véase Charles Galperin, «Virus, Provirus et Cáncer», *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs Applications*, vol. 47 (1994), págs. 7-56.

La visión de Temin se consideró extraña y equivocada desde el punto de vista científico. Más tarde publicó los resultados de sus experimentos y afirmó que el ADN provírico se integra en el ADN de célula infectada, pero los datos que ofrecía se consideraron poco concluyentes. Nadie se atrevió a decírselo a la cara, pero en cierta ocasión él mismo me contó que un eminente virólogo, al mencionar los trabajos sobre el virus del sarcoma de Rous en un congreso, dijo: «Estoy dispuesto a conceder a la idea de Howard el tiempo que merece, es decir, nada». Esta ridiculización no le desmoralizó ni le privó de recibir las ayudas necesarias para sus experimentos, pero sí condicionó su investigación. Entre 1964 y 1969, Temin redobló sus esfuerzos para demostrar que el ADN complementario del ARN vírico de Rous se integra en el genoma celular del organismo huésped. Podría haber optado por explicar en virtud de qué mecanismo el ARN de un virus como el del sarcoma de Rous llega a transformarse en ADN, pero lo que le interesaba no era la partícula -el virus- como tal, y mucho menos su capacidad para generar la transformación de ARN en ADN. Reconoció que esto era un error. «Me gustaría poder decirte que fui más listo. Me gustaría poder decirte que fui más inteligente de lo que fui», me dijo.

En 1969, Temin centró su atención en el propio virus, especialmente en su capacidad de generar ADN a partir de su ARN. No tardó en encontrar la respuesta: el virus contiene una proteína especial, llamada enzima, que cataliza la síntesis del ADN a partir del ARN. David Baltimore, miembro del Massachusetts Institute Technological (MIT), había realizado simultáneamente y por su propia cuenta el mismo descubrimiento. Su interés por la biología se rentaba a los tiempos en

que conoció a Temin, cuatro años mayor que él, en un curso de verano organizado por el Jackson Laboratory. Tras completar sus estudios en el MIT, Baltimore se dedicó a la investigación de los sistemas genéticos de los virus del ARN -primero el virus de la polio y más tarde, en 1969, un virus conocido como VSV-, centrándose en la dinámica molecular de su reproducción. En 1970, en colaboración con su esposa, Alice Huang, Baltimore descubrió que el VSV contiene una enzima que hace posible su reproducción al catalizar la creación de una forma intermedia de ARN complementaria de la suya propia; el ARN intermedio genera así el ARN de un nuevo virus. Esta revelación le sirvió de estímulo para preguntarse si este tipo de enzima también podía explicar cómo se reproducen los virus tumorales del ARN. Baltimore tenía muy presente la teoría de Temin, según la cual los virus tumorales del ARN se reproducen al crear un «provirus» intermedio en el ADN de la célula huésped. Más tarde afirmó que, si bien la lógica de Temin «era persuasiva y retrospectivamente parece exacta, en 1970 eran muy pocos sus defensores y muchos los recelos que suscitaba». Y añadió además: «Por fortuna, carecía de experiencia en este campo, y por tanto de intereses personales sobre el particular. También sentía un enorme respeto hacia Howard, respeto que se remontaba a los tiempos en que fuera el gurú de la escuela de verano del Jackson Laboratory».

Dispuesto a jugarse el todo por el todo, Baltimore buscó una enzima en los virus tumorales del ARN capaz de producir bien ARN, bien ADN. Encontró una enzima que podía catalizar el ADN en el virus de la leucemia de un ratón; más tarde, y aunque en un primer momento no logró hallar la misma enzima en el virus del sarcoma de Rous, también la encontró allí¹⁴.

¹⁴ David Baltimore, «Viruses, Polymerases and Cáncer», Nobel Lecture, 12-x 1975, *Les Prix Nobel en 1975* (Fundación Nobel, Estocolmo 1976), págs. 159-160.

En 1970 Temin y Baltimore anunciaron, en artículos independientes publicados por la revista *Nature*, el descubrimiento de esta enzima que al punto recibió el apodo de «transcriptasa inversa» por su capacidad para transcribir el ARN en el ADN. Los virus del ARN pasaron a llamarse entonces «retrovirus», porque contienen la enzima necesaria para realizar esta transcripción. El logro mereció el Premio Nobel -compartido por Baltimore, Dulbecco y Temin en 1975-, en parte porque arrojaba nueva luz sobre los medios de replicación retrovirales, lo que vino a reforzar las hipótesis de Temin sobre la existencia de un sistema provírico que hace posible la reproducción de los retrovirus. El descubrimiento fue igualmente importante por el hecho de abrir nuevas líneas de investigación en lo relativo a la interacción de virus y células, incluidos los tipos de interacción que producen tumores. Al final de su informe sobre el descubrimiento de la transcriptasa inversa, Temin señalaba que este hallazgo tendría «importantes consecuencias para las teorías de la carcinogénesis vírica»¹³. Si bien no revelaba las causas del cáncer, sí proporcionaba una nueva herramienta experimental para estudiar los mecanismos que lo originan.

¹³ Baltimore afirmó más tarde que, en el marco de la reproducción -el contexto esencial para cualquier organismo desde un punto de vista evolutivo-, «la capacidad de algunos retrovirus para producir el cáncer es gratuita», pero también fundamental desde el punto de vista humano. *Ibid.*, pág. 164; Howard M. Temin y Satoshi Mizutani, «RNA-dependent DNA Polymerase in Virions of Rous Sarcoma Virus», *Nature*, n.º 226 (1970), págs. 1.211-1.213.

La investigación que condujo al conocimiento de los virus tumorales del ARN se había desarrollado en laboratorios biológicos, en su mayoría ajenos a las investigaciones clínicas de los médicos, que trataban directamente con el cáncer humano. A comienzos de la década de los setenta los médicos sabían más que sus colegas de principios de siglo sobre la etiología del cáncer. Sabían que la enfermedad podía ser causada, entre otras cosas, por el contacto con el amianto en el lugar de trabajo, por ciertos productos químicos contenidos en los aditivos de los alimentos, por el tabaco y por la radiación. Pero continuaban ignorándolo casi todo sobre los mecanismos específicos de esta carcinogénesis o sobre las causas de ciertos tipos de cáncer que parecían surgir espontáneamente o ser fruto de una predisposición hereditaria. Los biólogos pensaban que la investigación sobre los virus tumorales acabaría por aclarar todas estas cuestiones, mas para la mayoría de los oncólogos, y también para los enfermos, parecían no servir de nada.

Los análisis de los virus tumorales del ARN fueron considerados por muchos científicos como irrelevantes para explicar el acuciante problema del cáncer humano, y sobre todo inútiles para el reto de encontrar terapias o remedios a esta enfermedad. En los animales, la mayoría de los virus tumorales produce sarcomas y leucemias, mientras que la mayor parte de los cánceres humanos -sobre todo los mortales- son carcinomas, tumores que se manifiestan en los pulmones, el pecho, el colon, la próstata, el recto, la vejiga, el útero, el páncreas, el estómago, el cuello del útero, el ovario, el riñón y el cerebro. A excepción del virus de Epstein-Barr -que interviene en el linfoma de Burkitt-, no se había demostrado que ningún virus fuese la causa del cáncer en los seres humanos. Los avances experimentados en la investigación de los virus tumorales en animales llevaron a algunos oncólogos a manejar la hipótesis de que tal vez podrían hallar causas víricas para explicar el origen del cáncer en los seres humanos, y a albergar la esperanza de que, en tal caso, también sería posible descubrir vacunas contra ellos. Pero la mayoría de los biólogos negaban la existencia de retrovirus humanos. Los investigadores médicos afirmaban que, aun en el caso de que existieran y fuese posible encontrar vacunas, éstas no servirían de nada para evitar los numerosos tipos de cáncer originados por agentes no víricos, como determinados productos químicos, o aquellos otros que se producían de manera espontánea.

Estos argumentos se expusieron en 1968 en un importante libro titulado *Cure for Cancer: A National Goal*, escrito por Solomon Garb. Éste, médico y farmacólogo de la University of Missouri Medical School, sostenía que determinar los mecanismos de una enfermedad no era un requisito previo para abordarla. Afirmó que los oncólogos debían prestar más atención a las terapias y a los remedios, sin olvidar los importantes avances realizados en el campo de la cirugía, la radioterapia, la inmunoterapia, las quimioterapias derivadas de plantas y de organismos marinos y la vitamina C. Garb insistió en que alcanzar un compromiso a escala nacional para combatir el cáncer era tan importante como enviar al hombre a la luna, y advirtió que, hasta el momento, apenas se había prestado «la menor atención al posible impacto político que supondría el hecho de que los rusos descubriesen un remedio contra el cáncer»¹⁶.

¹⁶ Solomon Garb, *Cure for Cancer: A National Goal* (Springer, 1968), pág. 15.

El libro de Garb llamó la atención de la activista y mecenas de la medicina Mary Lasker, quien, en 1969, organizó una campaña destinada a desarrollar un programa nacional sobre el cáncer más agresivo, que al punto recibió el apoyo de Washington¹⁷. En su discurso al país de enero de 1971, el presidente Nixon comparó con entusiasmo esta iniciativa con el Manhattan Project y el Apollo Program, y el 23 de diciembre de 1971 firmó el Acta Nacional contra el Cáncer. Hacia 1976 la llamada «Lucha contra el Cáncer» logró triplicar el presupuesto del National Cancer Institute.

¹⁷ Richard A. Rettig, *Cancer Crusade: The Story of the National Cancer Act of 1971* (Princeton University Press, 1977), pág. 77.

Tanto en los congresos biomédicos como en sus declaraciones públicas, muchos científicos se habían opuesto a la ambiciosa campaña anticáncer propugnada por Garb, considerándola injustificable desde el punto de vista técnico. No había revelaciones biológicas -nada comparable, por ejemplo, al descubrimiento de la fisión nuclear- que justificasen una declaración de guerra al cáncer. Para muchos biólogos, el coste de la empresa era cuando menos inaceptable, a la vista de la Guerra del Vietnam y del clima de agitación que se vivía en muchas ciudades del país. Tras revisar sus experimentos sobre los virus tumorales del ARN, Howard Temin declaró en 1972 que sacar dinero de los presupuestos de Defensa para ampliar la investigación sobre el cáncer representaba «una doble ventaja para nuestra sociedad». Pero esta ampliación no debía hacerse «a expensas de las grandes necesidades sociales que están fragmentando nuestra sociedad»¹⁸. A pesar de que la lucha contra el cáncer ya había comenzado en cierto modo, tras un período de negociación con el Congreso y con las distintas agencias federales, los científicos tenían poder suficiente para detener el programa cuando quisiesen y concentrarse exclusivamente en objetivos infalibles, como los propuestos por Garb.

¹⁸ Howard M. Temin, «The RNA Tumor Viruses-Background and Foreground», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 69 (abril 1972), pág. 1.019.

Parte del dinero recibido se destinó a la investigación de los virus en el cáncer humano. Sólo se encontraron unos cuantos -el número de virus definitivamente implicado en el cáncer humano sigue siendo hoy en día escaso-, pero se desarrollaron los procesos necesarios para establecer que sus consecuencias, aunque inesperadas, eran importantes a largo plazo. A comienzos de la década de 1980 el laboratorio de Robert Gallo, adscrito al National Cancer Institute, logró identificar de manera concluyente dos retrovirus -los virus HTLV-1 y HTLV-2 del ARN- entre las causas de la leucemia humana. Gallo recuerda que, hacia 1982, nadie dudaba de la existencia de los retrovirus humanos y, años más tarde, pocos dudaban de que un retrovirus -el VIH- era el causante del sida. Gallo ha señalado que «las experiencias con estos primeros retrovirus humanos nos proporcionaron el respaldo, el conocimiento y la credibilidad necesarios para sugerir que la causa del sida era un retrovirus y para diseñar el modo de abordar el problema»¹⁹.

¹⁹ Robert Gallo, *Virus Hunting: AIDS, Cáncer, and the Human Retrovirus, A Story of Scientific Discovery* (Basic Books, 1991), pág. 203.

La lucha contra el cáncer aportó grandes sumas de dinero a la investigación sobre la virología tumoral básica. Para muchos científicos biomédicos, sólo alcanzando un nivel de conocimientos mucho más profundo sería posible vencer el cáncer; y este conocimiento podría alcanzarse gracias al descubrimiento de la transcriptasa inversa, que hoy nos permite estudiar la interacción entre los virus tumorales y la célula. El establecimiento de las características detalladas de los retrovirus y su comportamiento ofrecía nuevas posibilidades científicas. En primer lugar, había que confirmar la hipótesis provírica de Temin mediante, por ejemplo, la búsqueda de una prueba directa -mejor que la facilitada por éste- que demostrase la presencia del ADN provírico en las células infectadas. La cuestión esencial resultaba aún más fascinante: ¿Cómo exactamente la integración de la información genética del virus en el ADN de la célula transforma a ésta en una fuente de enfermedad?

En 1969, Robert J. Huebner y George J. Todaro avanzaron una ingeniosa hipótesis sobre esta cuestión. Huebner, un eminente virólogo que ese mismo año había sido galardonado con la National Medal of Science, era el jefe del laboratorio destinado a la investigación del virus tumoral del ARN en el National Cancer Institute; Todaro era uno de sus jóvenes ayudantes. Su teoría intentaba demostrar que los virus tumorales del ARN, como el virus de Rous, intervenían en la producción natural de tumores. Quedaron enormemente sorprendidos por las observaciones realizadas con el microscopio electrónico (entre otros medios) sobre el desarrollo de tumores en diversas especies de vertebrados, como las cobayas, las ratas, los cerdos y las serpientes. Los tumores no eran resultado de una nueva infección vírica, sino que se manifestaban espontáneamente o en respuesta a una provocación de agentes físicos o químicos. Sea como fuere, contenían tumores víricos del ARN. Huebner y Todaro propusieron entonces que las células de muchos vertebrados, si no todos, debían de contener naturalmente lo que ellos denominaron «virogenes»: un ADN capaz de generar los virus observados en el ARN. Además, insistían en que los virogenes debían de incluir un «encogen», un agente capaz de inducir los tumores en los que se hallaban los virus, que no eran, en sí mismos, responsables del cáncer. Especularon sobre la cuestión de que los virogenes habían entrado en la célula y en su ADN como consecuencia de una antigua infección, y se habían transmitido de generación en generación. Sugirieron también que los virogenes están reprimidos en las células normales, pero pueden ser «liberados» como resultado de causas naturales o de agentes cancerígenos ambientales²⁰. Cuando esta liberación tenía lugar, los virus hacían su aparición y las células normales se transformaban en células cancerosas.

²⁰ Robert J. Huebner y George J. Todaro, «Oncogenes of RNA Tumor Viruses and Determinants of Cáncer», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 64 (septiembre-diciembre, 1969), págs. 1.087-1.094. Véase también George J. Todaro y Robert J. Huebner, «The Viral Oncogene Hypothesis: New Evidence», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 69 (abril, 1972), págs. 1.009-1.115.

Otros científicos habían especulado sobre la posibilidad de que hubiera algo en el ADN de la célula que desencadenase el proceso responsable del cáncer, pero la teoría de Huebner y Todaro llamó la atención, en parte sin duda por el prestigio profesional del primero, pero también porque proporcionaba un modelo genético que relacionaba de manera global las posibles causas conocidas del cáncer -la predisposición hereditaria y los agentes cancerígenos ambientales— con la evidencia vírica. Los científicos calificaron la teoría de poco clara: ¿Qué eran exactamente los oncogenes? ¿Cómo se liberaban los virogenes? Con todo, y pese a su vaguedad, la hipótesis de Huebner y Todaro amplió el campo de la investigación provírica hasta detectar en la célula rastros no sólo de ADN vírico, sino también de parte de ADN que pudiese ser oncogénico.

La cuestión intrigó sobremanera a J. Michael Bishop y a Harold E. Varmus, dos jóvenes investigadores de la Universidad de San Francisco. Ambos eran médicos de formación y habían trabajado en el National Institute of Health, donde cada uno por su parte se dedicó plenamente al estudio del comportamiento de los virus en la biología molecular. Varmus llegó a San Francisco en 1970 para realizar sus prácticas posdoctorales con Bishop, sólo tres años mayor que él. Bishop, hijo de un pastor luterano, nacido en una pequeña ciudad de Pensilvania, tenía una formación muy distinta de la de Varmus, hijo de un médico y criado en las proximidades de Nueva York, en el seno de una familia judía procedente de Europa oriental. Pero ambos compartían importantes intereses al margen de la ciencia. Varmus editaba el boletín del Amherst College -una publicación nada al uso- y había asistido a un curso posdoctoral de poesía y de metafísica anglosajonas. Bishop era un lector voraz de literatura, filosofía e historia, y en cierta ocasión afirmó que «si tuviese la posibilidad de reencarnarse, elegiría ser un gran músico, preferiblemente en un cuarteto de cuerda»²¹.

²¹ J. Michael Bishop, «Retroviruses and Oncogenes, II», *LES PRIX NOBEL* (Fundación Nobel, Estocolmo 1990), pág. 219.

Como científicos, ambos combinaban una imaginación sin límites con una escrupulosa atención a las pruebas experimentales. Hacia 1970, cada uno de ellos había desarrollado individualmente su interés por el estudio de la replicación de los retrovirus, especialmente del virus del sarcoma de Rous. Los primeros experimentos realizados por Varmus en San Francisco se proponían obtener pruebas directas de que la información genética provírica está contenida en el ADN de las células de pollo, razón por la que este animal presenta una clara predisposición a contraer el virus del tumor de Rous. La relación entre estos dos científicos, como Bishop diría más tarde, «se convirtió rápidamente en un compromiso entre iguales»²² y dio paso a una colaboración que, financiada en gran parte con fondos para la lucha contra el cáncer, abrió un capítulo sorprendente y de crucial importancia en la historia de la oncogénesis vírica.

²² J. Michael Bishop, «Retroviruses and Oncogenes, II», *op. cit.*, pág. 218.

Sus intereses comunes no tardaron en convencerles de que debían verificar la hipótesis según la cual los oncogenes víricos estaban en cierto modo presentes en las células normales de los pollos. La tarea era en principio sencilla. Se suponía que el virus de Rous contenía al menos un gen capaz de transformar la célula. Bastaría con encontrar y aislar este gen y comprobar a continuación si alguna fracción del ADN celular del pollo se le parecía o, dicho de otro modo, si el gen vírico y el ADN del pollo tenían un número significativo de secuencias de pares de bases en común. Los científicos llaman a estas fracciones de ADN o ARN «homologas». Aunque no son idénticas, las fracciones homologas se parecen como dos primos, cuyos rasgos delatan la existencia de una relación sanguínea. Sin embargo, cuando Bishop y Varmus comenzaron sus investigaciones conjuntas, a comienzos de la década de los setenta, identificar y aislar un gen, incluso en un organismo tan sencillo como un virus, no era un proceso en absoluto fácil. La identificación de un gen era a menudo cuestión de detectar mutaciones; si un organismo mostraba una apariencia o una conducta diferente del resto de su especie, había posibilidades de que uno de sus genes hubiese mutado. Este tipo de manifestación del cambio genético -un acontecimiento imprevisible que sólo se llegaba a apreciar con buena suerte y con mucha atención permitiría la identificación del gen, su aislamiento y su estudio.

