



## Reseña

Pocas cosas deparan a un escritor tanta satisfacción —dice MARTIN GARDNER en el prefacio a este volumen— como la oportunidad de reimprimir escritos fugitivos garrapateados hace tiempo, aunque sólo sea para corregir los inevitables cambios introducidos por correctores y tipógrafos distraídos. ORDEN Y SORPRESA recoge una treintena de comentarios y reseñas publicados por el autor desde los comienzos de la década de los cuarenta en diversas revistas filosóficas y científicas, centradas mayoritariamente en obras de tan excepcional interés como «*Los tres primeros minutos del universo*», de Steven Weinberg (AU 216), «*La experiencia matemática*», de Philip Davis y Reuben Hersh, «*La máquina analítica*», de Jeremy Bernstein, o diversos libros de Albert Einstein, Lewis Carroll y Fred Hoyle. La amplitud de los temas abarcados refleja la diversidad de materias por las que se ha interesado (paradojas lógicas, fenómenos de simetría, relatividad, mecánica cuántica o cosmología) o contra las que ha arremetido despiadadamente este campeón de la razón (parapsicología, astrología, etc.). Otras obras de Martin Gardner en Alianza Editorial: «*Nuevos pasatiempos matemáticos*» (LB 391), «*Carnaval matemático*», (LB 778), «*Circo matemático*» (LB 937), «*Festival mágicomatemático*» (LB 1023), «*Máquinas y diagramas lógicos*» (LB 1091).

*A mi viejo buen amigo*

*John Bennett Shaw*

## Índice

### [Prefacio](#)

#### Primera parte

1. [Orden y sorpresa](#)
2. [Las matemáticas y las costumbres tradicionales](#)
3. [¿Es la naturaleza ambidextra?](#)
4. [Paradojas lógicas](#)
5. [Carroll contra Baum](#)
6. [El enigma cuántico](#)
7. [CSICOP: ¿Quién y para qué?](#)

#### Segunda parte

8. [Relatividad y verdad](#)
9. [Einstein como filósofo](#)
10. [Hans Reichenbach](#)
11. [El último teorema de Fermat](#)
12. [La cotorra matemática](#)
13. [Computadores y cibernética](#)
14. [¿Jugamos una partida?](#)
15. [Los números y sus símbolos](#)
16. [El ojo inteligente de Gregory](#)
17. [¿Puede un computador convertirse en una persona?](#)
18. [La semiótica de Lewis Carroll](#)
19. [La magia de Lewis Carroll](#)
20. [Las aventuras de Stanislaw Ulam](#)
21. [Los primeros tres minutos](#)
22. [Hola y adiós](#)

23. [Siguiendo a Einstein](#)
24. [Cómo no hablar de la matemática](#)
25. [¡Eureka!](#)
- 26 [La vida y el cubo de Rubik](#)
27. [El efecto Gribbin](#)
28. [La causa contra el creacionismo](#)
29. [La locura de Eysenck](#)
30. [¿En qué medida pueden conversar los animales?](#)

### [Bibliografía](#)

### [Origen de los trabajos](#)

## Prefacio

*Orden y sorpresa* [La edición española recoge una selección de los artículos y reseñas computados en la edición en inglés. (N. del E.)] es una especie de continuación de *Science: Good, Bad and Bogus*, publicado en 1891 por Prometheus Books [De próxima publicación en Alianza Editorial. (N. del T.)]. El anterior volumen es una reimpresión de casi todo lo que yo había escrito sobre la pseudociencia desde 1952, cuando apareció mi libro *Caprichos y falacias en nombre de la ciencia*. El libro que aquí presentamos comprende otros ensayos y reseñas, la mayoría de ellos sobre temas diferentes de la paraciencia.

Aquí y allá he modificado los textos originales, a veces reinsertando pasajes eliminados por los editores, a veces añadiendo nuevas notas al pie para poner al día el material. En muchos casos he agregado un postscriptum que me permite comentar un artículo o una reseña. Como la antología anterior, este libro está dividido en dos partes. La primera contiene artículos en orden cronológico de publicación; la segunda, reseñas de libros en un orden similar. Como entonces, no he hecho ningún esfuerzo para eliminar repeticiones, cuando se repite algo dicho antes.

Admito que se necesita un ego considerable para reunir una colección de ensayos publicados anteriormente en un nuevo libro. Sólo puedo decir que pocas cosas dan a un autor mayor satisfacción que la oportunidad de reimprimir garabatos antes fugitivos, aunque

no sea más que para corregir los inevitables cambios en el original hechos por editores e impresores distraídos.

**Primera parte**  
**Capítulo 1**  
**Orden y sorpresa**

«Estamos en la situación de un niño pequeño —decía Einstein en una entrevista de prensa— que entra en una enorme biblioteca cuyas paredes están cubiertas hasta el techo de libros en muy diferentes lenguas... El niño no comprende las lenguas en las que están escritos. Observa un plan definido en la disposición de los libros, un orden misterioso que no entiende, sino que sólo imagina oscuramente.»

Pocos filósofos de mente empírica considerarían errónea la afirmación de Einstein. En su libro *El conocimiento humano: su alcance y sus límites*, Bertrand Russell repite como un estribillo: El mundo externo existe; la estructura del mundo es ordenada; sabemos poco sobre la naturaleza del orden, y nada en absoluto de por qué existe.

Si el cosmos se congelase repentinamente, de modo que todo movimiento cesase, un examen de su estructura no revelaría una distribución al azar de sus partes. Se hallarían en profusión, por ejemplo, esquemas geométricos simples: desde las espirales de las galaxias hasta las formas hexagonales de los cristales de nieve. Pongamos en marcha su maquinaria y sus partes se moverán rítmicamente según leyes que a menudo pueden ser expresadas mediante ecuaciones de sorprendente simplicidad. Y no hay ninguna razón lógica o *a priori* por la que esto deba ser así.

«Lo más incomprensible del mundo es que sea comprensible», decía Einstein en otra ocasión. «En verdad, es un hecho sorprendente y afortunado que la naturaleza pueda expresarse mediante funciones matemáticas de orden relativamente bajo», declaraba Rudolf Carnap en una clase; y Russell termina su primer libro sobre la relatividad con esta oración: «La conclusión final es que sabemos muy poco, y no obstante es asombroso que sepamos tanto, y más sorprendente aún que tan poco conocimiento nos dé tanto poder»<sup>1</sup>.

Una cita más de Russell ejemplifica cuán fácilmente estas expresiones de sorpresa entran en una discusión por lo demás técnica:

*Estamos acostumbrados al axioma de que cosas iguales a la misma cosa son iguales entre sí. Este axioma tiene una apariencia de obviedad espaciosa y engañosa, pese al hecho de que las pruebas empíricas están en contra de él. El lector puede hallar, mediante las pruebas más delicadas que pueda realizar, que  $A$  es igual a  $B$ , y  $B$  igual a  $C$ , pero  $A$  es observablemente desigual a  $C$ . Cuando esto ocurre, decimos que  $A$  no es realmente igual a  $B$ , o  $B$  a  $C$ . Extrañamente, esto tiende a confirmarse cuando se mejora la técnica de la medición<sup>2</sup>. [Las últimas subrayadas son mías.]*

Es este sentimiento de sorpresa, junto a la emoción relacionada con él de tener buena suerte, lo que deseo examinar. Primero, quiero mostrar cómo surge de las actividades de la ciencia. Segundo, discutiré brevemente su papel en la tradicional prueba de la

---

<sup>1</sup> Bertrand Russell, *The ABC of Relativity*, 1925.

<sup>2</sup> Bertrand Russell, *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, 1948, p. 285.



existencia de Dios por el designio. Finalmente, examinaré su base psicológica y enunciaré en forma precisa cuándo es y cuándo no es una emoción legítima.

Es fácil comprender la sorpresa que los primeros físicos sintieron cuando hallaron que los fenómenos naturales se prestan tan fácilmente a su formulación matemática. «El gran libro de la naturaleza —decía Galileo— está escrito en símbolos matemáticos», y Galileo sabía muy bien que el Universo no tiene ninguna obligación de comportarse con tan cortés regularidad.

Sexto Empírico, dos siglos antes de Cristo, no tenía ninguna dificultad en imaginar un mundo menos obediente: «Si las causas no existiesen, todo sería producido por todo y al azar. Los caballos, por ejemplo, podrían nacer, por casualidad, de moscas, y los elefantes de hormigas, y habría grandes lluvias y nieve en la Tebas egipcia, mientras en los distritos meridionales no llovería...»<sup>3</sup>.

En el capítulo inicial de su libro sobre la relatividad, Russell da rienda suelta a su imaginación de modo similar:

*El éxito de este punto de vista de sentido común [el de que, cuando usted parte de viaje para una ciudad, usted espera hallarla allí cuando llegue] depende de una serie de cosas que realmente son una cuestión de suerte. Supongamos que todas las casas de Londres estuvieran moviéndose perpetuamente como un enjambre de abejas; supongamos que los ferrocarriles se moviesen y cambiasen de forma como las avalanchas; y finalmente*

---

<sup>3</sup> Sexto Empírico, *Outlines of Pyrrhonism*, Book 3, p. 18. Un párrafo similar aparece en la obra del mismo autor *Against the Physicists*, Book 1, p. 203. Ambas citas se refieren a la edición de Loeb Classical Library.

*supongamos que los objetos materiales se formasen y se disolviesen constantemente como nubes. No hay nada imposible en estas suposiciones: algo similar debe de haber ocurrido cuando la Tierra era más caliente que ahora. Pero, obviamente, lo que llamamos un viaje a Edimburgo no tendría ningún significado en un mundo semejante. Sin duda, usted empezaría por preguntar al taxista: «¿Dónde está King's Cross esta mañana?». En la estación, tendría que hacer una pregunta similar sobre Edimburgo, pero el empleado de la taquilla respondería: «¿A qué parte de Edimburgo se refiere usted, señor?». Prince' Street se ha ido a Glasgow, el Castillo se ha trasladado a las Tierras Altas, y la Estación de Waverly está bajo las aguas en el medio del Estuario de Forth»<sup>4</sup>*

Obsérvese que Russell habla de la permanencia relativa de la geografía como una «cuestión de suerte». Más adelante, en el mismo libro, se refiere a la noción de lugar como dependiente de la «afortunada inmovilidad de los objetos grandes de la superficie de la Tierra». En un electrón o en el Sol, señala, estaríamos en un Universo revuelto en el que sería imposible formular leyes naturales. «Es afortunado para nosotros —concluye— que no debamos enfrentarnos a esta alternativa.»

Un sentimiento similar de maravilla y agradecimiento en lo relativo a la rigidez de la geografía lo expresa con gracia un personaje de una de las fantasías de Gilbert Chesterton:

---

<sup>4</sup> Bertrand Russell, *The ABC of Relativity*, 1925.

*«Le digo —continuó Syme con pasión— que cada vez que llega un tren, pienso que ha atravesado baterías de sitiadores, y que el hombre ha ganado una batalla contra el caos. Usted dice despreciativamente que cuando uno ha abandonado Sloane Square debe llegar a Victoria. Yo digo que uno podría hacer mil cosas, en cambio, y que cuando yo llego realmente allí, tengo la sensación de haberme escapado por los pelos. Y cuando oigo al revisor gritar la palabra “Victoria”, ésta no es una palabra sin sentido. Para mí es el grito de un heraldo que anuncia una conquista. Para mí es en verdad “Victoria”; es la victoria de Adán»<sup>5</sup>.*

Podría pensarse que la física relativista, con sus cuerpos en contracción y expansión, ha destruido la noción de rigidez. Es fácil caer en esta concepción errónea. El hecho es que la teoría de la relatividad proporciona una triunfal reivindicación de la rigidez. Sólo en lo que Carnap gusta llamar el «lenguaje euclidiano» los cuerpos en movimiento o en campos gravitatorios pueden ser descritos como de forma cambiante. En el lenguaje no euclidiano de la relatividad, con su continuo cuadridimensional, los cuerpos siguen siendo tan fijos y rígidos como en la física newtoniana.

No sólo la física relativista mantiene la uniformidad de los sólidos sino que también conserva la sorprendente semejanza entre la conducta de los rayos de luz y el movimiento de los cuerpos sólidos. Como Reichenbach ha señalado, la física clásica supone que la mecánica y la óptica reposan en la misma estructura geométrica del

---

<sup>5</sup> Gilbert Chesterton, *The Mand Who Was Thursday*, 1908.

espacio. Tanto los cuerpos como los rayos de luz se mueven en líneas rectas. No hay ninguna razón *a priori* por la que esta coincidencia exista en la física newtoniana; es igualmente «sorprendente» que mantenga su validez en la física relativista. Los experimentos indicadores de que la luz es curvada por la gravedad, o que mantiene una velocidad constante con respecto a todos los observadores, parecen al principio concebidos para destruir la simplicidad de movimiento que la luz poseía en la física newtoniana. Nuevamente, la causa de esto es que se expresa en lenguaje euclídeo. En la sintaxis no euclídea de la relatividad, la luz no se «curva», como los sólidos no cambian de forma. Sigue moviéndose a lo largo de una «geodésica», el más corto camino posible entre puntos del espacio-tiempo. En el lenguaje de la relatividad, la luz no cambia de velocidad a medida que los objetos se mueven con respecto a ella. Mantiene una velocidad constante, pero la estructura de espacio-tiempo de los objetos en movimiento se altera de tal modo que las mediciones de la velocidad siempre dan el mismo resultado. En palabras de Russell, la física relativista sostiene el principio de la «pereza cósmica» tan esencial a la tradición de Kepler y Newton. Los cuerpos y los rayos de luz por igual continúan moviéndose, en el mundo de Einstein, en términos de las más simples formulaciones matemáticas posibles.

Estrechamente unido a la pulcritud de la naturaleza, y quizá sólo otra forma de expresarla, está el principio de inducción. Mili consideraba la uniformidad de la naturaleza como la «suprema premisa mayor de todas las inducciones». El Universo, como dijo

una vez H. G. Wells, «parece jugar limpio sobre algún sistema propio más vasto».

Russell, después de una búsqueda de toda su vida de una base lógica para la inducción, finalmente estuvo de acuerdo con Mili. En *El conocimiento humano*, formula una de sus tesis fundamentales del siguiente modo:

*La inferencia de un grupo de sucesos a otros sucesos sólo puede estar justificada si el mundo tiene ciertas características que no son lógicamente necesarias. Por lo que la lógica deductiva puede revelar, cualquier conjunto de sucesos puede ser todo el Universo; luego, para poder inferir sucesos, debo aceptar principios de inferencia que están fuera de la lógica deductiva. Toda inferencia de sucesos a sucesos exige algún género de conexión entre acontecimientos diferentes. Se afirma tradicionalmente tal conexión en el principio de causalidad o ley de la naturaleza<sup>6</sup>.*

Una de las principales tareas de *El conocimiento humano* es describir más precisamente las características fundamentales del orden natural. Russell halla que posee cinco propiedades, o lo que él llama los cinco postulados básicos subyacentes en el método científico. Ellos son:

- 1)** El postulado de la casi permanencia (Carnap lo llama la «genidentidad»).
- 2)** El postulado de las líneas causales separables.

---

<sup>6</sup> Bertrand Russell, *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, 1948, p. XII.

- 3)** El postulado de la continuidad espaciotemporal (no la acción a distancia).
- 4)** El postulado del origen causal común de estructuras similares ordenadas alrededor de un centro.
- 5)** El postulado de la analogía. No hay ninguna razón lógica por la que cualquiera de estos postulados deba ser verdadero. Son válidos sólo porque así es como la ciencia ha descubierto que el mundo se comporta.

En un libro anterior, escribiendo sobre la incapacidad de los empiristas para dar un fundamento lógico a la inducción, Russell confesaba: «Este método ha tenido el más sorprendente éxito, sorprendente porque es indefendible intelectualmente como el método puramente deductivo de la Edad Media»<sup>7</sup>.

Otra vez la expresión de sorpresa. Y Russell está lejos del primer filósofo que miró con sorpresa las ecuaciones de la ciencia.

Tecnicismos aparte, los pensadores del pasado se dividen en dos grupos en su actitud hacia el hecho de un Universo ordenado.

La actitud más antigua y más difundida, implícita en las mitologías de todas las culturas, es atribuir el orden a una o varias mentes. El Sol se levanta porque Apolo conduce su carro por el cielo. Si la mitología es monoteísta, es Dios quien desea la regularidad, quien «geometriza». El Dios de Spinoza no es el mismo que el de Platón, pero hay todavía un sentido en el que la deidad de Spinoza «piensa» las leyes de la naturaleza, un punto de vista que ha fascinado a Einstein y a Sir James Jeans.

---

<sup>7</sup> Bertrand Russell, *Philosophy*, 1927.

Newton fue, por supuesto, un teísta devoto. Consideraba el espacio como una especie de «aparato sensorial» por el que Dios percibía todas las cosas. La gravedad era el método de Dios para mantener unido el Universo. A diferencia de Leibniz. Newton pensaba que era necesario, ocasionalmente, que Dios hiciera ajustes en el cosmos después de surgir imperfecciones en éste. Aceptaba la prueba de la existencia de Dios por el designio, usando como ejemplos la perfección de los cuerpos de las plantas y los animales y los caminos ordenados de los planetas. El mero hecho de que los planetas se moviesen en el mismo plano le parecía suficientemente sorprendente como para requerir una explicación sobrenatural.

Chesterton, el último gran apologista de la Iglesia Católica Romana, gustaba de usar la misteriosa danza de la naturaleza como un argumento a favor de la existencia de Dios:

*El mundo moderno, como comprobé, estaba unánimemente de acuerdo con el calvinismo sobre la necesidad de que las cosas fuesen como son. Pero cuando los interrogué, descubrí que no tenían ninguna prueba de esta repetición inevitable de las cosas excepto el hecho de que las cosas se repetían. Ahora bien, la mera repetición me hacía parecer las cosas más extrañas que racionales. Era como si, habiendo visto una nariz de forma curiosa en la calle y habiéndola considerado como un accidente, luego hubiese visto otras seis narices de la misma forma asombrosa. Por un momento habría cruzado por mi fantasía que debía haber una sociedad secreta local. Así, que un elefante*

*tuviese una trompa era extraño; pero que todos los elefantes tuviesen trompa parecía un complot.*

*Hablo aquí sólo de una emoción, de una emoción al mismo tiempo obstinada y sutil. Pero la repetición en la naturaleza parecía ser a veces una repetición excitada, como un maestro colérico que dijera una y otra vez lo mismo. La hierba parecía señalármelo con todas sus hojas al mismo tiempo; las multitudes de estrellas parecían decididas a que las comprendiesen. El Sol me lo haría ver si salía mil veces. Las repeticiones del Universo aumentaban al ritmo enloquecedor de un encantamiento...<sup>8</sup>*

A partir de esta sensación inicial de asombro, Chesterton pronto salta a la teología: «Siempre había pensado vagamente que los hechos son milagros, en el sentido de que son maravillosos; ahora empecé a considerarlos milagros en el sentido más estricto de que son *voluntarios*. Quiero decir que eran, o podrían ser, ejercicios repetidos de alguna voluntad»<sup>9</sup>.

Chesterton atribuye la misteriosa repetición de la naturaleza a la imposibilidad de que Dios se canse.

*...quizá Dios es suficientemente fuerte para regodearse con la monotonía. Es posible que Dios diga cada día al Sol: «hazlo otra vez», y cada noche a la Luna: «hazlo otra vez». Quizá no sea una necesidad automática la que haga todas las margaritas iguales; puede ser que Dios haga cada margarita separadamente, pero*

---

<sup>8</sup> Gilbert Chesterton, *Orthodoxy*, 1927.

<sup>9</sup> *Ibid.*



*nunca se ha cansado de hacerlas. Quizás Él tenga el eterno apetito de la infancia; pues nosotros hemos pecado y envejecido, y nuestro padre es más joven que nosotros. La repetición en la Naturaleza puede no ser una mera reaparición; puede ser un encore teatral. El Cielo puede hacer el encore del pájaro que puso un huevo. Si el ser humano concibe y da a luz un niño, y no un pez, un murciélago o un grifo, la razón puede no ser que estemos fijados en un destino animal sin vida ni propósito. Puede ser que nuestra pequeña tragedia haya conmovido a los dioses, que la admiren desde sus tribunas estrelladas, y que al final de cada drama humano, el hombre es llamado una y otra vez ante el telón. La repetición puede seguir durante millones de años, por mera elección, y en la Tierra generación tras generación, y sin embargo cada nacimiento puede ser realmente su última aparición.<sup>10</sup>*

He citado a Chesterton extensamente porque me parece que expresa con gran honestidad los motivos psicológicos que están detrás de la prueba de la existencia de Dios por el designio. Doy por sentado que la prueba es lógicamente indefendible. Pero el significado «pragmático» o «emocional» de la prueba reside precisamente en lo que Chesterton llama una «obstinada y sutil emoción». Esta emoción puede estar formada por muchos elementos; y ciertamente la sorpresa es uno de ellos. La formulación moderna de la prueba, por los neotomistas, por ejemplo, difiere de la descripción literaria de Chesterton sólo en que el salto emocional está enterrado bajo la

---

<sup>10</sup> Ibid.

erudición y la jerga técnica. Pero en algún punto de la demostración, la sutil emoción se cuelga entre las inferencias.

La actitud alternativa hacia el orden de la naturaleza es característica de los filósofos de la tradición positivista. No hay ninguna necesidad de exponerla aquí. Desde este punto de vista, el salto del esquema al creador del esquema no es lógicamente válido y es pragmáticamente innecesario. La existencia de la regularidad es simplemente un hecho dado. Se lo acepta. No conduce a ninguna conclusión ulterior.

El mundo cotidiano de la experiencia es una mezcla de orden y de azar. Es verdad que los sólidos mantienen sus formas, la geometría euclídea se aplica, para todos los fines prácticos, a las relaciones entre las partes, y los objetos siempre caen cuando se los suelta; pero estas regularidades están rodeadas por el desorden. Aparte del carácter imprevisible de los seres vivos, el mundo inorgánico está saturado de caos. James Branch Cabell lo ha descrito vívidamente:

*Sólo se necesitaba una ojeada a la primera noche despejada para mostrar que no había ningún esquema regular en la disposición de las estrellas. Tampoco los planetas se movían alrededor del Sol a velocidades o distancias que tuviesen alguna relación concebible entre ellas. Todo estaba en desorden... A su melindroso amor por el orden, el Universo se apareció repentinamente como un vasto y desaliñado horror. Parecía haber tan poca armonía, tan escaso sentido del orden, detrás de todo este torrente infinito de giros...*

*Y en la Tierra no había ningún equilibrio en la distribución de las tierras y las aguas. Los continentes no tenían ninguna forma*

*regular. Las montañas sobresalían como granos o eran como ribetes accidentados a través del suelo habitable, sin ninguna simetría en su distribución. Los ríos iban en cualquier dirección. Todo estaba en desorden, excepto —cosa desconcertante— cuando el agua se congelaba. Pues entonces... los cristales de hielo se ordenaban en estructuras perfectas y muy complejas. Y estas estructuras radiadas, según el meditado juicio de Kennaston, parecían haber sido formadas por el último toque de amor de la insensatez, cuando al terminar todo, la insensatez se aseguró de que aun aquí el Universo se apartase de todo «plan» concebible y perdiese hasta la coherencia de ser en todas partes irregular.<sup>11</sup>*

Es en este mundo de incoherencia superficial donde penetra la ciencia. Cuanto más penetra en él, tanto más orden descubre. Es precisamente este contraste entre el embrollo superficial y la regularidad subyacente lo que motiva la sorpresa.

Imaginemos un mundo en el que nuestras vidas y nuestro ambiente sean tan completamente ordenados que pueda predecirse casi todo suceso. Supongamos también que exista una ciencia para descubrir ámbitos de la naturaleza donde las predicciones son imposibles. La meta de esta curiosa ciencia es introducir el desorden, no dominar la naturaleza, sino romper la monotonía, para hacer la vida interesante. El progreso de tal ciencia, suponiendo que pudiese progresar, sería contemplado con creciente asombro. «No hay ninguna razón lógica para que la naturaleza se comporte de modo

---

<sup>11</sup> James Branch Cabell, *The Cream of the Jest*, 1917.

fortuito», podemos imaginar diciendo a un físico muy ordenado: «¡Cuán sorprendente y afortunado es hallar que lo hace!». Hasta podría proponerse una insensata teoría según la cual en el fondo el Universo es completamente desordenado, que las llamadas «leyes» no son leyes en absoluto, sino que sólo lo parecen porque la ciencia todavía no ha descubierto el desorden que hay detrás de ellas.

De hecho, el mundo de la física en años recientes no ha sido diferente de este mundo imaginario. La física newtoniana redujo la naturaleza a una máquina compleja cuyas partes giraban con invariable precisión. Fue ésta la razón de que el experimento de Michelson-Morley causase tanta conmoción. Sugería que, o bien la luz se comportaba de manera notablemente desordenada, o bien los cuerpos rígidos ya no eran rígidos. La sorpresa pronto llevó, como señalamos anteriormente, a la formulación de una nueva física en la que se restauró la uniformidad de la mecánica clásica y la óptica.

Pero en la teoría cuántica apareció un tipo más básico de desorden. Surgió la posibilidad de que las partículas últimas de la naturaleza, consideradas individualmente, pudieran comportarse de modos fortuitos. Las partículas fundamentales y los sistemas cuánticos parecen adquirir propiedades definidas sólo cuando se los mide, y algunas de esas propiedades son determinadas, no por leyes causales, sino por puro azar, situación que Einstein gustaba de describir como si Dios jugase a los dados con el Universo.

Contra el fondo de la historia de la ciencia, tal hecho, si es un hecho, llegó con un enorme elemento de sorpresa. Tanto que, muchos físicos, Einstein entre ellos, insisten en que la conducta

azarosa del electrón puede deberse simplemente a nuestra incapacidad para hacer las mediciones necesarias; que, a medida que nuestras técnicas mejoren, podrán elaborarse leyes para la conducta del electrón.

De todos modos, debemos concluir que el descubrimiento del orden o del desorden pueden despertar la emoción de la sorpresa. Todo depende de lo que se espere. Lógicamente, no hay ninguna razón para que la naturaleza deba comportarse de una u otra manera. El asombro de hallar el mundo tan ordenado como es tiene significado psicológico sólo cuando las regularidades son contempladas contra el fondo de azar de la mayor parte de nuestra experiencia. Cuando Russell y otros empiristas manifiestan este asombro, se lo debe tomar en parte en el sentido anterior, y en parte como recurso poético y retórico para recordar al lector que no hay ninguna justificación racional para la regularidad del mundo.

La emoción asociada de «buena suerte» resulta cuando imaginamos las dificultades que experimentaríamos si el orden disminuyera. Si mucho de él desapareciera, no podríamos existir en absoluto, por supuesto. Pero cuando se lo analiza más exhaustivamente, vemos pronto que es de la misma especie que la sensación de buena suerte que expresaba Michelet cuando escribía: «¡Qué bellamente está todo ordenado por la naturaleza! Tan pronto como el niño viene al mundo, encuentra una madre que está dispuesta a cuidarlo». Pues la naturaleza es la madre de todos nosotros, y si hay simetría en la naturaleza, un organismo en evolución desarrollará hábitos de conducta y de pensamiento que se adapten a la simetría de su

entorno. Evidentemente, sólo tales hábitos tendrían valor para la supervivencia. La aparente coincidencia entre el orden del cosmos y las ventajas que tal orden tiene para nosotros es estrictamente análoga a la feliz coincidencia de que tengamos pulmones y nos hallemos en un planeta con una atmósfera. Cuando se recuerda la evolución, la sensación de buena suerte con respecto al orden externo se vuelve tan carente de significado como la buena fortuna que anteriores apologistas cristianos imaginaban cuando observaban las ingeniosas estructuras adaptativas de los organismos al entorno.

Obsérvese que en el anterior argumento se suponía que el orden existía en la naturaleza antes del comienzo de la vida en este planeta y que nuestra mente (y, por consiguiente, nuestros hábitos matemáticos de pensamiento) evolucionaron para adaptarse a este orden. Este es el sentido en el que Russell es un «realista». «A medida que la inteligencia de la humanidad ha aumentado — escribe—, sus hábitos de inferencia se han acercado gradualmente a un acuerdo con las leyes de la naturaleza que han hecho de esos hábitos, en un todo, más a menudo una fuente de expectativas verdaderas que de expectativas falsas. La formación de hábitos de inferencia que conducen a expectativas verdaderas forma parte de la adaptación al ambiente de la que depende la supervivencia biológica».<sup>12</sup>

En agudo contraste con este realismo está la concepción de que el mundo externo no posee ningún orden excepto el que una mente

---

<sup>12</sup> Bertrand Russell, *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, 1948, p. 507.

humana le atribuye en virtud de sus intereses. Esta curiosa concepción fue hábilmente defendida por William James:

*...orden y desorden... son invenciones puramente humanas... Si arrojó mil alubias al azar sobre una mesa, sin duda podría, eliminando un número suficiente de ellas, dejar el resto casi en cualquier modelo geométrico que usted me proponga, y usted podría decir entonces que el modelo era lo prefigurado de antemano, y que las otras alubias eran irrelevantes y material de relleno. Nuestros tratos con la naturaleza son de esta especie. Ella es un vasto espacio lleno en el que nuestra atención traza caprichosas líneas en innumerables direcciones. Contamos y nombramos todo lo que está en las líneas especiales que trazamos, mientras que las otras cosas y las líneas no trazadas no son nombradas ni contadas.<sup>13</sup>*

Desde este punto de vista, el orden de la naturaleza se convierte en una ilusión, proyectada sobre la realidad por una mente; un punto de vista peligrosamente cercano a un idealismo subjetivo que James habría negado vigorosamente. Es un peligro similar el que Russell halla implícito en las concepciones de Carnap. No pretendería hablar por Carnap en esta difícil cuestión, pero la siguiente cita expresa el temor de Russell:

*Platón, quien se interesaba por la astronomía solamente como un cuerpo de leyes, quería que se la divorciase totalmente de los sentidos; los interesados por los cuerpos celestes reales que*

---

<sup>13</sup> William James, *Varieties of Religious Experience*, 1902.

*existan, decía, deben ser castigados en la próxima encarnación volviéndose pájaros. Este punto de vista no es adoptado en la actualidad por los hombres de ciencia, pero se lo encuentra, o algo muy similar, en las obras de Carnap y algunos otros positivistas lógicos. Creo que no son conscientes de sostener una opinión semejante, y la repudiarían con vehemencia; pero, absortos en las palabras, a diferencia de lo que significan, han quedado expuestos a la tentación platónica y han sido conducidos, por extraños caminos, a la perdición...<sup>14</sup>*

Debe quedar claro que, aunque afirmemos con Russell la realidad de un orden externo, que tiene una existencia separada de nuestras mentes, no tenemos ninguna base para afirmar que el orden que hallamos, o cualquier otro tipo de orden, impregna la totalidad del ser. En un sentido último, el cosmos puede no ser ordenado ni desordenado, sino sólo uniforme en ciertos niveles, o en ciertos lugares o en ciertos tiempos. Siendo lo que somos, podemos haber evolucionado sólo en ese nivel, o en ese lugar o en ese tiempo. Puede ser que en la mecánica cuántica ya hayamos sondeado un nivel de desorden. Esto no sería más asombroso que un viaje a la Luna, donde no hay una atmósfera para nuestros pulmones. Para subsistir en la Luna, tendríamos que llevar aire con nosotros. Análogamente, podemos entrar en el mundo del electrón sólo llevando nuestra matemática con nosotros. Pero formular leyes

---

<sup>14</sup> Bertrand Russell, *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, 1948, p. 245.



causales ordenadas para un electrón individual podría ser tan imposible como respirar espacio vacío.

Y no importa en absoluto si somos ateos o teístas. Si somos ateos, no es sorprendente que, siendo lo que somos, hayamos evolucionado en un rincón del ser como éste en el cual estamos. Si somos teístas, no es sorprendente que Dios, queriendo que seamos como somos, nos haya permitido evolucionar en el rincón que habitamos. Quizás un ángel del Señor examinó un mar interminable de caos, y luego lo modificó gentilmente con su dedo. En este diminuto y temporal remolino de ecuaciones tomó forma nuestro cosmos.

Para volver a la metáfora de la biblioteca de Einstein, hemos detectado un orden en la disposición de los libros. Nuestro descubrimiento nos lleva a esperar que, con el tiempo, podamos leer unas pocas de sus páginas. Pero puede ser que en muchos estantes haya volúmenes escritos enteramente en sílabas sin sentido. Ateos, teístas o agnósticos, debemos estar de acuerdo con Santayana: «... un espíritu realmente puro no puede suponer que el mundo es totalmente inteligible. Puede haber cosas irracionales, puede haber hechos innegables, puede haber abismos oscuros ante los cuales la inteligencia debe permanecer en silencio por temor a enloquecer»<sup>15</sup>.

### ***Postscriptum***

Después de abandonar la Marina, al fin de la Segunda Guerra Mundial, pude destinar la paga del gobierno a solventar un año de

---

<sup>15</sup> George Santayana, *Ultimate Religion*, una alocución reimpressa en *Obiter Scripta*, 1936.

trabajo de graduado en la Universidad de Chicago. El curso más apasionante que seguí fue un seminario sobre la filosofía de la física, dictado por Rudolf Carnap. «Orden y Sorpresa» fue una reformulación de mi tesina para este curso. Aborda un problema que parece preocupar a muchos filósofos y científicos: ¿cómo es que la lógica y la matemática, construidas por mentes humanas, se ajustan tan bien al mundo externo que nos proporcionan tan enorme poder sobre la naturaleza?

La más conocida expresión de asombro de un físico por esta «coincidencia» es la del artículo de 1960 de Eugene Wigner, «The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences»<sup>16</sup> [«La Irrazonable efectividad de las Matemáticas en las Ciencias Naturales»]. Un artículo reciente inspirado por el ensayo de Wigner es el del matemático R. W. Hamming «The Irrasonable Effectiveness of Matematics»<sup>17</sup>. Hamming termina casi tan sorprendido como Wigner. Hasta los números naturales lo asombran:

Los enteros nos parecen tan fundamentales que esperamos hallarlos allí donde hallemos vida inteligente en el Universo. He intentado, con poco éxito, que algunos de mis amigos comprendan mi asombro de que la abstracción de los enteros para contar sea posible y útil. ¿No es notable que 6 ovejas más 7 ovejas sean 13 ovejas; que 6 piedras más 7 piedras sean 13 piedras? ¿No es un milagro que el Universo esté construido de tal modo que sea una abstracción tan

---

<sup>16</sup> El ensayo de Wigner ha sido reimpresso en *Simmetries and Reflections* (Indiana University Press, 1967).

<sup>17</sup> El artículo de Hamming apareció en el *American Mathematical Monthly*, febrero de 1980, pp. 81-90.

simple como un número? Para mí, éste es uno de los más convincentes ejemplos de la irrazonable efectividad de la matemática. En verdad, lo hallo extraño e inexplicable.

Como realista aristotélico que da por sentado que el Universo es independiente de la mente de usted y de la mía, y está matemáticamente ordenado, encuentro mucho de lo cual sorprenderse en la estructura del mundo. Y los teoremas de la matemática son igualmente bellos y sorprendentes. Pero, ¿qué hay de sorprendente en el hecho de que la matemática se corresponda con el mundo? Como dice Raymond L. Wilder tajantemente: «No hay nada de misterioso, como algunos han tratado de sostener, en la *aplicabilidad* de la matemática. ¡Lo que obtenemos por abstracción de algo puede ser restituido!»<sup>18</sup>.