Sucedió que Bishop y Varmus mantenían un estrecho contacto con un grupo de investigadores

retrovíricos de la Costa Oeste que tuvieron buena suerte y fueron agudos observadores. En 1971, uno de ellos -Peter Vogt, de la University of Southern California- encontró un mutante del virus del sarcoma de Rous que era incapaz de transformar las células. Otro, Peter Duesberg, de Berkeley, demostró que el ARN del mutante era aproximadamente un 15 por ciento más corto que el ARN del virus normal causante de la transformación. Vogt y Duesberg interpretaron que el ARN desaparecido debía de contener el gen o los genes del virus no mutado causante de la transformación. La evidencia era indirecta y la afirmación de que revelaba la presencia de uno o varios genes no dejaba de ser una conjetura documentada. Esta interpretación parecía plausible a Bishop y Varmus; mas, para señalar que su convencimiento no era absoluto, Varmus me dijo que habían dado al ARN desaparecido el nombre de gen «sarc», apartándose de la nomenclatura estándar de tres letras usada en la genética clásica. Sea lo que fuere, una vez que Vogt y Duesberg les ofrecieron este regalo, Bishop y Varmus se propusieron en 1972 determinar si el gen «sarc» vírico era primo -es decir, homólogo- del ADN de un pollo normal.

Dominique Stehelin, un investigador francés que completaba su formación posdoctoral con Bishop y Varmus, se sirvió de la transcriptasa inversa para construir una muestra de ADN «sarc» a partir del ARN del virus. A continuación, recurriendo a un procedimiento clásico, comparó la muestra de ADN extraída de un pollo sano. Los resultados fueron sorprendentes. Bishop, Varmus y sus colegas afirmaron en 1976 que el fragmento «sarc» vírico es, en efecto, homólogo de una fracción de ADN de los pollos. Pero lo más asombroso es que también resultó ser similar a una fracción de ADN de codornices, pavos, patos y emús, una de las aves más primitivas. El ADN homólogo del «sarc» reside en el ADN celular normal de numerosas especies de aves. Bishop y Varmus, ayudados por otra joven doctora, Deborah Spector -desde que Stehelin regresó a Francia-, siguieron buscando genes similares al «sarc» en células de mamíferos y peces. En 1978 afirmaron haber encontrado a estos parientes del «sarc» en el ADN de terneros, ratones y salmones. Incluso los habían detectado en el ADN de los seres humanos. El «sarc» parecía tener primos en el ADN por todas partes.

Bishop y Varmus reconocieron casi al instante que los homólogos del «sarc» no son evidentemente los oncogenes -el ADN oncogénico de los virus reprimidos- que Huebner y Todaro propusieran originalmente. Como Bishop afirmó más tarde, no son «genes víricos camuflados» que muestran su verdadero rostro al transformar una célula²³. Son sólo primos del gen vírico. Su ubicuidad llevó a Bishop y a Varmus a hacer uso de la lógica evolutiva para comprender qué eran en realidad. En términos evolutivos, las aves en las que se había detectado la presencia de primos del «sarc» correspondían a especies sumamente dispares. Y, cosa aún más sorprendente, de acuerdo con el registro fósil, los grandes grupos -aves, mamíferos y peces- en cuyo ADN está presente el «sarc» se separaron hace cuatrocientos millones de años. Para Bishop y Varmus, el hecho de que los homólogos del «sarc» se hubiesen conservado durante tanto tiempo en especies tan diversas indicaba que podían estar relacionados con alguna de las principales funciones celulares, como el crecimiento y el desarrollo. Resultaron ser no ya genes víricos, sino genes normales capaces de transformarse en oncogenes.

²³ J. Michael Bishop, «Cellular Oncogenes and Retroviruses», *Annual Reviews of Biochemistry*, vol. 52 (1983), págs. 320-321.

Bishop y Varmus sugirieron que la transformación del primo celular del «sarc» vírico en un oncogen era probablemente ejecutada por el retrovirus mediante un proceso que los científicos llaman «transducción». Al entrar en la célula, el retrovirus atrapa al ADN del gen celular normal, destruyendo así su capacidad para funcionar correctamente. Sin embargo, Bishop y Varmus también afirmaron, en 1977, que el gen celular no precisa del virus para volverse oncogénico. También puede ser transformado por un agente físico o químico.

En 1979, el laboratorio de Robert Weinberg, en el MIT, aportó pruebas experimentales de que el ADN de las células normales podía efectivamente transformarse en ADN oncogénico por medios químicos. Weinberg y sus colaboradores realizaron la prueba con una cadena de células de ratón a la que trataron con un producto químico cancerígeno²⁴. Poco después, también en otros laboratorios se detectó la presencia del ADN transformado -un ADN distinto del de un gen celular normal- en diversas células cancerosas, entre las que figuraban carcinomas tomados de conejos,

de ratas, de ratones y de seres humanos. Durante algún tiempo se pensó que eran dos los genes celulares normales susceptibles de ser transformados: los que podían volverse oncogénicos por la acción de los virus y los que podían volverse oncogénicos por la acción de otros agentes, como determinados productos químicos. Sin embargo, en 1983 se sabía claramente que esta diferencia no estaba garantizada. Se habían identificado diversos genes celulares emparentados tanto con oncogenes víricos como con oncogenes hallados en cánceres de origen no vírico.

²⁴ C. Shih *et al.*, «Passage of Phenotypes of Chemically Transformed Cells via Transfection of DNA and Chromatin», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 76 (1979), págs. 5.714-5.718.

Este tipo de genes celulares parece estar presente en todas las ramas del árbol de la evolución animal, igual que los primos del gen «sarc» vírico (que realmente es un gen y hoy se llama *src*, de acuerdo con las normas clásicas de la nomenclatura genética). Como Bishop y Varmus sugirieran en el caso de los genes relacionados con el *src*, estos otros genes celulares intervienen probablemente en los procesos de crecimiento, de regulación y de diferenciación celular. Son por tanto genes celulares normales que pueden transformarse en oncogenes, bien mediante procesos aleatorios en el interior de las células, bien por la acción de agentes cancerígenos ambientales, y, rara vez, por la acción de los virus. En la actualidad reciben el nombre de «proto-oncogenes». Pueden llegar a causar el cáncer y como tales representan al «enemigo interior», en palabras de Bishop²⁵.

²⁵ J. Michael Bishop, «Enemies Within», *Cell*, vol. 23 (enero, 1981), pág. 5; Michel Morange, «The Discovery of Cellular Oncogenes», *History and Philosophy of the Life Sciences*, vol. 15 (1993), págs. 45-58.

Los numerosos pasos que condujeron al descubrimiento de los oncogenes provocaron una auténtica revolución -no sólo en el estudio del cáncer, sino también en el modo de analizar los procesos de crecimiento y de regulación de las células normales-. En 1989 Bishop y Varmus recibieron el Premio Nobel por sus trabajos sobre genética celular. El virus del sarcoma de Rous también habría merecido algún tipo de reconocimiento. Aunque no es la causa del cáncer humano, proporcionó una clave decisiva para comprender los mecanismos de la enfermedad. Era un agente fiable para el análisis y ha guiado este largo, azaroso y solitario viaje, que se inició hace setenta años -cuando Peyton Rous logró identificar su extracto cancerígeno no filtrable- y condujo, primero al descubrimiento del mecanismo retrovírico de Temin y Baltimore, y, más tarde, al descubrimiento de los proto-oncogenes, de los cuales se hallan hoy identificados unos cien.

Es difícil imaginar otro ejemplo de progreso científico cuyos pioneros encontrasen más resistencia por parte de sus colegas. A diferencia de episodios anteriores en la historia de la ciencia, esta resistencia no tenía su origen en prejuicios religiosos o ideológicos. Respondía más bien al escepticismo de una comunidad de científicos biomédicos cuyas creencias se asentaban en las pruebas de laboratorio disponibles. Esta resistencia fue variable. Rous, Bittner y Gross tuvieron que convencer a la comunidad científica de que los tumores animales podían ser producidos por virus tumorales. Temin hubo de defender con ahínco que el ARN era capaz de generar ADN. Huebner y Todaro se atrevieron a proponer una teoría general de la oncogénesis a los biólogos, poco dados a considerar cualquier teoría de carácter general. Incluso Bishop y Varmus hubieron de soportar las burlas de sus colegas al sugerir que el descubrimiento de los oncogenes en tumores animales podía tener alguna relación con el cáncer humano.

Lo que a la postre permitió que las teorías de estos pioneros llegaran a imponerse fue en gran medida su coraje profesional, su imaginación y su perseverancia, pero también la tolerancia y ^{e*} pluralismo de la investigación biomédica -tolerancia hacia las ideas que se apartan de la ortodoxia y pluralismo que proporciona espacios (amplios como los de Rous y Temin, o más modestos, como el de Gross) en los que las ideas tienen la posibilidad de florecer-. Y lo que finalmente iluminó el problema del cáncer humano fue la aceptación de la vida como una unidad esencial y la incorporación de esta idea a la investigación científica. Esta aceptación, esencial para el pensamiento biológico posdarwiniano, se ha visto constantemente reforzada por los hallazgos realizados en campos como la fisiología, la bioquímica y la biología molecular. Los

seres humanos, es evidente, son muy distintos de los pollos o de los ratones. Pero, como sus procesos vitales presentan numerosos puntos en común, el estudio de organismos no humanos puede arrojar luz sobre el problema en el organismo humano, como de hecho ocurrió con el descubrimiento de los oncogenes.

Este descubrimiento no ofreció sin embargo un conocimiento completo de los mecanismos del cáncer. Ningún gen aislado es la causa de la mayoría de los cánceres en los seres humanos. Las investigaciones realizadas a partir de 1970 han revelado la gran complejidad de los procesos oncogénicos. Y, debido en parte a esta complejidad, el descubrimiento de los oncogenes no ha supuesto el hallazgo inmediato de un remedio contra el cáncer, pero sí ha transformado radicalmente las posibilidades para detectar rápidamente la enfermedad. Y, lo que es más importante, ha proporcionado a la ciencia biomédica un nuevo campo de conocimientos. Con el descubrimiento de los oncogenes, en palabras de Michael Bishop, «el intelecto humano ha atrapado finalmente al cáncer de un modo que en el futuro tal vez revele los secretos mortales de esta enfermedad»²⁶.

²⁶ J- Michael Bishop, «Cancer Genes Come of Age», *Cell*, vol. 32 (abril, 1983), Pág. 1.020.

Los siguientes pasos para resolver el enigma del cáncer nos obligan a identificar la función específica de los proto-oncogenes en los procesos celulares normales, a determinar con mayor exactitud qué es lo que produce la transformación de estos genes en oncogenes, y a analizar por qué esta transformación convierte las células normales en células cancerosas. Estos conocimientos abrirán la puerta a acciones bioquímicas más precisas, y por ende más eficaces, y permitirán descubrir terapias genéticas para combatir la enfermedad. Pero, como el cáncer altera los procesos normales de crecimiento y regulación celular, no podremos controlarlo hasta que logremos comprender plenamente los complicados mecanismos del desarrollo de las células normales. Si la lección de la historia es válida, el desentrañamiento de los misterios del cáncer y el previsible descubrimiento de terapias y de remedios no se alcanzará sólo con dinero para la investigación. Lo más probable es que los mecanismos del cáncer humano lleguen a dominarse gracias al progreso acumulado tras largos y arduos años de investigaciones, tanto en seres humanos como en otros tipos de organismos -lo que nos permite afirmar, a diferencia de lo que Samuel Gross dijera hace más de un siglo, que sabemos algo sobre el cáncer y que, sin duda, dentro de cien años sabremos mucho más.

Nota del autor. Estoy en deuda con varias personas por sus comentarios críticos sobre algunos aspectos de este ensayo. Son éstas: J. Michael Bishop, Charles Galperin, Jean-Paul Gaudilliere, Michel Morange, Ray Owen, Sondra Schlesinger y William Summers. También quiero dar las gracias a la Fundación Andrew W. Mellon por su ayuda a la investigación, y a Robert Silvers por su labor editorial y por su aliento.

Genes, entorno y organismos

R. C. Lewontin

Antes de la Segunda Guerra Mundial, y durante algún tiempo después -como consecuencia del enorme impacto del proyecto de la bomba atómica y de la promesa de la energía nuclear-, la física y la química eran las ciencias de mayor prestigio y el modelo de lo que debían ser las ciencias naturales. En una encuesta de opinión realizada en Estados Unidos sobre el prestigio de diversas profesiones, los ciudadanos situaron a los químicos y a los científicos nucleares por encima de cualquier otra rama del conocimiento; e incluso disciplinas más «blandas», como la psicología y la sociología, figuraban por encima de la biología¹. La filosofía de la ciencia era esencialmente la filosofía de la física, y Bernard Barber, en su importante trabajo sobre la sociología de la ciencia, titulado *Science and the Social Order*, podía escribir que «la biología no ha alcanzado aún un esquema conceptual de generalidad elevada, como el de las ciencias físicas. Por tanto, es menos adecuada como ciencia»².

¹ El estudio original de finales de la década de 1940 es obra de C. C. North y P. K. Hatt. «Jobs and

Occupations: A Popular Evaluation», L. Wilson y W. L. Kolb, *Sociological Analysis* (Harcourt Brace, 1949). Estudios posteriores han ofrecido resultados esencialmente idénticos.

² Free Press, 1952, pág. 14.

Las cosas han cambiado. La biología acapara hoy las columnas científicas de los diarios nacionales, y la fascinación de la televisión por los miles de millones de estrellas ha perdido terreno en favor de los documentales sobre la vida sexual de miles de especies animales. La filosofía de la ciencia se ocupa hoy ante todo de cuestiones biológicas, especialmente de aquellas relacionadas con la genética y con la teoría evolutiva. Los alumnos más brillantes de la rama de ciencias prefieren la genética molecular a la física nuclear, y es acertado suponer que Watson y Crick son más populares que Bohr y Schrödinger.

Este nuevo dominio de la biología es resultado, en cierto modo, de nuestra preocupación por la salud, pero tiene su origen ante todo en el hecho de que la biología afirma haberse convertido en una «ciencia adecuada», tras alcanzar ese «esquema conceptual de generalidad elevada» postulado por Barben La vida es siempre la misma a escala molecular. El ADN transporta la información que determina todos los aspectos de la vida de todos los organismos, desde la forma de sus células hasta la forma de sus deseos. El código del ADN es «universal» (o casi), es decir, que un mismo mensaje del ADN se traduce en una misma proteína en todas las especies de seres vivos. En lo que respecta a los organismos, la aparente superabundancia de formas y de modos de vivir, de alimentarse y de copular se explican como soluciones óptimas a los problemas planteados por la naturaleza, soluciones que multiplican al máximo el número de genes que transmitiremos a las generaciones venideras.

Incluso los defectos aparentemente accidentales pueden explicarse por la ley universal de optimización de la reproducción mediante la selección natural. El lector ingenuo interpreta la existencia de un agujero podrido en el tronco de un árbol como

indicio de mala suerte, mientras que el biólogo evolucionista nos asegura que se trata de una táctica evolutiva del árbol para atraer a las ardillas, que se encargarán de diseminar sus semillas a lo ancho y a lo largo. No hay adversidad que no se haya visto atenuada por los beneficios que representa para la selección natural.

La explicación de todos los fenómenos biológicos -desde el plano molecular hasta el plano social- como excepciones de unas leyes de carácter universal es la culminación de un proceso de mecanización de los fenómenos vivos que comenzó en el siglo XVII, con la publicación, en 1628, del *Exercitatio de motu cordis et sanguinis in animalibus* [Sobre el movimiento del corazón y la sangre en los animales], de William Harvey, una obra que describe la circulación de la sangre como si de una bomba mecánica, con sus tuberías y sus válvulas, se tratase. La metáfora mecánica empleada por Descartes en la Parte V de su *Discurso* para explicar el funcionamiento de los distintos organismos se basa ampliamente en la obra de Harvey, a quien cita, con esa altanería propia de los franceses, como «un médico inglés que merece todo nuestro respeto por haber roto el hielo sobre esta cuestión». Pero la metáfora mecánica sienta las bases para el desarrollo de un programa de investigación biológica global que se limita exclusivamente a las propiedades que los organismos comparten con las máquinas, objetos constituidos por piezas articuladas cuyos movimientos están destinados a ejecutar determinadas funciones. El programa de la biología mecanicista consistió en describir los fragmentos y las piezas de la máquina, con el fin de demostrar cómo éstas encajan unas en otras y se mueven de manera que la máquina funcione como un conjunto, y con la intención de distinguir aquellas funciones para las cuales la máquina ha sido diseñada.

El éxito de este programa fue extraordinario. Hoy conocemos la estructura de los organismos vivos, sabemos hasta el menor detalle sobre la composición de sus células y la constitución de las moléculas, pero aún siguen abiertas numerosas incógnitas, tales como el hallar una explicación satisfactoria para definir las conexiones en el cerebro de los grandes organismos, por ejemplo, el ser humano. También disponemos de amplios conocimientos sobre las funciones, los órganos, los tejidos, las células y un notable número de las moléculas que nos configuran, y no

hay razón alguna para suponer que lo que todavía ignoramos no llegue a desvelarse en un futuro mediante las mismas técnicas y los mismos conceptos que han caracterizado a la biología durante los últimos trescientos años. El programa de Harvey y Descartes para revelar los detalles de la *bête machine* funcionó correctamente. El problema radica en que la metáfora de la máquina deja algunos cabos sueltos y la ingenua biología mecanicista, que no es otra cosa que física ejecutada por otros medios, intentó asimilarlo todo por la fuerza, aun a riesgo de no ofrecer un retrato verídico de la naturaleza.

Los problemas de la biología no residen únicamente en proporcionar una descripción exacta de la estructura y del funcionamiento de las máquinas; abarcan también el problema de su *historia*. La historia de los organismos se desarrolla en dos niveles. Todos empezamos siendo un simple óvulo fertilizado que experimenta diversos procesos de crecimiento y de transformación hasta convertirse en un suscriptor de la *New York Review of Books*. Estos procesos continuarán y se transformarán constantemente, modificando la forma de nuestros cuerpos y de nuestras mentes hasta el fin de «esta extraña historia repleta de acontecimientos». Al margen de su propia historia individual, los organismos poseen una historia colectiva -que comenzó hace tres mil millones de años como una rudimentaria aglomeración de moléculas, y hoy, tras alcanzar su punto medio, engloba a diez millones de especies, y que concluirá dentro de tres billones de años, cuando el Sol destruya la Tierra en una brutal expansión-. Las máquinas también tienen historia, pero la historia de la tecnología o de la construcción de las máquinas individuales no es esencial para comprender su funcionamiento. Los diseñadores de automóviles modernos no necesitan consultar el diseño original del Daimler para construir un motor de combustión interna, del mismo modo que un mecánico tampoco necesita conocer el funcionamiento de una planta de montaje de automóviles. Por el contrario, si queremos llegar a poseer un conocimiento completo de los organismos, no podemos olvidar su historia. Así, el problema de cómo se realizan las funciones de percepción y de memoria en el cerebro pasa por entender el problema de cómo las conexiones neuronales llegan a formarse en primera instancia bajo la influencia de visiones, de sonidos, de caricias y de soplos.

El reconocimiento de la naturaleza histórica de los procesos biológicos no es algo nuevo. El problema de fundir la historia individual y la historia colectiva de los organismos en una gran síntesis mecánica planteó ya numerosos interrogantes a los biólogos y enciclopedistas del siglo XVIII³. La biología decimonónica se entregó por entero a esta cuestión, y sus dos grandes monumentos fueron la teoría darwiniana de la evolución y el desarrollo de la embriología experimental en la escuela alemana de la *Entwick-lungsmechanik*.

³ En *El sueño de D'Alembert*, de Diderot, tanto las exposiciones ofrecidas por el médico Bordeu en estado de vigilia como las divagaciones oníricas de D'Alembert se centran en estas cuestiones. «¿Quién sabe qué razas de animales nos precedieron? ¿Quién sabe qué razas de animales sucederán a la nuestra?», se pregunta D'Alembert en sueños. «¿Cómo podríamos saber que el hombre que se apoya sobre un bastón, cuyos ojos están ciegos, que se arrastra con esfuerzo y que es aún más distinto por dentro que por fuera, es el mismo hombre que ayer caminaba con ligereza y soportaba con facilidad las más pesadas cargas...?», se interroga Bordeu. Estas incógnitas biológicas preocuparon hasta tal punto a los filósofos que Diderot llegó a manifestar sarcásticamente a mademoiselle de l'Espinasse que «no hay diferencia alguna entre un médico despierto y un filósofo dormido».