Como el amigo realista Einstein, es el desorden de la mecánica cuántica lo que yo hallo sorprendente. Pero no realmente. Después de todo, como han demostrado Charles Peirce y muchos otros desde entonces, la idea de un universo totalmente desordenado es contradictoria. No hay ningún modo de construir una larga sucesión de números sin pautas. Por la misma razón, todo universo concebible por la mente será ordenado de algún modo. Detrás del aparente desorden de la mecánica cuántica hay un orden maravilloso que reposa firmemente en los fundamentos de la probabilidad y las leyes estadísticas. «Hubo un momento —dijo Richard Feynman a un periodista, recordando su descubrimiento de

---

<sup>18</sup> Wilder, *Introduction to the Foundations of Mathematics*, 2. ed. (Wiley, 1965).

una ley de las interacciones débiles— en que supe cómo funcionaba la naturaleza. Tenía elegancia y belleza. La maldita cosa brillaba»<sup>19</sup>.

Lo que realmente me asombra es que algún matemático, científico o filósofo pueda suponer que Feynman y sus colaboradores no hicieron más que descubrir un artefacto cultural sin ninguna realidad fuera de las mentes humanas. Volveremos sobre este tipo de asombro en el capítulo próximo.

---

<sup>19</sup> Lee Edson, «Two Men in Search of a Quark», New York Times Magazine, 8 de octubre de 1967.

## Capítulo 2

### Las matemáticas y las costumbres tradicionales

Si hay algún aspecto de nuestra cultura del que cabría suponer que está fuera de las costumbres tradicionales, fundado en una realidad independiente de los procesos culturales, ésa es la matemática, la Reina de las Ciencias. Pero ¡ay!, ha sido derribada de su trono solitario. El Dr. Leslie Alvin White, profesor de antropología de la Universidad de Michigan, es el responsable de esta audaz acción. En un capítulo titulado «The Locus of Mathematical Reality» [«El Lugar de la Realidad Matemática»] de su libro *The Science of Culture* (Farrar, Strauss, 1949), la destierra a la región de las costumbres tradicionales para unirse a otros distinguidos exiliados de los reinos de la Verdad, la Belleza y la Bondad. Puesto que el profesor White en ese capítulo lleva al extremo el enfoque que en antropología es llamado «determinismo cultural», señalando la conquista de la última avanzada de valores que, se pensaba, estaban en contacto con una realidad universal, no social, parece que vale la pena efectuar una inspección detenida de los argumentos del autor.

El profesor White comienza el capítulo con una cita de *A través del espejo*. Es la sección en la que se le dice a Alicia que es meramente una ficción del sueño del Rey Rojo. El pasaje es apropiado porque en ese capítulo se defiende una concepción que conduce finalmente, como el mismo autor aparentemente comprendió, a una curiosa especie de solipsismo colectivo.

Por supuesto, el profesor White no lo dice en esos términos. A él le interesa solamente lo que él llama la «realidad matemática». Las leyes de la matemática, escribe, «dependen de manera total de la mente de la especie». «Las matemáticas en su totalidad, sus 'verdades' y sus 'realidades', forman parte de la cultura humana, nada más.» «El lugar de la realidad matemática es la tradición cultural.» «Los conceptos matemáticos son independientes de la mente individual pero están totalmente dentro de la mente de la especie, esto es, la cultura.» «Su realidad [matemática] es cultural: es el tipo de realidad que posee un código ceremonial, las normas de tráfico, las reglas del béisbol, la lengua inglesa o las reglas de la gramática.»

Examinemos con más cuidado esta última afirmación. El término mediante el cual una sociedad designa el parentesco entre tío y sobrino es, desde luego, puramente cultural. Pero la relación misma, el *denotatum* del signo, es evidentemente un aspecto del mundo externo que existiría independientemente de que alguien le dé un nombre o no. Los dinosaurios tenían tíos y sobrinos mucho antes de que evolucionase una especie capaz de describir la relación en símbolos lingüísticos.

Algo similar sucede con los colores. El término «verde» es, obviamente, una realidad cultural. La sensación de verde es una realidad psicológica. Pero la sensación y el símbolo se basan ambos en un estado de cosas externo por el cual todas las longitudes de onda de la luz son absorbidas por un objeto excepto las verdes, que se reflejan en el ojo del observador.

Cuando el profesor White sugiere que los colores no son rasgos del mundo externo, ciertamente no quiere decir algo tan trivial como que las *sensaciones* de color están en la mente. En el capítulo aludido deja bien en claro que desea negar toda conexión causal necesaria entre las sensaciones y la realidad externa. Los colores no son «una consecuencia de la estructura del mundo externo». Usted podría pensar así, añada, hasta que se entera de que los indios *creek* y *natchez* no distinguen el amarillo del verde, sino que tienen un término común para ambos.

Este es un asombroso *non sequitur*. El hecho de que estas tribus indias usen la misma palabra para lo que nosotros llamamos amarillo y verde no significa que un miembro de las tribus no pueda distinguir entre objetos verdes y objetos amarillos, idénticos en lo demás. Si alguien le mostrase un collar de cuentas verdes y otro de cuentas amarillas, señalase el verde diciendo «éste es tuyo», luego los mezclase y le pidiese que cogiese el suyo, no hay ninguna razón para pensar que tendría alguna dificultad. ¿Supone el profesor White que los indios *creek* y *natchez* tienen un daltonismo culturalmente condicionado para el amarillo y el verde?

Esto nos recuerda la famosa controversia sobre el sentido del color en Homero provocada por el estadista británico William Gladstone. En 1858, Gladstone escribió un libro sobre Homero en el que sugería que el poeta griego era daltoniano por su escaso uso de palabras de colores. En 1870, un grupo alemán de etnólogos evolucionistas sostuvo que toda la población griega de los tiempos de Homero era daltoniana, y que la capacidad para discriminar

colores no se desarrolla hasta que una cultura alcanza altos niveles de complejidad. El primer ataque importante a esta concepción fue el de Grant Alien, en *El sentido del color: su origen y desarrollo* (1879). Alien llamó la atención al hecho de que un solo término para el verde y el azul es común en las sociedades primitivas, pero señaló que los escoceses de las Tierras Altas, que no distinguían verbalmente entre el verde y el azul, discriminaban perfectamente los dos colores cuando se ponía a prueba su capacidad para hacerlo. No había ninguna palabra que significase «naranja» en el inglés medio de la época de Chaucer, y podríamos suponer que ésta no conocía este dudoso color si no se hubiese referido dos veces, en los *Cuentos de Canterbury* a un matiz «entre amarillo y rojo». Desde 1900, la teoría de que una deficiencia de términos de color en una lengua indica una deficiencia en la discriminación de colores ha sido cada vez más desacreditada, sobre todo por las investigaciones del antropólogo español José Pérez de Barrandas, publicadas en el decenio de 1930-1939.

Nadie duda, por supuesto, que las zonas precisas del espectro aludidas por palabras de colores variarán mucho de una cultura a otra según las necesidades de cada sociedad. Una tribu primitiva puede necesitar sólo unas pocas palabras para colores, mientras que una fábrica moderna que produce vestidos para mujeres puede necesitar términos para varios cientos de matices diferentes. Los miembros de una tribu que no distinguen el verde del amarillo pueden tener una comprensible tendencia a confundir estos colores, así como es fácil que nosotros confundamos matices de marrón,



pero esto no significa que los miembros de la tribu no puedan ver la diferencia entre el verde y el amarillo. El problema básico, por supuesto, es si el proceso de la visión del color está determinada culturalmente, como afirma implícitamente el profesor White, o si está determinada por una estructura externa de tal manera ordenada que envía ciertas longitudes de onda a la retina que dan como resultado ciertas sensaciones de color en el cerebro.

Precisamente el mismo problema es el que se plantea con respecto a la «realidad matemática». No necesitamos sumergirnos aquí en las discusiones sumamente técnicas sobre el significado exacto de «realidad» que dividen a filósofos como Carnap, Russell y Dewey, porque el punto fundamental es mucho más simple. No ha habido ningún filósofo eminente, incluidos los empiristas lógicos, que haya sostenido la teoría de que el llamado mundo externo no es nada más que una proyección de las mentes humanas. Hasta idealistas como Berkeley, quien sostenía que no puede existir nada si no es percibido, rápidamente restauraron la realidad externa como una proyección de la mente de Dios. Las piedras de Berkeley son tan externas y pateables como las piedras de un materialista. Todo lo que necesitamos admitir, para los fines de esta discusión elemental, es la existencia de un mundo exterior a las mentes humanas y que tiene una estructura ordenada<sup>20</sup>. No necesitamos ocuparnos de las

---

<sup>20</sup> Cuando digo que el mundo externo «existe», sólo quiero expresar el simple reconocimiento de sentido común de un conjunto ordenado de relaciones independiente de las mentes humanas, conjunto que es estructuralmente similar, de algún modo, al de nuestras relaciones matemáticas subjetivas. Puede ser que esa creencia sea meramente una cuestión de conveniencia (es decir, es más simple suponerlo que tratar de describir sucesos en términos de impresiones sensoriales cambiantes); pero, en todo caso, la controversia entre empiristas sobre si puede afirmarse el «realismo» (como creen Russell y Reichenbach) o si tal afirmación carece

cuestiones metafísicas de cómo o por qué existe, o exactamente cómo y por qué está ordenado. Bastará que estemos dispuestos a abandonar el solipsismo, del individuo y del grupo, y admitamos la creencia en una realidad externa que es más que una vasta niebla indescriptible en la que rasgos tales como, por ejemplo, las nebulosas espirales, sean meramente proyecciones de nuestros intereses, sin involucrar ningún esquema de partes que no sean los esquemas que les infundimos por nuestra atención.

¿Y cuáles son las consecuencias de afirmar la existencia de un orden externo? De ello se sigue que los conceptos matemáticos, como los colores y los lazos familiares, tienen al menos una base en una realidad independiente de la especie humana. Es verdad, desde luego, que un triángulo abstracto no existe en el mismo sentido en que existe una vaca, pero esto no significa que el concepto de triángulo sea un rasgo cultural arbitrario, sin conexión con la estructura del mundo. El mismo profesor White admite esta conexión al final del capítulo, cuando discute brevemente la cuestión de cómo surgieron los conceptos matemáticos. Fueron producidos, dice, en el «sistema nervioso» de nuestros antepasados simiescos, y nos recuerda que los monos «tienen una fina apreciación de las formas geométricas». Esta es una admisión sorprendente, porque, claro está, si un mono aprecia formas geométricas, debe haber formas geométricas fuera de la cultura humana que puedan ser apreciadas por el mono. Este es sólo otro

---

de significado (como piensa Carnap, y posiblemente Dewey) se halla en un plano ajeno al tema aquí en discusión. Hasta los más extremos antirrealistas de los positivistas lógicos se horrorizarían ante la sugerencia de que las leyes lógicas y matemáticas son culturalmente variables.

modo de decir que, si todos los hombres desapareciesen, aún habría un sentido (exactamente *qué* sentido es otro problema, más difícil) en el que puede decirse que las nebulosas espirales son espirales y los cristales de hielo hexagonales son hexagonales, aunque no haya seres humanos que den nombre a esas formas. La única alternativa a esta concepción es insistir en que todo el orden que percibimos en el Universo, sea el orden geométrico estático de la estructura o el orden dinámico de las leyes naturales, sólo es una proyección de nuestras mentes en el espacio vacío o, a lo sumo, en un tipo de espacio lleno sin forma<sup>21</sup>.

Sin embargo, el etnólogo moderno, con su alergia hacia los absolutos, es constantemente obsesionado por formas de idealismo subjetivo. Recuerdo una tarde en la Universidad de Chicago, hace algunos años, cuando traté durante horas, totalmente sin éxito, de persuadir a un grupo de graduados en antropología de que dos más dos son cuatro en todas las culturas. Les sonaba, sospechosamente, como un «universal cultural» que podía atraparlos en un juicio de valor. Sin embargo, en el curso de la discusión salieron a la luz dos importantes ideas erróneas sobre la matemática, y puesto que ambas se encuentran en el mencionado capítulo del profesor White, será instructivo mencionarlas aquí.

Primero, está la idea de que las variaciones en los sistemas de numeración suponen de algún modo variaciones en las leyes matemáticas. La gente hereda de su cultura métodos para contar y

---

<sup>21</sup> Esta era la opinión de Kant, y hasta William James, en momentos de descuido, la defendió. (Véase la nota al pie de James en la página 428 de la edición de Modern Library de 'Varieties of Religious Experience.') Una exposición breve y clara de la debilidad de la matemática subjetiva de Kant se hallará en Russell, A History of Western Philosophy, 1945, pp. 712 y ss.

calcular, explica el profesor White, así como hereda modos de cocinar y de casarse. «Si Newton hubiese sido criado en una cultura hotentote, habría calculado como un hotentote». La elección de los hotentotes por el autor fue desafortunada, pues los hotentotes tienen un sistema decimal y, por lo tanto, calculan como calculaba Newton; pero aunque el profesor White hubiese elegido, digamos a los bosquimanos de África, que usan un sistema binario, el ejemplo tampoco habría tenido valor alguno para sus fines. Para contar y calcular en el sistema binario, se hace uso exactamente de las mismas leyes matemáticas que en cualquier otro sistema. De hecho, la mayoría de las gigantescas computadoras electrónicas operan con un sistema binario porque éste se adapta fácilmente a los relés electrónicos, pero esto no implica que la máquina se base en un tipo diferente de realidad matemática. Las diferencias en los sistemas de numeración, en efecto, no son más que diferencias en los métodos de simbolización. Todo lo que se haga con los signos de un sistema puede ser traducido exactamente a todos los otros. Todo número puede brindar una base para contar, aunque en la mayoría de las culturas la base ha sido cinco, diez o veinte, en correspondencia con los agrupamientos de dedos de las manos y de los pies. (Una de las curiosidades de la etnología es el sistema cuaternario de los indios *yuki* de California. Ellos contaban los *espacios* entre los dedos.) El número de base elegido contribuirá a determinar las palabras usadas para los números superiores o el modo de describirlos en la escritura, pero esto no cambia las leyes matemáticas subyacentes en mayor medida de lo que el número designado por «17» cambia de

propiedades cuando se lo simboliza con números romanos o en el sistema vigesimal maya mediante dos puntos sobre tres líneas horizontales.

Para aclarar bien esto, consideremos por un momento el significado de «dos más dos son cuatro». En la experiencia cotidiana hallamos que a menudo los objetos son agrupados en pares. Demos a todas las clases de pares el nombre genérico de «bing». Además, observamos otro tipo de configuración de unidades que en nuestra cultura se designa por la palabra «cuatro». A este agrupamiento le daremos el nombre de «bong». Un poco de experimentación con grupos de bings pronto permite establecer una ley asombrosa. Siempre que sumamos un bing a otro bing, produciendo por así decir «bing bings», la nueva configuración invariablemente pertenece a la clase que hemos llamado «bong». Así llegamos a una ley aritmética simple: «bing más bing son bong». Esto es lo que queremos significar por «dos más dos son cuatro».

Soy consciente del hecho de que si se agregan dos gotas de agua a otras dos gotas, el resultado puede ser una sola gran gota. Pero en la medida en que las unidades sigan siendo unidades, la ley es universal e invariable. Si un miembro de la tribu parte dos maderos por la mitad, hallará que tiene cuatro maderos. Si extiende dos dedos de una mano, y luego otros dos, se sorprendería, en verdad de hallar, excluyendo su pulgar, cinco dedos.

John Stuart Mili, en un intento de establecer la lógica y la matemática sobre una base empírica, imaginó un demonio malicioso que se dedicase a crear quintos objetos siempre que dos cosas

fueran puestas junto a otras dos cosas. Si así fuese, razonaba Mili, nuestros libros de aritmética nos dirían que dos más dos es igual a cinco. La mayoría de los empiristas contemporáneos admiten que la experiencia brinda el origen psicológico de nuestro conocimiento de leyes matemáticas, pero prefieren dar a las leyes una validez absoluta: analítica, formal y *a priori*<sup>22</sup>. Pero no necesitamos entrar en la controversia entre los que defienden la concepción de Mili y quienes, como Carnap y Russell, consideran las leyes verdaderas para todos los mundos posibles, porque en ningún caso están sujetas a variación cultural. Los signos hablados y escritos con los que una cultura simboliza la realidad matemática están, por supuesto, culturalmente determinados, aunque un método de simbolización puede ser más eficiente que otro. Robert Lowie, en su *Introducción a la Antropología Cultural*, no vacila en describir el sistema romano como «pesado» en comparación con el maya, que introdujo el valioso símbolo cero.

Es importante comprender también que el proceso de adición no requiere la presencia de un ser humano. Opera con igual efectividad cuando nadie está mirando. Si usted deja caer dos peniques en la hucha vacía de un niño y luego dos peniques más, descubrirá, al abrir la hucha, que contiene cuatro peniques. Toda la operación

---

<sup>22</sup> De hecho, se puede demostrar fácilmente que la actividad del demonio es contradictoria y, por ende, carece de sentido, como la afirmación «Algunos números impares son pares». Por ejemplo, si juntamos dos caballos, dos cerdos y dos ardillas, tenemos varias combinaciones posibles de dos más dos. Si consideramos dos caballos y dos cerdos, entonces el quinto animal, creado por el demonio, debe ser un caballo o un cerdo. Supongamos que es un caballo. El agrupamiento de dos cerdos y dos ardillas requiere, digamos, una tercera ardilla. Pero ahora no podemos obtener cinco de la adición de dos caballos y dos ardillas porque ya tenemos tres de cada especie.

podría, de hecho, ser realizada mecánicamente y registrada en una película.

La idea de que la matemática se funda solamente en el proceso cultural se desliza fácilmente al «solipsismo colectivo» que George Orwell satiriza en su novela *1984*. Pues si la matemática pertenece a las costumbres populares, y éstas pueden ser moldeadas por un partido político, se sigue de esto que el partido puede proclamar leyes matemáticas. «La realidad existe en la mente humana — declara O'Brien, miembro del Partido Interno — y en ninguna otra parte. No en la mente individual, que puede cometer errores, y de todos modos parece pronto; sino sólo en la mente del Partido, que es colectivo e inmortal. Lo que el Partido dice que es verdad es verdad.» Uno de los episodios más angustiosos de la novela es la escena en que el protagonista adquiere mediante la tortura la convicción de que dos más dos a veces son cinco.

La segunda fuente común de confusión en lo concerniente a este tema es el hecho de que la labor reciente en matemáticas, estimulada por la revolución de la relatividad en la física, parece negar una validez absoluta a las familiares leyes euclidianas. Durante siglos, señala el profesor White, se pensó que los teoremas de Euclides eran necesarios, pero «la invención de geometrías no euclidianas... ha descartado enteramente esta idea».

Ahora bien, hay un sentido en el que esto es enteramente correcto, pero se trata de un sentido en un todo ajeno a los fines del profesor White. Es cierto que no hay ninguna razón *a priori* por la que un postulado geométrico, como el famoso postulado de las paralelas,

deba ser verdadero. Puede construirse un sistema no euclídeo coherente que viole este postulado, y los descubrimientos de la física moderna indican que tal sistema es una base más adecuada sobre la que hacer cálculos que involucren altas velocidades y distancias astronómicas. Pero en el plano de las velocidades y distancias ordinarias, vivimos en gran medida en un viejo y prosaico mundo euclidiano que no varía en ningún aspecto *medible* de una región geográfica a otra. Si un hombre de una tribu quiere abatir un pájaro con un arco y una flecha, es necesario que, cualquiera que sea su filiación tribal, apunte la flecha al pájaro en estricto acuerdo con leyes euclidianas y newtonianas, y no, por ejemplo, disparar la flecha en la dirección opuesta sobre la base de que las líneas rectas, prolongadas indefinidamente en un continuo cuatridimensional cerrado, dará la vuelta al cosmos y retornará al punto de partida.

Basta un momento de reflexión para comprender que toda sociedad imaginable, para poder existir, debe hacer uso constantemente de leyes matemáticas elementales que son en todas partes las mismas, pero tan comunes que raramente tomamos conciencia de ellas. Por ejemplo, para existir es necesario comer, y para comer es necesario poner algo en la boca. Pero el hecho de que un objeto menor pueda ser introducido en un orificio mayor es un hecho geométrico. Una tribu que actúa según el supuesto contrario, es decir, que sólo objetos más grandes pueden ser introducidos en agujeros menores, actuaría según una ley que, por bien, fundada que esté en la mitología de la cultura, estaría tan pobremente fundada en la realidad matemática que pronto la tribu moriría de hambre.



Claro que ningún grupo nativo ha adoptado nunca una creencia tan estúpida, y de hecho la investigación etnológica de décadas recientes ha descubierto que los miembros de sociedades primitivas no son tan ignorantes en matemáticas como suponían anteriores antropólogos. En un tiempo se suponía que, si una tribu no tenía palabras para números mayores que dos o tres, sus miembros eran incapaces de contar más de dos o tres. Sin embargo, antiguos investigadores se desconcertaron por la misteriosa capacidad de esos nativos para vigilar un rebaño de cincuenta ovejas y saber inmediatamente cuándo faltaba una. Se suponía que el nativo tenía una memoria fenomenal en la que retenía la *gestalt* del rebaño entero; o quizá que conocía a cada oveja y recordaba su cara. Pero la investigación posterior pronto aclaró que esos nativos tenían medios elaborados de contar en los que hacían uso de diversas partes de su anatomía en un orden predeterminado. Por ejemplo, contaban sus dedos de las manos, muñecas, codos, axilas, tetillas, ombligo, rodillas y dedos de los pies. El recuento se hacía mentalmente; así, en vez de recordar una palabra para 27, el nativo sencillamente recordaba que tenía su cuenta, digamos, en el dedo gordo del pie izquierdo.

Los libros de Lévy-Bruhl sobre la mentalidad primitiva revelaron que el salvaje era mucho más listo que los idiotas aborígenes descritos por Spencer en sus *Principios de Sociología*. Pero ahora se considera que aun Lévy-Bruhl exageró mucho el grado en que el pensamiento «prelógico» del salvaje difiere del nuestro. Hay quizá una mezcla más completa de la realidad con el sistema proyectivo religioso; pero

cuando se trata de resolver problemas prácticos en los términos de su propia cultura, se desempeñan tan bien como nosotros, si no mejor. Y tienen éxito precisamente porque utilizan leyes de la lógica y las matemáticas que tienen su lugar, no en la cultura, sino en la realidad externa. Estas leyes son descubiertas, no creadas, así como se descubren las leyes de la palanca o la rueda; y no hay ninguna razón por la que un antropólogo deba avergonzarse de admitir este hecho.

Para ser justo con el profesor White, debo decir en este punto que no dudo ni por un momento que él cree en un mundo externo, de estructura ordenada, y que este orden desempeña un papel necesario en la determinación de los modos como las culturas formulan leyes matemáticas y físicas. Su artículo contiene mucha ambigüedad, y supongo que sería posible retorcer y forzar sus afirmaciones para hacerles significar sólo que el aspecto *cultural* de la matemática es cultural. Pero esto es como decir que todos los aspectos de la realidad dentro de esta habitación están dentro de esta habitación, y por consiguiente he tenido con el profesor White la deferencia de suponer que sus palabras significan algo menos trivial, y transmitir lo que, obviamente, él cree que es un enfoque nuevo y revolucionario de su tema. He tratado de demostrar que este enfoque conduce a una postura idealista que el profesor White, estoy seguro, sería el primero en rechazar.

Desde 1900, los antropólogos culturales han pasado por una fase de reacción contra el ingenuo egocentrismo de sus predecesores Victorianos. Uno tras otro, diversos aspectos de la cultura —el arte,

la filosofía, la religión, la ética— han caído en la categoría de las costumbres tradicionales. La «sociología del conocimiento» de Karl Mannheim sometió todas las ideas, incluidas las de la ciencia, a la investigación sociológica. Pero ni siquiera Mannheim soñó en sostener que las leyes de la matemática, o aun el conocimiento obtenido por la ciencia, están determinadas culturalmente. «Relacionar ideas particulares con la estructura total de un tema histórico- social dado —escribió en su obra *Ideología y Utopía*— no debe confundirse con un relativismo filosófico que niega la validez de todas las normas y la existencia de orden en el mundo» (p. 254). En la página 263, cita explícitamente la ley «dos veces dos es igual a cuatro» como ejemplo del tipo de verdad *no* sujeta a determinación cultural. Aun en las ciencias sociales, Mannheim creía posible el conocimiento objetivo. De hecho, la finalidad principal de la sociología del conocimiento, en su opinión, era «desenmascarar» las compulsiones inconscientes que están detrás de puntos de vista en conflicto y permitir así al científico social llegar a una perspectiva que sería la más objetiva posible, y por ende la más cercana a la realidad. Bastarán dos citas de *Ideología y Utopía*:

Nadie niega la posibilidad de la investigación empírica ni nadie sostiene que no existen hechos (nada nos parece más incorrecto que una teoría ilusionista del conocimiento).

Por supuesto, es verdad que en las ciencias sociales, como en otros ámbitos, el criterio supremo de verdad o falsedad ha de hallarse en la investigación del objeto, y la sociología del conocimiento no es ningún sustituto de esto.

En opinión de Mannheim, el estudioso de la sociología del conocimiento es como un hombre que se mueve entre un grupo de artistas que rodea a una modelo desnuda (la realidad), a la que cada uno pinta desde su propia perspectiva. El hombre estudia cada tela, comparándola con lo que ve desde la perspectiva de cada artista, y de esta manera trata de llegar a una comprensión exacta de la forma de la modelo. La idea de que, puesto que cada artista la pinta de diferente modo, su anatomía no tiene ninguna forma definida habría sido juzgada por Mannheim como una forma completamente indefendible de idealismo subjetivo. Y no necesito añadir que la «forma» es geométrica.

Entre los antropólogos contemporáneos son cada vez más evidentes los signos de una rebelión desde hace tiempo necesaria contra el determinismo cultural extremo. La obra de hombres como Kardiner y Linton (el profesor White no menciona a Kardiner en su examen de 650 páginas de la «culturología», y sólo cita a Linton para expresar su discrepancia de él) está empezando a sugerir una base para establecer normas de salud mental que puedan algún día proporcionar un tosco patrón para medir el grado en que una cultura satisface las necesidades básicas de sus miembros. Es lamentable que el profesor White, por pura inercia, deje que la vieja tendencia lo impulse, a través del espejo a un ámbito de sueños y falta de sentido.

### ***Postscriptum***

Leslie Alvin White, uno de los más influyentes y polémicos antropólogos de América, murió en 1975 después de una destacada carrera en la Universidad de Michigan. Aunque consideraba que toda la matemática, y aun las construcciones teóricas de la física, estaba arraigada en la cultura, no en el mundo externo, no era un relativista cultural. ¡Lejos de ello! Más que cualquier otro antropólogo, White fue el responsable del resurgimiento de las ideas evolucionistas de Lewis Morgan. Como Morgan, White sostenía que todas las culturas pasan, por etapas, del salvajismo a la barbarie y luego a la civilización, con lo cual logran un genuino progreso hacia modos cada vez mejores de satisfacer las necesidades humanas básicas.

George Boas y otros relativistas culturales reconocían la importancia del ambiente (esto es, el mundo externo) en la modelación tanto de personalidades como de culturas.

En su vigorosa batalla contra el relativismo cultural de Boas, no había ninguna necesidad (en mi opinión) de que White abandonase el realismo epistemológico. Considero su artículo sobre las matemáticas como una aberración, incompatible con la antropología evolucionista y escrito por ingenuidad filosófica. Es fácil de comprender por qué. En sus últimos años, White estuvo tan obsesionado por su visión de la cultura como la realidad fundamental que casi olvidó que hay un gran mundo allí fuera, con sus leyes fijas no hechas por nosotros y que había producido todas las culturas humanas. Pero no diré más aquí sobre la curiosa filosofía de White, que hallo plagada de contradicciones internas,

porque la examinaré más adelante en una reseña del libro más importante de White, *La ciencia de la cultura*.

El artículo de White «El lugar de la realidad matemática» fue reimpresso primero en *La ciencia de la cultura* (1949) pero no tuvo difusión entre los matemáticos hasta que James R. Newman lo reimprimió en su antología en cuatro volúmenes que fue un éxito de librería: *El mundo de las Matemáticas* (1956). Aunque Newman incluyó también muchos trabajos de realistas matemáticos (por ejemplo, una parte de la *Apología de un matemático* de G. H. Hardy, con su vigorosa defensa del realismo<sup>23</sup>), se inclinó favorablemente hacia el solipsismo cultural de White. Todavía recuerdo la conmoción que experimenté cuando di por primera vez con el siguiente pasaje de *Matemáticas e imaginación*, que Newman escribió con Edward Kasner: «...hemos superado la idea de que las verdades matemáticas tienen una existencia independiente y separada de nuestras mentes. Hasta nos resulta extraño que tal idea pueda haber existido alguna vez».

Kasner y Newman admiten luego que cientos de grandes matemáticos defendían tal concepción, pero están convencidos de que fue echada abajo (entre otras cosas) por el descubrimiento de la geometría no euclidiana. Los matemáticos del siglo XX, afirman,

---

<sup>23</sup> Las palabras de Hardy son citadas a menudo (en verdad, hasta White las cita), pero merece la pena citarlas nuevamente aquí: «Creo que la realidad matemática está fuera de nosotros, que nuestra función es descubrirla u observarla, y que los teoremas que demostramos y que llamamos con grandilocuencia nuestras “creaciones”, son simplemente las notas de nuestras observaciones». Tiene algo de divertido el hecho de que un antropólogo, que sabe poco de matemáticas, insista en que esta concepción, sostenida no sólo por la mayoría de los matemáticos de la actualidad, sino también por la mayoría de los expertos en los fundamentos de la matemática, ha quedado anticuada por los hallazgos de la antropología cultural.

ahora comprenden que la matemática «es obra del hombre, sólo sujeta a las limitaciones impuestas por las leyes del pensamiento».

Lo que los autores no dicen es que, aún hoy, la mayoría de los grandes matemáticos consideran las verdades matemáticas como independientes del pensamiento humano. Tampoco recuerdan al lector que la teoría de la relatividad adoptó una geometría no euclídea (que, por supuesto, fue obra de mentes humanas) porque es la que mejor se ajusta a lo que las investigaciones empíricas descubrieron sobre la estructura del espacio-tiempo, allí fuera, en un Universo no creado por nosotros.

Newman también incluyó en *El mundo de las matemáticas* un artículo de pensamiento tan confuso como el de White: «Las Matemáticas y el Mundo», de Douglas A. T. Gasking. Apareció en 1940 en un periódico filosófico australiano y desde entonces ha sido reimpreso en varios libros. La tesis de Gasking es que nuestra elección de la matemática que aplicaremos al mundo es enteramente una cuestión de convención, dictada por lo que juzgamos conveniente más que por la estructura del mundo externo. Para probar esto, introduce varias tablas de multiplicar «extrañas», como él las llama, que según él son perfectamente útiles para medir un suelo rectangular con lados expresados en enteros, y luego embaldosarlo con cuadradas unidades. Para efectuar la extraña multiplicación, debemos hacer una de tres cosas:

**1)** usar un extraño sistema de medir los dos lados del rectángulo que queremos embaldosar;

- 2) usar un extraño sistema de contar baldosas a medida que las sacamos de un recipiente, o
- 3) medir y contar normalmente pero invocar extrañas leyes de la naturaleza que cambian la longitud de nuestra vara de medir mientras la usamos o que cambian la superficie de cada baldosa cuando la ponemos en el piso.

Consideremos el ejemplo más simple de Gasking. Nuestra extraña tabla de multiplicar da productos que son el doble de los que da la tabla familiar: 1 por 1 = 2, 1 por 2 = 4, 2 por 2 = 8, 2 por 3 = 12, etcétera. ¿Cómo hacemos esto? Cuando tomamos las baldosas del recipiente sencillamente las contamos de a dos. Así, la primera baldosa es llamada 2, la segunda es llamada 4, etc. Si nuestro piso es de 2 por 3, nuestra extraña aritmética nos da un área de 12. Usando nuestro nuevo modo de contar, contamos baldosas hasta que llegamos a 12. Esto nos da exactamente el 6 que necesitamos. Está claro que esto se reduce a la trivialidad de que, en vez de contar objetos del modo ordinario, obtenemos los mismos resultados prácticos si contamos de a dos y luego dividimos por dos el resultado final. Por supuesto, esto es lo mismo que hacer aritmética ordinaria, excepto que lo hacemos de un modo más complicado, dando diferente significado a ciertos símbolos.

No dedicaré tiempo a detallar las ambigüedades, confusiones y contradicciones del artículo de Gasking. No sé de ningún matemático actual que lo tome en serio. Si el lector está interesado, consulte la obra *Philosophy of Mathematics* (1964), recopilada por



Paul Benacerraf y Hilary Putnam, donde hallará el excéntrico ensayo de Gasking seguido del artículo de Héctor-Neri Castañeda «Arithmetic and Reality», que lo demuele totalmente. (Para más detalles sobre las matemáticas y el solipsismo cultural, véase Parte 2, capítulo 34.)

Hallé en mis archivos un recorte del *Scientific American* fechado en octubre de 1964, sobre algunos estudios que refuerzan lo que dije sobre la percepción del color a diferencia del lenguaje sobre colores. El antropólogo Verne F. Ray, en *Transactions of the New York Academy of Sciences*, informa sobre sus investigaciones concernientes a la percepción de colores en cien tribus norteamericanas. Halló que no había dos de ellas que dividiesen el espectro de colores exactamente del mismo modo. Algunas sólo tenían tres palabras referentes a colores en su lengua, otras tenían ocho. Una tribu tenía dos palabras para dos matices de amarillo. Una longitud de onda sobre la línea divisoria entre dos palabras para colores en una lengua estaba a veces en medio de un color nombrado en otra lengua. Ray concluyó que las diferencias lingüísticas no reflejaban diferencias en la percepción de colores.

Una vigorosa defensa del solipsismo cultural de White se hallará en un artículo de Raymond L. Wilder, «Mathematics: A Cultural Phenomenon», en *Essays in the Science of Culture: In Honor of Leslie A. White* (T. Y. Crowell, 1960), edición a cargo de Gertrude Dole y Roben Carneiro<sup>24</sup>. Wilder era un buen amigo de White, y uno de sus

---

<sup>24</sup> Wilder ha defendido su enfoque cultural de las matemáticas en dos libros posteriores: *Evolution of Mathematical Concepts* (Wiley, 1968) y *Mathematics as a Cultural System* (Pergamon, 1981).

colegas de la Universidad de Michigan. Sospecho que la filosofía de la matemática de Wilder tuvo una importante influencia sobre el artículo de White.

Wilder señala mi artículo como «uno de los más enconados ataques a las ideas de White», y luego procede a regañarme por no comprender la matemática moderna. Ahora bien, Wilder es sin duda un distinguido matemático, y yo sólo soy un periodista; sin embargo, debo decir que, para mí, Wilder, como White, habla con un lenguaje muy personal y ofuscado.

Después de citar mi observación de que hay un sentido en el cual la forma espiral de una nebulosa es independiente de las mentes humanas, Wilder añade: «Señalo que si no hubiera seres humanos que *dijesen* tales cosas, los fenómenos descritos serían sólo fenómenos y nada más.» Por supuesto, serían sólo fenómenos, dejando de lado la posibilidad de que la nebulosa podría ser observada por un ser no humano o por un dios. Nadie puede *decir* que una nebulosa tiene una forma espiral a menos que haya alguien capaz de decirlo. La cuestión no trivial es si tiene sentido insistir en que la forma espiral misma es dependiente de la mente. Si nos negamos a decir que la forma está «allí fuera», en el espacio, independiente de usted y de mí, ¿tenemos derecho a decir que la *nebulosa* está allí fuera?

Tomemos la astronomía. Todo lo que un astrónomo dice y escribe es obviamente cultural, porque todo lo que cualquier ser humano dice y escribe forma parte de la cultura. Además, la astronomía es influida de modos obvios por las pautas de creencias e intereses de

una cultura. Pero, ¿quién podría decir que el lugar de la realidad astronómica es la cultura? En cierto sentido lo es, pero puesto que toda ciencia es cultural en el mismo sentido, decir esto es decir una vaciedad. Los astrónomos y la gente ordinaria hablan el lenguaje del realismo aristotélico. El asiento de la astronomía es la estructura del Universo, no hecho por nosotros, a menos que uno crea que todo lo que hay «allí fuera» es una proyección de nuestras mentes sobre alguna bruma no estructurada.

Para un realista, la estructura matemática es independiente de la mente en dos sentidos. El Universo no es informe, sino ordenado de modos que describe la matemática. Además, los matemáticos investigan estructuras puramente abstractas, definidas por sistemas formales, que pueden o no tener aplicación al mundo físico. La actitud apropiada a adoptar hacia el rango ontológico de esos sistemas abstractos es, por supuesto, una de las grandes controversias interminables de la metafísica. Puesto que discutiré esto en la Parte 2, capítulo 34, sólo diré aquí que casi todos los matemáticos actuales están de acuerdo con Hardy en que un matemático descubre verdades que son independientes de su cultura y que esas verdades son cualitativamente diferentes de las convenciones para la regulación del tráfico o de los códigos de protocolo.

Hay dos razones para suponer que los teoremas matemáticos son algo más que convenciones culturales. Una es que, cuando dos culturas desarrollan independientemente el mismo sistema formal, como la geometría euclidiana, descubren los mismos teoremas. La

segunda razón es que las matemáticas se aplican con misteriosa exactitud al mundo físico. Dos culturas cualesquiera, aisladas una de otra, que desarrollen un sistema para medir los dos lados de un triángulo rectángulo y calcular la hipotenusa descubrirán la misma regla de Pitágoras, porque así es como está estructurado el mundo. Por supuesto, si escriben la regla o hablan de ella, su escritura y su habla dependerán de la mente, del mismo modo que escribir y hablar sobre la Luna depende de la mente. Pero la Luna misma y el hecho de que sea esférica no dependen de la mente.

«Si ocurriese en el futuro —escribe Wilder— que se estableciera contacto con seres de otro planeta que tuviesen culturas altamente desarrolladas, y se encontrasen en esas culturas elementos isomorfos con elementos matemáticos de nuestra propia cultura, ¿haría esto menos *culturales* a esos elementos?» En cierto sentido, por supuesto que no; pero ese sentido es trivial. Si químicos extraterrestres descubren que el átomo de hidrógeno tiene un solo electrón (expresarían esto, claro está, con su propio conjunto de símbolos), todas sus expresiones habladas y escritas sobre química naturalmente serán culturales. Pero ¿quién diría que la cultura es el lugar de la realidad química? Es mucho más simple y más claro decir que la materia es el lugar de la realidad química. Los árboles son independientes de las mentes de los leñadores. La teoría de la tala de árboles es cultural, pero la teoría reposa sobre algo que no lo es.

Por supuesto, es principalmente una cuestión de cortar palabras, y Wilder respondería: conjuntos de dos cosas, como las dos lunas de

Marte, existen realmente «allí fuera», pero el número dos no. Como buen nominalista que es, considera todos los universales, como los números, los círculos y los triángulos, como meros símbolos creados por mentes humanas. Por lo tanto, forman parte de la cultura. Si fuesen aniquiladas todas las culturas del cosmos, las estrellas seguirían existiendo, y existirían en conjuntos de dos, tres, cuatro, etc.; pero nadie podría *decirlo*, porque no habría nadie para decirlo. En este sentido, toda matemática es cultural.

Desde luego, uno puede adoptar cualquier modo de hablar que prefiera, pero el hecho es que los matemáticos no hablan como Wilder, excepto unos pocos motivados por un intenso deseo de hacer de la humanidad la medida de todas las cosas. He conocido muchos matemáticos, algunos más eminentes que Wilder. Todos ellos, sin excepción, prefieren hablar como Hardy. La idea de que la antropología moderna y la sociología del conocimiento han hecho anticuado el modo de hablar de Hardy sencillamente no es verdadera.

Como dije en mi crítica original a White, si el enfoque cultural de la matemática no es más que la creencia de que todo lo que ocurre en las mentes humanas es algo que ocurre en las mentes humanas, entonces, ¿quién podría discrepar? Nadie negaría que los «árboles» están ligados a la cultura en el sentido de que se necesita una mente para aislar cierta parte de la realidad y darle el nombre «árbol». Obviamente, el nombre depende de la mente, pero no la estructura del árbol. Adoptar un lenguaje en el que todas las estructuras de la naturaleza y todas las estructuras abstractas de

los sistemas matemáticos formales sean tan dependientes de la cultura como los rituales matrimoniales o las reglas para el uso del cuchillo y tenedor, es hablar de un modo tan ajeno al lenguaje ordinario, así como del lenguaje de los grandes científicos y matemáticos, y hasta de la mayoría de los filósofos, que en mi opinión de lego no añade nada al discurso matemático, como no sea confusión.

### Capítulo 3

#### ¿Es la naturaleza ambidextra?

*«¡El siguiente niño!», dijo Alicia pasando a Tweedledee, aunque estaba segura de que sólo gritaría: «¡Al contrario!», cosa que él hizo.*

*«¡Has empezado mal!», gritó Tweedledum. «Lo primero que se hace en una visita es decir: '¿Cómo estás?' y darse la mano!» Y los dos hermanos se dieron un abrazo, mientras extendían las dos manos libres para darle la mano a ella.*

*A través del Espejo*

Bertrand Russell señaló una vez que, así como los objetos más fáciles de ver no son los demasiado grandes ni los demasiado pequeños, también las ideas más fáciles en matemáticas no son las demasiado complejas ni las demasiado simples. «Debe de haberse necesitado muchas épocas —escribió Russell en un pasaje bien conocido— para descubrir que un par de faisanes y un par de días eran ambos ejemplos del número 2.» En este artículo examinaremos un concepto igualmente elusivo —la distinción entre izquierda y derecha—, examen que nos conducirá por muchos caminos curiosos.

Empecemos nuestra exploración, como Alicia, atravesando el espejo por un momento. Suponiendo que nosotros mismos no quedemos invertidos por este proceso, pronto descubriremos que la habitación de detrás del espejo es al mismo tiempo notablemente similar y diferente de la habitación que hemos dejado. Las propiedades métricas y topológicas permanecerán inmutables; sin embargo, ni un solo objeto (si tomamos en consideración defectos secundarios) será exactamente como su doble. Todo, como dice Alicia, «está al revés».

En el lenguaje del geómetra proyectivo, hemos pasado a través de un plano de reflexión de una «clase de sentidos» a otra. Las estructuras que examinamos han sufrido el tipo más simple de transformación proyectiva. Han sido «reflejadas» de tal manera que todas las propiedades matemáticas permanecen sin cambio, excepto una inversión de las orientaciones de izquierda y derecha. Pero ciertas formas aparecerán inalteradas. A estas formas las llamamos «simétricas» y suponemos que todas las estructuras semejantes son «superponibles» en sus imágenes especulares. A las estructuras no superponibles las llamaremos «asimétricas».

La elección del término «clase de sentidos» para distinguir un lado del espejo del otro surge de un hecho simple que puede ser difícil de captar plenamente al principio, pero se hará cada vez más claro a medida que avancemos. Este hecho es: no hay ningún método *formal* para definir la izquierda o la derecha. La distinción es enteramente convencional, pero a causa de nuestro «sentido» de la izquierda y la derecha hallamos conveniente aplicar esos términos a



objetos asimétricos y sus imágenes especulares<sup>25</sup>. Por ejemplo, a un zapato lo llamamos zapato izquierdo, al otro un zapato derecho; o decimos que un tornillo tiene un enroscado a la derecha o a la izquierda. Pero no hay ningún modo lógico o matemático para describir lo que queremos decir por «un zapato izquierdo».

En *Principios de la Matemática*, Russell aclara que la distinción entre izquierda y derecha es una forma de relación asimétrica, y que, puesto que tales relaciones son necesarias para toda serie ordenada, puede decirse que están en la base de la mayor parte de la matemática. La diferencia entre antes y después, mayor y menor, izquierda y derecha y otras relaciones similares no puede reducirse a una mera diferencia lingüística. Decir que A está a la izquierda de B no es igual a la afirmación de que B está a la derecha de A, porque hay una diferencia de significado entre izquierda y derecha. La noción de los dos sentidos, involucrada en todas las relaciones asimétricas, es considerada por Russell como un axioma independiente «no explicable en términos de otras nociones».

Aparentemente, Kant fue el primer filósofo eminente que se sintió desconcertado por el extraño hecho de que un objeto asimétrico y su

---

<sup>25</sup> Debemos aclarar desde el comienzo que la dualidad explorada en este artículo es llamada una dualidad izquierda-derecha, y no una dualidad arriba-abajo o delante-atrás, sólo porque nuestros cuerpos tienen lados derechos e izquierdos casi idénticos y, por consiguiente, interpretamos nuestra imagen especular como inversiones izquierda-derecha. Hablando estrictamente, sólo cuando estamos de lado ante el espejo éste invierte el eje izquierda-derecha. Un espejo enfrente o detrás de nosotros invierte el eje delante-atrás, y un espejo en el suelo o el techo invierte el eje arriba-abajo. Es enteramente una cuestión de conveniencia que hablemos de formas asimétricas de «izquierda» y de «derecha» —en vez de formas arriba-abajo o delante-detrás— y que el problema en discusión haya sido formulado tradicionalmente en términos de izquierda y derecha. El lector que piense: «¿por qué preocuparse tanto por la convención derecha-izquierda?, ¿no son arriba y abajo, delante y detrás, igualmente importantes e igualmente arbitrarios?» no ha captado todavía el centro de la cuestión. La dualidad básica explorada aquí es mucho más profunda: es la dualidad de figuras asimétricas en sus formas de imágenes especulares.

imagen especular pueden tener idénticas propiedades métricas y sin embargo no ser los mismos. Expresado de otro modo, ninguna cantidad de inspecciones y mediciones de uno aisladamente revelará una propiedad que no posea el otro, y no obstante uno no puede ser sustituido por el otro sin revelar una diferencia importante. «¿Qué puede asemejarse más a mi mano o mi oreja — escribió Kant en la Sección 13 de sus *Prolegómenos*— y ser en todo punto más igual que su imagen en el espejo? Sin embargo, no puedo poner esa mano que veo en el espejo en el lugar de su original...»

Para Kant, esta era una paradoja que tenía solución si las relaciones espaciales eran consideradas externas a la mente. Sólo podía evitarse adoptando su idealismo trascendental, en el que todas las relaciones espaciales (y temporales) son consideradas como cualidades mentales proyectadas sobre la desconocida *Ding-an-sich* [«cosa en sí»]. En palabras de Kant: «¿Cuál es, pues, la solución? Estos objetos [las imágenes especulares] no son representaciones de las cosas tales como son en sí mismas, y como las conocería el entendimiento puro, sino que son intuiciones sensoriales, esto es, fenómenos, cuya posibilidad reposa en las relaciones de ciertas cosas en sí desconocidas con otra cosa, a saber, nuestra sensibilidad».

Como filósofo «realista», Russell rechaza esta concepción considerando las relaciones asimétricas, al igual que otras relaciones espaciales, como parte del mundo externo<sup>26</sup>. No halla

---

<sup>26</sup> Una exposición reciente y clara de Russell en la que detalla sus objeciones a las ideas geométricas de Kant se hallará en las pp. 712-18 de su *Historia de la Filosofía Occidental* (1945).

«nada de misterioso» en la asimetría de figuras tridimensionales, presumiblemente porque la asimetría también puede existir en una y dos dimensiones. Es difícil ver por qué el hecho de que las distinciones de izquierda y derecha existan en todas las dimensiones (incluidas las superiores a tres) hace menos misteriosa la dualidad, pero Russell evidentemente tiene razón, en el sentido de que no es más misteriosa que cualquier otro axioma geométrico que parezca verdadero tanto en la imaginación como en la estructura del mundo. Ciertamente, no hay más razón para considerar las relaciones asimétricas como no objetivas que para considerar de modo similar cualquier otro axioma geométrico, y Kant indudablemente se equivocaba al tomar su existencia como un argumento *único* para sostener la subjetividad de la geometría.

La falta de una definición formal de derecha e izquierda no es tan obvia como podría parecer a primera vista. Sus plenas implicaciones pueden ser puestas de manifiesto mejor, quizá, considerando el siguiente problema poco corriente. Supongamos que hemos establecido comunicaciones de radio con los habitantes de un planeta de una parte totalmente desconocida del Cosmos donde la configuración de estrellas y planetas de su cielo carecería de sentido para nosotros. Para enfocar mejor el problema supondremos que esos seres son exactamente iguales a nosotros, hablan la misma lengua y habitan un mundo similar. Pero lo que no sabemos es si su mundo es o no una imagen especular del nuestro. Sabemos que tienen corazones, por ejemplo, pero no sabemos de qué lado del cuerpo está su corazón.

El problema es éste: ¿hay algún modo de poder comunicar a esas personas qué entendemos por izquierda y derecha? ¿Podemos llegar a una comprensión común, digamos, de la diferencia entre zapatos derechos y zapatos izquierdos, de modo que podamos estar seguros de cuáles de nuestros zapatos corresponden a sus zapatos izquierdos?

Al principio propendemos a suponer que puede haber algún proceso geométrico tal que si lo describiésemos a nuestros gemelos lejanos, ellos podrían emplearlo para llegar a la comprensión de lo que entendemos por «izquierda». Pero si esto fuese posible, evidentemente contradiría nuestra anterior afirmación de que no es posible definir izquierda y derecha mediante métodos formales. El hecho es que, aparte de la referencia a una estructura de izquierda y derecha observada en común, no hay ningún modo por el cual podamos comunicar el significado de «izquierda». Podemos estar de acuerdo sobre «arriba» y «abajo», y «adelante» y «atrás», pero nunca podemos estar seguros de que nuestro sentido de «izquierda» y «derecha» corresponde al suyo. Para expresar esto de otro modo, si en el Cosmos entero repentinamente se invirtiesen todas las orientaciones a izquierda y derecha (como si un dios lo hubiese hecho rotar en una cuarta dimensión, como cuando damos la vuelta a una hoja de papel), obviamente ningún teorema de la geometría quedaría afectado por ello. Desde nuestro punto de vista, la inversión carecería de consecuencias; o, con palabras de Leibniz, preguntar por qué Dios creó el Cosmos tal como es, en vez de su imagen especular, es hacer «una pregunta totalmente inadmisibile».

Ahora estamos preparados para reformular el problema de una manera un poco diferente, pero más exasperante. En vez de suponer que todo el mundo de nuestro planeta hermano puede o no ser invertido, supondremos solamente que pueden ser invertidos los seres vivos. En otras palabras, puede suponerse que todas las sustancias y leyes naturales que tienen orientaciones a izquierda o a derecha son las mismas en ambos planetas. Por supuesto, no podemos admitir una identidad de configuraciones geográficas (de otro modo podríamos definir la izquierda como la dirección hacia China cuando estamos en Estados Unidos y de cara a Canadá), ni podemos suponer la existencia de un sistema solar similar.

Hemos visto que no hay ningún modo *geométrico* de definir la distinción entre derecha e izquierda. La cuestión que ahora se nos presenta es: ¿puede transmitirse la distinción mediante un método *operativo* que involucre la física o la química?<sup>27</sup> Si una nave espacial, con una tripulación de científicos y un laboratorio provisto de sustancias y equipo conocidos, pasara por una deformación del espacio-tiempo que lanzase el vehículo a la cuarta dimensión, y el vehículo llegase a un extraño planeta en un rincón desconocido del Cosmos, ¿hay algún método por el cual los científicos pudiesen saber que han sido invertidos?<sup>28</sup> ¿O tendrían que suspender su

---

<sup>27</sup> En este punto debemos declarar que la dificultad de definir la derecha y la izquierda, en las condiciones descritas, es única en el sentido de que no se encuentra una dificultad similar con respecto a otras relaciones asimétricas. Arriba y abajo pueden ser definidos en términos de «hacia el centro del planeta o lejos de él»; adelante y atrás en términos del sentido de la visión; antes y después, grande y pequeño, pesado y ligero, dentro y fuera, y hasta verdadero y falso, pueden recibir significados operacionales que serían comunicables a nuestro planeta hermano.

<sup>28</sup> La idea de que un ser humano, si es «vuelto al revés» en la cuarta dimensión, se transformaría en su imagen especular ha sido explotada en muchos relatos de ciencia-ficción, el primero de los cuales fue el de H. G. Wells «La Historia de Plattner» (1896). Wells no tomó en

juicio hasta volver a la Tierra, donde hallarían todo en forma refleja? Al tratar de responder a estas preguntas, debemos primero examinar algunos de los fenómenos naturales asimétricos que se presentan como medios posibles para resolver nuestro dilema.

Una serie de efectos rotacionales causados por el giro de la Tierra tienen el sentido de las agujas del reloj o bien el sentido contrario. El péndulo de Foucault, la precesión de los giroscopios y los efectos de Coriolis son típicos. Pero aunque podamos suponer a nuestro planeta hermano en un eje paralelo al nuestro y en el mismo sentido, estos fenómenos rotacionales no nos son de ninguna ayuda para definir la izquierda y la derecha. La razón de esto es que las rotaciones no pueden recibir una descripción no ambigua sin acordar cuál es el Hemisferio Norte. El giro del péndulo de Foucault, la precesión giroscópica y los efectos de Coriolis tienen el sentido de las agujas del reloj en un hemisferio y sentido contrario en el otro. Pero es precisamente la distinción entre norte y sur lo que no se puede comunicar sin una comprensión de la izquierda y la derecha. Podemos convenir en lo que significa estar de pie, de frente a la dirección en que nos lleva la rotación de la Tierra, pero no podemos indicar a qué lado está el Polo Norte porque todavía no hemos hallado una definición de izquierda. Como veremos, ni siquiera un imán proporciona esta información.

La estereoquímica parece ofrecer un campo más fructífero. Hay numerosas sustancias que son «ópticamente activas», esto es, tienen

---

consideración el hecho de que una inversión de las enzimas y las otras proteínas corporales de Plattner probablemente harían inadecuado para su ingestión todo alimento disponible. Cf. también mi relato «Left or Right?» [«¿Izquierda o Derecha?»], Esquive (febrero de 1951).

la propiedad de hacer rotar un plano de luz polarizada en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario (cuando el observador está frente a la fuente luminosa, con la sustancia entre sus ojos y la fuente). ¿No podríamos sugerir a nuestros gemelos que se procuren una sustancia ópticamente activa, observen cómo hace rotar el plano de la luz y luego definan la izquierda como el sentido hacia el cual se mueve la parte superior o la inferior de esta rotación?

Desgraciadamente, toda sustancia ópticamente activa existe en dos formas, una de las cuales es la imagen especular de la otra, y las dos formas tienen propiedades idénticas en todo respecto salvo las propiedades relacionadas con la derecha y la izquierda, o propiedades resultantes de su reacción con sustancias asimétricas. Tales pares de compuestos son llamados estereo-isómeros. Los isómeros son sustancias compuestas de moléculas que contienen átomos idénticos, pero con los átomos unidos por estructuras topológicamente diferentes. (Un modo conveniente de concebir esto es considerar los átomos como bolas sólidas unidas entre sí de diversas maneras mediante cuerdas de unión. En realidad, por supuesto, cada átomo puede ser meramente una configuración de ondas electromagnéticas que oscilan alrededor de un centro común.) Los estereo-isómeros, por otro lado, son isómeros topológicamente idénticos, pero no se los puede superponer<sup>29</sup>. Son asimétricos (en el sentido definido anteriormente) o, para tomar un

---

<sup>29</sup> El primer tratado importante que sugirió que las moléculas tienen este carácter de imagen especular fue publicado en 1875 por el químico holandés (y primer ganador del Premio Nobel de Química) Jacobus van't Hoff. Fue rechazado por sus colegas, que lo consideraron una «miserable filosofía especulativa».

término de la geometría de sólidos, son «enantiomorfos». Será conveniente hacer una breve digresión para examinar más precisamente el significado de «enantiomorfo».

En todas las dimensiones, una figura es considerada «reflexible» si es superponible sobre su imagen especular. Ejemplos en tres dimensiones son una botella, un ladrillo, una caja de zapatos, una silla y una taza de café. Si observamos una habitación, es sorprendente ver cuántos objetos creados por el hombre tienen formas flexibles. Todas estas formas le parecerían iguales a Alicia del otro lado del espejo. Los objetos *no* flexibles, esto es, no superponibles sobre sus imágenes especulares, son enantiomorfos. Esto incluye a todos los sólidos que no tienen al menos un «plano de simetrías», es decir, un plano que corta al objeto de tal modo que, si el plano es un espejo, la mitad del objeto junto con su reflexión reproducen la forma original. Todos los sólidos asimétricos carecen de este plano de simetría y, por ende, son invertidos por el espejo. Muchos objetos que a primera vista parecen flexibles, en una inspección más detenida, resultan ser enantiomorfos. Por ejemplo, los dados (cuando se consideran los puntos) y unas tijeras. Tales objetos siempre pueden existir en dos formas, aunque una de ellas puede ser más rara que la otra. Así, hay pocos pares de tijeras de mano izquierda, y los dados modernos están ahora estandarizados de modo que, cuando un dado presenta el 1 en la cara superior, el 2 se hallará siempre a la izquierda del 3.

Si un estereo-isómero poseyese una propiedad que lo distinguiese de su enantiomorfo, y la propiedad fuese independiente de nuestro



sentido de izquierda y derecha, entonces esa sustancia podría ser usada para resolver nuestro problema. Por ejemplo, si la dextrosa (azúcar dextrógira) pesase más que la levulosa (azúcar levógira), podríamos decir a los habitantes de nuestro planeta hermano que se procurasen el azúcar más pesada y luego procediesen a definir la izquierda y la derecha en términos de su efecto sobre un plano de luz polarizada. Mas para nuestra contrariedad, ¡no existen tales propiedades! Todas las diferencias observables entre dos estereo-isómeros dependen de nuestro sentido de la izquierda y la derecha o de las estructuras derechas o izquierdas de otras cosas.

Podemos hacer esto más claro considerando las cinco propiedades más importantes distintivas de los estereo-isómeros:

- 1)** Cada uno hace rotar un plano de luz polarizada. Las rotaciones son opuestas, pero los grados de giro son exactamente iguales.
- 2)** Las sales de cada compuesto forman cristales enantiomorfos, pero los cristales son idénticos excepto en lo que respecta a sus orientaciones a izquierda o derecha.
- 3)** Tienen diferentes ritmos de reacción con otros compuestos, pero sólo si las otras sustancias también contienen moléculas asimétricas. Un estereoisómero y su imagen especular tendrán las mismas tasas de reacción con una sustancia simétrica dada. De igual modo, la reacción de dos estereo-isómeros (de diferentes sustancias) entre sí será idéntica a la reacción de sus respectivos gemelos.
- 4)** Ciertos mohos y bacterias atacan a un tipo y no al otro, pero esto se debe a la asimetría en las estructuras de los organismos, y hemos

formulado nuestro problema de modo de excluir una identidad conocida de estructura de derecha-izquierda en las formas vivas de los dos planetas.

**5)** Tienen diferentes efectos sobre el cuerpo de organismos vivos, pero nuevamente esto se debe al carácter asimétrico de las enzimas del cuerpo.

Prosiguiendo este último planteamiento, si ciertos compuestos «racémicos» (sustancias ópticamente inactivas que contienen una mezcla igual de estéreo-isómeros dextrógiros y levógiros) son tragados o inyectados, el organismo sólo puede utilizar las moléculas de un tipo y expulsa las imágenes especulares. O puede utilizar ambos tipos, pero a tasas diferentes. También hay marcadas diferencias en el sabor y el olor de ciertos estéreo-isómeros y sus enantiomorfos, debido al carácter asimétrico de nuestras terminaciones nerviosas sensoriales. La toxicidad de ciertos venenos estereoisoméricos también puede variar mucho de un tipo al otro. Los cigarrillos contienen levonicotina (en este sentido podemos decir que nuestros cigarrillos son levógiros), que es dos veces más tóxica que la dextronicotina. Puesto que todas las sustancias orgánicas son asimétricas, todo líquido que contenga compuestos orgánicos es probable que afecte al cuerpo de diferente manera en sus formas dextrógiros y levógiros, y también que su sabor sea diferente. Estos hechos dan un significado insospechado por el autor a la observación de Alicia: «Quizá la leche del espejo no es buena para beber»; o a los pensamientos del irlandés diestro de la obra de W. H.

Auden *La Edad de la Ansiedad*, quien contempla su imagen en el espejo trasero de un bar de Nueva York y se pregunta:

*Mi otro yo, mi doble, mi cara imagen,  
¿Qué sabor tiene ese licor que levantas con tu mano  
izquierda...?*

Es un hecho interesante el que los estereo-isómeros inorgánicos sean invariablemente racémicos, mientras que los estereo-isómeros orgánicos (proteínas, aminoácidos, enzimas, hormonas, etc.) tienen siempre una forma derecha pura o una forma izquierda pura. En la fotosíntesis, por ejemplo, una planta combina agua y bióxido de carbono simétricos con almidones y azúcares asimétricos. Esta notable capacidad de las células de crear moléculas asimétricas todavía no ha sido reproducida en el laboratorio. De hecho, es una de las propiedades básicas de la vida (aunque a menudo no se la menciona). Aparentemente, el carácter asimétrico de las enzimas desempeña un papel importante. Es esencial en todos los procesos vitales, y bien puede ser que la asimetría molecular subyacente sea responsable de casi todas las diferencias entre las especies de un género determinado (puesto que las diversas especies comúnmente están compuestas de mezclas idénticas de las mismas sustancias). La asimetría molecular, pues, es un elemento esencial en un proceso evolutivo que depende para su acción de un gran número de variaciones. Es difícil imaginar que tal proliferación de diferentes formas de vida como vemos sobre la Tierra resulten de las limitadas combinaciones posibles entre moléculas simétricas.

A este respecto, debe señalarse que los compuestos orgánicos complejos que tienen más de un átomo de carbono asimétrico (esto es, un átomo de carbono en el centro de un cúmulo de átomos asimétricamente ligados) pueden tener más de dos formas estereoisoméricas. Así, si hay dos de tales átomos, cada cúmulo tiene una imagen especular; pero, puesto que los cúmulos pueden variar independientemente unos de otros, hay cuatro formas posibles del compuesto. Tres átomos de carbono dan 8 variedades; 4 átomos de carbono dan 16. Para dar una idea de la complejidad estructural de los compuestos orgánicos, 15 aminoácidos diferentes, cada uno asimétrico, pueden combinarse de diferentes modos para formar 32.768 proteínas diferentes<sup>30</sup>.

Los estereoisómeros producidos en los laboratorios son siempre racémicos, aunque diversos métodos, originalmente elaborados por Pasteur, permiten al químico separar las formas levóginas y las dextróginas. Como cabría esperar, no hay ningún método para hacer esto, 1) sin usar el sentido del químico de la derecha y la izquierda al separar los cristales de sal de la sustancia, y 2) sin la ayuda de compuestos orgánicos asimétricos. Si fuera de otro modo, nuestro problema quedaría resuelto. Podríamos obtener una sustancia en forma racémica y aplicar un proceso que no involucrase la derecha y la izquierda; entonces, si el resultado fuese una forma levógira pura, podríamos enviar un plano de luz polarizada a través de ella y de este modo lograr una definición precisa de la izquierda. Se han hecho intentos de efectuar la separación de moléculas de imágenes

---

<sup>30</sup> Este y otros datos relativos a la asimetría orgánica los he tomado del excelente libro de Renee von Eulenburg-Wiener Temible y maravillosamente hecho (1939).

especulares mediante campos magnéticos combinados con luz polarizada, pero hasta ahora sin mucho éxito. Y aunque se lo lograra, el uso del campo magnético introduce (como quedará claro en breve) una distinción convencional de derecha e izquierda.

Estamos ahora en condiciones de ver por qué nuestro supuesto inicial de que no podemos conocer las orientaciones derechas e izquierdas de las formas vivas de nuestro planeta hermano es razonable. Considerando las leyes biológicas solamente, el árbol evolutivo de la Tierra podía fácilmente haber sido la imagen especular del actual. Esto plantea la interesante cuestión de cómo los compuestos del primer protoplasma adquirieron sus propiedades levógiras o dextrógiras. Si suponemos que toda la vida provino de un solo material protoplasmático, podemos imaginar a este material sujeto a muchas variedades de fuerzas asimétricas. Tales fuerzas recorrerían toda la gama de fenómenos levógiros y dextrógiros locales y accidentales, pasando por los efectos rotacionales asimétricos que surgen en los dos hemisferios, hasta las asimetrías más vastas y básicas que involucraban los campos eléctrico y magnético de la Tierra. Cómo estas fuerzas formaron los primeros estéreo-isómeros orgánicos no lo sabemos, desde luego. Pero es concebible que si la vida se hubiese iniciado en otro hemisferio, o si la Tierra hubiese rotado en la dirección opuesta, nuestros corazones estarían ahora del lado derecho.

El campo de la cristalografía inorgánica también presenta fenómenos asimétricos; pero, nuevamente, tales cristales existen en ambas formas, que sólo difieren en sus propiedades levógiras y

dextrógiras. Por ejemplo, muchos cristales inorgánicos son ópticamente activos a causa de su estructura cristalina. El cuarzo y el cinabrio son los dos minerales que tienen esta propiedad. Pero, como los estéreo-isómeros, el cuarzo y el cinabrio existen en ambas formas, cada una de las cuales hace rotar el plano de la luz polarizada a una distancia igual y en direcciones opuestas.

Todo esto es sumamente irritante. Pero antes de declarar insoluble el problema nos queda por investigar un campo: el de los fenómenos magnéticos y eléctricos asimétricos.

El ejemplo más conocido de un efecto electromagnético izquierdo o derecho es la dirección de las líneas magnéticas de fuerza que rodean a una corriente. La «regla de la mano derecha» nos dice que si agarramos un cable con la mano derecha, con el pulgar apuntando en la dirección en que fluye la corriente (de positivo a negativo), nuestros dedos indicarán la rotación de las líneas magnéticas de fuerza que giran alrededor de la corriente. (La regla surgió en una época en que se creía que la corriente iba del polo positivo al negativo. Se sabe ahora que los electrones fluyen en el sentido opuesto, lo que exige una «regla de la mano izquierda»; pero la primera regla sigue siendo la tradicional.) ¿No nos proporcionará esta regla un medio de comunicar cuál es la derecha y cuál la izquierda?

La respuesta es que no. En realidad, las líneas magnéticas de fuerza no indican más que un campo circular en ángulo recto con la corriente, y es enteramente asunto de convención que hablemos de este campo en términos de una regla de mano derecha o de mano

izquierda. Se usa la regla de mano derecha porque indica la dirección en que el polo norte de una brújula apuntará cuando se pone la brújula cerca del cable. Hablando estrictamente, nada se «mueve» alrededor del cable, y todos los intentos de demostrar que hay una «corriente magnética» han fracasado. Si los polos de la Tierra se invirtieran, esto invertiría las brújulas, y la regla de la mano derecha tendría que ser reemplazada por una regla de la mano izquierda. Como hemos visto, no hay ningún medio geométrico de distinguir los polos de la Tierra sin un acuerdo sobre cuál es la derecha y cuál la izquierda; por consiguiente, la orientación de un imán en el campo magnético que rodea a una corriente no es de ninguna ayuda para nosotros<sup>31</sup>.

Por supuesto, nuestro problema podría resolverse si hubiese algún modo de definir el polo norte de un imán sin referencia a la Tierra. Desgraciadamente, no se ha descubierto ningún modo semejante. Las intensidades de los dos polos son idénticas, y un imán que flota en agua no muestra ninguna tendencia a flotar en ninguna dirección. Los experimentos en los que una suspensión coloidal de limaduras de hierro se deposita sobre un imán de barra han proporcionado algunos bellos diseños microscópicos que se asemejan a la tela de lana, pero no hay ninguna asimetría en el esquema a lo largo del eje polar. Si este diseño contuviese, por ejemplo, triángulos que apuntasen hacia un polo, entonces tendríamos una solución clara a nuestro dilema. Podríamos instruir

---

<sup>31</sup> Este hecho fue totalmente mal entendido por Ernst Mach, quien creía que la desviación de una aguja magnética por una corriente indicaba una asimetría básica en las leyes físicas. Véase Hermann Weyl, *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (edición inglesa revisada, 1949), p. 160.

a nuestros hermanos gemelos de modo de dejar que un imán se orientase por debajo de un cable en el que la corriente se moviese hacia ellos. Si el imán fuese cubierto de limaduras, los triángulos apuntarían en una dirección que proporcionaría definiciones no ambiguas de la derecha y la izquierda.

En este punto el lector puede preguntarse por qué un electroimán no puede sustituir a una brújula. La dificultad es que, si bien no hay ninguna ambigüedad en la dirección de la corriente en una espiral que rodea a un electroimán, la posición de los polos depende de que la espiral tenga el sentido de las agujas del reloj ¡o el sentido contrario! Y esto, por supuesto, no puede ser transmitido sin una comprensión de la izquierda y la derecha.

Así como cargas eléctricas en movimiento crean un campo en el que los imanes se orientan, así también los imanes crean campos en los que las corrientes adquieren un carácter levógiro o dextrógiro. Un experimento muy conocido es el de un cable vertical en movimiento libre, con el extremo inferior sumergido en mercurio, que se hace girar alrededor del extremo de un imán. El mismo principio está involucrado en un tipo primitivo de motor llamado «rueda de Barlow». Pero en estos experimentos y en otros similares, la dirección de la rotación depende de cuál polo del imán se emplee.

Un campo magnético también hace girar un plano de luz polarizada. Nuevamente, la dirección del giro es una función de la orientación de los polos. La rotación del campo magnético de la Tierra imprime un pequeño giro a la luz polarizada reflejada por superficies



horizontales; pero, como es de prever, la rotación es opuesta en los dos hemisferios.

Consideraremos ahora brevemente una clase final de fenómenos electromagnéticos: el movimiento de partículas cargadas cuando atraviesan campos magnéticos. Cuando una de tales partículas entra en el campo en una dirección perpendicular a las líneas de fuerza, adquiere un movimiento circular cuya dirección es función de dos factores: de la orientación de los polos magnéticos y de que la partícula esté cargada positiva o negativamente. El tipo de carga, por supuesto, puede ser definida sin ambigüedad. Así, en un ciclotrón hay un movimiento en espiral de partículas cargadas a través de un campo magnético. Pero tales asimetrías circulares no pueden ser usadas para definir la izquierda y la derecha a causa de la ambigüedad para definir los polos magnéticos.

Pero supongamos que, en vez de usar un imán para producir el campo, utilizamos el campo que rodea a una corriente. Hacemos entonces que una partícula cargada entre en este campo en ángulo recto a las líneas de fuerza y observamos la dirección de su revolución. Puesto que los movimientos de la corriente y la partícula no son ambiguos, ¿no brindaría esto una definición precisa de izquierda y derecha? ¡Ay! , la naturaleza nos frustra una vez más; pero tenemos que examinar el experimento con mayor detalle para ver cómo ocurre esto.