El principal obstáculo para incorporar estos fenómenos a la síntesis mecánica estriba en una característica poco afortunada de los procesos históricos, su *contingencia*. Esto significa que aquellos sistemas en los que la historia desempeña una importante función se ven sometidos a la acción de influencias ajenas a su propia estructura, que determinan claramente su función hasta el punto de que la variación de estas fuerzas externas puede producir una variación en el propio sistema. No es necesario compartir el anarquismo radical de Tolstoi para concluir que el estallido de la batalla de Borodino no estuvo determinado por el nacimiento de Napoleón o Kutuzov, ni tampoco por el despliegue de sus ejércitos el 7 de septiembre de 1812. Toda consideración histórica exige confrontar la relación existente entre el sistema que constituye nuestro objeto de estudio y las oscuras circunstancias en las que se inscribe, tanto internas como externas. La relación entre lo interno y lo externo no es relevante en el caso de las máquinas, con la excepción de que ciertos aspectos externos pueden interferir en el funcionamiento normal de éstas. Un cambio de temperatura o un movimiento brusco de su base pueden

alterar el mecanismo de un reloj, razón por la cual el Almirantazgo ofreció una importante suma de dinero a quien diseñase un cronómetro naval de escrupulosa precisión. El proyecto de incluir la historia vital de los distintos organismos en el modelo mecánico nos obliga acto seguido a estudiar la interacción entre lo interno y lo externo, y a despacharla sin atender contra el determinismo cartesiano. Los defensores de la embriología y del evolucionismo han abordado esta interacción entre lo externo y lo interno de un modo muy diferente, que viene a satisfacer la necesidad de establecer disciplinas «de elevada generalidad, como son las ciencias físicas», pero ello a expensas de distorsionar gravemente nuestra visión de la naturaleza y de impedir, a la postre, la solución de esos mismos problemas que las ciencias se han planteado.

El término técnico que designa los procesos de cambio continuo durante la vida de un organismo es «desarrollo»; la etimología de esta palabra revela la teoría que subyace a su estudio. El «desarrollo» es, literalmente, un desdoblamiento o despliegue, metáfora a buen seguro más transparente en español o en alemán (*Entwicklung*) que en inglés (*development*). En este sentido, la historia de un organismo es el desdoblamiento y la revelación de una estructura inmanente, un proceso similar al del revelado fotográfico, que nos permite descubrir la imagen latente en la película expuesta a la luz. Este proceso tiene lugar exclusivamente en el interior del organismo y la función del mundo externo se limita a facilitar las condiciones adecuadas para que el proceso interno pueda seguir su curso normal. A lo sumo, ciertas condiciones externas, como un aumento de la temperatura por encima de un nivel mínimo, pueden ser necesarias para desencadenar los procesos de desarrollo, que en lo sucesivo responderán a su propia lógica interna, del mismo modo que la imagen latente aparece en la película al sumergir ésta en el líquido revelador.

Una característica común a todas las teorías del desarrollo, ya se refieran al cuerpo o a la psique, es que son siempre *escalonadas*. Parten de la base de que el organismo pasa por una serie de etapas ordenadas, de manera que ninguna etapa puede comenzar antes de que la anterior haya concluido con éxito. Las descripciones clásicas de la embriología animal se presentan en términos de modestas etapas: «etapa bicelular», «etapa tetracelular», «etapa blastular» (de blástula o bolsa de células), o «etapa neurular» (de néurula o tubo neural). Ello ofrece la posibilidad de interrumpir el desarrollo y bloquear el sistema en una etapa intermedia, de tal suerte que el ciclo vital no llegue a completarse como consecuencia de un fallo interno en la maquinaria o del olvido de una llave inglesa entre las piezas de la misma. Las teorías del desarrollo psíquico son claramente escalonadas. Los niños deben completar con éxito las sucesivas etapas piagetianas para aprender a manejarse en el mundo de los fenómenos externos. Las teorías freudianas sostienen que las conductas anormales son consecuencia de una fijación en las fases anales u orales en el camino que conduce hasta el erotismo genital normal. En todas ellas, el papel del mundo exterior se limita a accionar o a inhibir el desarrollo normal de una secuencia interiormente programada. De este modo, la biología y la psicología del desarrollo resuelven con argucias el problema de la interacción entre el mundo interior y el mundo exterior, negando a este último toda función creativa.

La biología experimental viene reivindicando desde sus comienzos la hegemonía de las fuerzas internas sobre las fuerzas ex-

ternas. Las disputas entre distintas escuelas embriogenéticas se han desarrollado enteramente en este marco conceptual. La más famosa de ellas fue el debate que tuvo lugar a finales del siglo XVIII V principios del XIX entre preformismo y epigénesis⁴. Los preformistas, partiendo de una visión que hoy se nos antoja mera superchería medieval, sostenían que el organismo adulto ya estaba presente, aunque de manera minúscula, en el óvulo fertilizado (de hecho, en el esperma), y que el proceso de desarrollo consistía sólo en el crecimiento y en la consolidación de esa miniatura transparente.

⁴ Para una visión mas detallada de este debate, véase Shirley Roe, *Matter, Life and Generation: Eighteenth-Century Embriology and the Haller-Wolff Debate* (Cambridge University Press, 1981).

Los defensores de la epigénesis, cuya visión se impuso en la biología moderna, afirmaban que el óvulo contenía únicamente un esquema ideal del adulto, un cianotipo que se manifestaba me-

diante el proceso de construcción del organismo. Con la salvedad de que hoy identificamos este esquema con determinadas entidades físicas -los genes formados por ADN-, es poco lo que esta teoría ha cambiado en las dos últimas centurias. Y, sin embargo, entre el preformismo concreto -convencido de que en cada esperma había un trocito de hombre- y el preformismo idealista -que concibe al adulto completo presente ya en el óvulo fertilizado y a la espera de manifestarse— no hay grandes diferencias si exceptuamos algunos pequeños detalles mecánicos. En la afirmación realizada por uno de los más eminentes biólogos moleculares y codescubridor del código genético -que con ocasión del centenario de la ruente de Darwin vino a decir que si tuviese un ordenador potente y una secuencia completa del ADN de un organismo podría computar dicho organismo-, hallamos resonancias dieciochescas. El problema que plantea la metáfora del «desarrollo» es que ofrece un panorama muy pobre sobre la situación actual de la historia de la vida de los organismos. El desarrollo no es sólo la ejecución de un programa interno, no es un desdoblamiento; el exterior también cuenta.

En primer lugar, aun cuando los organismos presenten unas cuantas «etapas» claramente diferenciadas, éstas no se suceden necesariamente de acuerdo con un orden predeterminado, sino que, a lo largo de su vida, el organismo puede pasar una y otra vez por estas etapas, en respuesta a la acción de fuerzas externas. Las grandes enredaderas que crecen en el corazón de la selva empiezan siendo una semilla que germina en el suelo. En la primera fase de su crecimiento, la enredadera es *positivamente* geotrópica y *negativamente* fototrópica. Esto es, ahonda en el suelo y crece alejada de la luz, hacia la oscuridad de la tierra. Más tarde alcanza la base de un árbol. Al encontrarse con el árbol, la enredadera pasa a ser *negativamente* geotrópica y *positivamente* fototrópica, como la mayoría de las plantas, y asciende por el tronco en busca de la luz. Durante esta fase empiezan a salirle hojas que presentan una forma característica. A medida que asciende por el árbol, donde la intensidad de la luz es mayor, la forma de las hojas y la distancia entre éstas se modifica, y las flores hacen su aparición. Un poco más arriba, la enredadera se enrolla en las ramas del árbol, la forma de sus hojas cambia nuevamente y vuelve a ser *positivamente* geotrópica y *negativamente* fototrópica; a partir de este momento cuelga de las ramas y empieza a crecer hacia el suelo. Si tropieza con una rama inferior, comienza de nuevo una fase intermedia, y cuando llega al suelo reanuda su ciclo desde el principio. Así pues, en función de la intensidad de la luz y de la altura del árbol, la enredadera experimenta diversos cambios entre una y otra etapa.

En segundo lugar, el desarrollo de la mayoría de los organismos es consecuencia de una interacción única entre su estado interno y el medio externo. La historia de la vida de un organismo está condicionada en todo momento por la contingencia, que supedita toda fase de desarrollo posterior al estado anterior y a las influencias ambientales. Sencillamente, un organismo es el resultado único de sus genes y de los distintos entornos por los que ha pasado en el curso del tiempo, y no hay modo de saber con antelación, a partir de la secuencia de ADN, cómo será dicho organismo más que a grandes rasgos. En todos los entornos conocidos las leonas paren leones y las ovejas corderos, pero no todos los leones son iguales.

El resultado de esta contingencia, que produce variaciones entre organismos individuales, puede ilustrarse muy bien con un experimento clásico de la genética botánica⁵. El experimento se realizó en California y consistió en recoger varios especímenes de la planta *Achillea* y cortar cada uno de ellos en tres partes. A continuación se volvió a plantar una de estas partes a baja altitud (30 m sobre el nivel del mar), otra a altitud media (1.400 m) y la tercera en las montañas (3.500 m). Cada uno de los esquejes produjo nuevas plantas. El resultado se refleja en la ilustración (en pág. 111). La parte inferior del dibujo muestra el crecimiento de las siete plantas a baja altitud, dispuestas en orden decreciente en función de su altura. En la segunda hilera aparecen las mismas plantas cultivadas a altitud media, y en la hilera superior las cultivadas a máxima altitud. Las tres plantas de cualquier columna vertical son genéticamente idénticas, porque han crecido a partir de tres esquejes de la misma planta original y llevan por tanto los mismos genes.

⁵ J. Clausen, D. D. Keck y W. W. Hiesey, «Environmental Responses of Climatic Races of *Achillea*», Carnegie Institution of Washington, Publication 581, 1958.

Está claro que no es posible predecir el crecimiento relativo de las plantas cuando el entorno se modifica. La planta más alta de las cultivadas a baja altitud presenta el nivel de crecimiento *más pobre* a altitud media, e incluso no es capaz de florecer. La segunda planta más alta de las cultivadas a gran altitud (planta 9) presenta una altura media a altitud media, pero es la segunda *más pequeña* de las cultivadas a baja altitud. En conjunto, no cabe hacer previsión alguna cuando pasamos de un entorno al siguiente. No existe un tipo genético «mejor» o «más grande». Si bien no podemos cortar a las personas en pedazos y hacerlas crecer en diferentes entornos, todo organismo experimental que permita duplicar su constitución genética y comparar a los individuos resultantes en diferentes entornos ofrece resultados similares a los de la *Achillea*.

Los cambios en el desarrollo de los organismos no se agotan en la interacción entre genes y entorno. Todos los organismos «simétricos» desarrollan asimetrías que varían de un individuo a otro. Las huellas dactilares de la mano izquierda y de la derecha de cualquier ser humano son distintas. Una mosca de la fruta -no mayor que la punta de un lápiz- que ha crecido en el interior de un frasco presenta un número de antenas sensoriales diferente en el lado izquierdo y en el derecho; algunas moscas tienen más en el lado izquierdo y otras más en el lado derecho. Las diferencias son tantas como moscas hay. Pero los genes de la mosca son los mismos a uno y otro lado, y parece absurdo pensar que la temperatura, la humedad o la concentración de oxígeno fuese diferente a derecha e izquierda de este insecto diminuto. La variación es resultado de los acontecimientos aleatorios ocurridos durante la fase de división y movimiento de las células individuales que producen las antenas, un fenómeno conocido como «ruido evolutivo». Este ruido es una característica universal de la división y del movimiento celular y desempeña ciertamente una importante función en el desarrollo de nuestro cerebro. De hecho, una de las teorías más influyentes sobre el desarrollo del sistema nervioso central sitúa el crecimiento aleatorio y la conexión de las células nerviosas en la base del proceso completo⁶. Sencillamente no sabemos hasta qué punto las diferentes capacidades cognitivas que presentan los distintos seres humanos son fruto de una diferencia genética; hasta qué punto es resultado de la experiencia vital; o hasta qué punto son consecuencia del ruido evolutivo. Yo no puedo tocar la viola como Pinchas Zukerman, y tengo serias dudas de que, aunque hubiese empezado a estudiar a los cinco años, fuese capaz de tocar como él. Él y yo tenemos diferentes conexiones nerviosas; algunas de estas diferencias estaban ya presentes cuando nacimos, pero ello no demuestra que seamos genéticamente distintos en este sentido.

⁶ La teoría selectiva de la formación del sistema nervioso central es explicada por G. Edelman en *Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection* (Basic Books, 1989).

Pese a que las diferencias ambientales y aleatorias son sin duda notables, la biología del desarrollo experimentó un importante progreso como ciencia al aferrarse a la metáfora del desdoblamiento, pero centrándose sólo en los problemas derivados de la ignorancia de las causas externas e indeterminadas. Los biólogos experimentales se concentran de lleno en las diferencias que se observan entre la parte delantera y la parte trasera de un animal, y en por qué los cerdos no tienen alas, problemas que, en efecto, pueden abordarse desde el interior del organismo y que conciernen a algunas de las propiedades generales de la maquinaria. Dado que la elaboración de «esquemas conceptuales de elevada generalidad» es la marca del éxito científico, ¿qué biólogo se apartará del largo camino hasta Estocolmo para lanzarse al abismo de la variación individual? Nuestros esquemas conceptuales condicionan no sólo las respuestas que damos a determinadas preguntas, sino también la formulación de aquellas preguntas que puedan ser «interesantes».

El mayor triunfo de la biología decimonónica consistió en ofrecer una explicación mecanicista y materialista de la vida en su conjunto. La palabra «evolución» significa, literalmente, desarrollo de una historia inmanente. De hecho, algunas teorías predarwinianas respondían a esta metáfora; la más influyente de todas ellas fue la formulada por Karl Ernst von Baer al fusionar la embriología y la evolución en su noción de *recapitulación*. De acuerdo con este esquema, los organismos avanzados pasan, a lo largo de su desarrollo individual, por una serie de etapas en las que son idénticos a sus ancestros adultos menos evolucionados. Esto es, su desarrollo recapitula su historia evolutiva. La evolución progresiva consiste así en la acumulación de

nuevas etapas, pero todas las especies pasarán por las etapas anteriores en el curso de su transformación de embrión en organismo adulto. De hecho, es cierto que en una temprana fase embrionaria tenemos branquias, como los peces, conexiones entre ambos lados del corazón, como los anfibios, y colas, como los perros, pero estos rasgos desaparecen a medida que maduramos, de tal modo que nuestra historia individual contiene ciertamente las huellas de nuestra evolución.

La teoría darwiniana supuso una ruptura radical con esta visión internista. Darwin aceptó plenamente la contingencia de la evolución y construyó una teoría en la que tanto las fuerzas internas como las externas desempeñaban una función, pero de un modo asimétrico y alienado. El primer paso de esta teoría es la absoluta separación causal entre lo interno y lo externo. Según Lamarck -comprometido con la herencia de las características adquiridas y la incorporación de lo externo al organismo como consecuencia de la propia lucha de éste-, no existe una separación clara entre lo que está dentro y lo que está fuera. La radical diferencia establecida por Darwin con respecto a Lamarck consistió en distinguir claramente entre interior y exterior, entre organismo y entorno, y entre las fuerzas que rigen el funcionamiento interno de los organismos y las fuerzas que gobiernan el mundo exterior. Según Darwin, algunos organismos poseen una serie de mecanismos exclusivamente internos que producen variaciones en sus características hereditarias. En términos modernos, se trata de mutaciones genéticas que controlan el desarrollo. Estos cambios no son inducidos por el entorno, sino producto aleatorio e independiente de los dictados del mundo exterior. Al mismo tiempo, existe un mundo exterior, construido por fuerzas autónomas y ajenas a la influencia del organismo, que establece las condiciones para la supervivencia y para la reproducción de las especies. El mundo interior y el mundo exterior se enfrentan así a lo largo del proceso selectivo de supervivencia y desarrollo diferencial de aquellas formas orgánicas que mejor se adaptan, por puro azar, al mundo exterior autónomo. Los que consiguen adaptarse sobreviven y se reproducen; los demás desaparecen. Muchos son los llamados y pocos los elegidos.

Éste es el proceso de *adaptación* en virtud del cual la colectividad llega a caracterizarse únicamente por aquellas formas que casualmente cumplen los requisitos previos de una naturaleza externa. La naturaleza plantea numerosos problemas a los organismos; éstos deben resolverlos o perecer. Su exigencia es clara: o lo tomas o lo dejas. Una vez más, la metáfora se corresponde con la teoría. Por «adaptación» entendemos la transformación y sintonización de un objeto para ajustarse a una situación determinada, como cuando los viajeros estadounidenses tuvieron que usar un adaptador para que sus maquinillas de afeitar y sus secadores de pelo funcionasen con el voltaje europeo. La evolución por adaptación es la evolución de los organismos impelidos por un mundo externo y autónomo a resolver problemas ajenos a ellos mismos, y cuya única esperanza reside en que la fuerza interna de la mutación aleatoria les proporcione una solución por puro azar. El organismo se convierte así en el nexo pasivo de las fuerzas internas y externas. Casi parece no ser responsable de su propia historia.

La diferencia entre entorno y organismo establecida por Darwin fue un paso necesario para la mecanización de la biología, y puso fin a una interpretación mística de lo interno y de lo externo carente de toda base material. Pero lo que en un momento es un paso necesario para la construcción del conocimiento puede constituir un obstáculo en otro momento. Si Lamarck se equivocaba al pensar que los organismos podían incorporar el mundo exterior a su herencia, Darwin se equivocaba al defender su autonomía. El entorno de un organismo no es un conjunto de problemas independiente y previo para el cual el organismo debe buscar soluciones, y ello porque los organismos no se limitan a resolver problemas, sino que los crean en primera instancia. Del mismo modo que no existe organismo sin entorno, tampoco hay entorno sin organismo. La «adaptación» es una metáfora equivocada y debe ser sustituida por un concepto más adecuado, como el de «construcción».

En primer lugar, si bien es cierto que existe un mundo externo cuya existencia es independiente de cualquier ser vivo, la totalidad de ese mundo no debe confundirse con el entorno de un organismo. La actividad de los organismos determina lo que para ellos es relevante. Construyen su entorno a partir de la yuxtaposición de fragmentos del mundo exterior. Delante de mi ventana hay una roca rodeada de hierba seca. Los papamoscas recogen la hierba para construir nidos en los aleros del tejado, pero la roca no es para ellos relevante, y no forma parte de su

entorno. Esta, sin embargo, es parte del entorno de los tordos, que la usan como yunque para romper la concha de los caracoles. No lejos de allí hay un árbol con un gran agujero en el tronco, donde anida un pájaro carpintero; pero el agujero no existe en el mundo biológico de los papamoscas o los tordos. Las descripciones que ofrecen los biólogos sobre el «nicho ecológico» de un organismo, por ejemplo, un pájaro, poseen una retórica sumamente reveladora. «El pájaro», dicen, «se alimenta de insectos voladores en primavera, mientras que en otoño come semillas. Construye un nido con hierba, ramas y barro, a unos sesenta o noventa centímetros del suelo, en la horquilla del árbol, y en él incuba tres o cuatro polluelos. Vuela hacia el sur cuando los días duran menos de doce horas»⁷.

⁷ El más atento observador de las aves no reconocerá un solo pájaro real en esta complicada historia de la vida.

Cada palabra ofrece una descripción de la vida del pájaro y no de la naturaleza autónoma. De hecho, sin describir al organismo es imposible juzgar los «problemas» planteados por la naturaleza para los cuales supuestamente existe. En sentido abstracto, volar es un problema potencial para todos los organismos, pero no existe para las lombrices que, *como consecuencia de los genes que llevan*, pasan su vida bajo tierra. Por tanto, al igual que la información necesaria para definir a un organismo no está únicamente contenida en sus genes, sino también en su entorno, del mismo modo los problemas ambientales del organismo son consecuencia de sus genes. Los pingüinos, que pasan gran parte de su vida bajo el agua, han modificado sus alas hasta transformarlas en aletas. ¿En qué estadio de la evolución de sus antepasados voladores la capacidad de nadar bajo el agua se convirtió en un «problema» de urgente solución? No lo sabemos, pero es posible que sus antepasados se viesen obligados a incluir la natación entre sus actividades principales antes de que la selección natural transformase sus alas en remos. Los peces deben nadar y los pájaros deben volar. El origen del vuelo tampoco está exento de problemas. Un animal que es incapaz de volar y al que de pronto le brotan unas alas rudimentarias no podrá elevarse del suelo, como podemos comprobar fácilmente si intentamos volar sacudiendo unas palas de ping-pong. La fuerza necesaria para alzar el vuelo aumenta lentamente a medida que la zona ocupada por las alas se hace mayor, y ello resulta imposible por debajo de determinado tamaño. Por otro lado, hasta las más pequeñas y finas membranas vibratorias pueden ser un mecanismo excelente para combatir el calor o absorberlo de la luz solar, y muchas mariposas emplean sus alas con este propósito. Hoy sospechamos que las alas no hicieron su aparición para resolver el problema del vuelo, sino que eran mecanismos para regular el calor que, cuando alcanzaban un tamaño adecuado, permitían elevarse a los insectos, lo que llegó a convertir el vuelo en un problema.

Puesto que los organismos crean su propio entorno, éste no puede definirse sino en presencia del organismo al que cobija. El uso de los mecanismos ópticos adecuados revela la existencia de una capa de aire caliente y húmedo que rodea a todos los seres vivos y que se mueve continuamente alrededor de nuestros cuerpos y sobre nuestras cabezas. Esta capa, presente en todos los organismos que viven en el aire, es resultado del calor y del agua que produce nuestro metabolismo. Lo cierto es que cada uno de nosotros lleva consigo su propia atmósfera. Si el viento arrastrase esta capa protectora, quedaríamos expuestos al mundo exterior y descubriríamos lo frío que es. Esto es lo que se conoce como «factor aire frío».

Todo intento de definir un entorno en ausencia de los organismos que lo habitan supone un gasto inútil para los contribuyentes y un engorro para los científicos. Algunos sugirieron que la lanzadera Marte debía incorporar un mecanismo para detectar la presencia de vida en este planeta. Este mecanismo estaría dotado de una lengua larga y viscosa capaz de desenrollarse, recoger el polvo y enrollarse de nuevo para situar el polvo bajo un microscopio que enviaría las imágenes a la Tierra. Es ésta una prueba morfológica que permite comprobar si hay vida. Si se observa una forma sugerente o se aprecia algún movimiento, hay vida. La propuesta fue desestimada y se optó por una prueba fisiológica.

La lanzadera Marte llevaba un aspirador lleno de líquido radiactivo. El polvo era absorbido por un tubo hasta llegar al líquido, donde una serie de detectores captaban la producción de dióxido de carbono radiactivo cuando los organismos marcianos metabolizaban el líquido contenido en el

aspirador. De hecho, los científicos pudieron observar desde la Tierra, llenos de éxtasis y asombro, cómo se producía el dióxido de carbono. Por desgracia, la producción de dióxido de carbono se interrumpió bruscamente, de un modo impropio de los cultivos bacterianos, y tras muchas discusiones se llegó a la conclusión de que no hay vida en Marte y de que las observaciones eran resultado de ciertas reacciones químicas en la superficie del polvo. El problema residía en que el experimento intentaba definir la vida en Marte a partir de un entorno basado en los entornos terrestres. Pero los entornos terrestres son resultado de los organismos terrestres. Hasta que no sepamos cómo son los organismos marcianos (si es que existen), no seremos capaces de construir entornos en los que atraparlos y detectarlos.

En segundo lugar, todo organismo, no sólo la especie humana, está sometido a un proceso constante de cambio en su entorno, en el curso del cual el organismo crea y destruye alternativamente sus propios medios de subsistencia. Ello forma parte de la ideología del movimiento ambiental, según la cual el ser humano es la única especie capaz de destruir el mundo en el que habita, mientras que la naturaleza permanece en un estado ideal de armonía y equilibrio si no es alterada. Lo único cierto de esta teoría es su romanticismo rousseauniano. Todas las especies consumen espacio y nutrientes y producen residuos tóxicos para sí mismas y para su descendencia. Todo acto de consunción es un acto de producción y todo acto de producción es un acto de consunción. Todos los animales, tras respirar el preciado oxígeno, exhalan dióxido de carbono, una sustancia venenosa para ellos, mas no para las plantas, que se alimentan de él. Como Mort Sahl observó en cierta ocasión, por más crueles e insensibles que seamos, cada vez que respiramos hacemos feliz a una flor. Todo organismo priva de espacio a sus semejantes y, cuando se alimenta y realiza su digestión, produce residuos tóxicos en su entorno.

En algunos casos, y como resultado de su funcionamiento normal, los organismos hacen imposible la vida para su descendencia. Cuando las pedregosas granjas de Nueva Inglaterra quedaron abandonadas a partir de 1840, durante la gran migración al oeste, los campos no cultivados fueron ocupados primero por la hierba y más tarde por los pinos blancos. A comienzos de la década de 1900 se creyó que los pinos podían ser una importante fuente de ingresos, por su madera y su pulpa, pero su reproducción resultó imposible y se observó que su madera se endurecía rápidamente cuando se talaban y lentamente cuando se dejaban intactos. El problema consiste en que estos pinos no soportan la sombra y no pueden crecer en un bosque, ni siquiera en un bosque de pinos. Los pinos adultos crean una condición hostil para su propia descendencia, de tal modo que sólo unas cuantas semillas logran sobrevivir como especie, del mismo modo que los hijos de los campesinos europeos de los siglos XVIII y XIX colonizaron nuevos espacios en los que vivir libres de la opresión de sus progenitores. Pero todos los organismos crean también las condiciones necesarias para su existencia. Los pájaros construyen nidos, las abejas, colmenas, y los topos, madrigueras. Las raíces de las plantas modifican la textura del suelo y generan productos químicos que favorecen el crecimiento de hongos simbióticos, de los que se alimenta la planta. Las hormigas de los hongos de jardín recolectan y comen hojas, germinándolas con las esporas de los hongos que les sirven de alimento. Todas las especies crean y recrean permanentemente, de un modo tanto beneficioso como perjudicial, sus propias condiciones de vida, su propio entorno.

Se podría objetar que algunos elementos importantes del mundo exterior llegan a introducirse en los organismos en virtud de las propias leyes de la naturaleza. A fin de cuentas, la gravitación seguiría siendo un hecho aun cuando Newton jamás hubiese existido. Pero la relevancia que las fuerzas externas, incluso la gravitación, tienen para un organismo, está codificada en sus genes. Vivimos sometidos a la presión de la gravedad y desarrollamos pies planos y malformaciones en la espalda como consecuencia de nuestro gran tamaño y de nuestra postura erecta, características estas contenidas en los genes que hemos heredado. Las bacterias, que viven en un medio líquido, no experimentan la acción de la gravedad, pero están sujetas a otra fuerza física de carácter «universal»: el movimiento browniano. Como son tan pequeñas, se ven arrastradas por los caprichosos movimientos térmicos de las moléculas en el medio líquido, una fuerza que, por fortuna, no nos hace a los seres humanos salir despedidos de un lado a otro de la habitación. Todas las fuerzas naturales operan efectivamente en campos de tamaño y de distancia variables, de tal suerte que los organismos, a medida que crecen y evolucionan, pueden verse sometidos a la acción de uno u otro campo de fuerzas. Todos los organismos

conocidos han evolucionado y deben sobrevivir en una atmósfera que contiene un 18 por ciento de oxígeno, un elemento extremadamente reactivo y muy poderoso desde el punto de vista químico. Pero los primeros organismos no tuvieron que vérselas con el oxígeno puro, inexistente en una atmósfera original con altos niveles de dióxido de carbono. Son los propios organismos quienes han producido el oxígeno, mediante la fotosíntesis, y reducido el dióxido de carbono a su porcentaje mínimo actual, almacenándolo en enormes depósitos de caliza, de carbón y de petróleo. La evolución debe entenderse así como una evolución de organismos y de sus respectivos entornos en la que todo cambio orgánico es a un tiempo causa y efecto de los cambios ambientales. El mundo interior y el mundo exterior están pues íntimamente relacionados, y el organismo es tanto producto como escenario de esa interacción.

La visión constructivista del organismo y del entorno tiene importantes consecuencias para la actividad humana. No es posible basar un movimiento racional del entorno en la necesidad de salvar dicho entorno, que, en cualquier caso, no existe. Es evidente que nadie desea vivir en un mundo más sucio que el actual, en el que la vida sea aún más pobre, solitaria, desagradable, brutal y breve de lo que hoy es. Pero este deseo no llegará a materializarse por la imposible exigencia de que los seres humanos dejen de cambiar el mundo. Rehacer el mundo es la característica universal de todos los seres vivos y está indisociablemente ligada a su naturaleza. Lo que debemos hacer es decidir en qué tipo de mundo queremos vivir y dirigir así el proceso de cambio del modo más favorable para alcanzar este ideal.

Escalas y conos:

La evolución limitada por el uso de iconos canónica

Stephen Jay Gould

I. Culturas de presentación y el papel de la iconografía

Como los últimos años de este milenio estarán marcados por una preocupación y un respeto crecientes hacia el pluralismo étnico y cultural -«esa condición individual e idéntica reconocida por las leyes de la naturaleza y de la naturaleza de Dios para los seres vivos»-, «el respeto hacia las opiniones del género humano» (echando mano de la cita de un estadounidense de raza blanca ya fallecido) debería urgirnos también a reseñar las notables diferencias que separan a nuestras comunidades académicas. La disparidad de fondo entre las artes y las ciencias ha sido ampliamente discutida y lamentada, especialmente por C. P. Snow en su *Two Cultures*, pero pocos han sabido documentar, o siquiera mencionar, las profundas diferencias (en modo alguno anecdóticas o superficiales) de estilo y de modo de presentación.

Consideremos, por ejemplo, el importante foro académico de los congresos profesionales: una plataforma de lanzamiento esencial para casi cualquier carrera académica. Las dos diferencias fundamentales entre los estilos de presentación humanístico y científico se me antojan extraordinariamente irónicas. Según los estereotipos que todos conocemos, el discurso científico puede tener un contenido empírico, pero carece a menudo de gracia lingüística o de capacidad comunicativa, mientras que los humanistas, en el mejor de los casos, encandilan a su audiencia con pensamientos «nunca mejor expresados», aun cuando el diezmilésimo análisis del soneto número cien de Shakespeare no ofrezca un solo dato auténticamente novedoso sobre su contenido. Y, sin embargo -de ahí mi sensación de ironía-, las dos diferencias fundamentales entre estas profesiones ponen de manifiesto la intuición superior de los científicos en lo que a uso del lenguaje y del estilo de comunicación se refiere.

En primer lugar, los humanistas casi siempre leen sus discursos (y suelen leerlos mal, con la cabeza hundida entre los papeles y una inflexión anodina y en absoluto adecuada para la presentación oral). Los científicos rara vez leemos; estudiamos detenidamente el orden o la lógica del argumento, hacemos esquemas y anotaciones, y hablamos de manera improvisada. Siempre he pensado que la superioridad de este tipo de exposición oral era evidente. En primer

lugar, a efectos prácticos, la estrategia del científico es mucho más rápida y no por ello menos cuidadosa (gran parte de los documentos escritos por los humanistas no están concebidos para su posterior publicación y en realidad suponen una pérdida de tiempo).

En segundo lugar, el discurso improvisado resulta mucho más atractivo y directo que el estilo insulso e indeciso que casi siempre emplean quienes leen sus trabajos. Soy consciente, claro está, de que un lector hábil puede superar estos obstáculos respetando algunas reglas bastante sencillas (como, por ejemplo memorizar una frase para poder mirar al público), pero lo cierto es que son pocos los que leen bien, y el aburrimiento que produce una mala lectura hace que la torpeza acumulativa generada por la dudosa gramática de los académicos sin dotes para el discurso improvisado resulte aún más insufrible. Admito, dicho sea de paso, que muchos humanistas emplean la estrategia de la lectura por puro temor, porque el estilo es su *summum bonum*, y antes que incurrir en un error gramatical prefieren resultar aburridos e incluso incomprendidos (mientras que los científicos, que no se ven sometidos al juicio de sus colegas por su estilo literario, optan por una mejor comunicación, aun a riesgo de cometer errores gramaticales).

Pero, en tercer lugar y ante todo, la lengua hablada y la lengua escrita son absolutamente distintas, y los humanistas deberían saberlo mejor que nadie. Los discursos pensados para ser transmitidos oralmente no suelen funcionar sobre el papel impreso («Tengo un sueño», de Martin Luther King, es uno de los mejores discursos del siglo XX, pero, al igual que sucede con la poesía oral, basada en la repetición rítmica, suena torpe al leerlo de corrido). Las diferencias son numerosísimas. Baste citar sólo una: el discurso oral requiere una estructura cíclica estudiadamente repetitiva, pues los hechos se presentan de manera lineal y la audiencia no puede volver atrás, mientras que los documentos escritos pueden ser más secuenciales y menos redundantes, dado que el lector puede detenerse para consultar un pasaje anterior. (En el curso de los años he descubierto que la redundancia en un buen discurso improvisado resulta desalentadora cuando leemos la transcripción de ese mismo discurso. «¿Dije semejante tontería?», se pregunta uno; y sin embargo la exposición fue buena.)

Otra diferencia importante entre el discurso humanista y el discurso científico es que los científicos suelen mostrar diapositivas (o cualquier otro tipo de material gráfico), mientras que los humanistas confían únicamente en el texto (con la excepción de la historia del arte, donde el uso simultáneo de dos proyectores es casi obligado). Los proyectores están invariablemente presentes en cualquier charla científica. Jamás se me ocurriría tener que pedir uno; doy por sentado que el aparato estará en la sala. Por eso, a veces me olvido de que es imprescindible solicitarlo cuando doy una charla ante un grupo de humanistas (normalmente en salas sin pantalla y sin posibilidad de cubrir las ventanas). En tres embarazosas ocasiones me encontré con que no había proyector en la sala (las diapositivas eran indispensables para mi exposición), y en los tres casos tuve que lanzar un S.O.S. a un colega del departamento científico para conseguir un proyector y una pantalla.

Esta notable diferencia puede aplicarse incluso a charlas humanísticas sobre temas explícitamente visuales. Hace poco asistí a una conferencia celebrada en París con ocasión del bicentenario del Museo de Ciencias Naturales. Todos los ponentes conmemoraron a los grandes científicos (como Cuvier y Lamarck) y hablaron con detalle de sus presentaciones públicas y de la importancia de su estética, pero casi ninguno mostró una sola imagen.

¿Por qué los científicos comprenden la importancia de las imágenes mientras que la mayoría de los humanistas acepta sin más la hegemonía de la palabra? Las publicaciones académicas en el terreno de las humanidades desprecian por lo general la imaginaria de muy diversas maneras. Hay auténticos mamotretos en los que no aparece una sola imagen, ni siquiera un mero retrato del personaje central de una narración. Las imágenes, si es que están presentes, suelen ser meramente «ilustrativas», en el sentido peyorativo y marginal del término; por lo general se incluyen en capítulos aparte, separadas del texto principal y como elementos subsidiarios.

Pero las imágenes son vitales para nosotros. Biológicamente hablando, los primates son quíntaesencialmente animales visuales entre los mamíferos (basta con observar la clásica

imagen de un cerebro humano para comprobar la gran cantidad de córtex cerebral destinado a nuestra capacidad de visión). Muchos de nuestros juicios sobre cuestiones sociales, especialmente nuestras emociones, están basados en imágenes. ¿Qué sería del patriotismo sin la Estatua de la Libertad, el Espíritu del 76 y la izada de bandera en el monte Surabachi? Y ¿cómo entender la cultura estadounidense moderna sin Marilyn Monroe sobre el respiradero del metro o Joe DiMaggio con el bate?

Desde el punto de vista académico es mucho lo que se puede aprender a partir del estudio de la imagen (incluso de su desprecio). Los humanistas, que aceptan la palabra como explícita moneda de cambio, escrutan los textos con sumo cuidado y dedican gran parte de su atención a eliminar posibles sesgos y a aclarar argumentos. Y como generalmente consideran que la iconografía es algo superfluo, las razones que determinan tanto la elección como la forma de las imágenes son menos conscientes que las de los científicos —y en consecuencia estas imágenes llevan implícitas ciertas tendencias personales y sociales.

Siento especial curiosidad por la cuestión de los «iconos canónicos», es decir, la imaginería tradicional relacionada con conceptos clave de nuestra vida intelectual y social. Nada hay más inconsciente, y por ende más influyente mediante su efecto subliminal, que una imagen amplia y tradicionalmente usada para un asunto, que, en teoría, podría representarse visualmente de cien maneras distintas, algunas de ellas con implicaciones filosóficas notablemente dispares. La sorpresa que produce una imagen distinta puede ser reveladora: al instante comprendemos hasta qué punto estábamos coaccionados por el icono canónico, pese a no haber reparado nunca en ello. Yo mismo, siendo como soy judío y careciendo como carecía de interés por este asunto, quedé muy impresionado al contemplar por primera vez la imagen imberbe del cristo bizantino (y comprendí que en realidad no sabíamos nada sobre la apariencia -y muy poco sobre la existencia- del Jesús histórico).

Este ensayo se ocupa de la imaginería canónica de mi propia profesión: la evolución y la historia de la vida. No conozco otro asunto más distorsionado por los iconos canónicos que éste; este tipo de imágenes son un reflejo de nuestras preferencias sociales y de nuestras esperanzas psicológicas, más que de los datos paleontológicos o de las tesis darwinianas. El carácter coercitivo de las imágenes estándar reviste especial importancia en el terreno de la ciencia, donde casi todas las principales teorías poseen su propio icono característico. Consideremos, por ejemplo, la representación estándar del sistema solar copernicano (o la versión kepleriana con las órbitas corregidas), y reconoceremos de inmediato que el átomo de Bohr se convirtió en el microcosmos de este icono macrocósmico. La geometría cartesiana del icono celeste puede ser adecuada desde un punto de vista empírico, pero el hecho de dibujar los electrones como planetas que giran en torno a los neutrones y protones de un universo heliocéntrico no ofrece una representación exacta del mundo atómico.

II. La escala o la marcha lineal de la evolución

La más grave y convincente de las falsas interpretaciones de la evolución consiste en equiparar este concepto con cierta noción de progreso, por lo general inherente y previsible, que conduce hasta una cima humana. Pero lo cierto es que ni la teoría evolutiva ni el actual registro fósil de la vida respaldan tal idea. La selección natural darwiniana sólo produce la adaptación a entornos locales cambiantes, pero no proporciona un esquema global del progreso. Podemos interpretar esta adaptación local como una «mejora» de una circunstancia determinada (el elefante peludo que se convierte en mamut soporta mejor los períodos de glaciación), pero una cadena histórica de adaptaciones locales secuenciales no da como resultado una historia de progreso continuo. (El vector del cambio climático varía efectivamente a lo largo del tiempo; así pues ¿por qué habrían de mejorar las criaturas, en términos generales, ajustando estos vectores mediante la selección natural?) Además, por cada adaptación local obtenida gracias a la creciente complejidad de determinada definición se encuentra otra solución local igualmente satisfactoria, que es fruto de la «degeneración» morfológica o conductual. (Basta con observar los numerosos parásitos que, protegidos de las inclemencias externas, se transforman en poco más que depósitos alimentarios y tejido reproductivo en el organismo al que parasitan; y, sin embargo, los parásitos tienen tantas expectativas de éxito evolutivo como sus huéspedes.)