Imagine el lector una corriente que fluye hacia él, con líneas magnéticas de fuerza que giran alrededor del cable. Una partícula cargada entra en este campo, supondremos, por debajo del cable,

moviéndose en ángulo recto a las líneas de fuerza. Un momento de reflexión bastará para que el lector se percate de que la partícula debe necesariamente girar en un plano vertical paralelo al cable. Puesto que el cable apunta hacia usted, esto significa que la revolución de la partícula no puede tener para usted una orientación a la izquierda o la derecha a menos que usted avance a la derecha o la izquierda de este plano. Si la partícula no corta las líneas de fuerza exactamente en ángulo recto, su trayectoria será una espiral que usted puede observar sin cambiar de posición, pero desgraciadamente la espiral tendrá el sentido de las manecillas del reloj o el sentido contrario según que la partícula se mueva en diagonal a la derecha o la izquierda cuando entre en el campo.

Si en el experimento anterior se sustituye la partícula cargada por una corriente, rigen las mismas leyes de desviación y se choca con las mismas dificultades. En efecto, *no hay ninguna combinación de corrientes, partículas cargadas en movimiento y campos magnéticos que den como resultado una definición no ambigua de izquierda y derecha*. En algún punto de todos esos experimentos entrará la convención sobre el sentido de derecha e izquierda o el empleo de polos magnéticos, que a su vez no pueden ser definidos excepto en términos de una convención sobre la derecha y la izquierda.

¿Hay alguna razón para esperar que, cuando se sepa más sobre la naturaleza del magnetismo, se pueda hallar una solución a nuestro problema? En la actualidad, esto parece improbable. La teoría comúnmente aceptada del magnetismo basa los fenómenos magnéticos en lo que se llama el «spin del electrón». Pero un electrón

que gira no es enantiomorfo. La dirección de giro depende de la posición del observador; una esfera que rota, con spin y todo, puede ser superpuesta a su imagen especular. Cuando se imanta una barra de hierro, los electrones (o los «dominios» submicroscópicos de los electrones) se orientan de tal modo que la mayoría de ellos giran en el mismo sentido, con ejes paralelos al eje polar de la barra. Después de ser imanada la barra, siempre se orientará del mismo modo en un campo magnético, pero no hay ninguna diferencia estructural subyacente entre los polos. Como señalamos antes, los polos norte y sur de un imán no pueden ser distinguidos como no sea convencionalmente en términos de su orientación relativa a los polos de la Tierra.

Estamos obligados, pues, a reconocer que nuestro problema original es insoluble. No hay ninguna definición formal ni operacional de izquierda, ni medio alguno por el que podamos comunicarla a nuestro planeta hermano. Otro modo de formular esta sorprendente conclusión es el siguiente: *Toda estructura o fenómeno inorgánico asimétrico conocido tiene dos formas que son imágenes especulares idénticas en todo aspecto excepto en las orientaciones a izquierda o derecha.* La Madre Naturaleza es ambidextra. Aparte de los organismos vivos, no tiene hábitos de mano derecha o mano izquierda; todo lo que hace asimétricamente, lo hace en forma de imágenes especulares.

La lógica y la matemática, desde luego no pueden dictar la conducta de la Naturaleza. No hay ninguna razón *a priori* por la cual la ciencia no pueda mañana descubrir algún tipo de estructura o ley

natural que posea invariablemente en todo el Cosmos un sesgo a la izquierda. Sería como descubrir que el cinabrio es inestable en su forma de mano derecha, o que cierto tipo de rayo tiene un componente de onda que siempre se mueve en espiral en el sentido de las agujas del reloj a medida que el rayo avanza. Pero hasta ahora, fuera de las formas vivas de la Tierra, no se han hallado tales hábitos de una sola mano, hecho que sugiere vigorosamente que todas las leyes naturales se reducen finalmente a la conducta de ondas y/o partículas simétricas. El principio de simetría, que Arquímedes consideraba intuitivamente universal sigue firme. Como ese famoso par de enantiomorfos, Tweedledum y Tweedledee, la Naturaleza extiende simultáneamente su mano derecha y su mano izquierda para estrechar nuestras manos.

### ***Postscriptum***

Me vi azuzado a escribir este ensayo después de una breve conversación con Bob Hummer, un mago amigo que nunca fue a la universidad pero tenía una mente refinada y un don para inventar maravillosos trucos mágicos matemáticos. Hummer me dijo un día: ¿Has pensado cuán difícil sería explicar a una criatura inteligente de otro planeta qué queremos significar por «izquierda» sin referencia a algo que ambos puedan ver y que tuviese una estructura de izquierda y derecha?

Cuanto más pensé en esto más desconcertante se me hizo. Después de algunas lecturas sobre el tema, llegué a la conclusión de que la tarea sería imposible, porque la naturaleza no hace ninguna

distinción fundamental entre derecha e izquierda. Escribí sobre esto un olvidable cuento de ciencia-ficción y este artículo. Cinco años más tarde, para mi gran sorpresa, los físicos derrocaron la «ley de la paridad», y al hacerlo revelaron que la naturaleza *no* es ambidextra. La simetría de reflexión especular es violada en las llamadas interacciones débiles. En parte como penitencia por mi mala conjetura, escribí todo un libro sobre el tema titulado *El Universo Ambidextro*. Una edición muy revisada, con nuevos capítulos sobre la asimetría del tiempo, fue publicado en 1979 por Scribner's.

He incluido aquí este ensayo anticuado porque brinda una base fácil de comprender que explica por qué en 1957, cuando la paridad fue destronada, los principales físicos del mundo quedaron aún más sorprendidos que yo. Abdus Salam, de Paquistán, ganador del premio Nobel, experto en mecánica cuántica, dijo que era como descubrir una raza de gigantes con un solo ojo, pero que, en vez de tener el ojo en mitad de la frente, como el cíclope griego, lo tenían a un lado de la cara. Las implicaciones de este descubrimiento están lejos de ser totalmente comprendidas. Nadie sabe todavía si esta preferencia de la naturaleza por una mano es un accidente producto de un desequilibrio en la Gran Explosión o si hay un nivel por debajo de la teoría cuántica (como en la teoría del «twistor» de Roger Penrose) en el que la asimetría sea una propiedad irreductible de la estructura del Universo.

## Capítulo 4

### Paradojas lógicas

Philip Quarles, un personaje de la novela de Aldous Huxley *Contrapunto*, es un novelista que planea una novela «musicalizada» de temas en contrapunto. «Poner un novelista en la novela», dice una de las notas de Quarles. «Pero, ¿por qué trazar la línea de un novelista dentro de su novela? ¿Por qué no un segundo dentro de la suya? ¿Y un tercero dentro de la novela del segundo? Y así sucesivamente hasta el infinito, como esos anuncios de Avena del Cuáquero donde hay un cuáquero que sostiene una caja de avena, en la cual hay un cuadro de otro cuáquero que sostiene otra caja de avena, en la cual..., etc., etc. Aproximadamente en el décimo lugar tendría usted un novelista que relata la historia de usted en símbolos algebraicos o en términos de variaciones en la tensión sanguínea, el pulso, la secreción de glándulas endocrinas y los tiempos de reacción.»

Hay muchos ejemplos de similares extravagancias literarias. Edouard, el novelista de *Los monederos falsos* de André Gide está escribiendo una novela titulada *Los monederos falsos* en la que planea ponerse a sí mismo como personaje. La obra de E. E. Cummings *Él* es acerca de un autor de teatro que está escribiendo una obra que es... «El Cuaderno», un cuento breve de Norman Mailer, relata una disputa entre un joven escritor y su amiga. Esta lo acusa de ser un observador de la vida, no un participante. Mientras ella argumenta, concibe la idea de un cuento que apunta

en su cuaderno. La idea, por supuesto, es escribir un cuento sobre un joven escritor que está discutiendo con su amiga cuando se le ocurre una idea... Y está el endemoniado cuento de Max Beerbohm «Enoch Soames» (reimpreso en rústica por Vintage en *Siete Hombres*), donde «la reflexividad revolotea delicadamente por todas partes», como lo describió en una ocasión el matemático inglés J. E. Littlewood<sup>32</sup>.

Es la reflexividad o autorreferencia lo que distingue estos ejemplos de formas más familiares del regreso infinito, como la jerarquía de pulgas en la copla citada a menudo del Deán Swift. Hay algo de fascinante y perturbador en una combinación de autorreferencia e infinito, y nadie ha sido más perturbado y fascinado que el lógico. La razón de ella es que en la lógica formal esto a menudo ha dado como resultado flagrantes contradicciones que son como feos borrones en sistemas deductivos por lo demás elegantes.

La más antigua y más simple de las paradojas lógicas es la llamada Paradoja del Mentiroso: «Todos los cretenses son mentirosos», decía Epiménides el Cretense. (Epiménides era un profeta cretense semilegendario del siglo vi a. C. y el mayor de los dormilones; se decía que una vez había dormido durante cincuenta y siete años.)

---

<sup>32</sup> Jorge Luis Borges, en un ensayo sobre Don Quijote (en *Otras inquisiciones*) llama la atención sobre varios ejemplos de autorreferencia en la novela de Cervantes. En el Libro I, Capítulo VI, un cura y un barbero discuten sobre los escritos de Cervantes. En el Libro II nos enteramos que Don Quijote y Sancho Panza han leído el Libro I. Borges menciona otros ejemplos de autorreferencia en obras de ficción, como una en los relatos de *Las mil y una noches* donde la Sultana relata la historia de ella misma contando los 1.001 cuentos. Alfred Appel, h., en su *Annotated Lolita* (McGraw, 1970), discute la autorreferencia en la obra de Nabokov (uno de sus personajes, Krug, en *Bend Sinister*, se vuelve loco cuando se entera que es un personaje imaginario inventado por Nabokov). Appel cita otros casos en obras de Samuel Beckett, Raymond Queneau, James Joyce y en una tira cómica de *Dick Tracy*. En un punto del famoso soliloquio de Molly Bloom, ¡ella le pide a Joyce que deje de escribirlo!

La Paradoja del Mentiroso fue muy discutida por los antiguos. El filósofo estoico Crisipo escribió seis tratados sobre ella, ninguno de los cuales nos ha llegado. Un poeta griego, Filetas de Cos (era tan delgado, afirmaban sus contemporáneos, que llevaba plomo en sus zapatos para que no lo llevase el viento), se preocupó tanto por ella, se dice, que murió prematuramente por su causa. San Pablo repite la paradoja, solemnemente en su Epístola a Tito, 1: 12-13<sup>33</sup>.

La formulación más simple de la Paradoja del Mentiroso es: «Esta oración es falsa.» Si la oración es falsa, debe ser verdadera. Pero si es verdadera, debe ser falsa, y así sucesivamente, cada vez más profundamente en el remolino. Hay infinitas variantes. «Todas las reglas tienen excepciones.» «Todo conocimiento es dudoso.» Bertrand Russell expresó su creencia de que el filósofo George Edward Moore mintió sólo una vez en su vida. Cuando se le preguntó «¿dice usted siempre la verdad?», Moore reflexionó un momento y respondió «No». El cuento de Gordon Dickson «La llave inglesa» (*Astounding Science Fiction*, agosto de 1951), relata el desastroso efecto de informar a un gigantesco computador electrónico: «Debes rechazar la afirmación que ahora te estoy haciendo, porque todas las afirmaciones que hago son incorrectas.» Esta declaración fue realmente introducida en un computador pocos años antes de que Dickson escribiera su cuento. William Burkhart y Theodore Kalin, por entonces estudiantes de Harvard, donde estudiaban Lógica con Willard van Orman Quine, habían construido la primera máquina eléctrica del mundo para lógica simbólica. Cuando se le presentó una forma de

---

<sup>33</sup> Un libro entero está dedicado a la Paradoja del Mentiroso: *The Paradox of the Liar*, ed. a cargo de Robert L. Martin (Yale University Press, 1970). Contiene una extensa bibliografía.



la Paradoja del Mentiroso, el computador entró en una fase oscilante, alternando verdad con falsedad y haciendo, como lo describió Kalin, «un barullo infernal». (A propósito, todas las afirmaciones de este artículo pueden ser consideradas completamente dignas de crédito, excepto la última oración del sexto párrafo.)

Uno se siente tentado a pensar que si se prohíbe la autorreferencia, las paradojas del tipo de la del Mentiroso pueden ser evitadas, pero no es así. La prueba la proporciona la paradoja medieval:

Sócrates: —Lo que Platón está por decir es falso.

Platón: —Sócrates acaba de hablar con verdad.

El matemático inglés P. E. B. Jourdain propuso en 1913 el siguiente modo de presentar la misma paradoja. En un lado de una tarjeta en blanco póngase:

*LA ORACIÓN DEL OTRO LADO DE ESTA TARJETA ES VERDADERA*

En el otro lado de la misma tarjeta póngase:

*LA ORACIÓN DEL OTRO LADO DE ESTA TARJETA ES FALSA*

No hay ninguna autorreferencia en cualquiera de las dos formas de la paradoja. Cada oración se refiere a la otra, como un par de policías que se persiguen uno a otro por la casa. Además de su viciosa circularidad, hay una especie de doble regreso infinito como el que se ve en espejos opuestos de una peluquería, en la historia de Alicia que sueña con el Rey Rojo que sueña con Alicia que sueña

con el Rey Rojo, y en el grito quejumbroso de Miguel de Unamuno: «¡Sueña con nosotros, oh Dios de nuestro sueño!»

Algunas formas de la Paradoja del Mentiroso nos llevan a situaciones que paralizan efectivamente la acción humana. ¿Cómo puede responder un testigo a un abogado que le dice: «Por favor, responda sí o no a la siguiente pregunta: ¿la próxima palabra que usted diga será no?»<sup>34</sup>. Los griegos gustaban discutir sobre el cocodrilo que arrebató un bebé a su madre y le ofreció devolvérselo si podía responder correctamente a la pregunta: «¿me comeré a tu bebé?» Si la madre hubiese dicho «no», no habría habido ninguna dificultad, pero ella era bastante inteligente como para responder «sí». Esto metió al pobre reptil en un dilema. Otra paradoja griega nos habla de un joven abogado que hizo el siguiente acuerdo con su maestro Protágoras: si ganaba su primer juicio, pagaría por la enseñanza; si perdía, no pagaría. El joven se negó a aceptar casos hasta que Protágoras forzó la decisión entablándole juicio. Naturalmente, el joven se defendió. Decida lo que decida el tribunal, la situación es confusa.

En el capítulo LI del segundo libro de *Don Quijote*, Sancho Panza se ve frente a una paradoja similar. El propietario de un gran señorío, en la isla de Barataria, exige a todo hombre que entra en sus dominios que anuncie el propósito de su visita. Si el hombre dice la

---

<sup>34</sup> Las paradojas de predicción de este género surgen cuando el método para predecir forma parte del suceso predicho. Hace muchos años me divertí imaginando posibles ejemplos. He aquí uno similar a la tarjeta del mentiroso de Jourdain. En el dorso de la tarjeta hay una imagen, digamos, de una dama. En la parte delantera se escribe: «Si usted espera que la imagen del dorso de esta tarjeta esté al derecho, indique su conjetura dando vuelta la tarjeta de un lado a otro. Si espera que la imagen esté al revés, extremo por extremo». La imagen, por supuesto, es orientada de modo que una predicción correcta sea lógicamente imposible.

verdad, no se lo molesta; si miente, es ahorcado. Un extravagante bromista ha respondido a la pregunta diciendo que tiene la intención de ser colgado en la horca que ve ante sí. Como gobernador de la isla, Sancho ha jurado hacer cumplir las leyes locales. En este caso, si permite el ahorcamiento, el hombre será colgado injustamente porque dijo la verdad, pero si pone en libertad al hombre, éste merecerá ser ahorcado. Con su habitual sentido común, Sancho decide que, puesto que no hay mayor razón para colgar al hombre que para no colgarlo, y puesto que es mejor mostrar misericordia que matar, el hombre debe ser puesto en libertad.

Groucho Marx dijo una vez que se negaba a ingresar en todo club que lo tuviese a él como miembro, una política que ciertamente no conducía a la acción<sup>35</sup>. Uno sospecha que algunas personas nunca se casan por razones similares. Estos casos, sin embargo, son menos semejantes a la Paradoja del Mentiroso que una famosa paradoja de autor referencia de la teoría de conjuntos descubierta por Bertrand Russell. Algunos conjuntos son miembros de sí mismos. Por ejemplo, el conjunto de todas las cosas que no son manzanas obviamente no es una manzana. Consideremos el conjunto de todos los conjuntos que *no* son miembros de sí mismos. ¿Es un miembro de sí mismo? Cualquiera que sea la respuesta, caemos en contradicciones.

---

<sup>35</sup> Entre otras paradojas lógicas concernientes a organizaciones se cuentan: La Sociedad Dilatoria, a la que nadie se incorpora porque anda con dilaciones para adherirse a ella; la Sociedad de la Apatía, que no tiene miembros porque todo el que desea incorporarse a ella es rechazado por no ser suficientemente apático; y la empresa de sondeos de opinión que efectuó una encuesta para saber en qué medida la gente es honesta cuando responde a preguntas. La encuesta demostró que más de la mitad mentían cuando eran interrogados.

Esta paradoja se relaciona con uno de los más tristes y dramáticos virajes en la historia de la lógica. Bertrand Russell y Alfred North Whitehead colaboraban en su gran obra *Principia Mathematica* cuando Russell descubrió esta paradoja. «Comuniqué esta desgracia a Whitehead —escribió más tarde—, quien no logró consolarme citando nunca habrá otra vez una alegre y confiada mañana’.» En Alemania, Gottlob Frege estaba terminando el segundo volumen de la obra de su vida *Las Leyes fundamentales de la Aritmética*, convencido de que finalmente, mediante la teoría de conjuntos, había puesto la matemática en una firme base lógica. El volumen estaba en la imprenta cuando llegó la carta de Russell, en 1902, hablándole de la paradoja. Frege sólo tuvo tiempo de insertar un breve apéndice que empieza así: «Difícilmente puede haber algo más indeseable para un científico que ver el derrumbe de sus cimientos justamente cuando la obra está acabada. La carta del Sr. Bertrand Russell me ha puesto en esta situación...»

Detrás de esta «seca declaración», escribe Rudolf Carnap (en su *Sintaxis lógica del lenguaje*), «se percibe una profunda emoción». Se ha dicho que el uso por Frege de la palabra *indeseable* es el mayor eufemismo de la historia de la ciencia.

Como la del Mentiroso, la paradoja de Russell puede recibir infinitas formas. Russell mismo lo explicó una vez describiendo a un barbero de aldea que puso un cartel donde decía: «Afeitado a todos aquellos hombres y sólo aquellos que no se afeitan a sí mismos.» ¿Quién, quiso saber Russell, afeita al barbero? Aparentemente, se afeita a sí mismo si, y sólo si, no se afeita a sí mismo. Se pide a un librero que

catalogue todos los catálogos que no se mencionan a sí mismos. ¿Debe este nuevo catálogo registrar su propio título? En todas las paradojas semejantes, a un miembro de un conjunto  $S$  se le asigna cierta relación  $R$  con todos los miembros de  $S$ , y sólo con ellos, que no se hallan en la relación  $R$  consigo mismos. Eligiendo diferentes relaciones, es fácil inventar nuevas paradojas. Por ejemplo, ¿quién repara al robot que repara a todos los robots, y sólo a ellos, que no se reparan a sí mismos?

La paradoja de Grelling (por el matemático alemán Kurt Grelling) divide todos los adjetivos en dos clases: los autodescriptivos y los que no son autodescriptivos. Palabras como *castellano*, *polisilábico*, *corto*, son auto-descriptivas. *Alemán*, *monosilábico*, *largo* no son auto-descriptivas. ¿A qué clase pertenece el adjetivo *no-auto-descriptivo*? Colocarlo en cualquiera de las dos clases da origen a una contradicción. De modo similar, podemos dividir todos los enteros en dos clases: los que pueden ser expresados en castellano con doce palabras o menos y los que requieren catorce palabras o más. Consideremos «el menor entero que no puede expresarse con menos de trece palabras». Puesto que lo hemos expresado con doce palabras, ¿a qué clase pertenece este entero? Max Black, de la Universidad de Cornell, propuso la siguiente paradoja. En este capítulo se mencionan varios enteros. Fijemos la atención en el menor entero que *no* se menciona en modo alguno en este capítulo. ¿Existe tal entero?

Russell pensaba que todas estas paradojas, inclusive la suya, son similares de algún modo a la del Mentiroso. En 1903 inició un serio

intento de hallarles una solución. «Si fuera necesario —escribe en su libro *El desarrollo de mi pensamiento filosófico*—, dedicaría el resto de mi vida a hacer frente [a este desafío]. Pero hallo esto sumamente desagradable por dos razones. En primer lugar, todo el problema me parece trivial y detesto tener que concentrar mi atención en algo que no parece intrínsecamente interesante. En segundo lugar, por mucho que lo intenté, no pude hacer ningún progreso. Durante todo 1903 y 1904, mi labor estuvo totalmente dedicada a esta cuestión, pero sin ningún vestigio de éxito.»

Más tarde, Russell halló una solución en lo que llamó la doctrina de los tipos. Ahora se la llama la «teoría simple de los tipos», porque matemáticos posteriores han simplificado mucho las primeras y complicadas formulaciones de Russell. La teoría ordena los conjuntos en una jerarquía de tipos, de tal modo que no se permite que ningún conjunto sea un miembro de sí mismo. Las manzanas pertenecen al conjunto de todas las manzanas, pero este conjunto sólo puede ser un elemento de un conjunto de segundo orden, tal como el conjunto de todas las frutas. Los conjuntos de segundo orden sólo pueden ser elementos de conjuntos de tercer orden, y así sucesivamente. De este modo, se eliminan los conjuntos autocontradictorios. No hay ninguna clase que contenga a todas las clases, y sólo a ellas, que no se contengan a sí mismas. La paradoja del barbero, en palabras de Quine, «no necesariamente sacude

nuestra fe en la lógica, sino sólo en el barbero. No *hay* ningún barbero de la clase descrita»<sup>36</sup>.

Las llamadas «paradojas semánticas», como la del Mentiroso, que involucran lo «verdadero» y lo «falso», son eliminadas mediante una jerarquía similar; esta vez una jerarquía de lenguajes. El lógico polaco Alfred Tarski fue el primero en aclarar esto. Su posición es ahora aceptada por casi todos los lógicos, aunque pueden diferir en los detalles de la construcción de la escala de lenguajes. Desde este punto de vista, «esta afirmación es falsa» carece de sentido o, como prefiere decir Carnap, no es una oración. La falta de sentido no deriva de la autorreferencia, sino de la confusión de los niveles de lenguaje. En el nivel más bajo está el «lenguaje de objetos», en el que se hacen afirmaciones sobre objetos físicos: p. ej., «Marte tiene dos lunas». Es el lenguaje de base del que habla Huxley (en la cita con que empieza este artículo) como el lenguaje del «décimo lugar». Palabras como «verdadero» y «falso» no pueden aparecer en este lenguaje. Sólo aparecen en lo que Tarski llama un metalenguaje. A su vez, sólo puede hablarse de las afirmaciones de este lenguaje de segundo orden y calificadas de verdaderas o falsas en un metalenguaje de tercer orden. Como lo expresó Russell en una ocasión: el hombre que dice «estoy diciendo una mentira de orden  $n$ » está diciendo una mentira, pero de origen  $n + 1$  <sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> Puesto que formulé la paradoja de manera imprecisa, con típico chovinismo masculino, hay una respuesta sencilla. El barbero es una mujer.

<sup>37</sup> Sin la restricción del metalenguaje, el cálculo de proposiciones puede ser usado para demostrar cualquier cosa: Dios existe, Satán existe, Dios no existe, etc. La prueba adopta muchas formas. La prueba de Charles Peirce de que el negro es blanco (en sus *Collected Papers*, vol. 4, p. 54) es una de las más simples. La daré aquí como una prueba de que Dios existe.

Esta jerarquía de metalenguajes, como la jerarquía de tipos, es infinita. El cuadro dentro del cuadro, la obra de teatro dentro de la obra de teatro, están aún con nosotros, pero el círculo vicioso ha sido cortado y convertido en una recta, que se extiende hacia arriba hasta el infinito.

### ***Postscriptum***

La literatura sobre las paradojas lógicas es, por supuesto, inmensa. La bibliografía básica incluye las secciones sobre las paradojas de *Principia Mathematica* de Russell y Whitehead, *Fundamentos de teoría de conjuntos* de Abraham Fraenkel y Yohoshua BarHillel y *Los fundamentos de la matemática* de Evert Beth. Un excelente ensayo no técnico, «Paradox», de Willard van Orman Quine, apareció en el *Scientific American* de octubre de 1962.

Mi columna del *Scientific American* sobre los regresos infinitos puede hallarse en mi *Sexto libro de juegos matemáticos*; y la primera sección de mi *Aba, Gotcha!* (W. H. Freeman, 1982) trata de las paradojas lógicas de todos los tipos. Mi sucesor en el *Scientific American*, Douglas Hofstadter, ha escrito trece columnas sobre la autorreferencia, llenas de divertidos ejemplos, en los números de enero de 1981 y enero y junio de 1982.

---

Consideremos la oración: «O toda esta oración es falsa, o Dios existe». Toda la oración debe ser verdadera o falsa. Si es falsa, entonces toda la oración debe ser verdadera. Supongamos entonces que toda la oración es verdadera. Si es así, una de sus alternativas debe ser verdadera. La primera alternativa (en nuestro supuesto) es falsa. Por lo tanto, debe ser verdadera la segunda alternativa, «Dios existe».

La solución, desde luego, es reconocer que la oración «O toda esta oración es falsa o Dios existe» carece de significado.



He dejado sin modificaciones mi artículo de la *Antioch Review*, excepto en lo concerniente al añadido de notas al pie.

## Capítulo 5

### Carroll contra Baum

Hace exactamente un siglo este mes que Macmillan de Londres publicó su primera edición —dos mil ejemplares— de *Alicia en el País de las Maravillas*. El mismo Lewis Carroll planeó esa fecha. Había sido el 4 de junio, tres años antes, cuando él y un amigo habían llevado a Alicia Liddell y sus dos hermanas en paseo en bote por el Isis. «En cuya ocasión —escribió Carroll más tarde en su diario— les conté el cuento de hadas de las aventuras de Alicia bajo tierra...» *A través del espejo* apareció seis años más tarde, y los dos sueños pronto se unieron para convertirse en el más grande cuento de fantasía de Inglaterra.

Si alguien hubiese sugerido a un crítico Victoriano que *Alicia* era gran literatura, se le habría respondido con un resoplido incrédulo. Ingenioso y divertido, quizá, pero ¿gran literatura? Las reseñas del primer libro de *Alicia* fueron variadas. *The Athenaeum* lo llamó un «cuento duro y recargado», con ilustraciones «anticuadas, feas y torpes». «Demasiado extravagantemente absurdo para provocar algo más que disgusto e irritación», decía el *Illustrated Times*.

Pero a niños y adultos les encantó, tanto en Inglaterra como en Estados Unidos, y antes de que pasaran veinte años se habían impreso cien mil ejemplares. Warren Weaver, en su reciente libro *Alicia en muchas lenguas*, registra más de cuarenta idiomas a los que ya se ha traducido *Alicia en el País de las Maravillas*. Hay varias versiones rusas, inclusive una de Vladimir Nabokov, escrita cuando

era joven y vivía en Alemania. («No es la primera traducción rusa — le dijo en una ocasión a un periodista— pero es la mejor.») ¿Cómo explicar la persistente popularidad de este extraño y extravagante sueño y su aún más extraña continuación?

Mi opinión es que *Alicia* ya no es un libro para niños, aunque esta afirmación pone frenéticos a algunos carrollianos. No niego que aquí y allá algunos niños poco comunes, más en Inglaterra que en Estados Unidos, aún son capaces de gozarlo, pero creo que su número disminuye continuamente. Como los *Viajes de Gulliver*, *Robinson Crusoe* y *Hucklebeery Finn*, *Alicia* ha engrosado esa curiosa lista de libros que los bibliotecarios llaman «clásicos infantiles» pero que son leídos y disfrutados mayormente por adultos. Yo mismo nunca he encontrado un niño para quien *Alicia* fuese uno de sus libros favoritos, y sólo he conocido dos adultos en Estados Unidos que afirmasen haber gozado del libro cuando eran pequeños. (Por favor, no me escriba usted una colérica carta diciéndome que ha leído *Alicia* a su hija de cinco años y que a ella le encantó. Trate de leerle el *Sueño de una noche de verano* o *Un sueño americano* de Norman Mailer; verá que también le encantan.)

La verdad es que, desde el punto de vista de un niño moderno, los libros de *Alicia* carecen de trama, son insustanciales, poco divertidos y más atemorizantes que una película de monstruos. Permítaseme citar unos pocos testimonios distinguidos. Katherine Anne Porter, en un grupo radiofónico de discusión sobre *Alicia*, en 1942, confesó que el libro la había aterrorizado de niña. ¡No podía comprender todas esas cosas domésticas que enloquecían y le

recordaban la incertidumbre e inseguridad que sentía en un mundo de adultos! Bertrand Russell estuvo de acuerdo. *Alicia*, declaró tajantemente, es inadecuado para todo niño menor de quince años. «Como libro para niños, se le pueden poner muchas objeciones. En verdad, lo clasificaría 'Para adultos solamente'.»

«Me pregunto —decía Mark van Doren— si a los niños de hoy realmente les gusta tanto como solía gustar a los niños de antes.»

«Mi experiencia —respondió Lord Russell— es que no, y creo que ello se debe a que ahora hay muchos más libros para niños y porque, cuando yo era niño, era el único libro para niños que no tenía una moraleja. Todos estábamos cansados de las moralejas en los libros.»

Otro gran matemático, Norbert Wiener, relata en su autobiografía que las metamorfosis de *Alicia* lo aterrizaraban de niño, y que sólo muchos años más tarde aprendió a valorar el libro. H. L. Mencken, escribe en su autobiografía: «Yo era un hombre adulto y un consumado pecador antes de decidirme a coger *Alicia en el País de las Maravillas*, y aun entonces me saltaba muchas partes.»

Para chicos inteligentes de más de quince años y para los adultos a quienes a diferencia de Mencken, no aburre la fantasía, los libros de *Alicia* son ricos en humor sutil, sátira social y profundidad filosófica. Ambos libros, especialmente el segundo, están llenos de paradójicos absurdos exactamente de la clase que divierte a matemáticos y lógicos. No es fortuito que se encuentren más referencias a *Alicia* en un libro de un moderno filósofo de la ciencia que en un libro de un crítico literario. El símbolo central en el enigma de Broadway de Edward Albee, *Diminuta Alicia* —el regreso infinito del castillo en el

castillo en el castillo— es directamente del espejo. Alicia sueña con el Rey Rojo, pero éste también está soñando y Alicia sólo es una «cosa» en *su* sueño. Este doble regreso de Alicias y Reyes, en infinitamente más niveles oníricos encajados en los cráneos de cada uno, es un pensamiento que deleita a los filósofos preocupados por separar la realidad de la ilusión. Pero si un niño llega a comprenderlo, más que divertirlo es probable que lo perturbe.

Además, *Alicia* rebosa de chistes que ningún niño norteamericano captará (por ejemplo, el ingenioso doble retruécano de la Duquesa Fea sobre el proverbio «cuida los peniques que las libras se cuidan solas»), y hay chistes que ni siquiera un niño inglés de la actualidad puede comprender (por ejemplo, las parodias sobre poemas, hoy olvidados, que memorizaban los niños Victorianos). Hasta hay chistes que un niño de la época de Carroll no habría comprendido a menos que formase parte de la comunidad de Oxford (por ejemplo, los tres retruécanos «Liddell-little» del primer verso del poema introductorio, el último nombre de Henry Liddell, decano del Christ Church y padre de Alicia, rimado con «middle»). Es todo esto, desde los oscuros juegos de palabras hasta las paradojas filosóficas y matemáticas, lo que mantiene vivos los libros de *Alicia* entre los adultos mucho después de haber dejado de deleitar al niño medio.

Es instructivo comparar a Carroll con nuestro más grande escritor de cuentos de hadas, L. Frank Baum. En la superficie, los dos hombres parecen notablemente diferentes: Carroll, tímido, retraído, tartamudo, recatado, devoto, soltero y profesor de matemáticas; Baum, amable, sociable padre de cuatro hijos, que actuaba y

cantaba en sus propios espectáculos de Broadway, publicó un periódico en Dakota del Norte antes de que esta región se convirtiese en Estado y creó su propia compañía cinematográfica en Hollywood. Pero debajo de sus diferencias compartían un profundo amor por los niños (aunque en Carroll, sólo por las niñas pequeñas) y el don de entretenerlos con historias de brillante imaginación de una fantasía cómica desenfrenada.

El primer libro juvenil de Baum, *La Madre Oca en Prosa*, relata historias sobre canciones infantiles de una manera comparable a los episodios de Carroll sobre los hermanos Tweedle, Hampty Dumpty, la Sota de Corazones y el León y el Unicornio. El título del libro de Baum *Un nuevo País de las Maravillas*, publicado en 1900, es una obvia referencia a *Alicia. El maravilloso Mago de Oz*, publicado el mismo año, se asemeja a *Alicia* en muchos aspectos. Como Alicia, Dorothy Gale es una niña sana, brillante, atractiva, franca, sin afectación, sumamente segura de sí misma y valiente, que de pronto se encuentra en un mundo loco donde los animales hablan y la naturaleza se comporta de mil modos inesperados. Alicia cae en el país de las maravillas a través de la madriguera de un conejo. Dorothy es arrastrada a Oz por un ciclón. La madre y el padre están convenientemente ausentes de ambas historias. (Dorothy es huérfana; Alicia nunca piensa en sus padres.)

Desde luego hay profundas diferencias entre los dos clásicos, en estilo y en contenido. Baum está menos interesado en las matemáticas y los juegos de palabras, y más en relatar una clara historia de aventuras. Nadie esperaría encontrar a ese eminente

filósofo lingüista de Oxford, Humpty Dumpty en el Oz de Baum; aunque hallamos un Humpty en *La Madre Oca en Prosa*, y supongo que el Woggle-Bug y el huevo de Carroll tienen mucho orgullo y pedantería en común. (El Caballero Blanco, que lleva una armadura amarilla, aparece como Sir Hocus of Pokes en el *Real Libro de Oz* de Ruth Plumly Thompson.) Nadie esperaría hallar al Espantapájaros o al Leñador de Hojalata detrás del espejo. No cabe imaginar el Gato de Cheshire en Oz, como no cabe imaginar al Chapuza, el gato de vidrio, o al gato Eureka de Dorothy en el país de las maravillas de Carroll, aunque el Conejo Blanco puede haberse extraviado de Bunnibury en el País de Oz. No es éste el lugar para detallar diferencias, pero sin duda una diferencia destacada es que los personajes de Baum son, en su mayoría, tan encantadores como extravagantes. Son «ozzy» [«ozianos»], pero raramente crueles o locos. Oz es una alegre utopía. En verdad, es tan atractivo para Dorothy que ésta finalmente se queda a vivir con el Tío Henry y la Tía Eb. Los dos sueños de Alicia se convierten en pesadillas.

Es una graciosa ironía de nuestra cultura el que aún haya bibliotecarios que ponen a *Alicia* en los estantes de libros para niños mientras excluyen de ellos *El Mago de Oz*. En fecha tan reciente como 1957, Ralph Ulveling, director de la Biblioteca Pública de Detroit, explicó en una carta al *American Library Association Bulletin* (número de octubre) por qué su biblioteca mantenía *El Mago de Oz* en las estanterías de libros para adultos y no lo admitía en la sala para niños. «Hace más de treinta años —escribió— se tomó la decisión, con tantos libros mucho mejores para niños de los que

había cuando se publicó *El Mago de Oz*, de que la biblioteca dejaría que los viejos ejemplares se gastasen y no los reemplazaría... Esto no es exclusión, sino selección.»