En lo que se refiere al registro fósil, el modelo unicelular, vigente durante casi tres mil millones de años, dio paso a la aparición de los principales grupos pluricelulares en un breve período de cinco millones de años (la famosa «explosión cámbrica» que tuvo lugar hace 535-530 millones de años), lo que resta crédito a cualquier teoría de avance lento y sostenido. Como mucho podríamos afirmar que unas cuantas especies pasaron a ocupar la esfera, originalmente vacía, de la complejidad anatómica (puesto que la vida tuvo que surgir en el límite inferior de su concebible y preservable complejidad, esto es, como diminutas, simples e independientes células). Pero, qué duda cabe, estas primeras y más sencillas células, las bacterias y sus aliados, siguen siendo los seres vivos más numerosos y resistentes. Y si insistimos en las especies pluricelulares, aproximadamente el 80 por ciento de ellas son insectos, y estas criaturas, con enormes expectativas de vida, no han mostrado vectores de mejoría convincentes en los últimos trescientos millones de años.

Este problema conceptual ha impregnado la biología evolutiva desde los tiempos de Darwin. La propia palabra «evolución», que denota un cambio biológico a lo largo del tiempo, entró en nuestro vocabulario a partir del uso más general que de ella hiciera Herbert Spencer (aplicable a la cosmología, la economía y otras muchas disciplinas históricas) para manifestar su firme convicción en «el progreso universal, sus leyes y sus causas». El propio Darwin había evitado conscientemente el término en la primera edición de *El origen de las especies*, optando por describir el cambio biológico como una «transformación regresiva». A pesar de que con ello se desmarcaba del resto de los biólogos del siglo XIX, Darwin no interpretó el cambio evolutivo como algo inherentemente progresivo.

Así pues, la errónea equiparación de evolución y progreso denota una tendencia sociocultural más que una conclusión biológica, y no hace falta mucha perspicacia para localizar el origen de esta tendencia en el anhelo del ser humano de situarse en el vértice de la historia de la vida, como dueño y señor de la Tierra, por derecho propio y necesidad biológica. Esta falsa noción de la evolución mantiene una intensa complicidad con uno de los iconos canónicos más comunes para representar cualquier concepto científico: la marcha o la escala del progreso evolutivo. La versión clásica de este icono -ampliamente usado por la cultura popular en la publicidad y en el humor gráfico, pero también presente en libros de texto y en exposiciones museísticas- muestra una secuencia lineal de formas que avanzan de izquierda a derecha, en el sentido de la lectura (aunque el único ejemplo israelí que he encontrado, un anuncio de Pepsi, se representa de derecha a izquierda). La secuencia puede ser global, empezando por una ameba y terminando con un hombre blanco vestido con traje y corbata (lo que a su vez denota otra forma de iconografía sesgada); o más reducida, empezando por un simio encorvado y terminando con un humano erecto. Este uso de secuencia es, claro está, una parodia. La mayoría de las personas cultas comprenden que la evolución no es una mera línea continua. Pero la caricatura funciona, a pesar de todo, pues epitomiza, mediante la simplificación y la exageración, la esencia de lo que muchos entienden por evolución; en una palabra, progreso.

La marcha del progreso ha sido objeto de una asombrosa variedad de usos, principalmente en el terreno del humor comercial. Creo que ningún otro concepto científico puede captarse tan rápida y fácilmente -aunque en este caso la malinterpretación resulta casi perversa- mediante un icono canónico. Analicemos sólo dos ejemplos de los cientos que he estudiado. El primero (figura 1 [véanse págs. 134-135]) es uno de los favoritos de la industria informática. Se propone transmitir el mensaje de que los productos de esta empresa son cada vez más pequeños y más baratos, y para ello muestra a un chimpancé, encorvado por el peso de un ordenador industrial, que evoluciona hasta convertirse en un hombre blanco, ataviado con chaqueta y corbata, con su PowerBook bajo el brazo. Abundan también las variantes regionales, como el chiste aparecido en *The New Yorker* de la figura 2 (véase pág. 136) (mi ejemplo californiano muestra la evolución de los bañadores a lo largo del tiempo).

El poder del icono (y la facilidad con que se reconoce éste) se aprecia tal vez mejor por medio de numerosas parodias (de la primera parodia) que nunca yerran en su objetivo de ser comprendidas de inmediato. En uno de los chistes gráficos de Frank y Ernie, por ejemplo, la secuencia se presenta de izquierda a derecha: desde un pez en el mar hasta un acantilado, en cuya cima se encuentra Frank con una caña de pescar en la mano; Frank está a punto de atrapar un pez idéntico al que aparece en el extremo opuesto de la secuencia. En mi ejemplo favorito, una

ilustración titulada «La educación en Estados Unidos», aparecen cuatro monos, con orejas de burro e idénticos entre sí, que forman una sola línea. Seguramente un icono cobra fuerza, y se convierte en una imagen canónica, cuando la comprensión de la parodia se basa en la ausencia de la imagen original y el concepto contrario queda codificado en la imagen que en realidad se muestra.

III. La versión culta de la escala

Es fácil caer en la tentación de despreciar las versiones populares como falsas creencias propias de una cultura de masas y científicamente iletrada, error este en el que no incurrirían tan fácilmente las personas cultas o los legos con buenos conocimientos científicos. Sin embargo, la versión de la iconografía evolutiva más acertada de la que hoy disponemos, desuñada a un público más exquisito, presenta exactamente los mismos errores -de un modo más sutil, pero también más global-. Le estoy muy agradecido al historiador de la ciencia Martin J. S. Rudwick por el análisis de . la iconografía culta que ofrece en su magnífico libro sobre la iconografía de la vida prehistórica, *Scenes from Deep Time* (University of Chicago Press, 1992). Rudwick concluye su investigación con un relato sobre el *establishment* del género en el siglo XIX; yo he ampliado el análisis hasta nuestros días.

Las versiones cultas de esta iconografía ofrecen series pictóricas de la historia de la vida dispuestas en orden geológico secuencial: una para el cámbrico, otra para el ordovícico, y así sucesivamente. Dicho de otro modo, no vemos escenas aisladas de un momento determinado de la vida prehistórica, sino representaciones de la historia de la vida dispuestas secuencialmente en su correcto orden geológico. La demanda de este tipo de representaciones ha sido escasa -sobre todo en los murales de los museos y en los libros ilustrados, aunque en nuestra generación ha aparecido por primera vez un modesto mercado artístico de pinturas de la vida prehistórica.

Por lo demás, este género sólo pudo surgir a mediados del siglo XIX, y ello por dos razones. En primer lugar, no hubo reconstrucciones fiables de vertebrados fósiles hasta la aparición de la obra de Cuvier, en 1812. En segundo lugar, la cronología geológica no se estableció correctamente hasta las décadas de 1840 o 1850. Como resultado de estas limitaciones temporales y de mercado, la iconografía culta de pinturas secuenciales de la historia de la vida es modesta y abarcable. No es necesario tomar una muestra de un amplio universo estadístico; en realidad, basta con analizar los principales ejemplos para hallar una serie de características comunes y de diferencias.

La primera conclusión que cabe extraer del estudio de las series más representativas es que no existen variaciones esenciales. Los mismos errores están codificados en todos los ejemplos de un modo misteriosamente común, lo que pone de manifiesto el asombroso poder de la iconografía canónica para imponer la estrechez de miras y los prejuicios sobre cualquier tema. Rudwick demuestra que la primera serie de litografías relevantes fue realizada por Édouard Riou (1833-1900) -también litógrafo de Julio Verne- para un libro sobre la historia de la vida escrito por el divulgador francés Louis Figuier (1819-1894) titulado *La Terre avant le déluge*, que vio la luz en 1863. (Una versión anterior fue la publicada en 1851 por el paleobotánico alemán F. X. Unger bajo el título de *Die Umwelt in ihren verschiedenen Bildungsperioden*; pero la obra de Unger, que apareció en una edición muy reducida y cara -centrada básicamente en las plantas y con escasas representaciones de animales-, tropezó con otro de nuestros prejuicios provincianos, y el interés por su trabajo se vio considerablemente reducido.)

Hasta la generación actual, y a lo largo de todo el siglo XX, los retratistas de la historia de la vida estuvieron dominados por la figura del gran artista y naturalista estadounidense Charles R. Knight (1874-1953) que acaparó prácticamente este género desde la década de 1920 y hasta el momento de su muerte. Knight realizó los principales murales para diversas instituciones del país: New York's American Museum of Natural History, Chicago 's Field Museum y Los Angeles's tar pits museum, entre otros. Posteriormente, en la década de los cincuenta, un dúo de checos formado por el artista Zdenik Burian y el paleontólogo Joseph Augusta publicó una serie de libros de gran formato con ilustraciones en color, poniendo por primera vez en entredicho la

hegemonía de Knight.

El dominio de esta tradición iconográfica por la falacia del progreso resulta aún más sorprendente aquí que en el caso de las familiares escalas de la imaginería popular -porque todas las pinturas, sin excepción, muestran la misma secuencia (que conduce, siquiera pasivamente, a la convicción de que tales escenas representan la historia de la vida y no un camino posible entre cientos de caminos posibles y aún por describir) y porque el sesgo de la iconografía queda enmascarado por una mayor sutileza en la presentación—. Tanto este sesgo como su carácter constante saltan a la vista al comparar la serie original de Figuiet, de 1863, con el ejemplo más destacado del siglo XX, la serie realizada por Charles R. Knight para la *National Geographicon* 1942 y titulada *Parade of Life Through the Ages*.

El sesgo del progreso ha llevado a todos estos artistas a representar la historia de la vida como una secuencia progresiva que va desde los invertebrados marinos hasta el *Homo sapiens*. La diversificación y la estabilidad, cuestiones clave de la historia natural, quedan completamente suprimidas, y la pequeña senda que conduce hasta el ser humano viene a sustituir de este modo a la historia completa de la vida. (Las objeciones serían menores si estos artistas manifestasen explícitamente la intención de mostrar, en el árbol evolutivo, la trayectoria que condujo hasta los seres humanos; en tal caso sólo los acusaríamos de provincianismo. Pero basta con echar un vistazo a los títulos y leer los textos para comprobar que estos artistas afirman pintar *la* historia de la vida. La obra de Figuiet lleva por título *La Terre avant le déluge*, mientras que la de Knight se titula *Parade of Life Through the Ages*.)

El mundo de los invertebrados domina el primer gran período de la historia de la vida geológica y, sin embargo, los invertebrados merecen sólo dos o tres láminas (de un total de treinta a sesenta; véase la figura 3 [véase pág. 137] para la versión de Figuiet y la figura 4 [véase pág. 138] para la de Knight). La lámina de Figuiet muestra otro interesante sesgo iconográfico -aunque en este caso sería preferible hablar de tradición-, al representar a los invertebrados abandonados en la costa y no *in situ*, como los veríamos en un acuario.

Esta errónea visión se impuso durante largo tiempo en la iconografía occidental y no fue sustituida por la visión *in situ*, más satisfactoria, hasta que la fiebre del acuario, que estalló entre las décadas de 1840 y 1850, convirtió el nuevo enfoque en algo familiar para todo el mundo. Incluso lo «evidentemente objetivo» puede ser más cuestión de convención artística que de «pura verdad».

Creo que no pondría tantos reparos a la escasez de láminas de «sólo invertebrados» si al menos estas criaturas figurasen en las demás pinturas junto a los nuevos vertebrados. Pero desde el momento en que aparecen los peces, no volvemos a ver un invertebrado (salvo en segundo plano y sólo ocasionalmente). ¿Cómo es posible justificar una visión tan estrecha? Los invertebrados no desaparecieron sólo porque aparecieran los peces. Su evolución no se detuvo cuando empezó la historia de los peces. Cuatrocientos millones de años de historia de los invertebrados quedan sencillamente barridos de un plumazo en la representación convencional de la vida a lo largo de las distintas épocas. En este inmenso lapso de tiempo transcurre la mayor parte de la historia de los organismos pluricelulares y en él tuvieron lugar acontecimientos tan fascinantes como la extinción de un 95 por ciento del total de las especies en el período pérmico, hace unos doscientos veinticinco millones de años.

Los peces tampoco han corrido mejor suerte. Desde el momento en que aparecen los primeros vertebrados terrestres, los artistas no vuelven a pintar un solo pez. Pero los peces representan hoy día más de la mitad del conjunto de las especies vertebradas, y su evolución tuvo lugar principalmente tras la aparición de los primeros vertebrados terrestres. La mayoría de los peces modernos pertenece al grupo de los teleósteos, o peces de esqueleto altamente osificado. Ahora bien, los teleósteos no evolucionaron hasta mucho después de que aparecieran los anfibios y los reptiles. Este acontecimiento crucial en la evolución de los vertebrados -pues representa el origen de más de la mitad del total de las especies de vertebrados vivos— no es reseñado en ningún momento por la iconografía canónica. ¿Podemos llamar a esto la historia de la vida o es más bien una secuencia inconexa de animales considerados «superiores» porque, bien por su

genealogía, bien por su complejidad, se aproximan más a los seres humanos con el paso del tiempo, lo que de hecho pone de manifiesto el peso de los prejuicios?

La secuencia canónica pasa posteriormente de los anfibios a los dinosaurios, representados generalmente en combate mortal (compárense las torpes criaturas representadas por Figuiet en la figura 5 [véase pág. 139] con los dinosaurios, más ágiles, de la figura 6 [véase pág. 140] de Knight, pese a la similitud de pose y actividad). Una lámina canónica de la era de los dinosaurios puede ser la excepción que confirma la regla. Si bien los peces desaparecen de la iconografía desde la aparición de los vertebrados terrestres, la convención accede a representar otra escena marina de la época de los dinosaurios -aunque los únicos animales representados son reptiles marinos (ictiosaurios, plesiosáuridos y mosasáuridos), nunca peces. Dicho de otro modo, es lícito dibujar miembros de los grupos «superiores» que regresan a su hábitat de origen, pero nunca las formas ordinarias y supuestamente desbancadas de estos reinos.

Y es así como la secuencia prosigue su familiar trayectoria desde los dinosaurios hasta el hombre, pasando por los mamíferos (nótese la similitud, en lo que a indumentaria y ferocidad se refiere, entre las primeras personas representadas por Figuiet en la figura 7 [véase pág. 141] y los hombres de Knight que aparecen en la figura 8 [véase pág. 141]).

La hegemonía de las imágenes convencionales es tal que la secuencia sigue un orden implacable al margen de la filosofía proclamada por el artista, ya fuese ésta el sincero cristianismo de Charles R. Knight:

Aquellos de nosotros imbuidos de convicciones religiosas detectaremos en esta aparente selección [del desarrollo de la inteligencia humana] la intervención y la ayuda de un poder superior: un propósito definido, divino o no, cuyo control ha configurado nuestro destino.

O el supuesto materialismo de la Checoslovaquia comunista, como reflejan Augusta y Burian en la década de 1950:

Desde los comienzos de la historia de la vida en la Tierra vemos que la vida se desarrolla y progresa constantemente, que se ve constantemente enriquecida por formas superiores y más complejas, que incluso el hombre, la culminación de todos los seres vivos, está sujeto a este proceso por su propia vida.

Cuando una tradición iconográfica logra sobrevivir por espacio de un siglo frente a ideologías tan dispares como las expresadas en los textos citados, comprendemos la extraordinaria fuerza de las imágenes y el conservadurismo de ciertos conceptos, que triunfan no porque se afirmen de modo explícito en los textos, sino porque no figuran en las imágenes.

IV. El cono como símbolo de la diversidad

Darwin señaló muy oportunamente que la evolución plantea dos problemas fundamentales con soluciones potencialmente distintas (y a buen seguro, me atrevería a añadir, con iconografías dispares): el cambio anatómico de las familias (resuelto por Darwin mediante el principio de la selección natural), y la diversificación de las especies o aumento del número de familias. Darwin dio a esta segunda cuestión el nombre de «principio de diversidad», pero no ofreció una solución satisfactoria hasta mediados de la década de 1850. (La fecha nos ayuda a resolver el viejo enigma de por qué Darwin, tras haber formulado el principio de la selección natural en 1838, retrasó su publicación más de veinte años. Las razones son complejas y residen principalmente en el temor de Darwin a exponer la filosofía radical de sus concepciones evolutivas. Pero esta incapacidad de resolver el problema de la diversidad también le inquietaba, pues sabía que su teoría de la evolución no era completa, sino que se limitaba a dar cuenta de los cambios anatómicos mediante la selección natural, y que aún no había formulado una tesis adecuada para explicar la división de una familia en dos poblaciones hermanas.)

El problema de la diversidad es tan distinto del problema de la transformación que, sin duda, requiere una iconografía diferente. Así como la escala es un icono canónico que tiene su origen en la errónea tendencia a equiparar transformación y progreso, la equivalencia de evolución y progreso produce otro icono canónico para la diversificación: el cono de diversidad creciente.

Esta imagen resulta menos conocida para el gran público, dado que no es una versión popular, como la escala, ni tampoco una versión especializada, como las pinturas de la vida prehistórica. El cono de diversidad creciente aparece principalmente en libros de texto y publicaciones científicas, pero no por ello deja de poner trabas al pensamiento.

En el cono de diversidad creciente, la historia de una familia parte de un tronco (el antepasado común) y avanza -gradual, suave y continuamente- hacia arriba y hacia los lados, ocupando cada vez más espacio a medida que se multiplica el número de ramas (especies). (La figura 9 [véase pág. 142] ofrece algunos ejemplos típicos extraídos de un libro de texto moderno.) ¿Pero por qué decimos que este tipo de icono es sesgado? ¿Qué alternativa se podría ofrecer? La teoría evolutiva exige un antepasado común para diversas formas relacionadas, de tal modo que el árbol debe surgir de un solo tronco en su base. (Acepto el tronco común como un requisito teórico, no como una imposición sociocultural.)

Los sesgos surgen más bien de la forma canónica que presentan estos árboles por encima de su tronco común; y por eso empleo el término de «cono» de la diversidad para referirme al icono canónico. Pero la teoría no exige un crecimiento homogéneo del árbol hacia arriba o hacia los lados, que es lo que confiere a éste la forma de cono invertido o embudo. Este cono arbitrario debe su forma canónica a una serie de efectos sutiles, de tendencia progresiva, aplicados a la diversidad (más que a la anatomía, como en el caso de la escala). En primer lugar, la figura del cono exige que la historia de una familia conste originalmente de unas cuantas ramas principales (que representan a los primitivos ancestros de formas posteriores), lo que implica una expansión previsible a partir de una diversidad inicial limitada.

En segundo lugar, y de un modo más claro, el sesgo de este icono reside en el solapamiento de dos aspectos diferentes para interpretar el significado de los ejes. El eje horizontal representa la morfología, de tal suerte que la mayor frondosidad del árbol indica la división en numerosas especies y sus sucesivas adaptaciones. El eje vertical es sólo cronológico en teoría, de manera que las ramas superiores denotan una mayor juventud geológica. Pero, como resulta casi imposible olvidar la imagen de la escala, caemos en la trampa de identificar las ramas superiores del árbol con el progreso anatómico -y el cono de la diversidad se convierte así en la escala del progreso, con lo que el significado de ambos iconos se superpone.