Bien, como decía Humpty, las palabras pueden significar cualquier cosa que queramos que signifiquen. Personalmente, hallo más fácil creer en el Espantapájaros que en el señor Ulveling. Mi consejo es: dad *El Mago* (en su bella edición en rústica de Dover, con su bibliografía de otros libros de Baum) al chico de diez años; enviad *Alicia (La Alicia con Notas*, por supuesto) al de más de quince años que esté aburrido de leer novelas sobre psicóticos del mundo real.

La fantasía, decía G. K. Chesterton (en su maravilloso ensayo «La Abuela del Dragón»), nos recuerda que el alma es cuerda, «pero que el Universo es loco y está lleno de maravillas. El realismo significa que el mundo es monótono y está lleno de rutina, pero que el alma es enferma y vociferante... En los cuentos de hadas el Cosmos se enloquece; pero el héroe no enloquece. En las novelas modernas, el héroe está loco antes de empezar el libro, y padece por la dura constancia y la cruel cordura del Cosmos». Podemos estar seguros de que *Alicia* y *El Mago de Oz* circularán durante muchos siglos después de que *La Diminuta Alicia* y *El sueño americano* —aun ese monstruoso sueño laberíntico de un millón de retruécanos de H. C. Earwicker— hayan sido olvidados por todos excepto por los coleccionistas y los estudiosos de curiosidades del siglo XX.

### ***Postscriptum***



Muchos entusiastas de Oz respondieron a mi pequeño ensayo con cartas de aprobación, dos de las cuales aparecieron en *Saturday Review* (14 de agosto de 1965, pp. 26 y 39), junto con una carta adversa. Para ser justos con los detractores de Oz, he aquí cómo Jeannette C. Nolan de Indianápolis salió en defensa de Ulveling:

*Como declarada admiradora de «Alicia», debo protestar por el artículo de Martin Gardner «El Jardín de la Perplejidad de un Niño». Pongo en tela de juicio la afirmación del Sr. Gardner de que «es instructivo comparar a Carroll con nuestro más grande escritor de cuentos de hadas, L. Frank Baum». ¿El más grande? Bien, bien. Sostengo que toda comparación de este género es manifiestamente ridícula. Los libros de «Alicia» son únicos, una manifestación de puro genio. No pueden ser clasificados, contrastados o amontonados con otros libros, ni necesitan serlo. Tampoco necesitan ser anotados. El lector, niño o adulto, que no queda prendado de Alicia a la primera lectura tampoco se aficionará a ella después de ser explicada.*

*Pero, puesto que el Sr. Gardner ha planteado la cuestión, permítaseme hablar en nombre de aquellos lectores que consideran los libros de Oz como enteramente comunes, pedestres en estilo, caracterización, concepto e hilo narrativo. Fueron escritos para niños, sí; también, desafortunadamente, fueron escritos para niños como si fuesen seres de entendimiento inferior; raramente se elevan por encima del nivel de la dieta televisiva contemplada constantemente por los actuales jóvenes norteamericanos, con el efecto final que sólo el*

*tiempo dirá. Ralph Ulveling, director de la Biblioteca Pública de Detroit, debe ser elogiado por su decisión de no reemplazar en sus estantes los viejos ejemplares de los libros de Oz cuando se gastasen. En verdad, hay cientos de libros disponibles para niños que no han sido escritos como si éstos fuesen seres inferiores.*

*Hallo sumamente extraño que Katherine Anne Porter y Lord Bertrand Russell hayan dicho que, de niños, se sintieron aterrorizados por las aventuras de Alicia. Se podría creer que la Srta. Porter se basó en esta experiencia para crear los espantosos personajes de su obra El barco de los tontos. Pero, ¿Lord Bertrand Russell? Sin duda, no hay nada en sus actitudes o expresiones adultas que sugiera una temprana timidez traumática. ¿O me equivoco?*

Sí, Russell *era* un chico tímido, torpe y solitario. En su autobiografía cuenta que caminaba por los campos, observaba los crepúsculos y pensaba en el suicidio. «Pero no me suicidé porque deseaba saber más matemáticas.» Desde luego, Jeannette Nolan se equivoca también con respecto a Baum.

## Capítulo 6

### El enigma cuántico

*Algunos son lanzamientos y otros son fallos [en baseball], pero hasta que yo no lo digo no son nada.*

*(Observación atribuida a varios árbitros de liga)*

A principios del siglo XVIII, el obispo anglicano Berkeley (en honor al cual, dicho sea de paso, fue bautizada la ciudad de Berkeley, en California) sobresaltó al mundo filosófico arguyendo, con gran sutileza, que nada existe a menos que sea percibido por una mente. Ser es ser percibido. ¿Por qué, entonces, un árbol parece seguir existiendo cuando nadie lo mira? Monseñor Ronald Knox lo expresó de este modo:

*Había una vez un hombre que dijo: «Dios*

*Debe considerar muy extraño*

*Hallar que este árbol*

*Continúa existiendo*

*Cuando no hay nadie en el patio.»*

La respuesta la proporcionó un autor anónimo en una quintilla igualmente famosa:

*Estimado Señor, su asombro es extraño.*

*Yo siempre estoy en el patio.*

*Y por eso el árbol*

*Seguirá existiendo,  
Pues es observado por quien lo saluda  
atentamente, DIOS.*

Berkeley restableció el universo objetivo, con toda su rica variedad, redefiniendo la materia como parte de la mente de Dios. En verdad, pensaba que su filosofía proporcionaba una nueva prueba de la existencia de Dios. La física moderna vacila en dar este salto metafísico, pero en años recientes una serie de expertos en mecánica cuántica, particularmente el ganador del Premio Nobel Eugene Wigner y John Wheeler, de la Universidad de Texas, han defendido un punto de vista curiosamente similar al de Berkeley. Su posición, que algunos físicos han llamado «solipsismo cuántico», ha ejercido una fuerte influencia (para desaliento de Wheeler) sobre físicos y autores científicos más jóvenes que han buceado en las religiones orientales y la parapsicología. Esto ha producido un torrente de libros populares pero excéntricos, como *El Tao de la física* de Fritjof Capra, *Los maestros de danza Wu Li* de Gary Zukov, *El misticismo y la nueva física* de Michael Talbot y (el peor de todos) *El espacio-tiempo y más allá* de Bob Toben y Fred Alan Wolf<sup>38</sup>.

El solipsismo cuántico es una respuesta al hecho de que la mecánica cuántica (MC) — una teoría matemática universalmente

---

<sup>38</sup> La primera edición de este extenso libro en rústica (Dutton, 1975) fue escrito por Bob Toben «en conversación con los físicos Jack Sarfatti y Fred Wolf». Sarfatti se negó a permitir que su nombre figurase en la edición revisada publicada por Dutton en 1982. La tapa dice que es de Bob Toben y Fred Alan Wolf «en conversación con físicos teóricos». El libro de Wolf *Taking the Quantum Leap*, publicado un año antes por Harper & Row, es relativamente discreto, pero en la nueva edición de la monstruosidad de Toben vuelve a las habituales tonterías sobre cómo la MC puede explicar el acto de curvar cucharas, la levitación, la fotografía mental y otras especialidades de los charlatanes metapsíquicos de hoy.

aceptada que describe y predice las propiedades y la conducta de la materia— está saturada de sorprendentes paradojas, las cuales parecen indicar que el mundo externo no tiene una estructura bien definida hasta que la mente lo observa. Fue la teoría cuántica la que estableció, por ejemplo, la doble naturaleza de la luz, que puede ser descrita o bien como una onda energética, o bien como una corriente de cuantos (diminutos paquetes de energía). La MC reemplazó el estricto determinismo causal de la física clásica por leyes estadísticas sobre los sucesos en las que el azar es tan importante que Einstein se vio obligado a protestar, alegando que él no creía que Dios jugase a los dados con el Universo. Aunque las leyes de la MC han sido confirmadas con gran exactitud, también manifiestan lo que el físico Heinz Pagels, en su maravilloso nuevo libro *El código cósmico*, llama «el enigma cuántico», que surge del oscuro misterio de lo que sucede cuando la función de onda de un sistema cuántico es «reducida» o «derrumbada» por el acto de la medición.

En la MC, la función de onda es una expresión matemática que describe una partícula (un electrón o un fotón, por ejemplo) o un sistema de partículas (una molécula, o un árbol o un sistema solar) y cómo cambia en el tiempo. La función de las probabilidades de que, cuando el sistema es medido, ciertas variables —como la posición, la velocidad, el momento, la energía y el spin— adquieran ciertos valores. Las probabilidades no son las mismas que, por ejemplo, arrojar al aire un penique; es sólo nuestra ignorancia de las muchas fuerzas que actúan sobre el penique lo que hace imposible

predecir si saldrá cara o cruz con más del 40 por 100 de exactitud. En el caso de la partícula no hay fuerzas en o cerca de la partícula ni «variables ocultas» que le hagan adquirir propiedades definidas cuando es medida. Es como si la naturaleza no tomase ninguna decisión sobre esas propiedades hasta el instante de la medición, y entonces la decisión se toma por puro azar.

Desgraciadamente, la MC también nos dice que tan pronto como una función de onda es reducida a valores definidos por la medición, todo el sistema, que ahora incluye el aparato de medición, adquiere una nueva función de onda que sólo da probabilidades para las propiedades que se hallarán si se mide todo el sistema. Esto conduce directamente a un famoso experimento imaginario conocido como la paradoja del gato de Schrödinger (por Erwin Schrödinger, uno de los grandes arquitectos de la MC, quien la planteó por primera vez).

Imaginemos un gato dentro de una caja opaca cerrada. La caja contiene una sustancia radiactiva que tiene un 50 por 100 de probabilidades de emitir un electrón en un intervalo de tiempo determinado. El electrón producirá un clic en un contador Geiger, que a su vez disparará un mecanismo que matará al gato. Puesto que todo el sistema tiene una función de onda que sólo da probabilidades hasta que el sistema es observado, la MC parece decir que al final del intervalo dado el gato no está vivo ni muerto hasta que alguien mire en la caja. Esta observación, entonces, destruye la función de onda, y en ese instante el gato adquiere la propiedad definida de estar vivo o muerto. Antes de la observación,

la vida y la muerte están de algún modo, un modo que nadie comprende, mezcladas con igual probabilidad en la ecuación de onda que describe el sistema gato-caja.

Supongamos que la caja es abierta por un amigo de Wigner, quien ve si el gato está vivo o muerto. La caja, el gato y el amigo forman ahora un sistema cuántico mayor con una función de onda más compleja en la que el estado del gato y el estado de la mente del amigo son indefinidos hasta que son observados por Wigner o algún otro. Los físicos llaman a esto la paradoja del amigo de Wigner. Conduce a un regreso infinito. Si Wigner observa a un amigo que observa al gato, el sistema total de caja-gato-amigo-Wigner sigue siendo indefinido (el gato aún no está vivo o muerto) hasta que es observado por una tercera persona, y así sucesivamente. El regreso a veces es llamado la catástrofe de Neumann, porque parece seguirse de una formalización clásica de la MC por el gran matemático húngaro John von Neumann.

En su colección de ensayos *Simetrías y reflexiones* (1967), Wigner arguye que el regreso *no* es infinito. Termina tan pronto como una mente consciente interrumpe la cadena de reducciones de funciones de onda. Sólo una mente, reza su razonamiento, tiene la facultad de introspección que permite *saber* que «yo estoy en tal o cual estado. Para ser aún más laboriosamente preciso», añade Wigner, es «mi propia conciencia, puesto que soy el único observador, y todas las otras personas son el objeto de mis observaciones». Un amigo que observa al gato sabrá si el animal está vivo o muerto, pero hasta que

Wigner observa a su amigo, el gato, *para Wigner*, aún se halla en un estado indefinido.

Wigner confiesa que encuentra hasta la permanencia de cosas como árboles «profundamente desconcertante». Puesto que un árbol es un sistema cuántico, tampoco parece tener propiedades definidas hasta que su función de onda es reducida por la observación. Ya que para Wigner su propia conciencia es la realidad fundamental, los objetos que están «allí fuera» son poco más que construcciones mentales útiles inferidas de las regularidades de su experiencia. Y cita con aprobación una afirmación de Schrödinger: «¿Sería [el mundo] de otro modo [sin observadores conscientes] una obra representada ante asientos vacíos, sin existir para nadie, y por ende sin existir propiamente?».

La mayoría de los físicos no admiten este solipsismo colectivo. Creen que hay reducciones finales de funciones de onda siempre que se produce un macrosuceso que no puede ser invertido en el tiempo, como la muerte de un gato, el registro en una película de la trayectoria de una partícula en una cámara de burbujas, el sonido que registra el clic de un contador Geiger. Aunque Wigner raramente invoca a Berkeley, ni a ningún otro filósofo que hubiese abordado problemas similares, sus ideas lo obligan a decir que un árbol no tiene propiedades definidas, y por tanto sólo posee una existencia vaga, hasta que una mente consciente lo percibe.

Wheeler, en numerosos artículos, ha adoptado una posición similar, aunque menos extrema. La MC, dice, en verdad no nos obliga a negar que en el plano subatómico haya un mundo externo de



naturaleza precisa, independiente de las mentes. «Ningún fenómeno elemental es un fenómeno mientras no sea un fenómeno observado.» En algún extraño sentido, el Universo es lo que Wheeler llama un «universo participante». No observamos algo allí fuera, detrás de un grueso muro de cristal, dice Wheeler. Debemos hacer añicos el cristal e influir en el estado de lo que vemos.

En la grandiosa visión cosmológica de Wheeler, hay una infinidad de universos oscilantes que nacen continuamente de grandes explosiones y con el tiempo mueren en grandes momentos decisivos. Cada universo tiene su propio conjunto de constantes físicas que surgen por azar de su bola de fuego. Estas constantes deben ser finamente armonizadas para permitir la formación de soles y planetas, y más cuidadosamente aún para permitir la vida. Wheeler cree que, en verdad, la vida es tan improbable que quizá seamos la única vida inteligente que hay en todo el Cosmos. Además, a menos que un universo esté tan finamente armonizado como para permitir la evolución de mentes conscientes, no puede ser observado y, por ende, no es verdaderamente real en ningún sentido fuerte. Un fotón no observado tiene un vago género de realidad, sí; mas para Wheeler es una realidad de un «matiz más pálido y teórico» que la realidad de un fotón observado.

La última cita es del libro de Wheeler *fronteras del tiempo* (1978). En este libro y en otras partes, propone un nuevo y fantástico experimento imaginario conocido como la prueba de la elección postergada. Es una variación del famoso experimento de una pantalla con dos ranuras. Un fotón pasa por una ranura (como una

partícula) si es medido por un tipo de detector, o por dos ranuras (como una onda) si es medido por otro detector, un experimento que demuestra la doble naturaleza de la luz. Supongamos, dice Wheeler, que esperamos a que el fotón haya pasado por la pantalla y luego decidimos rápidamente cuál detector usar. ¿No determinará nuestra decisión cuál de dos sucesos (el paso por una o por dos ranuras) tuvo lugar en el pasado?

No hay ninguna alteración del pasado, aclara Wheeler, sino una creación del pasado. Nuestra elección del instrumento de medida determina si el fotón ha penetrado en la pantalla como una partícula que pasa por una ranura o como una onda que pasa por dos ranuras. Pero esto, dice Wheeler, es un modo engañoso de plantearlo. ¡El fotón no *tiene* ningún pasado preciso hasta que lo medimos! Quizá todo el Universo es como un experimento de elección postergada. Comienza con la singularidad de la Gran Explosión, luego crece y se hace más complejo hasta que finalmente crea un ojo gigantesco (nuestra conciencia) mediante el cual se observa a sí mismo, y de este modo «imparte una realidad tangible aun a los primeros días del Universo»<sup>39</sup>.

---

<sup>39</sup> El Obispo Berkeley no sabía nada, desde luego, de la teoría de la evolución. Pero el relato de la creación del Génesis, que él aceptaba como historia exacta, presenta para Berkeley un problema similar al que enfrentó Wheeler. ¿No se nos dice que Dios creó cosas no vivas antes de crear a los animales y a Adán? ¿Y la creación de cosas materiales no les da una clase de realidad distinta de los pensamientos de Dios y de las observaciones de mentes finitas creadas? En el tercero de los Tres diálogos entre Hylas y Filonús, Berkeley arguye que, si bien los objetos materiales preexistían en la Mente Divina, adquirieron una realidad más fuerte cuando fueron «creados» y otra más fuerte aun cuando fueron percibidos por mentes finitas. El universo material, escribe Berkeley, tenía sólo una «existencia relativa o hipotética, si gustáis», hasta que «fueron perceptibles por criaturas inteligentes». Berkeley no dice si «criaturas inteligentes» significa sólo Adán y Eva o si incluye a los animales, que también tienen ojos y mentes finitas.

En los últimos años, Wheeler ha declarado su creencia de que la «observación» en MC no necesita involucrar una mente. Puede hacerse con instrumentos, como un contador Geiger, una cámara de burbujas, un grano de bromuro de plata, la retina de un ojo, etc. Los registros dejados por tales mediciones son macroestructuras tan inalterables por las mentes como las rocas y los árboles. Sólo en el micronivel una estructura no observada tiene una realidad de un matiz más pálido y más teórico. Como Niels Bohr antes que él, Wheeler no lleva su solipsismo hasta el punto wigneriano de sentirse desconcertado por la persistencia de rocas y árboles. Sin embargo, en el plano cuántico, que es subyacente a toda otra cosa, para Bohr y para Wheeler la realidad sigue siendo algo sin forma hasta que entra en interacción con macroobjetos que finalmente serán observados por mentes.

Ningún físico niega que una partícula cuántica es una cosa fantasmal para la que es imposible construir modelos coherentes usando el espacio-tiempo de la física einsteiniana clásica. Hay un sentido en el que un electrón no «existe» hasta que no es medido. Nadie sabe si su función de onda está ligada a ondas tan reales como las ondas de agua o de sonido, o si la función es tan ficticia como la función de probabilidad que nos dice que un dado presentará cualquier cara con igual probabilidad cuando se lo arroja o si la función describe un tercer tipo de cosa que todavía nadie comprende. Pero del carácter fantasmal de un electrón no se sigue,

---

La mayoría de los filósofos de la ciencia actuales concuerdan con Hume en que los argumentos de Berkeley «no admiten respuesta ni son convincentes». Sin embargo, Berkeley aborda muchos problemas fundamentales que nuevamente son discutidos en su totalidad por los filósofos de la MC.

al menos para la mayoría de los físicos, que una piedra o un árbol sean igualmente fantasmales.

La idea de Wheeler y Wigner según la cual de un universo sin observadores conscientes no puede decirse que existe en un sentido fuerte, en su nivel fundamental, sin duda plantea muchas dificultades. ¿Tiene un chimpancé suficiente conciencia para dar plena realidad a un universo? Y si la tiene un chimpancé, ¿por qué no un pájaro o un pez? Como señaló Einstein en uno de los seminarios de Wheeler en Princeton, «es difícil creer que tal descripción [la MC] sea completa. Parece dar al mundo un carácter totalmente nebuloso a menos que alguien, como un ratón, lo esté mirando».

Supongamos que el mecanismo de la caja de Schrödinger no mata al gato sino que sólo le corta una oreja. ¿Es la conciencia del gato bastante fuerte para cortar la cadena de las reducciones de la función de onda o se necesita una mente humana para hacer definido lo que le ocurrió al gato? ¿Debemos decir que el Universo sólo era parcialmente real antes de que apareciera la vida y que se está haciendo lentamente cada vez más real a medida que la vida evoluciona hacia formas superiores de conciencia?

En años recientes, como resultado de nuevos experimentos, se ha producido un acentuado renacimiento del interés por otra famosa paradoja de la MC. Se la conoce como la paradoja de EPR, por las iniciales de Einstein y dos jóvenes amigos suyos, Boris Podolsky y Nathan Rosen, quienes escribieron en colaboración un artículo sobre ella en 1935.

La paradoja de EPR tiene muchas variantes. Una de las más simples involucra a dos fotones que se alejan velozmente en direcciones opuestas cuando un electrón y su equivalente de antimateria, un positrón, se aniquilan mutuamente. Por mucho que se alejen — pueden estar a millones de años-luz— permanecen «correlacionados», en el sentido de que algunas de sus propiedades tienen valores opuestos. Por ejemplo, si se mide el spin del fotón A y el resultado es 1, el spin del fotón B debe ser  $-1$ . Recuérdese que una partícula no tiene un spin definido antes de ser medido. De acuerdo con la MC, la función de onda del fotón establece que en el momento de la medición la naturaleza decide darle un spin más o menos, con igual probabilidad. Así, si medimos una corriente de fotones, obtenemos una serie de spins más y menos que se hallan tan distribuidos al azar como las series de caras y cruces obtenidas lanzando al aire una moneda.

Estamos ahora en una terrible situación. ¿Cómo puede la medición del fotón A destruir la función de onda de B (dándole un spin opuesto al de 3), que puede hallarse a millones de años-luz y no está conectado de ningún modo causal conocido con su gemelo? Muchos físicos esperaban y creían que las dos partículas seguían correlacionadas a causa de variables ocultas en el interior o cerca de ellas, como la correlación entre dos discos en rotación que son arrojados simultáneamente en direcciones opuestas, uno con cada mano. ¡Ay!, experimentos que contradicen un hermoso pero sumamente complejo teorema descubierto en 1965 por John Bell

han descartado todas las variables ocultas como explicación de la correlación de partículas.

El teorema de Bell brindaba un modo de poner a prueba la paradoja de EPR en el laboratorio, y desde 1965 muchas de tales pruebas han confirmado la paradoja. Una de ellas era un nuevo y complicado experimento de un científico francés del que se informó en el número del 30 de julio de *Science*<sup>40</sup>. Ya no se trata de un experimento imaginario. De algún modo una partícula «sabe» instantáneamente (o casi instantáneamente) el resultado de una medición de la otra partícula. Esto no viola en modo alguno la regla de la relatividad de que la energía y las señales no pueden ir más rápidamente que la luz. No se puede enviar un mensaje codificado mediante fotones correlacionados, como no se puede enviar un mensaje transmitiendo una sucesión de caras y cruces obtenidas lanzando al aire una moneda. Si hubiese algún modo de obligar a un fotón a adquirir un spin deseado cuando se lo mide, sería fácil usar las correlaciones de fotones para enviar mensajes cifrados más rápido que la luz. Pero la MC prohíbe tal imposición porque destruiría el carácter irreductiblemente fortuito que está en el corazón de la teoría cuántica.

Sin embargo, la paradoja de EPR sugiere que partes distantes del Universo están conectadas de algún modo peculiar aún no conocido, modo que permite a la información cuántica desplazarse a mayor velocidad que la de la luz. La explicación más extraña propuesta hasta ahora la dio Costa de Beauregard, un respetado físico francés

---

<sup>40</sup> Arthur L. Robinson, «Quantum Mechanic Passes Another Test», *Science*, 30 de julio de 1982, pp. 43536.

que comparte con Brian Josephson (el ganador irlandés del Premio Nobel que abandonó la física hace muchos años para investigar la Meditación Trascendental y los fenómenos paranormales) la creencia de que la MC es la clave de los presuntos fenómenos de la parapsicología<sup>41</sup>. La información cuántica, dice Beauregard, viaja hacia atrás en el tiempo desde el fotón A, cuando es medido, al instante en que las dos partículas fueron creadas. Luego avanza en el tiempo hasta el fotón B, ¡y llega a él en el preciso momento en que abandona a A!

La paradoja de EPR perturbó profundamente a Einstein. Que la medición de una partícula pudiese destruir la función de onda de otra partícula situada a muchos kilómetros de distancia le parecía tan absurdo como la muerte de una persona en París cuando un brujo de Haití apuñala una muñeca. Y había otros aspectos de la MC que lo perturbaban. Como discípulo de Spinoza, quien creía que todo suceso de la naturaleza está completamente determinado por causas anteriores, Einstein no podía tolerar el azar absoluto en el corazón de la MC. Pero sobre todo objetaba a la MC que pareciese implicar en su nivel fundamental que el Universo no tiene una estructura independiente de las mentes humanas.

Durante las últimas décadas de la vida de Einstein, sus recelos hacia la MC lo aislaron de sus colegas, quienes hablaban con tristeza de su «líder perdido». Hoy, cuando la paradoja de EPR está siendo espectacularmente confirmada en el mundo, algunos físicos están empezando a preocuparse por ella tanto como Einstein. ¿Es

---

<sup>41</sup> Véase la triste entrevista de John Gliedman con Josephson en Omni, julio de 1982, pp. 87 y ss.

posible que las intuiciones del viejo maestro no fuesen tan descabelladas, después de todo? En todo caso, muchos jóvenes físicos están trabajando ahora en ingeniosas teorías destinadas a reemplazar a la MC por una teoría más profunda en la que la MC se convierta en un caso límite, un poco como la teoría de la gravitación de Newton se convirtió en un caso límite de la relatividad general. Las leyes de Newton son adecuadas para las velocidades y masas ordinarias de la Tierra. Pero no son suficientemente exactas para explicar fenómenos donde intervienen estrellas masivas y velocidades cercanas a la velocidad de la luz.

En varios artículos recientes Wheeler ha comparado el problema de la medición en la MC con un juego de Veinte Preguntas que antaño jugaba con un grupo de divertidos amigos. Sin saberlo Wheeler, habían convenido no tener ninguna palabra en la mente cuando él empezase a preguntar. Respondían sí o no al azar, pero con la condición de que cada uno tuviese al menos una palabra en la mente que se adecuase a todas las preguntas anteriores. Luego Wheeler y el grupo llegaron a aislar la palabra «nube». El quid es que, en los términos del juego, la palabra no existía hasta que era creada por la interacción de Wheeler con sus amigos.

Me parece que la analogía sólo se aplica a propiedades de partículas, no a la realidad que está detrás de esas propiedades. En verdad, una partícula puede no tener ninguna posición o momento precisos hasta que es medida. Hasta puede no tener un camino exacto en el pasado. Pero a menos que se sea un solipsista extremo, uno debe creer en algún tipo de realidad estructurada que da



soporte a las propiedades y que sea tan independiente de la mente como los árboles que nadie observa.

Consideremos un arco iris. Es tan dependiente de un observador como un electrón. No hay nada «allí fuera» que merezca ser llamado *el* arco iris. Cada persona ve un arco diferente, un arco que no tiene ninguna posición en el espacio hasta que es observado. En cierto sentido, el arco no tiene ninguna realidad aparte de su observación. Por otro lado, el arco es independiente de la mente, en el sentido de que puede ser fotografiado. Es una forma que reposa firmemente en una estructura de relaciones entre gotas de lluvia que caen, luz del sol y un ojo o la lente de una cámara fotográfica. Aun el verde de una hoja depende de un conjunto de relaciones entre la hoja, la luz y un observador. Esto en modo alguno justifica un solipsismo que afirme la irrealidad de la hoja hasta que sea observada, o que las ondas y partículas cuánticas no tienen realidad alguna mientras no son observadas.

He aquí cómo consideraba Einstein, en un ensayo sobre «Física y Realidad», el modo en que los científicos elegían sus palabras cuando jugaban al juego de las preguntas con la naturaleza: «Pero la libertad de elección es de un tipo especial; no es en modo alguno similar a la libertad de un escritor de ficción. En cambio, es semejante a la de un hombre empeñado en resolver un crucigrama bien elaborado. Puede, es verdad, proponer como solución cualquier palabra; pero sólo hay *una* palabra que realmente resuelve el acertijo en todas sus formas. Es un acto de fe el que la naturaleza — tal como es perceptible por nuestros cinco sentidos— adopte el

carácter de un crucigrama tan bien formulado. Los éxitos alcanzados hasta ahora por la ciencia, en verdad, dan cierto estímulo a esa fe».

Ningún físico duda de que en los microniveles abundan los enigmas cuánticos. Ello surge del hecho de que las ondas de la MC son ficciones matemáticas, ondas abstractas de probabilidad en espacios multidimensionales contruidos exclusivamente para describir sistemas cuánticos. Qué tipo de realidad está detrás de esas ondas y cómo está estructurada, nadie lo sabe. Pero la mayoría de los físicos están de acuerdo con Pagels en que sólo el micromundo es misterioso. «Una vez que la información sobre el mundo cuántico es irreversible en el mundo macroscópico — escribe—, podemos a buen seguro atribuirle una significación objetiva: no puede volver sigilosamente al país de fantasía del cuanto.»

Me cuento entre los que son incapaces de creer, como no lo creía Einstein y la mayoría de los filósofos y físicos de hoy, que la existencia del Universo o de un impresionante suceso como la explosión de una supernova dependen de que sean observados por criaturas tan insignificantes como usted y yo.

### ***Postscriptum***

Para comprender cómo una interpretación solipsista de la MC conduce a una causalidad hacia atrás, consideremos el siguiente experimento imaginario.

Imaginemos que un contador registra si una sustancia radiactiva emite un electrón en cierto intervalo de tiempo. Un mecanismo automático retira entonces la sustancia y saca una fotografía, *A*, de la lectura del contador. Diez minutos más tarde, se toma otra fotografía, *B*, de la misma lectura. La fotografía *A* es automáticamente llevada a una habitación, y *B* a otra. Desde el punto de vista de Wigner, las funciones de onda de ambas fotografías son indefinidas hasta que una mente consciente las observe. Supongamos que Wigner mira primero *B* y ve que se ha emitido un electrón. Una semana más tarde el amigo de Wigner entra en la otra habitación y mira *A*. Esta, por supuesto, debe mostrar la misma lectura. De algún modo, cuando Wigner miró *B* destruyó la función de onda de *A*, ¡dándole un estado definido aunque *B* no existía cuando *A* fue tomada!

Entre los parafísicos que basan sus experimentos en la posibilidad de que la metapsíquica pueda influir en sucesos pasados, el más notable es Helmut Schmidt. Este usa mecanismos de azar electrónicos (basados en la desintegración radiactiva) para generar números al azar. Un registro se almacena sin ser observado. En una fecha posterior, una copia del registro original es enfocado por un médium que trata de influir en él por psicoquinesis. Schmidt informa que se han encontrado significativas desviaciones del azar en el registro original y en la copia (ambos son, claro está, idénticos). Presumiblemente, si el original hubiese sido examinado antes del experimento de psicoquinesis, no habría presentado ninguna desviación del azar. Pero puesto que no fue observado, el

original y la copia permanecen en un estado vago, aunque correlacionados entre sí, hasta que el médium los altera por su observación.

«La implicación parece ser que el efecto puede actuar hacia atrás en el tiempo —dijo Schmidt al *New York Times* (27 de enero de 1980)— y ésta es una idea extravagante desde un punto de vista convencional. Pero puede ser que algunos efectos cuánticos todavía no comprendidos puedan explicar ese resultado.»

Schmidt trabaja en la Mind Science Foundation, de San Antonio, Texas, institución fundada por el petrolero de Texas William Thomas Slick, h. Sobre mis opiniones acerca de recientes intentos de basar las fuerzas metapsíquicas en la MC, véase «Parapsychology and Quantum Mechanics», en *Science and the Paranormal*, recopilado por George O. Abell y Barry Singer (Scribner's, 1981).

Unas palabras más sobre la paradoja de EPR. Es habitual que los físicos con escaso interés por las interpretaciones filosóficas de la MC «resuelvan» la paradoja señalando que las dos partículas correlacionadas deben ser concebidas como un solo sistema cuántico. Medir una partícula destruye la función de onda de todo el sistema (o «hace rotar su vector de estado», si adoptamos el lenguaje del espacio de Hilbert), lo cual proporciona información sobre ambas partículas. Pero esto es sólo un modo de formular de otra manera la paradoja. Queda en pie el misterio, en el sentido de que sólo la magia pura parece poder explicar cómo dos partículas separadas por millones de años-luz y no conectadas causalmente pueden seguir correlacionadas como parte de un solo sistema.



## Capítulo 7

### CSICOP: ¿Quién y para qué?

Nadie sabe exactamente por qué los norteamericanos, desde la Segunda Guerra Mundial, han llegado a obsesionarse en forma creciente por la pseudociencia y lo paranormal. ¿Decadencia de las religiones tradicionales? ¿Ansiedad por el modo como la ciencia está modelando el futuro? ¿Deterioro de la enseñanza de la ciencia? Cualesquiera que sean las causas, la ciencia-ficción ha sido fuertemente influida por esta tendencia, y en cierta medida la ha reforzado.

Antes de proseguir debemos hacer una distinción sumamente importante. Creer en una pseudociencia no es lo mismo que gozar de la ciencia imaginaria en la ciencia-ficción. *La máquina del tiempo* es un clásico, pero no imaginéis ni por un momento que H. G. Wells tomaba en serio el viaje en el tiempo. Sí, todas las cosas pueden ser posibles en una lejana edad de oro, pero los grandes escritores de ciencia-ficción que apelan a tales recursos como el viaje en el tiempo, los mundos paralelos, las deformaciones del espacio, los impulsos inerciales, las entradas y salidas de agujeros negros y blancos, la levitación, la antigravedad, las máquinas de transmisión de materia, los ovnis extraterrestres, el intercambio de mentes, la reencarnación y diversas facultades parapsicológicas raramente han confundido estas maravillas con ciencia seria. Puedo asegurar al lector que el buen doctor Asimov no cree en la psicohistoria que es tan esencial en su serie de *La Fundación*, y que Lester del Rey no

crea en la PES (Percepción Extra Sensorial) y la precognición tan esenciales en su entretenida novela *Pstalemate*. Al comentar sus numerosos cuentos sobre la PES, Larry Niven dijo en una ocasión: «El hecho es que los escribí en la creencia de que no existía nada semejante. Escribí cuentos de magia por la misma razón: hallaba esas ideas interesantes.»

Lo mismo vale para los lectores inteligentes de ciencia-ficción y obras de fantasía. No es necesario creer en «la fuerza» para gozar de *La guerra de las estrellas*, ni en visitantes extraterrestres para disfrutar de E.T. No es menester creer en los mundos paralelos y la telepatía para gozar la mejor novela de ciencia-ficción de Wells, *Hombres como dioses*. Pero hay un aspecto oscuro en el uso de la pseudociencia en la ciencia-ficción. Me refiero a esos pocos autores, y no tan pocos lectores, que carecen de la preparación para distinguir la buena ciencia de la mala y que han sido atrapados en la actual manía de lo oculto.

Consideremos la triste historia de John Campbell hijo. Después de que su amigo L. Ron Hubbard informase de la curación de su sinusitis, Campbell anunció en *Astounding Science Fiction* el asombroso descubrimiento de la *dianética*. Como todos sabemos, se convirtió en el floreciente culto de la *cientología*. Pronto Campbell promocionó idioteces como la máquina psiónica de Hieronymous y el viaje espacial de Dean. Estos eran más que trucos de propaganda. Campbell verdaderamente creía en ellos. Puede haber sido un gran director editorial, pero su conocimiento de la ciencia rigurosa era tan mínimo como ilimitada su credulidad. Se convirtió en un

apasionado partidario de lo paranormal. Durante el decenio de 1950-1959 no era fácil venderle un relato, a menos que se relacionase con las superfacultades parapsicológicas.

El amigo de Campbell A. E. van Vogt era igualmente ingenuo. El culto antaño popular de la Semántica General del Conde Alfred Korzybski dio soporte a sus dos novelas de nulo valor. *El asedio de lo invisible* explotaba el inútil sistema de Bates de curar las afecciones visuales contoneando los globos oculares. Después de su conversión a la dianética, van Vogt abandonó la profesión de escritor para convertirse en uno de los principales seguidores de Hubbard. Cuando yo atacué la dianética en mi libro *Caprichos y falacias*, van Vogt me escribió para advertirme que mi hostilidad pronto me causaría una seria enfermedad del corazón y una artritis paralizante, y que sólo la terapia de la dianética evitaría tales desastres. Hoy, treinta años después, mis articulaciones están en buena forma, pero la mente y la carrera de Vogt quedaron seriamente paralizadas por las insensateces de Hubbard.

El segundo en importancia, después de Campbell, en lo concerniente a funestas influencias sobre la ciencia- ficción fue Ray Palmer, el extraño pequeño gnomo que editaba *Amazing Stories* [*Relatos sorprendentes*']. Aunque Palmer, a diferencia de Campbell, sabía que estaba promocionando basura, convenció a miles de adolescentes fanáticos de que malos «sujetos» vivían realmente bajo tierra en vastos pasillos a los que se llegaba mediante ascensores secretos. Palmer desempeñó un importante papel, aún no reconocido en gran medida, en iniciar la manía de los platillos



volantes. Fundó la revista *Fate*. El primer artículo jamás publicado sobre los ovnis modernos («La verdad sobre los platillos volantes», de Kenneth Arnold, con el que comenzó todo) apareció en el volumen 1, número 1 de *Fate*, en abril de 1946. *Fate* aún prospera como el principal abastecedor de tonterías paranormales del país.

Es difícil creerlo, pero hasta 1975 no apareció un periódico que examinase la pseudociencia contemporánea desde un punto de vista científicamente informado. He aquí cómo ocurrió. Paul Kurtz, un filósofo de la Universidad del Estado de Nueva York en Buffalo, fue su fuerza impulsora. Los sondeos de opinión habían demostrado que un cuarto de los norteamericanos creen que las estrellas tienen influencia sobre su vida. Kurtz pensó que valía la pena redactar un manifiesto condenando la astrología y hacerlo firmar por destacados científicos. La respuesta abrumadoramente favorable a la publicación de este documento en el *Humanist*, por entonces bajo la dirección de Kurtz, indicó que había un gran deseo de evaluaciones informadas y escépticas sobre el naciente irracionalismo.

A la sazón, el psicólogo Ray Hyman, el mago James Randi y yo (los tres somos viejos amigos) habíamos jugueteado con la idea de crear una organización que proporcionase a los medios de comunicación una información útil contra la tendencia ocultista. Pero no teníamos fondos. Por algún conducto le llegaron a Kurtz noticias de nosotros y de otras treinta personas de similares opiniones. En 1976 nos reunimos todos en Buffalo, en una reunión patrocinada por la American Humanist Association, y así nació el famoso grupo conocido como CSICOP, siglas del *Committee for the Scientific*

*Investigaron of Claims of the Paranormal* (Comisión para la Investigación Científica de las Afirmaciones sobre lo Paranormal).

El primer número de nuestro periódico oficial, llamado el *Zetetic*, de la palabra griega que significa «escéptico», apareció en el otoño de 1976. Después de los tres primeros números, cuya edición estuvo a cargo del sociólogo Marcello Truzzi, se hizo evidente que había profundas diferencias filosóficas entre lo que Truzzi deseaba que fuese la revista y los deseos de los otros miembros de la comisión. Nosotros queríamos una revista de apoyo abierto, que adoptase una firme posición contra las formas más absurdas de la moderna pseudociencia. Truzzi pensaba que hasta los chiflados como Velikovsky debían ser tratados con respeto. Quería que la revista efectuase diálogos entre los escépticos y los verdaderos creyentes, para presentar ambas partes de las controversias actuales. En resumen, quería una revista con un tono objetivo, neutral, en contraste con lo que calificaba de mero «desenmascaramiento».

El resto de nosotros no considerábamos que *desenmascaramiento* fuese una palabra tan negativa. Pensábamos que, cuando la pseudociencia se sumerge en el ámbito del irracionalismo, es apropiado ejercer el humor contra ella, y hasta ridiculizarla. Ahora debemos detenernos para hacer otra distinción importante. Las teorías no ortodoxas, obviamente esenciales para la salud y el progreso de la ciencia, son cualitativamente diferentes de las teorías tan contrarias a la ciencia aceptada, tan poco apoyadas por los elementos de juicio adecuados, que su probabilidad de ser verdaderas es prácticamente cero. Esto no equivale a negar que la

seudociencia abarca un vasto espectro que llega a fundirse con la ciencia acreditada. El día se funde con la noche, pero hay una diferencia entre el día y la noche.

Por ejemplo, cuando un dentista pretende que puede poner empastes de plata y oro en los dientes por medios paranormales, sin perforación, o cuando un periodista de lo oculto escribe un libro sobre cómo los muertos se comunican con los vivos por teléfono, no sentimos ninguna obligación de tratar tales extravagantes afirmaciones con un solemne respeto. En cambio, cuando las afirmaciones no ortodoxas son menos extremas, las tratamos seriamente e intentamos presentar las pruebas contra ellas sin ridiculizarlas.

El hecho es que especulaciones alocadas y extravagantes por parte de científicos reputados son publicadas constantemente por periódicos «prestigiosos». Esto es particularmente cierto en el caso de la cosmología y la física subatómica, donde las teorías tienen que ser muy avanzadas para ser fructíferas. En este momento, la teoría no ortodoxa descollante en la teoría de la evolución es el enfoque del «equilibrio interrumpido» defendido por Stephen J. Gould y otros. Nunca soñaríamos con tratar de «desenmascarar» esta teoría. En verdad, Gould es uno de los miembros activos de nuestra Comisión. En cambio, no vacilamos en oponernos a la teoría sobre los fósiles basada en el diluvio, defendida por destacados creacionistas de la actualidad, porque sus argumentos son de un carácter muy diferente, ya que revelan una casi total ignorancia de las más elementales nociones de geología moderna.

Truzzi tiene una mentalidad más propia de un adepto de Charles Fort. Renunció como director y más tarde renunció a la Comisión para publicar su propio periódico, el *Zetetic Scholar*. Para evitar confusiones le cambiamos el nombre a nuestra revista, que pasó a llamarse *Skeptical Inquirer* [*El Indagador Escéptico*]. Hasta ahora han aparecido veintidós números, la revista ha llegado a tener 80 o más páginas y su circulación aumenta constantemente. El director, Kendrick Frazier es un experimentado escritor sobre temas científicos que había dirigido antes *Science News*.

Kurtz sigue siendo el enérgico presidente de la Comisión, y Lee Nisbet es su director ejecutivo. Los «Miembros» son demasiado numerosos para enumerarlos a todos, pero entre ellos hay eminentes filósofos, científicos y escritores. Entre los escritores de ciencia-ficción se cuentan Isaac Asimov y L. Sprague de Camp. Muchos otros expertos son asesores científicos.

Para dar idea del carácter del *Skeptical Inquirer*, permítaseme hacer una exposición del número del invierno de 1982-83. Las nuevas secciones comienzan con un alegre informe de nuestro corresponsal en Ámsterdam, Piet Hein Hoebens, sobre la última conferencia internacional de la Sociedad de Investigaciones Metapsíquicas, en Cambridge. La parapsicóloga británica Susan Blackmore, escribe Hoebens, «lanzó una pequeña bomba» al anunciar su conversión al escepticismo. Durante años, dijo ella a un público sobresaltado, había intentado vislumbrar lo oculto, pero «siempre que empezaba a examinar seriamente los fenómenos parapsicológicos, las pruebas empezaban a desaparecer». Ray Hyman hizo una resonante crítica

del parapsicólogo Charles Honorton, que instó a éste a efectuar una furiosa refutación. Un investigador de fenómenos parapsicológicos de Jerusalén mostró una película sobre un nuevo caso de curvatura metapsíquica de metales en Israel. Fue tan embarazoso que el parapsicólogo John Palmer lo llamó «tonterías». Para aumentar el horror de los científicos más serios presentes, se hicieron dos reuniones para curvar metales en las que los invitados tenían en sus manos cucharas y cuchillos, aplicaron una fuerza y se sorprendieron de ver retorcerse los cubiertos. Se decía que la fuerza aplicada, debe comprenderse, ¡sólo explicaba *en parte* el hecho de que se curvaran! Un invitado se desmayó después de retorcerse su cuchara. Cuando nuestro corresponsal curvó una cuchara sin esfuerzo, un creyente daba brincos de un lado a otro, excitado por el hecho de que ¡funcionaba hasta para los escépticos!

Quizá deba añadir que la mayoría de los cubiertos se curvan mucho más fácilmente de lo que la gente piensa. Después de todo, ¿cuántas veces ha tratado usted de curvar una cuchara? Uno de los secretos básicos de Uri Geller es que él o uno de sus ayudantes desconocidos tenían acceso previamente a las cucharas de prueba y secretamente curvaba una a uno y otro lado muchas veces hasta que el metal se debilitaba y quedaba a punto de partirse. Más tarde, Uri cogía la cuchara preparada y, por supuesto, se curvaba como masilla cuando él la golpeaba con un dedo.

Otras noticias sobre este tema informan sobre el renacimiento en China, el año pasado, de lo que se llamaba «percepción dermo-óptica» a comienzos del decenio de 1960-1969, cuando hubo una

oleada de declaraciones según las cuales algunas médiums de la Unión Soviética podían «ver» sin usar sus ojos. En China esto adoptó la forma de niños que pretendían, teniendo los ojos totalmente vendados, leer con las manos, los pies, la nariz, las orejas y hasta con las axilas. Hay muchos diferentes modos de engañar en esto. El más simple se basa en el hecho de que es casi imposible vendar totalmente a alguien, aun poniéndole cintas adhesivas en los ojos, de tal modo que no permita a un charlatán astuto obtener una pequeña apertura por la cual atisbar debajo de la nariz. Puede echarse una ojeada sobre lo escrito en un trozo de papel so pretexto de malas instrucciones, luego se haya una bola con el papel, se lo mete en un oído o bajo una axila y se «lee» el mensaje con la piel. La difunta Rosa Kuleshova, que inició todo en Rusia, gustaba de leer mensajes sentándose sobre ellos, probando así que su trasero también era ópticamente perceptivo. Si el lector está interesado en más detalles, lea el capítulo sobre percepción dermo-óptica de mi libro *La Ciencia: buena, mala y falsa*.

Hay también un informe sobre los periódicos, la radio y la televisión que tuvieron un gran día en el mes de agosto pasado, cuando una mujer de Chicago, según se dijo, se prendió en llamas cuando caminaba por una acera. Paul Harvey, especialmente excitado por este suceso, describió otros casos de «combustión humana espontánea» que presuntamente ocurrieron en el pasado. Luego resultó, como revela el *Skeptical Inquirer* (probablemente el lector no leyó esto en ningún periódico) que la pobre mujer había muerto doce horas antes de que se hallara su cuerpo calcinado, y sus vestidos

habían sido rociados con gasolina. No hay ningún caso verificado de combustión humana espontánea, y cualquier químico puede decirle a usted por qué. De hecho, los cuerpos humanos son sumamente difíciles de quemar aun con la ayuda de líquidos inflamables y una cerilla, como muchos asesinos han descubierto para su consternación cuando trataron de ocultar la identidad de sus víctimas.

Otro informe reúne casos notables de famosas predicciones metapsíquicas de terremotos que fracasaron totalmente. Jeane Dixon, para dar un ejemplo, dijo al *National Enquirer* en 1964 que habría un gran terremoto en California en 1965 o 1966. No ocurrió, pero como todos los profetas metapsíquicos, Dixon sabe que, por raros que sean, sólo se recuerdan los aciertos. En 1968 ella hizo un nuevo intento. «Un tremendo terremoto — dijo — se producirá en la Costa Oeste dentro de unos siete años.» Edgar Cayce tuvo un historial aún peor de predicciones de terremotos fracasadas. Por supuesto, toda vez que los médiums predicen grandes terremotos todos los años, es seguro que eventualmente alguno de ellos tenga un sensacional acierto. Para que se tome nota, predigo aquí un importante terremoto a lo largo de la Falla de San Andrés en el otoño de este año. Si no se produce, ¿quién recordará lo que dije?

En el mismo número de nuestra revista hay cinco artículos importantes. Un antropólogo hace una historia erudita de la quiromancia. Un arquitecto escocés presenta sólidos datos de que fotos recientes del monstruo del Lago Ness no son más que fotografías de troncos flotantes. Un psicólogo especula sobre las

razones de que los escépticos sean escépticos. El autor-editor Philip Klass, quien encabeza nuestra subcomisión sobre los Ovnis hace un furioso relato sobre sus esfuerzos para localizar una presunta fotografía en color de un Ovni. Y hay un artículo mío sobre «Cómo no poner a prueba a un médium». Presenta detalles no publicados sobre una famosa prueba de Uri Geller en Stanford Research International de la que se dijo que adivinó ocho de diez veces el número de un dado agitado en una caja de fichero.

Se examinan extensamente dos nuevos libros, de otros nueve se dan breves reseñas y se comentan diecisiete artículos recientes de especial interés de otras publicaciones. Hay cartas de lectores, tiras cómicas y otras cosas destinadas a divertir e informar.

¿Está usted harto de la basura paranormal que rezuma su televisor, las películas y las páginas de periódicos y revistas irresponsables? ¿Está usted aburrido de la lamentable ciencia que nunca cesa de aparecer, en libros publicados por editores cínicos que prefieren hacer dinero rápidamente a pedir a los expertos que evalúen un manuscrito y luego escuchar su consejo? Si es así, venga a nuestras filas. El coste del *Skeptical Inquirer* es de 16,50 dólares por los cuatro números de un año, y la dirección es Box 229, Central Park Station, Buffalo, NY 14215.

Si usted quiere saber más sobre las opiniones de los que forman el equipo editorial del *Skeptical Inquirer*, he aquí una lista de lecturas seleccionadas.

Paul Kurtz ha escrito y supervisado la edición de muchos libros de filosofía, el último de los cuales es *Sidney Hook: Philosopher of*



*Democracy and Humanism*, una antología de ensayos publicada este año por Prometheus Book. Ray Hyman es el autor de *The Nature of Psychological Inquiry* (Prentice-Hall) y coautor del único libro sensato sobre la rabadomancia, *Water Witching, USA* (University of Chicago Press). James Randi ha escrito dos ataques contra la metapsíquica fraudulenta: *The Truth About Uri Geller* y *Flim-Flam!* (ambos de Prometheus). Mi libro *La ciencia: buena, mala y falsa* (Prometheus) fue reimpresso este año en una edición en rústica de Avon.

Philip Klass es el principal experto escéptico del mundo en Ovnis. Sus libros *UFOs Explained* (Random House) y *UFOs: The Public Deceived* (Prometheus) deben ser leídos por todo el que tome en serio los Ovnis. George Abel es autor de varios libros de texto de astronomía y co-director de la edición de *Science and the Paranormal* (Scribner), en el que el lector hallará muchos ensayos de Miembros de la CSICOP. Kendrick Frazier escribió *Our Turbulent Sun* (Morrow) y director de la edición de *Paranormal Borderlands of Sciences* (Prometheus), una selección de artículos del *Skeptical Inquirer*.

Los libros de Miembros de la CSICOP ascienden a muchos cientos, la mitad de los cuales, más o menos, escritos, desde luego, por Isaac Asimov. De especial importancia son: *Parapsychology: Science of Magic*, del psicólogo canadiense James Alcock; *UFOs: A Scientific Debate* (Cornell University Press), de cuya edición es co-director Carl Sagan; *The UFO Verdict* (Prometheus) de Robert Sheaffer; *The Fringe*

*of the Unknown* (Prometheus) de L. Sprague de Camp; y varios libros sobre los fraudes metapsíquicos del mago Milbourne Christopher.

## Segunda parte

### Capítulo 8

#### Relatividad y verdad

Philipp Frank fue miembro fundador de ese pequeño pero influyente grupo de empiristas lógicos al que pertenecían Carnap, Neurath, Schlick y otros, y que llegó a ser conocido como el «Círculo de Viena». Su librito *Relativity-a Richer Truth [La relatividad: una verdad más rica]* (Beacon, 1950) es una defensa, en un plano popular, de las ideas éticas de este grupo. Einstein, en cuyo puesto en la Universidad de Praga fue reemplazado por Frank en 1912, ha contribuido a él con un breve prefacio.

La tesis de Frank es que la relatividad en la física moderna no conduce, como a menudo han afirmado los críticos de la ciencia, a una negación de los valores morales y políticos. Por el contrario, piensa, la aplicación del espíritu relativista a la ética lleva a una formulación «más rica» de la verdad. «Verdad» es usada en un sentido pragmático, y Frank no vacila en expresar su acuerdo esencial con las ideas éticas de los pragmatistas norteamericanos.

Para repetir el ejemplo simple de Frank, el descubrimiento de que la Tierra es redonda hizo necesario redefinir «arriba» y «abajo» como relativos al centro de la Tierra. «¿Sería correcto ahora —pregunta— decir que... un elemento de incertidumbre o duda se ha deslizado en nuestras afirmaciones...?» Decir esto, continúa, «sería una grave representación errónea del papel de la 'relativización' en la ciencia...

usando este tipo más complejo de enunciados, empleando este lenguaje más rico, nuestras afirmaciones son tan definidas, tan 'objetivas' y tan 'absolutas' como los enunciados del tipo simple, que usábamos para describir nuestra anterior experiencia más pobre».

Análogamente, nuestro reconocimiento de que no hay principios éticos absolutos nos permite recurrir al nuevo conocimiento en psicología y las ciencias sociales para la formulación de principios éticos y políticos más verdaderos. En uno de los capítulos, Frank ataca la idea de que la educación superior puede ser unificada adoptando un credo metafísico como el tomismo o el materialismo dialéctico. El método más sabio, arguye, es permitir que principios comunes «emerjan como un producto natural de las tendencias a la integración que son inherentes a las ciencias mismas». Aunque en esta sección no menciona a Dewey, Frank defiende la concepción a la que Dewey dedicó toda su vida de actividad educativa.

En un excelente capítulo, llama la atención a la compatibilidad del pragmatismo y la democracia, y la incapacidad del totalitarismo, como la Alemania Nazi y la Rusia Stalinista, a aceptar la objetividad científica. En la sección final proyecta un tinte místico sobre la fe del científico en la racionalidad de la naturaleza, la «religión cósmica» de Spinoza sobre la que Einstein ha escrito con tanta elocuencia en otra parte.

En el plano en que está escrito este libro, es difícil hallar ámbitos de desacuerdo. Pero hay temas más profundos que Frank no toca. Por ejemplo, una cosa es reconocer que la ciencia nunca da verdades finales, y otra muy diferente negar que la expresión «verdad final»

tenga significado. Nuestro conocimiento del centro de la Tierra puede cambiar constantemente a medida que la investigación avanza, pero esto no significa que la naturaleza del núcleo de la Tierra cambie constantemente. Los miembros del Círculo de Viena tienen el desolador hábito de hablar como si el Cosmos no tuviese ninguna estructura definida o, más precisamente, que carece de sentido decir que la tiene; y sobre este punto ahora arrecia una enconada controversia entre los empiristas.

Asimismo, en el campo de la ética, una cosa es reconocer que nuestros principios morales derivan de una pauta cultural, y otra muy diferente argüir que todas las pautas son igualmente efectivas para satisfacer las necesidades humanas básicas. Este es el problema antropológico del «relativismo cultural», sobre el cual se está librando otra vigorosa batalla y en lo relativo al cual el Dr. Frank también guarda silencio.

Finalmente, está la cuestión de si la creencia o la incredulidad en algún tipo de fundamento metafísico para los valores morales tiene una influencia importante sobre la salud mental o la conducta de una persona. Puede ser, como el mismo Freud sugirió en una ocasión, que la humanidad esté constituida de tal modo que no pueda escapar a neurosis extendidas sin la fe en Dios. Puede resultar, a medida que la psicología avance, que los hombres carezcan de energía para buscar la vida buena si no creen que la «bondad» tiene un significado más estable que el pragmático. O podría resultar de otro modo.

Estas son algunas de las cuestiones concernientes al relativismo metafísico y ético que aún nos persiguen. Quizá Frank no tenía espacio en su librito para discutir las, pero el hecho de que no haya alusiones a ellas deja la incómoda sensación de que el autor ya las ha descartado como «seudo problemas».

## Capítulo 9

### Einstein como filósofo

Para toda persona interesada por la física teórica, la epistemología o la filosofía de la ciencia, el libro *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, cuya edición ha estado dirigida por Paul Schilpp (Library of Living Philosophers, 1949) es de la mayor importancia. Veinticinco autoridades —filósofos, físicos y matemáticos— contribuyen con ensayos, seguidos por un artículo en el que Einstein comenta críticamente los ensayos. Además, el libro contiene una informativa y encantadoramente tierna autobiografía (Einstein la llama su «necrología») y una excelente bibliografía de los escritos de Einstein.

Desde un punto de vista filosófico, el ensayo que me impresionó como el más importante fue el de Reichenbach, que trata de las implicaciones filosóficas de la relatividad. Aclara muchos puntos confusos, como el sentido preciso en el que el lenguaje no euclídeo de la relatividad es una convención elegida solamente por su simplicidad, aunque futuros desarrollos pueden darle un asidero firme en la realidad externa. (Por ejemplo, si algún día telescopios más poderosos revelasen que allí adonde apunte el telescopio será posible ver nuestra galaxia, esto confirmará el carácter «cerrado» del espacio, una propiedad topológica inexplicable en términos euclidianos.)

Más importante desde el punto de vista técnico de la física son los ensayos de Bohr y otros que examinan el rechazo de Einstein de lo que ha llegado a ser la actitud aceptada hacia los fenómenos

cuánticos. La mayoría de los físicos hoy consideran ciertos aspectos «fortuitos» de la conducta del electrón como básicos, en el sentido de que no existen leyes que hagan posible la predicción exacta. Sólo cuando están involucradas grandes cantidades de electrones emergen las leyes estadísticas. Einstein, con su fe espinosista en una naturaleza completamente ordenada y determinista, considera esto como un estado temporal de ignorancia y cree que, a medida que la física avance, será eliminado todo azar de la teoría cuántica. Como lo expresó él en una carta a Max Born: «Usted cree que Dios juega a los dados, y yo en leyes perfectas...».

Es interesante observar que dos distinguidos colaboradores rechazan la teoría general de la relatividad a favor de una concepción más cercana a la de Ernst Mach, uno de los predecesores eminentes de Einstein. Mach afirmaba que la masa total del cosmos (o galaxia) podría formar un «sistema inercial» que proporcionase un marco fijo de referencia para la definición del movimiento acelerado. El ensayo de Bridgman acusa a Einstein de apartarse demasiado de conceptos «definidos operacionalmente», y creo que es contestado cabalmente por Einstein. Sin embargo, ahora se reconoce en general que, sobre la base de la teoría especial (firmemente fundada en el experimento de Michelson-Morley), es posible idear numerosas teorías de la gravitación y la inercia, todas más o menos capaces de explicar datos empíricos conocidos. En la actualidad, la principal rival de la teoría general de Einstein es la relatividad «cinemática» del difunto E. A. Milne, un físico de Oxford. Milne coincide con Bridgman en favorecer el enfoque de Mach, pero



su contribución al libro es tan técnica que no me atrevería a conjeturar si su seco rechazo por Einstein es o no merecido.

El libro es rico en explicaciones históricas y en indicaciones de apasionantes tendencias contemporáneas. Por ejemplo, Karl Menger propone «una geometría de grumos, esto es, una teoría en la que los grumos son conceptos indefinidos, mientras que los puntos aparecen como el resultado de limitar o intersectar procesos aplicados a esos grumos». Este enfoque fue anticipado por el Filósofo de *El Cántaro de Oro*, quien anunció: «La finalidad es la muerte. La perfección es la finalidad. Nada es perfecto. Hay grumos en ello».

Sólo un ensayo trata del pensamiento político de Einstein. Hace poco más que resumir sus ideas: su pacifismo y su abstención de éste durante la Segunda Guerra Mundial, el sionismo, la fe en un gobierno mundial, la convicción de que la URSS es una amenaza para la paz mucho menos importante de lo que fue la Alemania Nazi, y la creencia de que, a causa del mayor potencial militar de Norteamérica, debemos aceptar una parte mucho mayor de culpa en el actual curso hacia la guerra. Son estas últimas creencias las que han hecho de Einstein una presa fácil para la explotación cínica por el partido «progresista» y otras fachadas estalinistas.

La opinión más comprensiva de las simpatías prosoviéticas de Einstein es que surgen de un sincero deseo de paz, pero operan con una información totalmente inadecuada y, quizá, han recibido fuerte

influencia de varios de sus colaboradores<sup>42</sup>. Nuestra admiración por su genio y grandeza de corazón debe, ¡ay! , ser atemperada por el conocimiento de que su fe política, como escribió en una ocasión Morris Cohen, «necesita ser complementada con una visión más realista de las duras realidades de la existencia».

---

<sup>42</sup> Se hallará documentación sobre la incapacidad de Einstein para comprender la naturaleza del estalinismo en el postscriptum al Capítulo 2 de mi libro *La Ciencia: Buena, mala y Falsa* (1981) y «My Running Debate with Einstein», de Sidney Hook, en *Commentary*, julio de 1982.

## Capítulo 10

### Hans Reichenbach

El profesor Hans Reichenbach (ex líder de un grupo de empiristas lógicos de Berlín, actualmente en la Universidad de California) considera la filosofía tradicional como consistente casi en su totalidad en especulaciones poéticas. Los grandes filósofos plantearon cuestiones importantes, pero carecían de los medios para responderlas, y sus grandiosos sistemas —aunque presentados como productos de la razón— son poco más que racionalizaciones de creencias no racionales, de más interés para el psicólogo que para el filósofo.

Por «filósofo» Reichenbach quiere significar el empirista moderno, que ha rechazado la metafísica por considerarla carente de sentido y sólo reconoce como conocimiento las verdades obtenidas por la ciencia. Este es el tema central de su nuevo libro, *The Rise of Scientific Philosophy* [El Surgimiento de la Filosofía Científica] (Universidad de California, 1951). Después de un breve examen de Platón, Aristóteles, Kant, Spinoza, Hegel y Marx —cuyas concepciones son consideradas como preferencias emocionales disfrazadas—, el autor dirige su atención a la tradición empirista. Pone menos énfasis en las contribuciones de los filósofos individualmente que en la influencia de la física moderna y la geometría no euclidiana, y el desarrollo de la lógica simbólica como herramienta para lograr precisión en el análisis filosófico.

Aborda brevemente dos contribuciones a la filosofía científica por las que el autor es bien conocido. Ellas son su «lógica trivalente» (para su aplicación a la mecánica cuántica, y en la que añade el valor «indeterminado» a los de «verdadero» y «falso») y su «lógica polivalente» (en la que verdadero y falso son los términos polares de un continuo de valores que representan todos los grados de probabilidad entre 0 y 1).

El libro termina con una discusión de cuestiones éticas a la luz de la nueva corriente. Reichenbach arguye que las leyes morales no pueden ser consideradas verdaderas o falsas pues son expresión de deseos personales y directivas para la conducta de otros. «La ciencia nos dice lo que es, pero no lo que debe ser». La cuestión de si hay una naturaleza humana común subyacente en todas las culturas, que podría proporcionar la base para un patrón de valores, queda en pie, pero piensa que la respuesta no es importante. Su razón para pensar de este modo es que la mayoría de las discusiones éticas versan sobre medios, más que sobre fines, y en este ámbito la ciencia puede darnos genuinas respuestas.

«Las decisiones políticas son todas de este tipo. Por ejemplo, si el gobierno debe controlar los precios es una cuestión que debe ser respondida por el análisis económico; el objetivo ético de producir bienes [necesarios] ...al menor precio posible no está en discusión... Los que piden al filósofo una guía para la vida deben estarle agradecidos cuando los envía al psicólogo o al experto en ciencias sociales...»

Es en esta discusión donde creo que el libro de Reichenbach, por lo demás excelente, es endeble. En la página 299 dice al pasar que la nobleza de los Estados feudales, los capitalistas y los aristócratas políticos de los totalitarismos hallan satisfacción en su superioridad sobre otros, no en su clase. ¿Cómo podemos, entonces, replicar a Nietzsche, quien afirma francamente que una clase de amos halla sus mayores satisfacciones en la explotación de una clase de esclavos? Reichenbach no cree que ésta sea una cuestión importante, y como consecuencia de ello no me parece que su discusión de la ética toque los puntos fundamentales. Es verdad que, en una cultura como la de Estados Unidos, hay un tosco acuerdo sobre los fines y los argumentos versan sobre los medios. Pero, cuando una sociedad democrática está en conflicto con una sociedad fascista, ¿cómo arbitraría Reichenbach la disputa?

Aparte de esta censura, no conozco ningún libro desde *Lenguaje, verdad y lógica* de Ayer (1936) que sea una mejor introducción para el lego al espíritu del nuevo empirismo. Una vez hice un curso con el profesor Carnap que se realizaba en un aula ocupada en la hora anterior por una clase de Grandes Libros. La pizarra a menudo estaba cubierta de listas de términos metafísicos platónicos o aristotélicos. Cuando Carnap quería usar la pizarra, borraba todo lo escrito en ella, y siempre he recordado esto como un divertido símbolo del movimiento en que él, Russell y Reichenbach han desempeñado papeles tan importantes.

Quienes sientan júbilo ante la operación de limpieza del brazo de Carnap hallarán la misma emoción en estas palabras de Reichenbach:

*No hay ningún acuerdo entre la ciencia y la filosofía especulativa. No intentemos reconciliarlas con la esperanza de llegar a una síntesis superior. No todos los desarrollos históricos siguen la ley dialéctica: una línea de pensamiento puede extinguirse y hacer lugar a otra que surge de raíces diferentes: como una especie biológica que sobrevive sólo en forma fósil, una vez que la ha reemplazado otra especie mejor equipada. La filosofía especulativa... está decayendo. Una filosofía diferente está en ascenso...*

## Capítulo 11

### El último teorema de Fermat

¿A quién sino a Eric Temple Bell se le habría ocurrido escribir un libro semejante? Confiesa que la bomba atómica fue la fuente de su inspiración. Si la energía atómica finalmente destruye a la humanidad, ¿qué grandes problemas matemáticos, se preguntó Bell a sí mismo, es probable que queden sin resolver cuando caiga la oscuridad? De inmediato nos viene a la mente un problema: el último teorema de Fermat.

Pierre Fermat, jurista de profesión, fue el más grande matemático aficionado que haya existido nunca. Un día, a mediados del siglo XVII, garabateó una nota al margen de un viejo libro de aritmética. Había descubierto, escribió, una prueba «verdaderamente maravillosa» de que, si  $n$  es un número mayor que 2, no hay números naturales  $X, Y, Z$  tales que  $x^n + y^n = z^n$ . Desgraciadamente, añadió, el margen era demasiado estrecho para poder contenerla. ¿Tenía realmente Fermat una prueba válida? Nadie lo sabe. El teorema es tan sencillo que hasta un niño de diez años puede entenderlo, pero ningún matemático ha podido demostrar su verdad o su falsedad.

*The Last Problem [El último problema]* (Simón and Schuster, 1961) es un libro en el que este teorema de Fermat sirve como percha de la cual colgar nada menos que una historia popular de la teoría de números. El proyecto no podría haber tenido mejor autor. Bell no sólo era un experto en la teoría de números, sino que también era

un hábil escritor de libros populares sobre las matemáticas, y hasta un antiguo escritor (con el seudónimo de John Taine) de espeluznantes obras de ciencia-ficción. Murió en 1960 antes de terminar *El último problema*, dejando un curioso manuscrito que, como todos sus otros libros, es un deleite leer<sup>43</sup>.

Digo «curioso» porque Bell se permitía vagar por todo género de recovecos históricos que lo fascinaban, aunque fuesen en gran medida ajenos a su relato. ¿Qué tiene que ver la matemática con los ritos de fertilidad de Babilonia, los amores de Cleopatra o la falta de higiene de las calles de París de la época de Luis XIV? El mismo Bell nos dice que Fermat realizó gran parte de sus mejores trabajos mientras la Guerra de los Treinta Años arreciaba a su alrededor, sin embargo él nunca menciona la guerra en su correspondencia.

Bell termina una admirable y devastadora crítica de Alejandro Magno concluyendo que el macedonio hizo su mejor contribución al saber bebiendo hasta morir a temprana edad. Todos sabemos que las condiciones sociales y políticas pueden influir en las matemáticas (¡y a la inversa!), pero en general las incursiones de Bell en tales asuntos, aunque entretenidas, sólo arrojan una luz muy tenue sobre los temas principales.

Bell es más preciso cuando discute temas como las contribuciones de Babilonia a las matemáticas, que fueron magníficas al lado del magro aporte de Egipto. La leyenda de que los agrimensores egipcios tendían ángulos rectos usando una cuerda sin fin con nudos en los

---

<sup>43</sup> Desgraciadamente, esta bella extensión de  $3^4 + 4^4 = 5^4$  no continúa para potencias superiores. La más simple solución conocida para  $a^4 + b^4 + c^4 + d^4 = e^4$  es  $30^4 + 120^4 + 315^4 + 272^4 = 353^4$ .



vértices de un triángulo de lados 3, 4 y 5 ha sido desmentida, señala Bell.

Resume bien las contribuciones de los pitagóricos y las especulaciones sobre el «número nupcial» de Platón. También resume el trabajo sobre el monstruoso «problema del ganado» de Arquímedes, un problema de dos partes en el que el número de animales debe ser calculado dadas ciertas condiciones matemáticas. Examina las virtudes y los defectos de Euclides y hay vividas biografías de una docena de matemáticos menores que hicieron importantes contribuciones relacionadas con el último teorema de Fermat. Hacia el final, el libro tiende a decaer, debido, es de sospechar, a su estado inconcluso. Aun los dos capítulos sobre Fermat son breves y esquemáticos en comparación con la sólida exposición sobre el que hace Bell en su obra *Los matemáticos*.

Alguien envió una vez a Augustin-Louis Cauchy, el gran matemático francés del siglo xix, un artículo en el que se trataba de demostrar que  $x^3 + y^3 + z^3 = t^3$  no tenía solución en números enteros. Cauchy devolvió el manuscrito, nos dice Bell, sin ningún comentario salvo la nota:  $3^3 + 4^3 + 5^3 = 6^3$ . ¡Ay!, si existe un contraejemplo al teorema de Fermat, no es tan simple. Un excelente resumen de D. H. Lehmer, de la Universidad de California, de la reciente labor sobre el problema revela que un computador electrónico ha demostrado que el teorema es verdadero para  $n$  hasta 4.001. Esto significa que  $z$ , si hay un  $z$ , debe tener más de 43.255 dígitos<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Esta cifra ha sido elevada por las investigaciones modernas con computadores a  $n =$  más de 100.000, lo cual significa que los números involucrados tendrían más de un millón de dígitos. Aún es posible que el último teorema de Fermat no sea válido para algún exponente primo

Bell no menciona la desagradable posibilidad —quizá más horrible de considerar, para él, que el fin de la civilización— de que el último teorema de Fermat sea verdadero pero indemostrable. Peor aún, puede ser imposible demostrar que es indemostrable. De ser así, los matemáticos estarían condenados a seguir eternamente buscando una prueba sin hallarla nunca, sin saber jamás que la búsqueda es fútil.

---

sumamente grande, o hasta para todos los exponentes primos mayores que el primer contraejemplo, pero muy pocos expertos en teoría de números creen que el teorema es falso.