Por si todavía quedase alguna duda sobre el carácter sesgado del cono, consideremos el primer árbol de la vida dotado de importancia desde el punto de vista histórico: el publicado por Ernst Haeckel en 1866 (figura 10 [véase pág. 143]). Haeckel sitúa tiempo y progreso en el eje vertical, y los fundamentos de su árbol en la imposibilidad lógica y pictórica de ofrecer una representación adecuada sin violar las leyes del cono, en virtud de las cuales la zona superior del árbol debe presentar un mayor número de ramificaciones. El sesgo del progreso nos obliga a situar a las criaturas «superiores» en el nivel más alto, pues todos interpretamos esta posición como símbolo de máximo desarrollo. El cono exige que este nivel presente el mayor número de ramificaciones. Pero supongamos que el grupo «superior» no es diverso y contiene sólo unas cuantas especies. ¿Cómo iban a propagarse tanto?

Haeckel no logra resolver el dilema porque parte de una visión convencional y considera a los mamíferos como seres superiores, situándolos así en la zona más alta del árbol. Pero los mamíferos son tan sólo un pequeño grupo, que abarca unas cuatro mil especies, y Haeckel se ve obligado a establecer diferencias sumamente sutiles para llenar espacio, asignando ramas enteras (y numerosas subramas) a las ballenas y los carnívoros, y colocando inevitablemente en el centro a los primates; mientras que los insectos, que representan casi un millón de las especies conocidas, aparecen hacinados en una sola rama (en la parte inferior izquierda), puesto que las formas «primitivas» deben situarse en la base del árbol (con mucho menos espacio en el cono) y compartir además este espacio limitado con otras criaturas inferiores.

Por supuesto, hay alternativas a estas imágenes engañosas, pero la hegemonía inconsciente de la iconografía canónica ha impedido por lo general que sean tenidas en cuenta, y los iconos canónicos han seguido limitando así nuestro pensamiento, en virtud de la enorme influencia que ejercen sobre nuestros procesos teóricos. (El concepto de «hegemonía inconsciente» puede

parecer un oximoron, pero lo cierto es que esta sencilla regla resulta sumamente poderosa. A fin de cuentas, todos sabemos que nuestros actos son más eficaces cuando pasan inadvertidos.) En la figura 11 (véase pág. 144), por ejemplo, he intentado dibujar un no-cono para abarcar la muy distinta visión de la vida que ofrece la explosión cámbrica, tal como se registra en el Burgess Shale¹ (véase mi libro *Wonderful Life*, 1989). La diversidad máxima se sitúa aquí muy cerca de los orígenes geológicos, mientras la pérdida de la mayoría de los procesos anatómicos iniciales sobreviene más tarde, de manera que toda diversidad posterior queda así concentrada en unos cuantos modelos supervivientes.

¹ Esquisto negro del Cámbrico Medio. (TV. *De la T.*)

Pero ni siquiera esta imagen de un campo de hierba -con la mayoría de sus tallos inclinados y sólo unos cuantos profusamente florecidos-, que se mofa del cono canónico llegando casi a invertirlo, logra captar el concepto filosófico más radical surgido del moderno estudio de la historia de la vida desde los primeros organismos pluricelulares: la noción de que la mayoría de las pérdidas responden más a las excelencias del dibujo que a la previsible superioridad de unas cuantas familias fundadoras, y de que cualquier familia viva (incluido el ser humano) es fruto del azar. Todos nuestros iconos canónicos se basan en la oposición de progreso y previsibilidad, lo que impide considerar la contingencia como la fuerza principal que modifica el curso de la vida.

Si admitimos que los iconos son parte esencial de nuestro pensamiento, y no un mero adorno periférico, la cuestión de la representación alternativa resulta fundamental para la historia de las ideas científicas (¡e incluso para la legítima noción de progreso científico!). ¿Cómo dibujar pues la geometría de la contingencia? ¿De qué otro modo podríamos representar la historia de la vida, salir al encuentro de nuestros antepasados, mirarlos cara a cara, e incluso explorar en nuestra psique para dar rienda suelta a esos pensamientos, situados en un nivel tan profundo que ni siquiera nos hacen llorar?

Una vía hacia lo inconsciente

Jonathan Miller

I

Cuando la noche del 13 de noviembre de 1841, el médico escocés James Braid asistió a una demostración pública de magnetismo animal, se hallaba en un estado de irritable escepticismo. A juzgar por lo que hasta la fecha había leído y oído sobre los trances que, durante este tipo de demostraciones, el operador (la persona que inducía el trance) era capaz de provocar en el paciente con sólo ordenarlo, Braid afirmaba sentirse «plenamente inclinado a ponerse de parte de quienes consideraban que tal práctica no es sino producto del engaño o la ilusión, fruto de una imaginación excitada, de la simpatía o de la imitación». Tras presenciar la demostración Braid creyó, sin embargo, que los trances eran auténticos, y al mismo tiempo constató con satisfacción «que no dependían de una fuerza o emanación especial que pasaba desde el cuerpo del operador hasta el cuerpo del paciente, como sostenían los hipnotizadores de animales». Braid asistió de nuevo a la demostración, repetida a petición del público una semana más tarde, y esta vez creyó haber identificado la causa de aquellos misteriosos y súbitos ataques de «sueño nervioso». Dedicó los últimos dieciocho años de su vida al estudio de esta cuestión y, bajo la ya conocida denominación de «hipnotismo», explicó y describió nuevamente el proceso en términos que habrían resultado incomprensibles para su descubridor, Franz Antón Mesmer, en el siglo XVIII.

Mesmer nació junto al lago Constanza, en 1734, y tras recibir una formación filosófica con los jesuitas estudió medicina en la Universidad de Viena. En 1767 publicó su tesis doctoral sobre la influencia de la gravedad celeste en la fisiología humana. Mesmer afirmaba que la rotación de los cuerpos celestes ejercía una influencia gravitatoria sobre la fisiología humana análoga al efecto de la luna sobre las mareas, y que dicha influencia era responsable de la incidencia

periódica de ciertas enfermedades. Para explicar cómo se transmitía esta influencia, invocó la existencia de una sustancia inmaterial, un fluido carente de peso o «imponderable» cuya distribución universal garantizaba su acción a distancia. La noción sobre la existencia de este tipo de medio etéreo se remonta a la Antigüedad griega y es, bajo diversas denominaciones —éter, espíritu, pneuma, etc.—, un tema recurrente del pensamiento científico europeo; desempeñó una importante función en la larga tradición del neoplatonismo y fue con toda probabilidad la influencia de esta tradición oculta lo que llevó a Isaac Newton a invocar con cautela la existencia de «un espíritu sutil que pervive y yace oculto en todos los cuerpos; y es la fuerza y la acción de dicho espíritu lo que hace que las partículas de los cuerpos se atraigan unas a otras». Las referencias a este medio son frecuentes en la correspondencia inédita de Newton y también aparecen en sus *Principia* y en la *Óptica*, su obra más conocida.

Si bien el propio Newton insistió en que se trataba de una mera hipótesis, algunos comentaristas, deseosos de explicar y de divulgar la obra del físico británico, parecen haberse tomado la existencia del éter newtoniano al pie de la letra, llegando a sostener que era la única explicación inteligible para la transmisión a distancia de la gravedad, la luz, el calor y el magnetismo. Fue sin duda una de estas fuentes secundarias la que proporcionó a Mesmer el concepto de «fluido imponderable» y le llevó a aplicarlo de manera poco crítica al cuestionable efecto de la gravedad sobre la fisiología humana.

Por razones evidentes, Mesmer no fue capaz de prever que su teoría pudiese aplicarse con fines terapéuticos, pero, al tener conocimiento de que un astrónomo jesuita había realizado con éxito diversos experimentos clínicos con imanes, decidió continuar la secuencia, y fue así como llegó a descubrir la afinidad entre gravedad y magnetismo.

Al someter las extremidades de pacientes afectados por diversas dolencias a la acción de poderosos imanes, Mesmer creía ejercer una influencia local comparable a la de la gravedad celeste, y estaba convencido de que la sustancia etérea mencionada en su tesis doctoral era la causa de tal efecto.

Tras las consiguientes disputas destinadas a determinar la autoría del descubrimiento, Mesmer abandonó la técnica magnética, cuyos méritos se habría visto obligado a compartir, y, como ansiaba realizar un descubrimiento en exclusiva, anunció que había identificado una forma de magnetismo desconocida hasta la fecha, cuya aplicación a la medicina no precisaba del disputado uso de metales ferrosos. En su opinión, el sistema nervioso estaba cargado de magnetismo «animal» -así llamado por su asociación con el alma o *anima*, y si bien no era posible detectarlo físicamente, Mesmer sostenía que podía ser accionado a voluntad por una persona experta y pasar de este modo a los cuerpos vivos más próximos.

Procedió a practicar su tratamiento pasando las manos por el cuerpo del paciente sin llegar a tocarlo. Tras una serie de pruebas absolutamente aleatorias, afirmó que los enfermos experimentaban una mejoría espectacular y señaló que los resultados más favorables se obtenían cuando el paciente reaccionaba a los pases «magnéticos» cayendo en un estado de trance convulsivo. Sea como fuere, este tipo de ataques y trances comenzó a cobrar una importancia emblemática, y una buena parte de su clientela los valoró tanto como el alivio proporcionado por otros métodos convencionales.

El uso de procedimientos poco ortodoxos por parte del médico, en combinación con la conducta a menudo indecorosa de los pacientes, acabó por despertar, como era previsible, los recelos de sus colegas vieneses, y en 1778 Mesmer tuvo que emigrar a París. En una metrópoli como París, donde el público culto se mostraba proclive a asimilar las novedades científicas casi con frivolidad, este tratamiento médico, basado en una fuerza desconocida de la naturaleza, resultó sencillamente irresistible; y como los médicos ortodoxos atormentaban a sus pacientes con todo tipo de purgas y eméticos absolutamente ineficaces, la llegada del magnetismo animal se interpretó como presagio de una Edad de Oro de la medicina. Lo cierto es que el mero hecho de presenciar estos trances y «ataques» bien valía el precio que por ellos se pagaba, y para muchos de los espectadores el principal atractivo del acto residía en las «crisis» magnéticas. Una vez más, la incontinencia del espectáculo se convirtió en objeto de extraordinaria controversia y, en

1785, dos comisiones oficiales comenzaron a investigar el caso. El informe emitido por ambas fue desfavorable, pero las conclusiones más nocivas desde el punto de vista científico se publicaron bajo los auspicios de una comisión designada por la Academia de las Ciencias. Dicha comisión, en la que figuraban Benjamin Franklin y Lavoisier, insistió en el hecho de que ni los trances ni la curación guardaban relación alguna con el magnetismo, sino que respondían más bien a lo que ahora llamaríamos «efecto placebo», esto es, las poderosas expectativas del paciente sobre el resultado anunciado. Si el procedimiento «magnético» se realizaba de manera inaudible, detrás de una pantalla magnética transparente, sin que el enfermo se apercibiera de ello, no surtía el menor efecto, lo que venía a demostrar que la empresa de Mesmer dependía en realidad de la imaginación del enfermo, y no, como aquél afirmaba, de una peculiar forma de magnetismo que emanaba del operador.

No era ésta la primera vez que se invocaba a la «imaginación» para explicar determinados fenómenos anormales desde el punto de vista médico. A finales del siglo XVIII, muchos especialistas escribieron sobre el tema de la influencia fisiológica de la mente en el funcionamiento del cuerpo, y, aunque el término «imaginación» sugiere en el lector moderno que los efectos de tales prácticas se interpretaban entonces como irreales o imaginarios, para el teórico dieciochesco significaba que, aun siendo en sí mismos reales, estos efectos eran *producidos* por la imaginación. *Cómo* se producían continuaba siendo un misterio, y en este sentido la teoría de la imaginación apenas puede considerarse una teoría. No obstante, presentaba la ventaja de ser mucho menos inverosímil que la teoría del magnetismo animal, razón por la cual la «imaginación» era repetidamente invocada por aquellos científicos y médicos para quienes el galimatías de fluidos imponderables y emanaciones magnéticas resultaba inaceptable desde un punto de vista filosófico¹.

¹ Ninguno de los científicos que formó parte de las Comisiones Reales puso reparos a la existencia de estas sustancias etéreas como tales. Sin embargo, habría sido difícil encontrar uno solo que no considerase esta idea como parte de su imagen del mundo. Franklin concebía la electricidad como un fluido imponderable, mientras que Lavoisier daba por hecho que el calor también lo era; y hasta finales del siglo XVIII la mayoría de los científicos aceptó la teoría de que la voluntad transmitía sus iniciativas a los músculos al producir vibraciones en una sustancia etérea encerrada en los canales del sistema nervioso.

Otra de las razones que vino a reforzar la teoría de la imaginación, en sí misma poco concluyente, fue que, al poner el énfasis en la capacidad de sugestión del paciente, el mérito de Mesmer y sus seguidores quedaba notablemente reducido. Pese a que éste presentó el magnetismo animal como una función natural, y afirmó que sus posibilidades terapéuticas estaban al alcance de cualquiera que realizase el esfuerzo de estudiar esta técnica hasta llegar a dominarla, su actitud personal produjo, con el paso del tiempo, una impresión bien distinta. Guardaba celosamente los detalles de su descubrimiento, y, a juzgar por su indumentaria y el modo en que se conducía en el salón magnético, parece claro que se complacía en proyectar la imagen de un mago. Ataviado con una túnica bordada con los símbolos alquímicos de la Rosacruz, entraba majestuosamente a la estancia en penumbra al son de una armónica de cristal y animaba a su clientela a deleitarse en sus crisis convulsivas. Hacia 1785 el asunto llegó a resultar ridículamente incompatible con el rigor científico y el *establishment* médico hizo todo lo posible por acabar con él definitivamente.

Pese a que la reputación de Mesmer quedó irreparablemente dañada como resultado de estas críticas, el culto al magnetismo animal se vio cuando menos favorecido por la polémica y continuó atrayendo a clientes de toda Europa, precisamente por el hecho de ser objeto de la censura oficial. A decir verdad, esta práctica se veía entonces de un modo muy parecido a como vemos hoy los remedios poco ortodoxos o marginales, es decir, como parte de una contracultura subversiva.

Meses después de la publicación de los informes elaborados por las comisiones francesas, la prensa londinense anunció la celebración de una serie de demostraciones y conferencias introductorias sobre «el nuevo método para curar todas las enfermedades conocidas», y hacia 1786 el mesmerismo floreció de la mano de algunos practicantes locales, dos de los cuales, al menos, afirmaban haber aprendido la técnica con el propio Mesmer.

Pese a que se presentaba como un tratamiento terapéutico, su clientela no se limitaba en modo alguno a los enfermos o discapacitados. Por el contrario, muchos de los que asistían a las sesiones se mostraban atraídos por las implicaciones metafísicas de esta doctrina, que M. L. Abrams llamó su «supernaturalismo natural». Con su misteriosa combinación de fuerzas ocultas, trances clarividentes y fluidos invisibles e imponderables, el magnetismo animal parecía garantizar la existencia de una realidad extrasensorial, y muchos lo consideraron una alternativa irresistible a esa imagen crecientemente mecanizada del universo.

Los acontecimientos políticos del continente no tardaron en proyectar la sombra de la sospecha oficial sobre cualquier asunto relacionado con Francia, y, como el magnetismo animal poseía además un componente de radicalismo subversivo, el procedimiento comenzó rápidamente a perder adeptos y, hacia 1794, desapareció casi por completo de la escena inglesa.

Sin embargo, el interés por esta técnica se encontraba más adormecido que muerto, y la llegada a Inglaterra de un hipnotizador francés -el barón Dupotet- en 1836 dio lugar a uno de los episodios más controvertidos en la historia del asunto que nos ocupa, al tiempo que impulsó la carrera académica de uno de los más distinguidos médicos londinenses.

Poco antes de la llegada del barón Dupotet, fiel seguidor de Mesmer, John Elliotson, buen amigo de Dickens, Thackeray y Wilkie Collins, había sido propuesto para la cátedra de Medicina del University College de Londres. Al margen de sus notables aportaciones a la medicina clínica, Elliotson era considerado por muchos como uno de los miembros más «filosóficos» de la profesión, y a menudo provocó la consternación de sus colegas por su defensa de causas poco ortodoxas y su preocupación por algunas de las grandes cuestiones de la vida y de la mente. Así, por ejemplo, fue presidente y fundador de la London Phrenological Society, y, como parecía existir una afinidad electiva entre frenología y magnetismo animal, Elliotson recibió la visita del barón Dupotet como si de su alma gemela se tratase. Tras asistir a su primera conferencia, lo invitó a realizar nuevas exhibiciones en los locales del University College.

Es difícil imaginar un escenario menos apropiado para tal experimento. El salón de actos de un hospital de caridad del siglo XIX estaba abarrotado de pacientes fácilmente sugestionables, y, como Elliotson no tomó ninguna de las precauciones recomendadas cuarenta años antes por las dos comisiones francesas, el engañoso éxito del resultado estaba anunciado de antemano. Ante la presencia de dos espectaculares ayudantes, ninguno de los cuales parecía capaz de disimular su coercitivo optimismo, los pacientes ejecutaron con obediencia, aunque de manera inconsciente, lo que *de* ellos se esperaba, y la ya familiar pantomima de trances, ataques y «curaciones» resultó perfecta. Y, como los movimientos de los pacientes eran percibidos por todo el público de la sala, la influencia curativa de la «imaginación» creció en progresión geométrica, lo que garantizó un éxito terapéutico unánime. Cuando Dupotet abandonó el país, Elliotson era ya un apóstol converso del magnetismo animal, y en las salas del hospital sometidas a su jurisdicción reinaba un inquietante clima de resurgimiento mesmérico. Por aquel entonces, Elliotson contaba con un grupo de pacientes fácilmente sugestionables -y por tanto ideales para demostrar la evidencia del nuevo tratamiento-, y no tardó en anunciar nuevas demostraciones públicas en el salón de actos del hospital.

Dos mujeres -las hermanas Okey- fueron la revelación artística de este cabaret mesmérico, y en el curso de los años siguientes alcanzaron una fama legendaria como espectaculares sujetos de trance. A juzgar por los testimonios disponibles, eran con toda probabilidad dos histéricas convulsivas, y, aunque ingresaron en el hospital en calidad de tales, ya habían explotado inconscientemente estos síntomas en una institución de naturaleza muy distinta. El editor adjunto de *The Lancet* relata en sus memorias médicas que las hermanas Okey habían alcanzado notoriedad entre la comunidad pentecostal de una iglesia próxima, donde su glosolalia fue objeto de un interés casi reverencial. La carrera de estas dos jóvenes ilustra claramente cómo los síntomas que revelan la existencia de graves trastornos de la personalidad pueden ser modelados y remodelados según la institución social en la que se manifiestan. En el seno de una congregación que reconocía y apreciaba el «don de lenguas», las hermanas Okey modulaban su conducta hasta mostrarse como profetisas pentecostales, mientras que, en los salones del profesor de medicina converso, su repertorio se transformaba bajo la influencia del

condicionamiento positivo de Elliotson y entonces re-aparecían como sacerdotisas del mesmerismo.

Por aquel entonces el escándalo alcanzó tal magnitud que la junta de gobierno del College no pudo seguir ignorándolo por más tiempo, y Elliotson fue conminado a interrumpir sus indecorosas demostraciones. Reaccionó con indignación, al afirmar que Mesmer y él habían identificado una nueva fuerza de la naturaleza y que, al mostrar su influencia al público culto, ofrecían la posibilidad de explotar una poderosa maquinaria para la regeneración de la especie humana «comparable en importancia y poder a la máquina de vapor». Las autoridades se mostraron sin embargo inflexibles, y Elliotson presentó su dimisión en un arrebato de cólera. Pese a todo siguió practicando con éxito en el terreno privado y, libre ya de las trabas burocráticas de la universidad, pudo seguir adelante con sus prácticas magnéticas sin abandonar la medicina convencional. Pocos años después de su dimisión, fundó y editó una revista llamada *The Zoist* de la que fue uno de sus principales colaboradores-, dedicada a la frenología y al mesmerismo. Naturalmente, la mayor parte de los contenidos de esta publicación eran descripciones de exitosos tratamientos magnéticos y sesudos artículos frenológicos. No obstante, la revista se caracterizaba por su abierto compromiso con las causas liberales: reforma penal, abolición de la pena capital, educación de los trabajadores, etc.

Aunque privado de su prestigiosa cátedra, Elliotson disfrutó de una próspera vida profesional y tuvo un amplio círculo de admiradores y amigos. Hasta principios de la década de 1850 su nombre fue casi sinónimo de mesmerismo británico, y en el curso de su vida activa continuó defendiendo la original interpretación «magnética» de los fenómenos naturales.

II

Cuando James Braid comenzó sus investigaciones en Manchester, a comienzos de la década de 1840, la disputa entre los que defendían la existencia de un fluido magnético y los escépticos, que preferían explicar el fenómeno como fruto de la capacidad de sugestión del paciente, había llegado a un punto muerto.

El resultado de las observaciones realizadas en el curso de su segunda visita a la exhibición de magnetismo animal, en 1841, permitió a Braid desbloquear la situación, al ser capaz de interpretar por primera vez la contribución del paciente de un modo más inteligible.

Braid advirtió que el paciente no podía abrir los ojos mientras estaba en trance, lo que le llevó al convencimiento de que el trance era provocado por una suerte de «agotamiento neuromuscular» inducido por la mirada fija e intensa del operador. Con el fin de confirmar esta intuición, invitó a un amigo a casa y le pidió que mirase sin parpadear el cuello de una botella de vino durante «el tiempo necesario para producir una importante tensión en los músculos oculomotores». A continuación describió los resultados en los siguientes términos: «Al cabo de tres minutos sus párpados se cerraron, dejó caer la cabeza y se le desencajó ligeramente el rostro. Emitió un gemido y al punto se sumió en un profundo sueño; su respiración se tornó lenta, profunda y estertorosa. Al mismo tiempo, la mano y el brazo derecho se vieron agitados por ligeras convulsiones».

Braid repitió el experimento con su mujer y su mayordomo, y, tras obtener el mismo resultado en ambas ocasiones, llegó a la conclusión de que había logrado desmitificar con eficacia el proceso mesmérico. Para entonces ya sabía que no guardaba relación alguna con el magnetismo, y pensaba que su explicación era mucho más exacta que la tradicional teoría de la imaginación. Todos los fenómenos, insistía, debían explicarse como resultado neurológico de «una mirada fija, un reposo absoluto del cuerpo, una profunda concentración y la supresión de la respiración concomitante».

Al formular el concepto de «sueño nervioso» o hipnotismo, Braid asestó un golpe mortal a la teoría seudocientífica del magnetismo animal y ofreció al mismo tiempo una alternativa más convincente. Con todo, es fácil sobrestimar su hallazgo intelectual o, más exactamente, es fácil sobreestimar hasta qué punto Braid estaba condicionado por sus propios prejuicios. El problema

reside en el hecho de que, cuando alguien acuña un término que llega a convertirse en un concepto común, induce a imaginar que su propio sentido del término se corresponde exactamente con el de los demás y que, como el yanqui en la corte del rey Arturo, Braid fue un psicólogo moderno incomprendido en su época.

Lo cierto es que, si bien prestó un importante servicio al subrayar la importancia del sistema nervioso del paciente en oposición a la fuerza sobrenatural del operador, en todos los demás sentidos se mostró tan crédulo como los mesmeristas a los que criticaba.

No bien hubo descubierto lo fácil que resultaba inducir el trance hipnótico mediante la concentración absoluta, mirando cuellos de botella y objetos similares, se convenció firmemente de las ilimitadas posibilidades terapéuticas de este procedimiento. Y, de este modo, casi las dos terceras partes del libro que le hizo famoso están dedicadas a narrar increíbles y espectaculares procesos de curación bajo la influencia del «sueño nervioso».

Su escepticismo inicial pareció desvanecerse en el viento. En el siguiente pasaje relata su experiencia con un paciente afectado por una sordera congénita.

Hasta el momento se ha considerado que nada podía hacerse por este tipo de enfermos. La patología de los órganos, como ha demostrado la disección, bastaba para convencerse de la imposibilidad de descubrir un remedio para estos casos.

Plenamente consciente de esta dificultad patológica, me sentía no obstante inclinado a probar el efecto del neurohipnotismo en pacientes sordomudos congénitos, con la certeza de que el tratamiento no entrañaba peligro alguno, ni causaba dolor o molestias a los pacientes.

Tras comprobar la extraordinaria capacidad del procedimiento para despertar la excitabilidad del nervio auditivo, albergué la esperanza de que también podría estimular cierta capacidad de audición, compensando el defecto físico de los órganos con el aumento de la sensibilidad nerviosa. El resultado de mi primera prueba superó con creces mis expectativas y ello me indujo a perseverar en mi propósito; el resultado es que apenas he encontrado un solo caso de sordomudez congénita en el que el paciente no fuese capaz de llegar a percibir algún sonido.

Con idéntico entusiasmo, Braid relata más de cincuenta casos que van desde la hemiplejía y la escoliosis hasta la espondilitis atrófica y la epilepsia, y en casi todos ellos afirma haber logrado importantes mejorías. Hasta el más ardiente defensor del hipnotismo pondría reparos a las afirmaciones de Braid.

De hecho, a medida que avanzamos en la lectura, parece como si la imaginación del médico fuese tan importante como los propios resultados. Y lo mismo ocurre cuando se refiere a otros fenómenos supuestamente revelados por el hipnotismo. Al igual que su colega Elliotson, Braid fue al parecer un frenólogo convencido, y, no bien hubo dominado la técnica de la hipnosis, la explotó con el fin de demostrar la existencia de los órganos cerebrales, previamente identificados por Gall y Spurzheim.

Al tocar diversos puntos del cráneo de una paciente hipnotizada, Braid comprobó con satisfacción que el órgano supuestamente situado bajo los dedos del hipnotizador respondía claramente a este estímulo.

La señorita S., que no tenía la menor idea de lo que era el hipnotismo o la frenología, tomó asiento, y al cabo de unos minutos no sólo estaba claramente hipnotizada, sino que ofreció además uno de los más hermosos ejemplos de transformación frenológica en estado de hipnosis.

Al rozar el órgano de la Veneración, su rostro reflejó la peculiar expresión de este sentimiento. Cerró las manos y se hincó de rodillas en actitud de piadosa adoración. Toqué a continuación el órgano de la Esperanza: su rostro se iluminó y resplandeció lleno de éxtasis. Al desplazar el estímulo al órgano de la Firmeza, se puso en pie al instante en actitud de desafío.

Bastó con presionar ligeramente el órgano de la Autoestima para que se pavonease por la habitación con la mayor de las arrogancias. Tras hacer lo mismo con el órgano de la Codicia, robó sin el menor pudor, y,

cuando le tocó el turno a la Conciencia, devolvió de inmediato el objeto robado.

Su filoprogenitividad era asombrosa.

-

Y así sucesivamente, página tras página. Los resultados son tan extraños y tan claramente cuestionables que sorprende la desproporcionada pedantería con que Braid buscaba explicaciones neurológicas.

Reconocía, por ejemplo, que el cuero cabelludo estaba inervado -anatónicamente impulsado- por el quinto nervio craneal y admitía que ninguna de las fibras de este nervio pasaba directamente a través del cráneo hasta el cerebro. Sin embargo, en su opinión, había sobradas razones para creer

que la distribución de los nervios del cuero cabelludo tiene probablemente una estructura mucho más complicada y hermosa de lo que hoy pensamos. Y no tardaremos en descubrir que la extremidad cerebral de cada fibra está conectada a las extremidades periféricas de una única fibra. Y que esta extremidad periférica está relacionada únicamente con un punto del cerebro o con la médula espinal.

Pese a que el esquema es sin duda ingenioso -y uno casi siente la tentación de afirmar que se anticipa a ciertos conceptos modernos, según los cuales cada parte del cuerpo tiene una ubicación exacta en el mapa de las circunvoluciones cerebrales-, resulta del todo absurdo como explicación del improbable comportamiento referido por Braid.

Y, sin embargo, como suele ocurrir, al menos dos de sus contemporáneos creyeron atisbar algo de incalculable valor en toda esta memez frenohipnótica. Pero lo que observaron nada tenía que ver con la frenología o la curación.

La «hipnosis» de Braid, desprovista para entonces de sus pretensiones magnéticas, parece haber revelado a estos observadores ciertos datos de interés sobre las funciones del sistema nervioso; algo sobre lo cual existían abundantes pruebas anecdóticas, pero, hasta el momento, ningún dato experimental concluyente.

Benjamin Carpenter -profesor del University College de Londres y uno de los más distinguidos fisiólogos del siglo XIX- insistió en que las investigaciones de Braid habían desvelado, más que ningún otro estudio realizado hasta la fecha, lo que el propio Carpenter describió como las funciones reflejas del cerebro. Y lo mismo afirmó Thomas Laycock, profesor de Medicina en Edimburgo y maestro del neurólogo John Hughlings Jackson en York -si bien Laycock se ocupó sobre todo de demostrar que fue él y no Carpenter quien descubrió la existencia de la acción refleja en la parte superior de la médula espinal.

III

Pero ¿a qué se referían estos hombres cuando hablaban de la función refleja del cerebro, y hasta qué punto la labor de Braid los ayudó a explicarla? Se referían a esa zona de acción y conocimiento -vagamente definida- situada entre lo indiscutiblemente automático y lo evidentemente voluntario. O, dicho de otro modo, entre aquellas acciones sobre las que el individuo carece de control consciente y esas otras acciones y procesos cognitivos que no pueden prescindir en absoluto de la conciencia.

Al mismo tiempo, era un hecho generalmente aceptado, y no sólo por los fisiólogos, que entre estas dos regiones diferentes de la conducta humana existía una amplia franja intermedia en la que no resultaba nada fácil determinar la identidad exacta de la conducta o la cognición.

Por ejemplo, todos sabemos que cuando pisamos sobre un terreno traicionero y poco fiable debemos poner toda nuestra atención en el acto de caminar. Y, sin embargo, cuando la marcha no plantea dificultades, nuestra atención puede verse distraída por una conversación interesante, y avanzamos con la seguridad de que nuestros pasos saben cuidar de sí mismos. El aprendizaje de una pieza musical monopoliza por completo nuestra atención en un primer

momento, pero, una vez dominamos la digitalización, somos capaces de tocar la melodía mientras nuestros pensamientos vagan libremente -imaginando acaso cuánto nos pagarán por interpretar la pieza en cuestión.

Lo mismo sucede con la percepción. De todos es sabido que la falta de atención es más aparente que real y que nuestros sentidos nos «guían» por el buen camino, pero a veces recordamos con sorpresa haber visto algo mientras nuestra atención estaba aparentemente en otra parte. Todos hemos tenido en alguna ocasión la alarmante experiencia de llegar a casa abrumados por un problema, sin recordar ni un solo episodio de lo ocurrido durante el camino hasta que alguien nos lo recuerda. Laycock y Carpenter atribuían una importancia especial a la memoria involuntaria: la familiar experiencia de recordar sin esfuerzo un nombre olvidado tras horas de esforzarnos por recordarlo en vano. Carpenter ofrece numerosos ejemplos de cómo un problema aparentemente irresoluble se soluciona de pronto durante el sueño. Laycock y Carpenter insistían en que este tipo de hechos revelaban datos fundamentales sobre la organización de la actividad mental. Ambos citan el mismo pasaje del filósofo sir William Hamilton para respaldar sus afirmaciones. Esto es lo que Hamilton escribió en 1842:

Aquello de lo que somos conscientes está construido a partir de fenómenos de los que no somos conscientes. Todo nuestro conocimiento se basa de hecho en lo desconocido y en lo incognoscible. Hay muchas cosas que ni sabemos ni podemos saber, pero que se nos manifiestan indirectamente mediante sus efectos cognitivos. Nos vemos por tanto obligados a admitir todos aquellos fenómenos ajenos a la conciencia como modificaciones de la mente.

Lejos de reivindicar para sí la autoría de esta idea, sir William Hamilton atribuyó el mérito en gran medida a Leibniz, si bien señaló al mismo tiempo que el filósofo alemán no logró encontrar los términos adecuados para exponer su doctrina. Al emplear términos como «representaciones oscuras», «ideas insensibles» o *petites perceptions*, Leibniz violaba, en opinión de Hamilton, las características universales del lenguaje. «Pues percepción, idea y representación», afirmaba Hamilton, «son conceptos que implican la noción de conciencia», aunque no necesariamente ajuicio de John Stuart Mili. En su *Examination of Sir William Hamilton's Philosophy*, Mili señalaba otro modo de resolver esta aparente contradicción. Y así lo expresaba:

Si admitimos que la fisiología es cada vez más demostrable, que tanto nuestros sentimientos como nuestras sensaciones tienen su origen físico en determinados estados de nuestros nervios, también podríamos creer que los vínculos aparentemente eliminados en una cadena asociativa se han eliminado realmente. Es decir, que no son percibidos ni siquiera durante un instante. Que la cadena causal es guiada sólo físicamente por un estado orgánico de los nervios tan veloz que impide que el estado de conciencia adecuado llegue a producirse.

No pretendo insinuar que Laycock o Carpenter se inspirasen directamente en las ideas de Hamilton o Mili, aunque tanto uno como otro citen a ambos filósofos. Pero creo que Hamilton y Mili estimularon a Laycock y a Carpenter para insistir en el reconocimiento de un proceso cerebral análogo a los reflejos automáticos de la médula espinal. Carpenter lo llamó *cerebración inconsciente*, mientras que Laycock se aferró a la frase que, según él, originó esta idea: «la función refleja del cerebro».

La razón por la que tanto Carpenter como Laycock subrayaron la importancia de la obra de Braid, pese a sus excesos frenológicos, reside en que el trance hipnótico revelaba, en opinión de ambos, la acción de estos procesos inconscientes. Al paralizar la voluntad de manera artificial, resultaba visible una amplia gama de acciones automáticas, o al menos eso afirmaban ellos.

Lo cierto es que no es fácil decir hasta qué punto la aportación de Braid influyó en el resultado final. Laycock hizo públicas sus primeras observaciones sobre la cuestión de las funciones reflejas del cerebro un año antes de que Braid presenciara la exhibición de hipnotismo de Manchester. Y aunque en ediciones posteriores de su *General Physiology* Carpenter alude cada vez más a la importancia de la hipnosis, había razones para creer que la función neurológica del cerebro no se circunscribía ni a la conciencia ni a la acción voluntaria, y que, pese a la existencia de numerosos indicios en contra, conservaba un amplio repertorio de acciones automáticas.

El argumento más convincente en favor de esta idea lo encontró Thomas Laycock durante sus años de estudiante en Alemania. En publicaciones posteriores, Laycock reconoce la influencia de un grupo de teóricos de la biología conocidos como Naturphilosophen, que insistieron en el hecho de que los vertebrados habían heredado el diseño de su sistema nervioso de un prototipo ancestral, que presentaba una serie de módulos homólogos dispuestos en secuencia lineal desde un extremo del cuerpo hasta el otro. Según esta teoría, el sistema nervioso central de este antepasado hipotético constaba de una secuencia de segmentos idénticos, y, sin embargo, no era posible distinguir claramente los segmentos de la parte delantera del cuerpo y los de la parte trasera. Pero, a medida que los sentidos se desarrollaron y fueron capaces de detectar sucesos distantes -órganos oculares, auditivos y olfativos-, se inició un proceso de cefalización y la cabeza resultó por primera vez claramente visible. Los primeros diez segmentos del sistema nervioso central se ampliaron y fundieron posteriormente hasta formar un cerebro distinguible de la médula espinal, que conservaba intacta su primitiva estructura de segmentación secuencial. De acuerdo con esta teoría, dicha transformación vino a diferenciar la función neurológica. La médula espinal continuó ejecutando sus reflejos automáticos en respuesta a estímulos locales, mientras que el cerebro, que a partir de ese momento pasó a recibir información sobre un mayor número de sucesos remotos, asumió el control del conjunto del organismo y comenzó a dictar todas las órdenes.

Pero, si bien es cierto que el cerebro asumió poco a poco la responsabilidad de una conducta más reflexiva, el hecho de que tuviera su origen en segmentos neurales o ganglios, antaño indistinguibles de los que configuraban la médula espinal, significaba que éste conservaba aún un amplio repertorio de acciones automáticas por descubrir. Fue esta teoría la que condicionó la ponencia de Laycock en el congreso de la British Association for the Advancement of Science, celebrado en York en 1844.

Han pasado cuatro años desde que manifesté públicamente que el cerebro, pese a ser el órgano de la conciencia, está sujeto a las leyes de la acción refleja. Llegué a esta conclusión por el principio general de que los ganglios situados en el interior del cráneo, siendo como son una prolongación de la médula espinal, han de regirse necesariamente por leyes idénticas a las que gobiernan los ganglios espinales y sus análogos en animales inferiores.

Una lectura atenta del libro de Laycock, *Mind and Brain* -escrito en 1860, poco antes de su muerte—, revela cuan grande era su deuda con los Naturphilosophen alemanes. Pero también estaba influido por la evidencia mesmérica. En un manuscrito inédito que se conserva en la biblioteca de la Universidad de Edimburgo, Laycock relata sus primeras experiencias en Londres, cuando descubrió los extraños automatismos de las famosas hermanas Okey. Estimulada por su contacto previo con la biología filosófica alemana, la evidencia mesmérica dio paso a un interés vital por esa oscura región situada entre dos tipos de comportamiento: el indiscutiblemente automático y el evidentemente voluntario.

Sin embargo, los neurólogos ortodoxos negaban la existencia de esta región y sostenían que las funciones cerebrales no debían confundirse con las de la médula espinal. En opinión de Marshall Hall, uno de los grandes pioneros de la neurofisiología inglesa,

las funciones del sistema *cerebral* [esto es, el cerebro] son la sensación, la percepción, el juicio, la volición y el movimiento voluntario. El propio cerebro puede considerarse como el órgano de la mente. En él reside «entronizada» la psique. Todas sus funciones son estrictamente físicas e implican la existencia de la conciencia. La sensación sin conciencia se presenta como una contradicción en los términos. ¡Cuan diferentes de estas funciones son las correspondientes al auténtico sistema nervioso espinal! En ellas no hay sensación ni volición ni conciencia, nada de índole física.

Las conclusiones de Hall se basaban en sus experimentos con animales: destruía el cerebro y dejaba la médula espinal aislada pero intacta. Los animales que lograban sobrevivir a la experiencia conservaban un amplio repertorio de reacciones musculares, mientras que la conducta volitiva, mucho más compleja, desaparecía por completo.

Pero no fue sólo la evidencia experimental lo que llevó a Hall a establecer una diferencia tan clara y rápida entre médula espinal por una parte y cerebro por otra. Como cristiano devoto, que

llevaba su Biblia adondequiera que fuese, Hall anhelaba descubrir una región nerviosa en cuyo seno el alma inmortal reinase con incuestionable soberanía, fuera del alcance del materialismo profano. Al igual que Descartes casi doscientos años antes, Hall estaba dispuesto a hacer amplias concesiones territoriales al mecanicismo a cambio de un tratado que reconociese la soberanía local del alma y del cerebro. La única diferencia es que, mientras el alma de Descartes se limitaba a las restrictivas premisas de la glándula pineal, Hall proporcionó al monarca espiritual una residencia mucho más digna: el cerebro completo.