## Capítulo 12

### La cotorra matemática

Clifton Fadiman es un hombre de variados intereses, impecable buen gusto, sentido del humor, instinto para lo espectacular y un conocimiento de la matemática mayor del que admite. El éxito de su antología anterior, *Fantasia Mathematica*, lo ha estimulado a compilar la segunda. Como la primera, *La cotorra matemática* (Simón and Schuster, 1962) es una brillante y llamativa feria de historias, ensayos, poemas, quintillas humorísticas, chistes y muchas cosas más, todo derivado, como dice la sobrecubierta, del dominio infinito de la matemática.

Suban enseguida, damas y caballeros, y vean el fabuloso Ta-Ta, el animal topológico de Sidney Sime que se vuelve del revés para ocupar un lugar en su cráneo; vean a Lewis Carroll hacer una «cinta de Möbius» (una superficie cerrada sin interior ni exterior) cosiendo dos pañuelos; estremézcense ante el Pi oculto de Bertrand Russell, cuyo enigmático rostro ningún mortal puede contemplar y seguir viviendo; observen al Dr. Breuer operar un apéndice en la cuarta dimensión; interroguen a Karl, el computador gigantesco que puede resolver cualquier problema que no sea de tipo militar; operen con la cinta transportadora en forma de cinta de Moebius.

En la sala de conferencias oigan a Isaac Asimov explicar su sorprendente descubrimiento de las facultades matemáticas del cerebro humano sin ayuda; escuchen el espeluznante relato de Robert Coates de lo que ocurrió en Nueva York cuando empezó a

fallar la Ley de Promedios; oigan a Frederick Soddy recitar en verso su famoso descubrimiento sobre los diámetros de cinco esferas que se tocan; vean a Johnny Hart, virtuoso de la charla, esbozar la historia de un primitivo y magnífico esfuerzo fracasado de Euclides para demostrar, con un bastón bifurcado, que las paralelas nunca se juntan; aprendan de Elliot Paul cómo un distinguido matemático fue llevado a su profesión contemplando las combinaciones y permutaciones de un álbum fotográfico de cierta casa de mala fama de París. Una antología maravillosa; esperemos que haya más en el futuro.

## Capítulo 13

### Computadores y cibernética

¿Quién habría pensado hace diez años que la revista *New Yorker* algún día tomaría a un físico como redactor de su equipo? Jeremy Bernstein, de treinta y cinco años de edad, ex profesor adjunto en la Universidad de Nueva York, ha recibido esta distinción; durante varios años, sus contribuciones al *New Yorker* han sido modelos del mejor género de escritos científicos. *The Analytical Engine [La máquina analítica]* (Random House, 1964) deriva de su reciente serie de artículos sobre los computadores. Fueron escritos para proporcionar al lego inteligente algunas nociones elementales sobre esos robots en rápida proliferación que amenazan con alterar nuestras vidas más radicalmente que la energía atómica y las naves espaciales.

En una sección hábilmente condensada sobre la historia de los computadores, Bernstein subraya el notable carácter pionero de la obra del matemático inglés Charles Babbage. Pequeñas máquinas de calcular habían sido concebidas anteriormente por Pascal y Leibniz, pero sólo a principios del siglo XIX, cuando Joseph Jacquard inventó un modo de controlar telares con tarjetas perforadas, fue posible concebir un computador mecánico en una escala verdaderamente gigantesca.

Durante cuarenta años Babbage trató de obtener fondos suficientes para construir su «máquina analítica». Juzgado por patrones actuales, era un torpe monstruo que operaba con tarjetas

perforadas, engranajes y manivelas, pero encarnaba casi todos los elementos básicos de diseño de los computadores modernos.

Babbage sólo consiguió construir algunas partes de su máquina. Curiosamente, casi todo lo que sabemos de su máquina proviene de los escritos de la hija de Lord Byron, Ada Augusta, Condesa de Lovelace. A un rostro agraciado, unía un fino don para la matemática y una extraordinaria comprensión de las potencialidades del sueño de Babbage. En un momento ella y Babbage hasta ¡trataron de elaborar un plan para apostar en carreras de caballos a fin de obtener dinero para el proyecto! (Babbage tenía muchos planes semejantes, entre ellos un juego de tres en raya mecánico para exhibir en las ferias.)

Más tarde la electricidad proporcionó los medios con que los sucesores de Babbage pudieron llevar a cabo su prematuro programa. Bernstein esboza la rápida evolución del moderno computador eléctrico desde los toscos y voluminosos modelos del decenio de 1940-1949 hasta los compactos sistemas transistorizados de hoy. Explica bien la reciente revolución en la programación que hicieron posible los lenguajes de computadores como el FORTRAN (de «*formula translation*»), la diferencia entre un computador analógico y otro digital (es la diferencia entre la regla de cálculo y un ábaco) y las ventajas del sistema binario sobre el digital.

Después de señalar los aspectos sorprendentes en que un cerebro humano se asemeja y se diferencia de un computador eléctrico, Bernstein pasa al Perceptrón, una de las muchas «máquinas que

aprende» que se han creado. Como un cerebro humano, el Perceptrón aprende de la experiencia. Partes de su red pueden ser destruidas sin dañar seriamente sus capacidades; sencillamente las reemplazan otros circuitos, como ocurre en un cerebro animal dañado. ¿Realmente aprende o piensa tal máquina? Es un complicado problema lingüístico, obviamente inabordable sin un agudo análisis semántico de la palabra *pensar*. Una máquina que aprende alcanza rápidamente un grado de complejidad más allá del cual nadie sabe exactamente qué tipos de circuitos hay en él o cómo hace lo que hace. Es precisamente después de señalar esto cuando termina el libro de Bernstein y empieza el de Norbert Wiener *God and Golem, Inc.* (MIT Press, 1964).

El profesor Wiener, desde luego, fue un importante arquitecto de la revolución de los computadores (la «revolución cibernética», para usar el término más amplio que el mismo Wiener inventó). Su juicioso librito, basado en conferencias dadas en la Universidad de Yale y otras partes, se concentra en aquellos ámbitos de la revolución que conciernen a problemas tradicionales de la religión y la filosofía.

Empecemos por las máquinas que aprenden. ¿Es la historia misma, pregunta Wiener, una suerte de juego trascendental que Dios juega con sus propias máquinas que aprenden, los animales humanos perfeccionados por el lerdo e ingenioso proceso de la evolución? ¿Es posible que Dios pueda perder? Wiener nos recuerda que Arthur L. Samuel de IBM enseñó a un computador a jugar a las damas tan bien que él perdía siempre al jugar con la máquina (aunque después

mejoró su juego y empezó a ganar) y que se espera para dentro de diez a veinticinco años que las máquinas de jugar al ajedrez alcancen el nivel de los maestros. (Esta profecía, dicho sea de paso, provoca una furia y una incredulidad incontrolables entre algunos ajedrecistas.)<sup>45</sup>

Uno de los principales rasgos distintivos de los seres vivos, a diferencia de los no vivos, es su capacidad para reproducirse, para hacer copias de sí mismos. Pero es posible idear computadores que hagan también esto. Wiener esboza su propia e inteligente «prueba de existencia» de que es posible hacer tales mecanismos. Puesto que todas las características de la vida involucran la estructura del cuerpo en el plano molecular, ¿sería posible explorar un ser humano, molécula por molécula, y, mediante el uso de un código pulsado y una adecuada provisión de productos químicos, construir un duplicado exacto? ¿Podría un individuo ser teletransportado, digamos, a Marte, a la velocidad de la luz, desmenuzando su cuerpo, partícula por partícula, y enviando la información a una máquina en Marte que luego reconstruyese a la persona con elementos de Marte?

Esta sugerencia —y Wiener admite que es conceptualmente posible— a menudo ha sido explotada en la ciencia-ficción. «Nupcias Sombrías», un relato de Robert Locke, trata de un hombre del futuro cuya esposa muere antes de la luna de miel. Afortunadamente, ella había sido teletransportada antaño de Marte a la Tierra, y su

---

<sup>45</sup> Esta profecía se ha cumplido. En 1982, Belle, un programa de ajedrez elaborado en los Laboratorios Bell, jugaba como los maestros. Muchos programas de ajedrez derrotarán ahora a cualquier jugador humano, inclusive a los grandes maestros, si se permite un límite de tiempo muy corto para cada jugada.



«matriz» está aún en los archivos. Gracias a esta matriz, el hombre tiene una nueva esposa. Pero ahora está seriamente preocupado. ¿Es *realmente* su mujer? Sonreímos ante esto, pero no es un problema trivial. Aunque Wiener no lo menciona, su anterior profesor de filosofía en Harvard, Josiah Royce, había discutido esencialmente esta cuestión con considerable detalle y profundidad. Finalmente, la revolución de los computadores tiene incalculables consecuencias éticas, sociales, políticas y militares. Mientras la explosión demográfica expande la fuerza de trabajo, la automatización reduce el número de empleos. La guerra es cada vez más estudiada como un juego, y probablemente no pasará mucho tiempo antes de que se enseñe a jugarlo a las máquinas que aprenden. ¿Hasta qué punto se puede confiar en ellas? «Detestaría tener que hacer la primera prueba de un automóvil regulado por mecanismos *feedback* fotoeléctricos —escribe Wiener metafóricamente—, a menos que hubiese en alguna parte una manija con la cual yo pudiese asumir el control si me encuentro a punto de estrellarme contra un árbol.»

Wiener dedica unas pocas páginas a asuntos más agradables: el uso de computadores para miembros artificiales, el creciente éxito de las máquinas para traducir lenguas, el uso de computadores para diagnósticos médicos, etc. Pero le preocupa principalmente lo que él teme que sea una falta de flexibilidad en el pensamiento de los expertos en ciencias sociales y líderes políticos cuando pugnan por hacer frente a cambios industriales mucho mayores que los que ellos comprenden.

Ve esta rigidez a ambos lados del Telón de Acero. Karl Marx, nos recuerda, vivió en medio de la *primera* revolución industrial, y Adam Smith «pertenece a una fase anterior y aún más anticuada» de esta misma revolución. El peligro para el Este y el Oeste es una «homeostasis» del pensamiento, un equilibrio incapaz de adaptarse a la dinámica de una sociedad automatizada. Para Wiener, el computador es similar al golem del folklore judío. Es una inteligencia embrionaria, un poco tonta, un monstruo de nuestra propia creación, difícil de controlar y capaz de males enormes.

Así, nos guste o no, nos movemos aceleradamente hacia un futuro extraño y desconocido. Las viejas normas de la ética y la política se están volviendo rápidamente anticuadas. Wiener no ofrece otras nuevas; sencillamente insiste en que, antes de idear tales normas, es necesario reconocer los nuevos problemas. Es parte de su grandeza el que estuviese dispuesto a restar tiempo a su labor técnica para contribuir en lo que pudiese a dar ese primer paso esencial.

### ***Postscriptum***

Desde 1964, la segunda revolución industrial ha ganado impulso, como era de esperar. Los transistores han sido reemplazados por microchips de silicio, y pronto se dispondrá de computadores aún más pequeños y más poderosos, basados en quién sabe qué progresos. Por el momento, las dos técnicas más promisorias son las memorias magnéticas de burbujas y los empalmes de Josephson. Mirando aún más allá, hay posibilidades tales como la

computación con luz en vez de electricidad, o el uso de «biochips» hechos por moléculas orgánicas sintetizadores o cultivando microorganismos que los produzcan. En todo caso, a menos que Estados Unidos logre reestructurar su economía, parece que Japón estará a la cabeza del mundo en el fantástico futuro electrónico que está por delante.

## Capítulo 14

### ¿Jugamos una partida?

Es difícil saber, hojeando las revistas de circulación masiva, si el abismo de las dos culturas en Estados Unidos se está ensanchando o estrechando. *Harper's Bazaar*, *Town and Country*, *Cosmopolitan* y *Ladies' Home Journal* ahora publican regularmente columnas de horóscopos. Por otro lado, cosa más sorprendente quizá, el *New Yorker* ahora tiene en su equipo un físico profesional, Jeremy Bernstein, de treinta y ocho años, que enseña en la Universidad de Nueva York y ha escrito más de treinta y siete artículos técnicos.

En la introducción a su nuevo libro *A Comprehensible World* (Random House, 1967), Bernstein cuenta cómo obtuvo el trabajo. Acababa de volver a su puesto en el Brookhaven National Laboratory, Upton, Long Island, después de pasar un año en Francia con una beca de la National Science Foundation. No teniendo nada mejor que hacer —era soltero y vivía en una tranquila zona boscosa—, se apoderó de él una vieja ambición de ser periodista. Después de escribir a máquina unos vivaces recuerdos del verano que pasó en la isla de Córcega, donde había enseñado física a estudiantes franceses, envió el manuscrito al *New Yorker* y se olvidó del asunto. Varios meses más tarde, William Shawn, el director de la revista, le telefoneó para decirle que deseaba publicarlo. Esto fue en 1961, y Bernstein ha escrito para el *New Yorker* desde entonces. Sus dos primeros libros, *La máquina analítica*, sobre los computadores, y *Ascenso*, sobre su afición a

trepar montañas, se basaron en contribuciones al *New Yorker*. Su tercer libro, *Un mundo comprensible*, es una colección de variados artículos y reseñas para el *New Yorker*.

Es un deleite leerlos o releerlos. Bernstein tiene una capacidad, poco común entre sus colegas, para escribir sobre temas difíciles de un modo que el lego inteligente puede comprender, y además de escribir con ingenio y calidad literaria. Cuando la simetría de reflexión especular, llamada por los físicos de partículas la ley de conservación de la paridad, fue refutada en 1957, la mayoría de los físicos desesperaron de explicar a cualquiera que no fuese físico lo que había ocurrido. Simplificando mucho, la ley de la paridad dice que la naturaleza, en todas sus leyes básicas, no muestra ninguna preferencia por la izquierda o la derecha. Si se hace una película de un suceso, se invierte la película y luego se la proyecta sobre una pantalla, los sucesos reflejados en un espejo parecen perfectamente naturales. Este carácter ambidextro del Universo fue hecho pedazos cuando se descubrió que hay, por así decir, una preferencia por la izquierda en todas las interacciones débiles de partículas. Si una película de tales sucesos se pudiera mostrar en forma invertida en un espejo, mostraría sucesos que no pueden ocurrir. Los físicos todavía están luchando con todas las implicaciones revolucionarias del descubrimiento. Bernstein fue capaz de explicarlo, y era amigo de T. D. Lee y C. N. Yang, los dos físicos chinos que más tarde compartieron el Premio Nobel por su obra teórica que condujo al derrocamiento de la paridad. Bernstein hasta colaboró con ellos en un artículo técnico. Su extenso artículo del *New Yorker* sobre ellos,

que constituye el segundo capítulo de su libro, es una obra maestra de escrito científico. Documenta un importante viraje en la historia de la física moderna, traza un vívido retrato de dos notables científicos y es un magnífico relato de divulgación sobre la razón de que los físicos quedasen tan asombrados y excitados cuando la noticia de que la paridad no se conservaba voló de laboratorio en laboratorio.

La mayoría de los otros capítulos son recensiones vivaces de importantes libros científicos, iluminadas por el vasto conocimiento que tiene Bernstein de la literatura y la política, y una actitud filosófica fuertemente influida por su maestro en Harvard, Philipp P. Frank, a cuya memoria está dedicado el libro. Entre los libros examinados están *Mi visión del mundo* de Erwin Schrödinger, *Los objetores: los físicos y la teoría cuántica* de Barbara Cline, *Un planeta llamado Tierra* de George Gamow, *El descubrimiento del tiempo* de Stephen y Jane Toulmin, *El renacimiento científico* de Marie Boas, *La ciencia: la gloriosa diversión* de Jacques Barzun y *No estamos solos* de Walter Sullivan. Hay también un breve pero generoso homenaje a Arthur Clarke, a quien Bernstein considera uno de los mejores, si no el mejor, escritores vivos de ciencia-ficción, seguido por un largo homenaje a Stanley Kubrick, el cineasta que dirigió *Lolita*, *Caminos de Gloria* y *El Dr. Strangelove*. Clarke colaboró con Kubrick en el guion de *2001: Una Odisea del Espacio*. Por Clarke, Bernstein conoció a Kubrick y vio la filmación de algunas de las escenas espectaculares de la película.

«¿Jugamos una partida?», el título del capítulo sobre Kubrick, es tan metafóricamente apropiado que Random House podía haberlo usado como título del libro. «Un Mundo Comprensible» proviene de una afirmación encantadoramente paradójica de Einstein —«Se podría decir que el misterio eterno del mundo es su comprensibilidad»—, que Bernstein puso al frente de su libro; pero aislado de su contexto, me parece ambiguo, demasiado poco poético. «¿Jugamos una partida?» era la pregunta que Kubrick siempre hacía a Bernstein. En sus veinte y tantos años Kubrick había sido un jugador comercializado de ajedrez que se ganaba precariamente la vida jugando por dinero en las mesas de piedra de ajedrez de la esquina sudoeste del Washington Square Park del Greenwich Village. En una serie de partidas de ajedrez con Kubrick, Bernstein inexplicablemente ganaba cada quinta partida hasta la vigésima, cuando intentó coger uno de los alfiles de Kubrick. Este recurrió a una vieja treta de jugador comercial. Se dio una palmada en la frente como si se sintiese muy fastidiado. Bernstein inmediatamente efectuó lo que creía un golpe maestro, para oír gritar a Kubrick mientras se ponía en pie, se abalanzaba sobre la reina de Bernstein y exclamaba: “¡Sabía que eras un *potzer!*”.

¿*Potzer*? Es un término del jugador comercial de ajedrez. Bernstein define al *potzer* como «un jugador relativamente flojo con un ego inflado». ¿Jugamos una partida? Esta es la antigua pregunta que el Universo, o algo detrás del Universo, empezó a hacer a esos desconcertados bípedos implumes que empezaron a proliferar en el tercer planeta del Sol, tan pronto como sus simiescos cerebros

podieron comprender el juego de la ciencia. Es un juego curioso. No hay ningún conjunto definitivo de reglas, y parte del juego consiste en tratar de descubrir cuáles son las reglas básicas. Parecen ser matemáticamente simples, hermosas, variadas, arbitrarias y cada vez más difíciles de descubrir. El juego nunca ha sido más apasionante y peligroso que en el presente. Nadie mejor que Bernstein para transmitir este espíritu contemporáneo de regocijo. —¡Hay un alfil sin defensa! ¡Cógelo! —, pero es también bastante sabio para saber que, si bien los jugadores del planeta siguen mejorando, aún son todos *potzers*.



## Capítulo 15

### Los números y sus símbolos

«Debe de haberse requerido muchísimo tiempo —escribió una vez Bertrand Russell— para descubrir que dos faisanes y un par de días son ambos ejemplos del número 2.» *Number Words and Number Symbols [Palabras de Números y Símbolos de Números]* (MIT Press, 1969), de Karl W. Menninger, es una magnífica historia de cómo la humanidad descubrió los números, inventó una sorprendente variedad de modos de nombrar, simbolizar y manipular números, y cómo esos modos cambiaron a lo largo de milenios.

Menninger era un matemático alemán de tales vastos intereses y habilidad expositiva que se convirtió en uno de los autores más leídos en su país de libros no técnicos sobre la matemática. Esta espléndida traducción de la edición revisada de 1958 de la obra más ambiciosa de Menninger es un bello libro. Sus grandes páginas están bellamente encuadernadas, con cuidadosos índices, y enriquecidas por 282 ilustraciones, fotografías en su mayoría, tan fascinantes como su mismo texto vivaz.

El relato de Menninger es una colorida mezcla de matemáticas, lingüística y antropología cultural. Empieza con los métodos para contar primitivos, algunos tan toscos que no había palabras para números mayores que dos, otros tan complejos como el sistema de base 60 de la antigua Babilonia, que no sólo usaba una notación posicional, sino que también tenía el cero. Cualquier número puede ser la base de un sistema de números, y Menninger expone con

impresionante erudición los numerosos sistemas básicos que se usaron antes que el sistema decimal, tan estrechamente ligado al método de contar con los dedos, finalmente venciera a todos los otros.

Ninguna recensión puede hacer justicia a un examen que abarca a todas las palabras y símbolos de números de toda cultura importante en la historia del mundo. El lector se enterará de la práctica de «contar para atrás» (por ejemplo, la palabra latina para 19, *undevi-ginti*, o «1 menos 20»), de las «palabras ocultas de números», como «bicicleta», en las que se esconden viejas palabras de números, de la idea medieval según la cual 1 no es un número sino la fuente de todos los números y de mil otros datos aclarados mediante citas y anécdotas. El libro descuella particularmente en lo concerniente a los métodos primitivos para contar y los recursos de cálculo: varas primitivas con muescas, las cuerdas con nudos del antiguo Perú, los elaborados símbolos de dedos antaño usados como números, tableros de cálculo con fichas móviles y, por supuesto, el ábaco.

El uso del ábaco, tan simple pero tan eficiente, aún está más difundido en China, Japón y Rusia que las modernas calculadoras de escritorio. El *suan pan* chino tiene dos cuentas sobre la barra y cinco debajo. El *soroban* japonés tiene una cuenta arriba y cuatro abajo. Un *tscho-tu* ruso tiene barras horizontales con diez cuentas en cada una, las dos del medio con colores diferentes de las otras. Nuestro ábaco de jardín de infancia, nos recuerda Menninger, es un descendiente indirecto (a través de Francia) del ábaco ruso.

Los antiguos romanos y los europeos medievales también tenían sus ábacos. Uno de los misterios de la historia del número, observa Menninger, es por qué esas culturas no comprendieron que las ranuras de sus ábacos, a las que estaban unidas cuentas móviles, correspondían a una notación posicional, un espacio vacío equivalente a un cero. Durante unos quince siglos, los «contables» usaban una notación posicional en sus medios de cálculo, pero cuando hacían aritmética con símbolos escritos se aferraban a los indeciblemente engorrosos números romanos. También los antiguos griegos usaban una notación posicional en sus tablas de contar. Arquímedes, en su libro *El calculador de arena*, explicó su complicado método para simbolizar números tan grandes como se quisiese, pero ni siquiera él dio con el sistema posicional con un lugar para el cero. Fue un bloqueo mental cultural, una incapacidad para ver, como dice Menninger, «que debe haber un símbolo allí para indicar que no hay nada allí».

La culminación del relato es la descripción de cómo nuestro moderno sistema decimal, con su notación posicional y el cero, desarrollado en la India, fue enseñado al gran matemático italiano Leonardo de Pisa, más conocido como Fibonacci, quien lo expuso a los mercaderes del Oeste en su famoso *Liber Abaci* de 1202. Una buena notación tiene un notable poder para sugerir nuevos teoremas. Es imposible concebir que la matemática moderna, tan esencial para la ciencia, pudiese haberse desarrollado sin esa notación.

La escritura china es la única, señala Menninger, que tiene números idénticos a sus palabras de números. La China moderna ahora ha adoptado los números occidentales, pero en su escritura tradicional el número, por ejemplo, para cinco es idéntico a la palabra para cinco. Las palabras escritas chinas son (para mí) estéticamente más agradables que los negros brochazos de una abstracción de Franz Kline. Su palabra para «calcular» es una imagen de un ábaco sostenido por dos manos sobre el símbolo para bambú. La escritura china a menudo usa tres símbolos para significar una gran cantidad. «Bosque» es un trío de árboles, «pelo» un trío de cabellos, «todos» un trío de hombres, «cotilleo» un trío de mujeres».

Aunque Menninger no aborda la filosofía de los números, es difícil dejar su enciclopédico volumen sin preguntar qué es realmente un número. El «dos» abstracto no es, obviamente, la cifra «2». Una cifra sólo es un símbolo, así como la reina de un ajedrez de madera es un símbolo de la reina abstracta definida por las reglas del ajedrez. En cierto sentido los números son construcciones mentales, pero también es verdad que ellos, por suerte, se adecúan a grandes partes del mundo externo.

Los objetos que subsisten (por un tiempo) como unidades —ovejas, guijarros, personas, dedos, estrellas, etcétera— se combinan y se separan en estricta conformidad con las leyes de hierro de la aritmética. Mucho antes de que el hombre estuviese sobre la Tierra, si tres trilobites se deslizaban hacia cuatro trilobites, formaban un conjunto de siete. La matemática pura es, en verdad, una invención humana, abstracta y vacía de contenido empírico, pero la

matemática aplicada se ajusta con extraña exactitud a un mundo que el hombre *no* inventó. Esto nos sumerge directamente en la vieja controversia metafísica entre realistas y nominalistas. Aun sin tomar partido, una de las más grandes maravillas es que haya casi tantos misterios en esos diez pequeños dígitos indios como en las cosas físicas.

## Capítulo 16

### El ojo inteligente de Gregory

Cuanto más aprenden los biólogos sobre el proceso de la visión, tanto más complejo y fantástico resulta ser. Todos sabemos que el ojo opera como una pequeña cámara fotográfica, cuya lente flexible proyecta una imagen invertida en la retina. Las fibras del nervio óptico llevan impulsos nerviosos de la retina al cerebro. Los dos nervios ópticos se cruzan de un modo alocado. Todas las fibras del lado izquierdo de cada retina van a la mitad izquierda del cerebro, y todas las del lado derecho a la mitad derecha del cerebro. Hay, pues, una línea vertical invisible en nuestro campo visual. Los puntos muy cercanos al centro del campo, pero en lados opuestos de esta línea, son interpretados por lados opuestos del cerebro. Es la evaluación por el cerebro de los datos de input pulsados lo que completa el proceso de «ver».

Richard L. Gregory, un psicólogo que estuvo antes en las universidades de Cambridge y Edimburgo (actualmente está en la Universidad de Bristol), es uno de los primeros expertos del mundo en percepción visual. *El ojo inteligente* (McGraw-Hill, 1970) se basa en una serie de seis brillantes y notables conferencias que dio en 1967-68 en la Royal Institution de Inglaterra, que fueron televisadas en color por la BBC. Es un deleite leer y contemplar el libro. La mayoría de sus abundantes dibujos y fotografías conciernen a ilusiones ópticas tan sorprendentes como trucos de buena magia. (Algunas de las demostraciones en las conferencias en la BBC de

Gregory eran trucos para hacer aparecer cosas, pero éstos, por supuesto, no podían ser incluidos en el libro.) Particularmente divertidas son las «figuras imposibles» recientemente descubiertas, la más conocida de las cuales es la forma que tienen dos o tres dientes de un tenedor según dónde se concentre la atención. Gregory explica cómo ciertas figuras imposibles en realidad pueden ser construidas como «objetos posibles» aunque su visión continúe desconcertando la mente. Reproduce dos notables litografías del artista holandés M. C. Escher; una muestra un mecanismo de movimiento perpetuo basado en una «escalera imposible», la otra muestra un mirador lleno de contradicciones de perspectiva. Un anterior grabado de William Hogarth que también figura en el libro está igualmente atiborrado de imposibilidades visuales. Y hay varias reproducciones de pinturas ópticas que dejan bizco para ilustrar las funciones en la percepción de los movimientos oculares y de las imágenes que persisten después de cesar el estímulo.

Para aumentar la diversión, Gregory proporciona al lector un par de gafas verde-rojas para ver ilusiones tridimensionales. Las gafas también son usadas en una ingeniosa prueba de que cinco flagrantes ilusiones son engaños de la mente, no de los ojos. Dos discos circulares pueden ser cortados de las páginas para hacerlos rotar en un plato giratorio. Si se mira fijamente durante treinta segundos un disco, observando cómo su línea en espiral parece expandirse, y luego se dirige la mirada al rostro de alguien, el rostro parece contraerse, aunque mantiene, paradójicamente, el mismo tamaño. Este es un experimento importante, porque algunos

psicólogos han sostenido que las ilusiones de este tipo (la más común es la sensación de que la escena vista a través de la ventana de un tren es arrastrada hacia adelante después de que el tren se detiene) se originan en pequeños movimientos espasmódicos de los globos de los ojos. La explicación es plausible en el caso del tren, pero obviamente no se puede aplicar a la ilusión de que la cabeza se contrae<sup>46</sup>.

El otro disco de Gregory es una «peonza de Benham», un diseño blanco y negro que genera «colores subjetivos» cuando se lo hace girar. Como revela Gregory, tales objetos han sido redescubiertos no menos de ocho veces desde que un monje francés, Benedict Prévost, describió uno por primera vez en 1826. El dibujo parpadeante induce impulsos eléctricos de diferentes frecuencias en los receptores de tres colores (rojo, verde y azul) de la retina, obligándolos a transmitir impulsos que el cerebro interpreta erróneamente como señales de colores. Las peonzas de Benham también producen sensaciones de color cuando se los ve en pantallas de televisión en blanco y negro. Si el televisor es en color, los colores son aún más intensos, porque, como explica Gregory, los receptores de tres colores del televisor son perturbados precisamente del mismo modo que los receptores de la retina.

---

<sup>46</sup> Esto es llamado a veces la ilusión de la cascada, porque es excepcionalmente fuerte cuando uno mira fijamente una cascada durante un minuto y luego aparta la mirada para observar el paisaje de arriba. Jerry Andrus, un mago de Oregón, descubrió que el efecto de espiral se intensifica poniendo sobre un gran disco en rotación una espiral que va en un sentido cerca del centro, en el sentido contrario en el medio y luego lo invierte nuevamente en el tercio exterior del círculo. Cuando hacemos pasar la mirada, de este diseño en rotación, por ejemplo, a un cielo con nubes, éstas se retuercen y burbujan como la superficie de una sopa en ebullición. El lector puede comprar un disco de cartón de este tipo, adecuado para un plato giratorio, escribiendo a Andrus, 1638 E. First Avenue, Albany, OR 97321.



El tema subyacente en *El ojo inteligente*, como en los dos libros anteriores de Gregory, *Recuperación de la ceguera temprana* (escrito en colaboración con Jean Wallace) y *Ojo y cerebro*, es que la percepción es esencialmente un sistema de «búsqueda». El cerebro recibe datos sensoriales y luego busca en sus recuerdos de experiencias pasadas (cómo se hace esto es totalmente ignorado) para decidir cuál es la interpretación más probable, la «mejor apuesta», que dé sentido a los datos de input. Las ilusiones ópticas se producen cuando la elección de una hipótesis por el cerebro no corresponde a la estructura física de lo que los ojos están viendo. Como dice Gregory: «El cerebro hace una apuesta equivocada. Pierde».

Un ejemplo sorprendente, que Gregory discute en detalle, es cómo reacciona el cerebro ante el dorso de una máscara facial moldeada. Vista de cerca, con buena luz, hay suficientes indicios de profundidad para que la mente decida que la máscara está hueca. Con poca luz, o aun con una luz buena pero difusa, que no arroja sombras, la búsqueda del cerebro en su banco de recuerdos encuentra tan pocas experiencias de caras al revés, con narices huecas que se proyectan *hacia atrás*, que es imposible ver la máscara como algo que no sea convexo, aunque uno sepa que no lo es.<sup>47</sup> Cientos de otras ilusiones tienen explicaciones igualmente convincentes en el contexto del supuesto primario de Gregory.

---

<sup>47</sup> Si se cuelga de una pared esta máscara invertida, el rostro parece rotar en el sentido equivocado a medida que pasamos caminando junto a ella. El lector puede comprobar esta ilusión fácilmente uniendo tres cuadrados de cartón por sus bordes para formar el vértice de un cubo. Sosténgalo en la palma de su mano con el lado cóncavo hacia usted, cierre un ojo y mire fijamente el vértice durante un momento. Pronto la estructura parecerá convexa y usted

Tengo que hacer una crítica. En la página 146, Gregory atribuye a Aristóteles la creencia de que los nombres de objetos son parte de la esencia de los objetos, no etiquetas que les pone una cultura. Uno piensa en el viejo chiste de Adán que le dice a Eva que llamó «tigre» al tigre porque se parecía a un tigre. Ciertamente, Aristóteles no tenía tal concepción infantil, ni puedo recordar a ningún filósofo que la tuviese. Quizá Gregory quiso decir que Aristóteles creía que todas las lenguas poseen una estructura, la cual, en cierto grado, correspondía a la estructura del mundo físico. Si es así, la concepción no es infantil ni anticuada. Tal estructura no es sino la «estructura profunda» del enfoque lingüístico de Noam Chomsky, que Gregory examina con simpatía en el último capítulo.

Pero ésta sólo es una pequeña objeción a un libro que es bello y estimulante. No puedo imaginar que nadie pueda leerlo sin divertirse e ilustrarse en cada página con las descripciones que hace el autor de extraños fenómenos visuales, sus ingeniosas explicaciones y sus concisas observaciones sobre su relación con antiguas cuestiones filosóficas concernientes a cómo el pequeño computador que hay dentro de nuestro cerebro hace el mapa de, e interpreta, el monstruoso universo que le rodea.

---

creerá estar viendo un cubo normal. Si entonces mueve usted su mano, el cubo parecerá rotar en sentido opuesto a los movimientos de su mano. Parecerá estar flotando sobre la mano y moverse de modo independiente. Un corresponsal, Fred Duncan, descubrió que la ilusión se intensifica poniendo puntos negros en las tres caras cuadradas para simular un dado. En 1980, el Centro Científico de El Paso (Texas) lo distribuyó como premio, diseñado por Fred y Ellen Duncan. Jerry Andrus (véase la nota 1) ha ideado docenas de ilusiones notables basadas en este principio, usando maquetas de casas invertidas y otras estructuras. Se puede obtener de Andrus piezas de cartón para plegar en lo que él llama el «parabox», así como otros modelos de naturaleza similar.

## Capítulo 17

### ¿Puede un computador convertirse en una persona?

Las antiguas discusiones metafísicas, a diferencia de las querellas científicas o los viejos soldados, nunca se extinguen. Los filósofos profieren maldiciones, anuncian que un problema ha sido exorcizado en forma permanente, y luego, unas décadas más tarde, lo discuten furiosamente de nuevo y se dividen en los mismos viejos campos, repitiendo con una nueva terminología (a veces peor) los mismos viejos argumentos. Durante siglos se preguntaron si los animales y las personas son máquinas. Hoy preguntan: ¿son los computadores digitales capaces de simular el pensar humano?

Hubert L. Dreyfus, que enseña filosofía en la Universidad de California en Berkeley, responde a ambas preguntas con resonantes negativas en su libro *¿Qué pueden hacer los computadores?* (Harper and Row, 1972). Lo más que llega a admitir es que los computadores digitales sólo pueden imitar los aspectos más triviales del pensamiento y la conducta humanos. Una y otra vez cita con gran regocijo las predicciones excesivamente optimistas de Marvin Minsky, Allen Newell, Herbert Simón y otros pioneros de lo que ahora se llama inteligencia artificial: Dentro de diez años un computador será el campeón de ajedrez del mundo (Simón, 1957). Los computadores pronto traducirán de unas lenguas a otras de un modo útil, reconocerán esquemas complicados, descubrirán nuevos teoremas matemáticos importantes, etc. Dreyfus está persuadido de que tales esperanzas están condenadas de antemano.

¿Por qué? Porque, sostiene, el razonamiento humano es tan diferente del razonamiento de los computadores que no puede ser imitado en un grado importante hasta que aprendamos a construir una persona artificial, con algo semejante a un cuerpo humano, capaz de crecer, de percibir el mundo por *gestalts*, interactuar continuamente con su entorno; en resumen, hasta que construyamos un humanoide. El cerebro, declaró en una ocasión Minsky, sólo es un computador hecho de carne. Dreyfus parece afirmar implícitamente que ningún computador que no esté hecho de carne calculará nunca de un modo que merezca llamarse «pensar».