Cien años antes, La Metrie había violado el tratado cartesiano al declarar que el hombre era única y exclusivamente una máquina, indistinguible de los autómatas creados por el juguetero suizo Vaucanson. Y aunque tan imprudente conclusión tropezó con grandes resistencias, sirvió para custodiar la frontera cerebroespinal. De manera que cuando Laycock y Carpenter entregaron buena parte del territorio intracraneal a la actividad refleja, hubo quienes, con razón, sintieron que el libre albedrío y la soberanía, e incluso la divinidad del hombre, corrían grave peligro.

Pero Carpenter, que era un hombre tan piadoso como Marshall Hall, no tuvo el menor reparo en admitir la existencia de la *cerebración inconsciente*, un proceso que avanzaba en línea ascendente hasta llegar al cráneo. Lo cierto es que las pruebas que respaldaban esta teoría eran por aquel entonces irrefutables, especialmente desde que la obra de Braid arrojase su intensa luz sobre la cuestión. Y puesto que Carpenter concebía la voluntad como una fuerza activa concentrada, podía permitirse el lujo de prescindir de unos cuantos ganglios para ampliar las fronteras de este mecanismo. Sea como fuere, esta concesión, neurológicamente equiparable a la realizada por Enrique IV cuando afirmó que París bien valía una misa, permitió a Carpenter ampliar el territorio de lo automático en aras de proteger la soberanía de la voluntad.

Paradójicamente, fue otra violenta embestida mecanicista lo que llevó a Carpenter a reafirmarse en su defensa de la función refleja del cerebro. En el prólogo a la cuarta edición de su *Human Physiology*, ofrece un resumen de la ponencia de T. H. Huxley ante la British Association de Dublín.

En un artículo titulado «Los animales son autómatas», Huxley argumentaba que el hombre no es sino un autómata más complicado y mejor dotado que el resto de las criaturas. Huxley insistió en que

el sentimiento que llamamos volición no es la *causa* del acto voluntario, sino el símbolo consciente de ese estado del cerebro, que es la causa inmediata del acto; como el silbato de la locomotora, que anuncia pero no produce la puesta en marcha del motor.

Con el fin de respaldar su afirmación, Huxley citó numerosos casos de automatismo humano, sin olvidar aquellos inducidos por la hipnosis. Y *ésta* precisamente era la cuestión, ajuicio de Carpenter. El hecho de que la hipnosis revelase tantos datos sobre el automatismo venía a demostrar la importancia de la voluntad.

Según Carpenter, el hipnotismo producía una suspensión temporal de la voluntad, cuya función resultaba aún más evidente en virtud de su ausencia:

Las acciones de nuestra mente, en la medida en que son ejecutadas sin interferencia de la voluntad, pueden considerarse como funciones del cerebro. Por otra parte, el control que la voluntad ejerce sobre la dirección de nuestros pensamientos, y sobre la fuerza motriz de los sentimientos, nos proporciona la evidencia de una nueva fuerza independiente, que puede tanto oponerse a las tendencias automáticas como actuar en combinación con éstas y que, según se ejerce habitualmente, tiende a convertir el ego en un agente libre.

A diferencia de Marshall Hall, convencido de la necesidad de confinar el automatismo en el «sótano» del sistema nervioso —la médula espinal— para garantizar el reconocimiento de la independencia espiritual de la voluntad, Carpenter creía firmemente que podía obtener el mismo resultado teológico con la modesta contrapartida de reconocer la existencia de las funciones automáticas también en el cerebro, y no sólo en la médula espinal. Sería un error, no obstante, insinuar que Carpenter se limitó a admitir la existencia de la cerebración inconsciente. Este

proceso era para él una función de gran interés en sí misma. Y, en lo que al movimiento voluntario se refiere, le reveló el grado de coordinación automática necesario para ejecutar un acto consciente. Así lo expresó en 1876:

Ni siquiera los movimientos más puramente voluntarios son resultado directo de la acción de la voluntad. Ésta actúa, por así decir, sobre el aparato automático que «pone en funcionamiento» la necesaria combinación neuromuscular.

Cada uno de estos actos de coordinación precisa un gran número de movimientos musculares. Sus combinaciones son tan complejas que hasta el anatomista más experimentado sería incapaz de precisar con exactitud en qué estado se encuentra cada uno de los músculos que intervienen en la producción de determinada nota musical o en la articulación de determinada sílaba. Sencillamente, concebimos el tono o la sílaba que deseamos emitir y acto seguido ordenamos a nuestro yo automático: ¡haz esto!; y ese autómatas bien adiestrado que somos lo ejecuta. Nuestra intención no es activar este o aquel músculo, sino producir determinado resultado preconcebido.

Este pasaje es casi una paráfrasis de la doctrina divulgada por el gran neurólogo inglés John Hughlings Jackson, quien sostenía que el córtex cerebral representa *movimientos* y no *músculos*, es decir, que primero concebimos una *idea* y a continuación ponemos en marcha el yo automático.

Ahora bien, en condiciones normales, este yo automático, de carácter inconsciente y reflejo, se encuentra exclusivamente sometido a la acción de la voluntad. Pero, como afirma Carpenter en su edición de *Human Physiology* de 1852: «En aquellos estados en los que la fuerza motriz de la voluntad queda temporalmente en suspenso, como puede ser la hipnosis, el desarrollo de la acción está determinado por una idea dominante que se apodera momentáneamente de la mente».

Dicho de otro modo, cuando la voluntad del sujeto se debilita bajo los efectos de la hipnosis, el aparato automático del cerebro, ajeno al efecto hipnótico, se somete dócilmente a las órdenes del operador, y éste puede así inducir tanto los actos como las percepciones del paciente.

Ni Carpenter ni Laycock mostraron interés alguno por el mecanismo neurológico en virtud del cual la hipnosis favorecía esta actitud de sumisión. La hipnosis era para ellos tan sólo una técnica capaz de doblegar la soberanía de la conciencia y poner de manifiesto lo que Hamilton y Mili ya sospechaban previamente; a saber, que gran parte de las capacidades cognitivas y conductuales del ser humano responden a la existencia de un «yo automático», del cual no tenemos conocimiento consciente y sobre el cual apenas podemos actuar de manera voluntaria.

El papel desempeñado por la hipnosis en el desarrollo de esta noción claramente *factible* del inconsciente se vio lamentablemente eclipsado por su contribución al inconsciente freudiano, mas ampliamente reconocido. De hecho, la noción moderna de inconsciente está tan íntimamente ligada a la teoría psicoanalítica que la fama de que hoy pueda gozar Mesmer, o cualquiera de sus seguidores, responde únicamente a la circunstancia de haberse anticipado a Freud.

Pese a que el parecido es evidente en algunos puntos, el concepto de inconsciente desarrollado por los psicólogos británicos de mediados del siglo XIX difiere sustancialmente del avanzado por Freud a finales de la centuria.

El inconsciente ejerce en la teoría psicoanalítica una función casi exclusivamente represiva, impidiendo activamente que sus contenidos mentales afloren a la conciencia. Mediante la represión, que Freud identifica como una representación psíquica de la censura social, el individuo se libera de aquellos pensamientos que, de ser experimentados de manera consciente, podrían poner gravemente en peligro la cooperación en la vida social.

En contraste con esta interpretación freudiana claramente tutelar, el inconsciente postulado por Hamilton, Laycock y Carpenter se presenta como una institución absolutamente productiva, que genera activamente los procesos necesarios para la memoria, la percepción y la conducta. Sus

contenidos son inaccesibles no -como sostiene la teoría psicoanalítica- por el hecho de encontrarse bajo estricta vigilancia, sino -cosa mucho más interesante- porqué el correcto desarrollo del conocimiento y de la conducta no *requiere*, en realidad, una conciencia global. Por el contrario, si el cometido de la conciencia es desarrollar aquellas tareas psicológicas para las que se encuentra mejor dotada, resulta urgente asignar una mayor cantidad de actividad psíquica al control automático; cuando la situación exige un alto nivel de responsabilidad en la toma de decisiones, el inconsciente transmite libremente a la conciencia la información necesaria.

El inconsciente de Carpenter y Laycock, expuesto en estos términos, se anticipa de este modo a la función que habría de desempeñar en la psicología de finales del siglo XX, y sospecho que de no haber tenido lugar la larga sequía behaviorista, no habría sido necesaria una revolución intelectual para inaugurar la era de la psicología cognitiva.

Sin embargo, hacia finales del siglo XIX, la comunidad científica se mostró cada vez más reacia a cualquier teoría relacionada con procesos mentales que no fuesen públicamente observables. La propia conciencia no servía, puesto que era, por definición, incorregiblemente privada, de tal modo que la noción de un proceso mental -para colmo subjetivamente inaccesible- resultó para muchos psicólogos perversa e inútil. Como consecuencia de ello, el propio concepto de «mente» pasó a un segundo plano y fue sustituido por el estudio experimental de la «conducta». Los psicólogos se entregaron al análisis de la relación existente entre estímulos medibles y respuestas cuantificables, y preservaron su castidad científica absteniéndose de realizar especulaciones sobre los procesos mentales implicados.

Se bautizó al nuevo régimen con el nombre de behaviorismo y, durante los treinta años posteriores, toda referencia a la «mente» se consideró sospechosa desde el punto de vista académico. Este discurso quedó así confinado a la comunidad psicoterapéutica -segregada de la comunidad científica-, de tal suerte que la noción de inconsciente cobró connotaciones casi exclusivamente freudianas y la función de la hipnosis en el descubrimiento de ese otro inconsciente alternativo fue condenada al olvido.

El renacimiento del inconsciente no freudiano comenzó en la década de 1950, cuando, reconstruido bajo los auspicios de la inteligencia artificial, contribuyó, entre otros factores, al declive del behaviorismo. En palabras de George Miller, la mente recuperó el lugar que le correspondía en la psicología científica, tras ser legitimada por su identificación metafórica con las computadoras.

Las investigaciones sobre armas dirigidas automáticamente realizadas durante la Segunda Guerra Mundial revelaron que los mecanismos de control necesarios para alcanzar y destruir un objetivo cuyos movimientos eran imprevisibles exigían una representación interna en la que registrar, actualizar y computar toda la información relevante. Aunque nadie osó afirmar que tal representación interna fuese consciente de sus propias deliberaciones, la urgencia por descubrir este mecanismo dio crédito al concepto de «procesamiento inconsciente de la información» y favoreció la consiguiente revolución cognitiva.

El inconsciente factible, cuya existencia ya fuera anticipada por Mili, Laycock y Carpenter, se incorporó así, reconstruido en términos informáticos, al discurso psicológico.

Una de las primeras manifestaciones de este fértil renacimiento se encuentra en la obra de Noam Chomsky, quien estableció la necesidad de una actividad mental oculta para explicar la capacidad creativa del lenguaje. En una crítica al behaviorismo que hizo época, Chomsky afirmaba que era imposible explicar nuestra capacidad para emitir y comprender frases nunca dichas u oídas sin invocar la existencia de un inconsciente lingüístico capaz de generar una competencia lingüística tan ilimitada. Asimismo, llamó la atención sobre las profundas semejanzas sintácticas que existen entre los distintos lenguajes naturales, e insistió en que estas similitudes estructurales precisan de una representación abstracta común a todos ellos. Si bien los detalles de tal gramática universal eran subjetivamente inaccesibles, ésta proporcionaba no obstante los medios necesarios para garantizar la enorme diversidad de la comunicación consciente.

La revolución lingüística se extendió prácticamente a todos los campos de la psicología, favorecida por el retroceso del behaviorismo tras demostrarse la existencia de lo que Carpenter describiera cabalmente como *cerebración inconsciente*.

El curioso fenómeno de la «visión ciega», por ejemplo, revela la existencia de una actividad mental de la que el individuo no tiene conciencia explícita. Lawrence Weiskrantz y otros demostraron que el comportamiento de algunos pacientes que habían quedado ciegos tras sufrir ciertas lesiones en el córtex visual indicaba que estos sujetos eran capaces de registrar determinados estímulos visuales sin ser conscientes de ello. El experimento consistía en pedir al paciente que señalase pequeños puntos de luz aleatoriamente dispuestos en el sector «ciego» de su campo visual. Si bien este tipo de enfermos se mostraban poco dados a reaccionar ante un estímulo «invisible», cuando se les obligaba a *adivinarla* situación de la fuente luminosa eran capaces de señalarla con una exactitud que no podía ser fruto del azar. El hecho de que esto fuese posible, ante una ausencia aparente de experiencia visual, revela la existencia de una capacidad de percepción que actúa muy por debajo del nivel de la conciencia.

Del mismo modo, se han observado resultados similares en pacientes que, tras sufrir una lesión cerebral, quedan privados de la capacidad para poner nombre a un rostro familiar. Este tipo de enfermos conservan intactas sus capacidades lingüísticas y visuales, de manera que son capaces de identificar y nombrar correctamente cualquier otra cosa. La imposibilidad de reconocer un rostro demuestra que un módulo visual específicamente desuñado a la discriminación facial ha sido destruido. Y otros experimentos revelan que la cosa no acaba ahí. Cuando se somete a estos pacientes a una variante de la prueba del detector de mentiras -por ejemplo, al monitorizar su sudoración para registrar los cambios en la conductividad de la piel-, sus reacciones sobrepasan los límites del azar cada vez que en la pantalla aparece el rostro de un ser amado. Y aunque no pueden identificar conscientemente los rasgos familiares, su respuesta emocional demuestra que los han registrado como tales de manera inconsciente.

Los experimentos realizados con pacientes afectados por una amnesia severa han ofrecido resultados análogos. Enfermos sistemáticamente incapaces de identificar los objetos que se les presentaban en pruebas anteriores, demostraron que la experiencia había estimulado inconscientemente su atención en favor de aquellos objetos relacionados por su *significado* con otros que en la primera prueba no habían logrado identificar. Por ejemplo, se les mostraba primero una serie de instrumentos musicales, y eran incapaces de reconocer ninguno de ellos; a continuación se les mostraba otra serie de dibujos entre los que aparecía un instrumento que no figuraba en la secuencia anterior: todos se fijaban sistemáticamente en éste, por oposición a los demás objetos, carentes de relación entre sí.

No podemos olvidar las importantes observaciones de Edoardo Bisiach sobre enfermos con tendencia unilateral a omitir o pasar por alto ciertos objetos situados en su campo visual; sus descubrimientos demostraron que es posible poseer y explotar una representación espacial del mundo visual imaginado sin tener conciencia de ello. Estos pacientes presentaban lesiones en el lóbulo parietal derecho del cerebro, lo que les impedía ver los objetos situados a la izquierda de su campo visual. A diferencia de los enfermos de Weiskrantz, no estaban ciegos; sencillamente no prestaban atención, puesto que sí eran capaces de reconocer e identificar el objeto cuando se les obligaba a concentrarse. Bisiach pidió a uno de estos pacientes que imaginase la Piazza del Duomo de Milán, una imagen muy familiar para él antes de que la enfermedad hiciese su aparición. Le invitó a visualizar y a describir todo lo que veía desde las escaleras de la catedral. El paciente describió sólo la mitad de la imagen, insistiendo, no obstante, en que su descripción de la piazza era completa. Cuando se le invitó a enumerar lo que «veía» desde el lado *contrario* de la piazza, es decir, situado frente a la catedral, el paciente enumeró con fluidez todos los objetos que anteriormente había pasado por alto, omitiendo esta vez los demás.

Los resultados experimentales de un creciente número de funciones psicológicas relatan la misma historia: que aquello de lo que somos conscientes corresponde a una parte relativamente pequeña de lo que sabemos; y que somos los beneficiarios inconscientes de una mente que, en cierto sentido, sólo nos pertenece en parte.

La ironía reside en que hayamos tardado tanto tiempo en reconocer lo que algunos científicos nos decían hace más de cien años. ¡Otro ejemplo de omisión unilateral!

Nota sobre los autores

Oliver Sacks es profesor de Neurología del Albert Einstein College of Medicine. Destacan entre sus obras *Migraine*, *Awakenings*, *A Leg to Stand On*, *The Man Who Mistook His Wife for a Hat*, *Seeing Voices* y *An Anthropologist on Mars: Seven Paradoxical Tales*. La película *Despertares* y la obra de teatro de Peter Brook *The Man Who* están basadas en sus obras.

Daniel J. Kevles dirige el Program in Science, Ethics and Public Policy del California Institute of Technology. Ha escrito ampliamente sobre el desarrollo de la ciencia y su relación con la sociedad pasada y presente. Entre sus obras figuran *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America* y *In the Name of Eugenics: Genetics and the Uses of Human Heredity*; Kevles es además coeditor de *The Code of Codes: Scientific and Social Issues in the Human Genome Project*.

R. C. Lewontín es un eminente genético y autor de *Biology as Ideology: The Doctrine of DNA* y *The Genetic Basis of Evolutionary Change*, asimismo, es coautor de *The Dialectical Biologist* (en colaboración con Richard Levins) y *Not in Our Genes* (en colaboración con Steven Rose y León Kamin). Lewontin es profesor de Ciencias de la Población, profesor de la cátedra Alexander Agassiz de Zoología y profesor de Biología en la Universidad de Harvard.

Stephen Jay Gould es profesor de Geología, Biología e Historia de la Ciencia en la Universidad de Harvard. Entre sus muchos libros cabe destacar *Ever Since Darwin: Reflections in Natural History*; *The Panda's Thumb*, galardonado con el American Book Award; *The Mismeasure of Man*; *The Flamingo's Smile*; *Time's Arrow*, *Time's Cycle*, y *Eight Little Piggies: Reflections in Natural History*.

Jonathan Miller es doctor en Medicina y director de teatro, televisión y ópera. Es autor de *The Body in Question* (sobre la historia de la medicina) y *States of Mind* (sobre la locura), ambos basados en sus series homónimas para la BBC; *The Human Body*, *The Facts of Life* y *Subsequent Performances*. Ha producido óperas en todo el mundo, en teatros como la English National Opera, la Metropolitan Opera de Nueva York, y el Glimmerglass. Entre sus trabajos teatrales destacan numerosas producciones de Shakespeare, principalmente para el London's Royal National Theatre. Miller ha sido también investigador asociado del Departamento de Neuropsicología de la Universidad de Sussex.

Texto de Contratapa

En esta colección de ensayos, cinco autores de prestigio mundial exploran los aspectos olvidados y desconocidos, o deliberadamente omitidos, de la historia de la ciencia. El libro nació de una idea original de Oliver Sacks, que quería homenajear a sir Humphry Davy en su doble aspecto de eminente químico y notable poeta, y fue propiciado por una iniciativa conjunta de la New York Public Library y *The New York Review of Books*. Jonathan Miller, Oliver Sacks y Daniel Kevles muestran cómo algunas ideas científicas suscitan grandes esperanzas en el momento de su aparición, pero no tardan en ser desechadas u olvidadas hasta que, años más tarde, su importancia es aceptada bajo una forma diferente. Richard Lewontin y Stephen Jay Gould analizan cómo las palabras y las imágenes que manejan los científicos y los divulgadores -desde los murales que vemos en los museos de ciencias naturales hasta términos tan omnipresentes como adaptación y -entorno - reflejan la existencia de profundas distorsiones, generalmente no reconocidas, en nuestra concepción de los organismos individuales y de la historia natural del mundo.

Estos cinco ensayos, en su conjunto, demuestran que la ciencia es, en palabras de Oliver Sacks,

-una empresa humana de principio a fin, un proceso de crecimiento orgánico, evolutivo, humano, con hallazgos repentinos y periodos de estancamiento, y también con extrañas desviaciones. Se desarrolla a partir de su pasado, pero nunca lo supera, del mismo modo en que nosotros tampoco superamos nuestra infancia .