Es instructivo comparar el ataque de Dreyfus a Minsky (su blanco principal) con el libro de Mortimer J. Adler de 1967, *La diferencia del hombre y la diferencia que crea*. Adler tiene el mismo escepticismo sobre el futuro de la inteligencia artificial, pero su escepticismo reposa sobre una base teológica. Para Adler, tomista o ex tomista, hay una «diferencia cualitativa radical» entre una persona y un chimpancé, y entre una persona y toda máquina posible hecha por el hombre. Por esto Adler quiere significar, aunque es remiso en decirlo abiertamente, que una persona tiene un alma trascendental que no puede ser atrapada por las leyes de este mundo.

Las animadversiones de Dreyfus tienen postulados diferentes. A juzgar por sus declaraciones y los filósofos que cita más favorablemente, es un fenomenólogo influido principalmente por Maurice Merleau-Ponty, el filósofo francés, que murió en 1961. Por

lo que creo entender, Dreyfus admite que una persona no es más que un ordenamiento fantásticamente intrincado de moléculas. Pero puesto que el cerebro está insertado en un cuerpo que puede crecer y deambular, aprende a «apuntar» (la frase favorita de Dreyfus) hacia los aspectos relevantes de una totalidad perceptual borrosa y pensar de una manera que ningún computador digital puede, en principio, imitar.

De esta concepción brotan profecías tan sombrías como optimistas eran las de Simón. Ningún computador digital, Dreyfus está convencido de ello, jugará nunca al ajedrez como los grandes maestros. Bobby Fisher no piensa en forma digital. Es verdad que MacHack, el famoso programa de ajedrez del Laboratorio de Inteligencia Artificial de Minsky en el MIT, no juega siquiera como un maestro de ajedrez, aunque hace unos pocos años, para júbilo de los críticos de Dreyfus, le dio una paliza en una partida. Además, MacHack no planea jugadas del mismo modo que Fisher. (Nadie sabe cómo funciona el cerebro de Fisher o de cualquier otro. Ni siquiera sabemos cómo recuerda algo.) Pero tampoco una máquina de tres en raya calcula del mismo modo que un niño de diez años que juega de manera insuperable. En ninguna parte Dreyfus explica por qué MacHack no puede aprender a jugar al ajedrez como un maestro con sus propias técnicas electrónicas.

Dreyfus elogia (débilmente) a Minsky por crear un robot que percibe y levanta adoquines, pero duda que un robot pueda ser programado digitalmente para jugar al pingpong. Hallo estas dudas incomprensibles. Un computador nunca puede escribir un buen

poema, amar y odiar, divertirse o estar triste, o preguntarse por qué existe, pero jugar al ajedrez, traducir del chino y jugar al ping-pong son justamente las cosas que un computador *puede* aprender a hacer bien.

Hay curiosas lagunas en la polémica filosófica de Dreyfus. Consideremos la cuestión del libre albedrío. Lo importante del best-seller de B. F. Skinner no es que diga algo nuevo sobre el libre albedrío —no dice nada filosóficamente nuevo sobre nada—, sino que al adoptar una posición intransigente a favor del determinismo, Skinner ha despertado a una cantidad de lectores dormidos con respecto a todas las implicaciones del determinismo. Es asombroso que Dreyfus, en un libro sobre cómo los computadores difieren de la «gente de carne» (como es llamada en Oz), puede referirse a Pascal, Kant, Kierkegaard, Husserl, Heidegger y Merleau-Ponty sin examinar explícitamente ni una sola vez el misterio de la libertad personal<sup>48</sup>.

Quedé igualmente sorprendido por la actitud de Dreyfus hacia Platón. Aunque Platón creía que la personalidad humana tiene un aspecto trascendente que sobrevive a la muerte, Dreyfus considera a Platón el padre de esos naturalistas modernos, como Minsky, convencidos de que todo el pensamiento y la conducta humanos pueden, en principio, ser explicados por reglas y expresados en el lenguaje formal de la lógica y la matemática. La cuestión es complicada, pero mi opinión es que Platón, más justificadamente,

---

<sup>48</sup> Una sistemática refutación de los principales argumentos de Dreyfus la proporciona el artículo de Seymour en MIT Artificial Intelligence Memo, N.º 54, enero de 1968. Se titula La Inteligencia Artificial de Hubert L. Dreyfus: Un Montón de Falacias.

debe ser considerado el padre de esos pensadores contemporáneos que, como Dreyfus, se sienten muy afectados por la sugerencia de que un computador digital pueda ser algún día una imitación encomiable de un ser humano.

Dreyfus tiene razón en regañar a los expertos en inteligencia artificial por su prematura euforia. Tiene razón al decir que su rápido y temprano progreso se detuvo cuando se encontraron enormes dificultades. Quizá tenga razón al predecir avances futuros penosamente lentos. Pero este pesimismo sobre la imitación por los computadores de ciertos tipos de solución de problemas y de acción humanos se basa en argumentos que impresionan a su lector como malhumorados, oscuros y poco convincentes.

## Capítulo 18

### La semiótica de Lewis Carroll

El reverendo Charles L. Dogson, más conocido como Lewis Carroll, fue un matemático profesional que enseñaba en el Christ Church de Oxford. Tenía un gran amor por las matemáticas y la lógica, sobre todo por sus aspectos recreativos, y un vivo interés por la lingüística, sobre todo, también, por lo que puede llamarse lingüística recreativa o, menos pomposamente, los juegos de palabras. Sus acertijos y juegos originales (matemáticos y verbales) aparecieron en numerosos periódicos y revistas británicos en docenas de folletos impresos a sus propias expensas y en sus numerosos libros. Sus disparatadas obras de ficción, en particular los dos libros de *Alicia*, abundan en juegos lingüísticos y un desorbitado humor estrechamente ligados con los temas matemáticos y lógicos.

Carroll dedicó varios libros a la matemática seria, el más importante de los cuales — contiene algunos genuinos descubrimientos— es su *Tratado elemental sobre determinantes*. No escribió obras formales sobre lingüística, pero su interés en la lógica y la epistemología lo llevó a reflexionar más de lo que hace la mayoría de la gente sobre el lenguaje y la teoría de los signos. El tema del admirable libro de Robert D. Sutherland *Language and Lewis Carroll* (La Haya, Mouton, 1970) es el de la comprensión por Carroll de la semiótica, más profunda de lo reconocido hasta ahora, y, estudiando sus



juegos de palabras y sus declaraciones informales sobre el lenguaje, es posible reconstruir las ideas lingüísticas esenciales de Carroll.

Sutherland, profesor adjunto de inglés en la Universidad del Estado de Illinois, sabe bien, y lo dice explícitamente, que Carroll no tenía una filosofía coherente del lenguaje. Pero cree que merece la pena hacer un estudio sistemático de los incomparables juegos de palabras de Carroll y conjeturar en la medida de lo posible sus supuestos subyacentes. El resultado es una mayor apreciación de la captación por Carroll de la semiótica y una elevada comprensión de esa maravillosa mezcla de lógica y juegos de palabras que ha sido llamada los absurdos de Carroll. Tal estudio fue iniciado por los autores de algunos artículos de revistas y por Daniel F. Kirk en su monografía *Charles Dogson, Semeiotician* (University of Florida Press, 1963). La tarea ahora ha sido completada por Sutherland en un tratado tan vasto que es improbable que se la intente de nuevo.

En vez de detallar el excelente sistema clasificatorio mediante el cual Sutherland ordena su variado y caótico material, limitaré mis observaciones a dos de las ideas profundas de Carroll. La más importante, seguramente, fue su comprensión de que las palabras «son meramente signos convencionales». (La frase está entre comillas porque aparece en una conocida estrofa de *La caza del snark* [palabra híbrida creada por Carroll, mezcla de *snake*, serpiente, y *shark*, tiburón; *N. del T.*]) Puesto que no hay ninguna relación entre las palabras y lo que ellas significan, excepto a través de las mentes humanas, una palabra significa lo que quien la usa quiere decir con ella o lo que el oyente (o el lector) piensa que

significa. Como dice Humpty Dumpty en su famoso discurso sobre semántica, «cuando uso una palabra... ella significa exactamente lo que quiero que signifique, ni más ni menos». En muchos pasajes, serios y cómicos, Carroll defendía el derecho de un filósofo, un lógico o un matemático a definir una palabra como le plazca, siempre que aclare exactamente cuál es ese significado.

Hay otro aspecto, sin embargo, de esta libertad, una especie de obligación semántica moral de no apartarse demasiado de los significados comúnmente acordados, entre las personas comunes, los expertos vivientes en un campo particular o entre anteriores expertos de una tradición. La obligación es especialmente fuerte cuando los tres grupos concuerdan. El alto precio que se paga por la violación de la regla es arriesgarse a ser mal comprendido, lo que a su vez despierta ofuscaciones innecesarias.

Carroll era menos explícito en defender esta obligación moral, pero Sutherland argumenta en modo convincente que Carroll la aprobaba. En su *Lógica simbólica* Carroll afirma que, si encontrase un autor según el cual por «negro» entendiese «blanco», y a la inversa, él «aceptaría dócilmente la regla», aunque la considerase «poco juiciosa». Las palabras *poco "juiciosa* revelan la conciencia que tenía Carroll de esa regla moral. Humpty Dumpty no hace más que desconcertar a la pobre Alicia con su radical redefinición de «gloria» como «un bonito argumento demoledor», y Alicia tiene razón en reprender a Humpty por ella. (Un divertido signo no verbal de esta escena, dicho sea de paso, que ha escapado a la observación de todos los comentaristas de *Alicia*, incluido yo mismo, es cuando

Humpty ofrece a Alicia un dedo cuando se estrechan las manos. Era costumbre de algunos miembros de la clase alta de la sociedad victoriana usar sólo dos dedos al estrechar las manos de sus inferiores. Humpty, con su enorme orgullo, los superó.)

Un ejemplo destacado de esta clase de confusión semántica en la historia reciente de la filosofía fue el intento de William James, John Dewey y otros pragmatistas de redefinir o eliminar la palabra *verdad* del discurso filosófico y científico. Desde la época de Aristóteles, la mayoría de los filósofos, casi todos los científicos y todos los hombres comunes han coincidido en dar a «verdad» un significado de correspondencia cuando la aplicaban al mundo externo; esto es, la correspondencia con una estructura externa, y no meramente una correspondencia fenomenológica con la experiencia recordada por uno. Preguntad a cualquier físico o camarero qué *quiere significar* al decir que la afirmación «hay un penique en esta caja» es verdadera, y responderá que es verdadera si realmente *hay* un penique en la caja. ¿Necesito agregar que no nos concierne aquí los modos de *someter a prueba* la verdad, de evaluar el grado en que tales afirmaciones deben ser creídas?

Desde que Alfred Tarski hizo sumamente preciso este significado totalmente común de «verdad», el intento pragmatista de suprimirla se ha convertido en una causa perdida sin esperanza. En verdad, tanta confusión creó la campaña pragmatista para eliminar un significado pragmáticamente indispensable para una útil y antigua palabra que James y Dewey perdieron fantásticas cantidades de energía tratando de disipar las falsas impresiones creadas por sus

radicales redefiniciones. “¡Gloria a vosotros!” El libro de James *El pragmatismo* desconcertó a tantos lectores inteligentes que se vio obligado a escribir una continuación involuntariamente divertida, *El significado de la verdad*, para explicar cómo fue mal interpretado. Dewey constantemente regañaba a Bertrand Russell y otros críticos del pragmatismo por idénticos malentendidos. No es que hubiese algo erróneo en lo que decían los pragmatistas. El quid es que lo dijeron en un lenguaje «poco juicioso» que demostró no ser viable.

Más importante para la polémica contemporánea es otra penetrante visión de Carroll, también subrayada por Sutherland, en la brumosa ambigüedad de tantas palabras emocionalmente cargadas. El término *Nueva Izquierda* es aplicado ahora a ingenuas ideas anarquistas anteriores a Karl Marx. «Si usted quiere tener un aumento del empleo de esquirols —observó Daniel Bell (*New York Times* [12 de noviembre de 1970])— tiene que romper el monopolio sindical. ¿Esto significa que usted es de izquierdas o de derechas?» La casi total ausencia de significado, actualmente, de «izquierda» y «derecha», especialmente en los bonitos argumentos demoledores, o más bien explosivos, de los miembros de grupos revolucionarios es un blanco aún sin explotar de la inexorable crítica carrolliana. “¡Abajo todo —observó alguien una vez— y arriba lo que queda!” Las inversiones especulares de significados están en todas partes. Los radicales hablan como conservadores y los conservadores hablan como radicales (por ejemplo, el impuesto negativo sobre la renta o las ideas sobre el libre comercio del economista «conservador» Milton Friedman, y la apasionante defensa del gobierno descentralizado

por el «radical» Paúl Goodman). Las palabras «liberal» y «conservador», en la complejidad de la economía, la ciencia política y la religión contemporánea se están volviendo rápidamente tan vacías de significados acordados como hace mucho «realismo» e «idealismo» en el discurso filosófico.

Nada en los escritos de Carroll o el estudio de Sutherland aclara ciertas profundas cuestiones de filosofía lingüística; por ejemplo, sobre la medida en que todos los lenguajes naturales pueden tener una infraestructura independiente de una cultura particular porque se corresponde en ciertos aspectos con la estructura del mundo físico en el que todas las culturas evolucionan, así como con experiencias básicas comunes a todos los seres humanos. Pero en los planos menos controvertidos de la lingüística, la obra de Carroll es una rica colección de cómicos ejemplos de ideas significativas. No hay mejor guía para este aspecto del disparate de Carroll que el definitivo y espléndidamente escrito libro de Sutherland.

## Capítulo 19

### La magia de Lewis Carroll

Es posible, supongo, que alguien a quien le aburren los trucos mágicos, le disgustan los acertijos y nunca jugó una partida de ajedrez disfrute de los libros de *Alicia* y *La caza del snark* [véase la n. del t. de la pág. 139] de Lewis Carroll. Pero ¿puede tal persona llegar al meollo de la mente de Carroll o apreciar cabalmente todos sus escritos? Es como pedir a un marinero de agua dulce que odia el mar que nos hable de las novelas de Melville o Conrad, o esperar de un habitante urbano que nunca pasó una noche en un bosque que nos dé una visión penetrante de *Walden*.

*The Magic of Lewis Carroll [La magia de Lewis Carroll]* (Simón and Schuster, 1973) es una maravillosa antología del tipo de cosas que Carroll más amaba, aparte de las niñas pequeñas. Carroll hizo magia de muchacho, y durante toda su vida gozaba dejando perplejos a los niños con juegos de manos y llevándolos a espectáculos de magia. El libro contiene todo lo que Carroll escribió sobre trucos, juegos y acertijos, hábilmente editado por un estudioso de Carroll de eminente cualificación. John Fisher produce actualmente obras televisivas para la BBC de Londres. Estudió literatura en Oxford (donde Carroll enseñó matemáticas), es aficionado a los juegos de palabras y las matemáticas recreativas, y, lo mejor de todo, es miembro de la Hermandad Internacional de Magos.

Fue la feliz inspiración de Fisher hacer algo más que reimprimir meramente extractos de libros, artículos y folletos publicados por su cuenta, de Carroll. No sólo ha agregado a su selección ilustraciones apropiadas —el libro es casi tan divertido de mirar como de leer—, sino que se ha apartado de los textos para ofrecer un material nuevo fascinante.

Por ejemplo, Fisher empieza con una cita de Alicia: «El Ratón dio un repentino salto fuera del agua, y parecía temblar de pies a cabeza lleno de horror.» Esto le recordó a Fisher un pasaje del encantador librito de Isa Bowman *Lewis Carroll tal como Yo lo Conocí* (disponible, dicho sea de paso, en una reimpresión de Dover): «Todo el mundo de niño ha visto, supongo, el truco en el que un pañuelo es enrollado de modo que parezca un ratón, y luego se le hace dar un salto mediante un movimiento de la mano. El hacía esto mejor que nadie que yo haya visto nunca...» La cita es seguida por instrucciones gráficas sobre cómo exactamente hacer el ratón, aunque el lector tendrá que pedirle a un mago que le enseñe como animarlo.

Isa hablaba de otras «cosas maravillosas» que Carroll hacía con su pañuelo. No sabemos cuáles eran esas otras cosas, pero una de ellas podía haber sido el Conejo Blanco del mago (y de Carroll) que mordisquea pedacitos de alimentos. Así, como gratificación adicional, Fisher nos revela cómo hacer también el conejo.

Carroll se entusiasmó tanto cuando un muchacho le mostró cómo doblar una hoja de papel y hacerla estallar en el aire con un chasquido que registró la memorable ocasión en su diario. Más

tarde escribe sobre el «extraordinario día en que enseñó a hacer el pliegue a los hijos de la Duquesa de Albany. Esta es toda la excusa que necesita Fisher para explicar cómo plegar el «papel pistola».

El dibujo de Tenniel de la Morsa y el Carpintero muestra a ésta usando un sombrero de papel semejante a una caja, aún usado hoy por los prensadores de periódicos para que no les caiga tinta en el pelo. ¿Cómo se hace? Fisher indica los pasos. Uno de los niños amigos de Carroll escribió en una carta sobre el tiempo en que, mientras jugaba en el Fuerte de Margata, «un caballero sentado cerca de allí nos preguntó si sabíamos hacer un bote de papel con un asiento en cada extremo y una cesta en el medio para los pescados» ¿Cómo plegaba el bote Carroll? Está en el libro de Fisher.

Y el libro está lleno de otras cosas maravillosas: un intrincado laberinto que Carroll dibujó de joven; reglas para sus originales juegos con un tablero de chaquete, cartas, números y croquet; cómo jugar al billar en una mesa circular; cómo aparentar morder un trozo de una taza de té (como el testigo en la prueba de la Sota de Corazones); cómo colocar un huevo sobre un extremo (como hizo la Oveja en la tienda del espejo cuando puso un huevo —que pronto se agrandaría hasta convertirse en Humpty Dumpty— «verticalmente sobre un estante»). Hay selecciones de los mejores acrósticos dobles, anagramas, enigmas en verso y escalas de palabras (ARMY, arms, aims, dims, dams, dame, ñame, NAVY) de Carroll. El lector puede aprender a jugar a su juego de tablero, el Lanrick; a resolver silogismos poniendo fichas rojas y grises en un diagrama; a escribir mensajes secretos en una clave difícil de descifrar; a determinar



rápidamente el día de la semana para cualquier fecha; a recordar números mediante un sistema mnemotécnico simple.

Fisher ha incluido selecciones de los dos libros de Carroll sobre acertijos matemáticos, *Problemas de almohada* y *Un cuento embrollado*, así como docenas de otros rompecabezas, paradojas lógicas y temporales, y curiosidades para hacer pensar que se encuentran en los escritos de Carroll. ¿Qué ocurre con el peso de un lado de una polea cuando un mono trepa por el otro lado? ¿Por qué los dígitos de 142.857 reaparecen en orden cíclico cuando multiplicamos el «número mágico» por 2, 3, 4, 5 o 6? ¿Cuál es el secreto topológico de la Bolsa de Fortunato (de *Sylvie and Bruno*), que tiene toda la riqueza del mundo porque todo lo que está fuera también está dentro?

«Inventé lo que creo que es un *nuevo* tipo de acertijo», cita Fisher del diario de Carroll. «Un ruso tenía tres hijos. El primero, llamado Rab, se convirtió en abogado; el segundo, Yrma, se convirtió en soldado. El tercero se convirtió en marinero: ¿cuál era su nombre?»

Mucho del material del libro de Fisher no está en otras partes. Yo nunca había leído antes las instrucciones de Carroll para su Nictógrafo, un mecanismo para plantilla de cartón destinado a simplificar notas garabateadas en la oscuridad.

«Todo el que ha tratado —escribió Carroll en una revista para mujeres—, como yo he hecho a menudo, de levantarse de la cama a las 2 de la mañana en una noche de invierno, encender una vela y registrar algún feliz pensamiento que de otro modo probablemente sería olvidado, convendrá conmigo que supone mucha incomodidad.

Todo lo que tengo que hacer ahora, si me despierto y pienso en algo que quiero recordar es sacar de debajo de la almohada un pequeño memorándum que contiene mi Nictógrafo, escribir unas pocas líneas, o hasta unas pocas páginas, sin siquiera sacar las manos fuera de las sábanas, poner otra vez el libro en su lugar y dormirme nuevamente.»

Hoy en día, con nuestras lámparas de noche y habitaciones bien calientes, la necesidad de tal mecanismo es menor, pero la invención de Carroll tiene cualidades ocultas. Para usarlo apropiadamente, el catedrático de Oxford se vio obligado a inventar lo que él llamaba un «alfabeto cuadrado»: un modo de escribir cada letra, dentro de un agujero cuadrado, con un mínimo de líneas y puntos. Los alfabetos de este tipo se usan hoy en las pantallas de ordenadores y en la tipografía destinada a ser leída fácilmente por máquinas exploratorias.

Durante muchos años, Carroll planeó reunir en un volumen todos los juegos y acertijos que había creado. En un momento pensó en llamarlo *El Libro de Acertijos de Alicia*, y hasta se publicó un anuncio de él en *Sylvie and Bruno*. Nunca llegó a escribirlo. Ahora Fisher nos lo ha brindado, y en una forma más abundante de lo que podía haber imaginado Carroll. Si el Reverendo Charles Lutwige Dodgson hubiese podido ver sus páginas, en un sueño de clarividencia precognitiva, creo que le hubiesen encantado.

## Capítulo 20

### Las aventuras de Stanislaw Ulam

No muchos matemáticos escriben autobiografías, y es fácil comprender por qué. Hasta un gran matemático es casi siempre desconocido para el público. Sus «aventuras» comúnmente se hallan tan limitadas al interior de su cerebro que sólo a otro matemático le interesaría leerlas. Y cuando un gran matemático tiene aventuras no matemáticas, puede considerarlas demasiado triviales para registrarlas. «Ellas no hacen mucho», John von Neumann le dijo una vez a Ulam. (Hablaba de las mujeres.) Ha habido algunas excepciones recientes: Bertrand Russell, por ejemplo, y Norbert Wiener, quienes se hicieron suficientemente famosos como para publicar la historia de su vida. Einstein escribió una maravillosa «autobiografía» breve, pero era enteramente sobre ideas.

Ahora Stanislaw Marcin Ulam ha escrito la historia de sus «aventuras» y Scribner's ha tenido el valor de publicarlas (*Adventures of a Mathematician*, 1976). ¿Ulam? Ciertamente, no es muy conocido fuera de los círculos matemáticos y científicos, pero permítame el lector asegurarle que Ulam es un pensador creativo del más alto rango y que su notable libro merece ser leído hasta por aquellos que han sido suspendidos en álgebra del bachillerato.

Vale la pena ser leído por la sencilla razón de que disipa el mito de que los líderes políticos son las principales causas del cambio histórico. Si Napoleón hubiese muerto en su cuna, no habrían muerto miles de hombres por la gloria de Francia, pero ¿sería muy

diferente el mundo de hoy? Imaginemos a Aristóteles vuelto a la vida y visitando Manhattan. No mucho de nuestra vida social, política, económica, artística, sexual o religiosa le habría desconcertado, pero le habrían asombrado los productos de la tecnología. Una calculadora de bolsillo le parecería un milagro; como el hombre que inventó la lógica formal, estaría más ansioso de comprender la calculadora que el funcionamiento del Congreso. No es la política sino la ciencia la que cambia la historia. Y detrás de la ciencia está la matemática.

Para la mayoría de la gente, el matemático es un tío inofensivo al que le gusta escribir extraños símbolos que nadie entiende. Lo divertido es que esos símbolos, dispuestos en cierto orden, tienen el poder de destruir el mundo. «Steinmetz apuntó una fórmula en el puño de su camisa —escribe John Dos Passos en *El Paralelo 42*— y a la mañana siguiente habían surgido mil nuevas centrales eléctricas... y le permitieron ser un socialista y creer que la sociedad humana puede ser mejorada como se mejora una dinamo... porque los matemáticos son tan poco prácticos que elaboran fórmulas mediante las cuales se pueden construir centrales eléctricas, fábricas, ferrocarriles subterráneos...»

Consideremos la fórmula  $e = mc^2$ . Hitler, Stalin, Churchill y F. D. Roosevelt sólo tenían la más oscura idea de lo que significaba. Sin embargo, esta simple ecuación es el producto de una teoría tan bella como un concierto de Mozart, a la larga más útil para la humanidad que la Bolsa y más revolucionaria que el Partido Comunista. Y esta teoría, la teoría de la relatividad, fue algo que creó en su cabeza un

temeroso matemático expulsado de Alemania porque los hombres prácticos que gobernaban la Patria no podían soportar a los judíos. Si Hitler hubiese comprendido la fórmula, quizá no habría perdido la guerra.

Por el momento, la más terrorífica encarnación de esa fórmula es la bomba H. ¿Quién la inventó? Hagamos un examen de elección múltiple (marque una respuesta): (a) Fermi, (b) Oppenheimer, (c) Teller, (d) el general Groves, (e) algún otro.

La respuesta es (e). Fue Ulam.

Hasta hoy no sabemos qué pasó por la cabeza de Ulam, porque aún es totalmente secreto. Lo más que dice él sobre la cuestión es que fue un «esquema repetitivo» que modificó un anterior esquema de Teller. Los cálculos de Ulam habían demostrado que el enfoque Teller no daría resultado, pero «inyectando una repetición de ciertos ordenamientos» Ulam halló un modo de que lo diese. Teller al principio fue escéptico, y luego entusiasta. Más tarde hizo algunos cambios y adiciones, escribió un informe y el nuevo esquema llevó a las primeras reacciones termonucleares de éxito. Ulam y Teller poseen una patente de la primera bomba H.

Ulam tiene poco que decir sobre los méritos de ambas partes en la gran controversia que arreció en lo relativo a si se debía construir la Superbomba o no. Teller encabezó la facción partidaria de hacerla, Oppenheimer la opuesta a ello. (Un librito reciente de Herbert F. York, *Los consejeros*, defiende la opinión de Oppenheimer.) En cuanto a su propio papel, Ulam no tiene remordimientos morales. «Hasta el más simple cálculo de la matemática más pura puede

tener consecuencias terribles. Sin la invención del cálculo infinitesimal la mayor parte de nuestra tecnología habría sido imposible. ¿Debemos decir por ello que el cálculo infinitesimal es malo?»

Ulam nació en 1909 en Lwow, Polonia, hijo de padres judíos. Su padre fue abogado. ¿Tiende uno a recordar sucesos de la primera infancia porque simbolizan preocupaciones posteriores? Ulam tiene el vivido recuerdo de haber jugado sobre una alfombra oriental a la edad de cuatro años, mientras su padre lo observaba y sonreía. Recuerda haber pensado: «Sonríe porque piensa que yo soy infantil, pero yo sé que éstos son curiosos diseños. Yo sé algo que mi padre no sabe».

Popularmente se supone que los matemáticos tienen al menos una excentricidad. La de Ulam es su vista. Un ojo es sumamente miope, el otro hipermetrope. Nunca ha usado gafas. Cuando mira a distancia usa un ojo. Cuando lee, acerca la página a su nariz y usa el otro. ¿Esta vista peculiar, se pregunta él, ha afectado a sus hábitos de pensamiento?

De niño, Ulam se emborrachó de matemáticas, como dice él. Sus años de estudiante en el Instituto Politécnico de Lwow, donde obtuvo su doctorado, lo pusieron en contacto con los eminentes matemáticos polacos Kuratowski, Tarski, Banach, Sierpinski, Mazur, Kac, Steinhaus y otros. Había interminables conversaciones en cafés, especialmente en una cafetería llamada El Café Escocés, donde los matemáticos registraban problemas extraños en lo que se llegó a llamar *El Libro Escocés*. (Ulam más tarde lo tradujo para su

publicación.) Unos meses en la Universidad de Cambridge lo pusieron en contacto con los grandes matemáticos británicos. Recuerda que una vez alguien le preguntó a Whitehead (quien vivía en el piso que estaba encima del suyo en Cambridge, Massachusetts), «¿qué es más importante, las ideas o las cosas?». «Las ideas sobre las cosas», fue la instantánea respuesta de Whitehead. Es otro recuerdo simbólico. Ulam siempre ha oscilado entre la matemática pura y la aplicada.

Fue von Neumann quien invitó a Ulam al Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. A esto siguieron varios años de enseñanza, primero en Harvard y luego en la Universidad de Wisconsin. En Madison Ulam se hizo ciudadano de los Estados Unidos y se casó con Françoise, una bella chica francesa que había conocido en Cambridge. En sus agradecimientos, da gracias a su esposa por «haber conseguido disminuir sustancialmente la entropía» de sus recuerdos. («Entropía» es un término técnico que designa un tipo de desorden.) Hoy está retirado de la Universidad de Colorado, pero es aún profesor investigador de la Universidad de Florida.

Fue también Johnny (como llamaban a von Neumann sus amigos) quien invitó a Ulam a Los Alamos, donde acababa de empezar el trabajo sobre la bomba atómica. Ulam no tenía idea de lo que se estaba haciendo. «No sé mucho de ingeniería o de física experimental», le dijo a Johnny. «En verdad, ni siquiera sé cómo funciona la cisterna del retrete, excepto que es una especie de efecto autocatalítico.» Johnny palideció. Más tarde Ulam descubrió que «autocatalítico» era una palabra que se usaba en relación con los

planes para la bomba. Pocos meses más tarde admitió ante un amigo que se había «hundido tan bajo» desde su anterior obra en topología que su último artículo contenía números con comas decimales.

Una de las ideas fundamentales de Ulam en Los Alamos fue su invención del método Monte Carlo. Este es un modo de simular procesos físicos, tales como reacciones en cadena y difusión de partículas, usando números al azar generados por computadores.

Existe ahora una vasta literatura técnica sobre el método. Ulam recuerda cuando propuso la idea a Johnny en 1946, mientras iban de Los Alamos a la cercana Lamy. Hasta hoy, dice, puede recordar lo que dijo en cada recodo específico del camino, un curioso tipo de almacenamiento de memoria múltiple que él compara con recordar el lugar de una página donde uno leyó hace mucho un pasaje memorable.

Ha sido una característica de la brillante carrera de Ulam que su mente estuviese siempre dando saltos creativos de donde surgían ideas simples pero originales que rápidamente se convertían en nuevas ramas de la matemática. La sugerencia de la teoría de los autómatas regulares es otro ejemplo. Von Neumann publicó una famosa prueba de que los robots pueden ser programados para coger piezas de recambio y construir réplicas de sí mismos. La prueba se basa en una matriz de células que cambian de estado de acuerdo con reglas de transición específicas, una bella idea que se le ocurrió a Ulam.



Las numerosas contribuciones de Ulam a la teoría de conjuntos y la lógica, la teoría de grupos, la teoría de las probabilidades y la teoría de juegos infinitos son demasiado especializados para hacer algo más que mencionarlas en su libro. Los lectores con conocimientos matemáticos hallarán sus artículos principales sobre matemática pura en una antología de 710 páginas, *Stanislaw Ulam: Sets, Numbers and Universes*, publicado por MIT Press en 1974. Se planea un volumen igual para sus contribuciones a la biología, la mecánica de fluidos, física nuclear, astronomía y reconocimiento de modelos. Ulam y un colaborador suyo, C. J. Everett, tienen una patente de un mecanismo para propulsar naves espaciales con pequeñas explosiones nucleares (el proyecto Orion). También ayudó a elaborar el primer programa de computador para jugar al ajedrez. Ulam es bien consciente de que su genio consiste en un don para pensar en problemas importantes. «Soy del tipo que gusta de empezar cosas nuevas, más que de mejorar o elaborar. Cuanto más simple y «más bajo» sea el nivel del que pueda empezar, tanto más me gusta... No puedo pretender que sé mucho del material técnico de la matemática. Lo que yo quizá tenga es un sentido para lo esencial, o tal vez sólo lo esencial de lo esencial...» Una y otra vez, Ulam ha obtenido profundos resultados en campos de los que sabía poco. Quizá a causa de esto podía ver los problemas con ojos frescos.

Aquí tocamos el misterio de la creatividad. ¿Cómo fue que Einstein, quien se habría perdido en un laboratorio, pudo concebir ideas tan locas como la constancia de la velocidad de la luz relativa a

cualquier observador (el núcleo de la relatividad especial) o la idea aún más loca de que la gravedad y la inercia son una y la misma cosa (el núcleo de la relatividad general). Al preguntarse sobre esto, Ulam lanza una observación sobre la poesía que seguramente es vieja, pero yo no había dado con ella antes. «Cuando yo era niño — escribe—, pensaba que la función de la rima en la poesía era obligar a uno a hallar lo que no es obvio, por la necesidad de encontrar una palabra que rime. Esto obliga a nuevas asociaciones y casi garantiza el alejamiento de las cadenas o sucesiones rutinarias de pensamiento. Paradójicamente, se convierte en un mecanismo automático de originalidad. Estoy muy seguro de que este 'hábito' de originalidad existe en la investigación matemática...»

La mayoría de los matemáticos, nos recuerda Ulam, son casi tan vanidosos como tenores de ópera. Ulam no es ninguna excepción, pero su vanidad es tan inconsciente que ¿quién podría ofenderse? Se considera a sí mismo «de buen aspecto». Cree que enseña «bastante bien». Johnny nunca escatimaba esfuerzos para parecer modesto, pero Ulam halla placer en jactarse, especialmente de logros menores, tales como sus proezas atléticas (fútbol, tenis, carreras), su habilidad en el ajedrez y su gracia.

Como Ulam habla polaco, francés, alemán e inglés, sus juegos de palabras tienden a ser (como los de Nabokov, a quien admira) bilingües. Una Navidad en que los Ulam y los von Neumann estaban en un hotel de Las Cruces, Nuevo México, que antaño había sido un burdel, el viejo columpio del pasillo les recordó un péndulo de Foucault. Esto dio origen a «un chiste bilingüe erudito e impropio»

que Ulam se abstiene de repetir. Una programadora de Los Alamos, bonita y bien dotada, tenía el hábito de desplegar impresos de computador frente a Fermi y Ulam, y debajo de su escotada blusa española. «¿Qué aspecto tienen?», preguntó ella. «¡Maravillosos!», exclamó Ulam. (No bilingüe sino binario.) Una vez que su mujer lo acusó de jactancioso, Ulam respondió: «Es verdad. Mis defectos son infinitos, pero la modestia me impide mencionarlos a todos».

Johnny es el segundo héroe del libro. Él y Ulam eran grandes amigos, y no hay mejores retratos del primero que los de este libro y de una biografía de Johnny que Ulam escribió para un número del *Bulletin of the Mathematical Society*. Ulam había pensado en convertirla en un libro antes de cambiar de opinión y escribir sobre sí mismo. Aunque las realizaciones de von Neumann eran monumentales (su trabajo sobre diseño de computadores, la creación de la teoría de juegos y su famoso tratado sobre los fundamentos de la mecánica cuántica, para mencionar sólo tres), se sentía decepcionado por no haber sido el primero en descubrir los profundos teoremas de indecibilidad de Gödel. Tenía un conocimiento enciclopédico de la historia, leía a los historiadores griegos y romanos en el original y conocía todos los sucesos importantes de la Guerra Civil norteamericana. El libro de Ulam abunda en anécdotas sobre Johnny, sobre sus esposas y sobre sus chistes. El relato de la lenta muerte por cáncer de von Neumann y su conversión de última hora al catolicismo romano parten el corazón.

Ulam dedica varias páginas a Norbert Wiener: sobre su egoísmo, su infantilismo y su carácter distraído. Sí, Virginia, los matemáticos son distraídos. Ello obedece a que, explica Ulam, a diferencia de los científicos, pueden trabajar con su cabeza mientras caminan, comen o hablan.

Entre las docenas de otros matemáticos con los que Ulam ha colaborado, seguramente el más pintoresco era Paul Erdős. Desde que fue un niño prodigio en Hungría, Erdős casi no pensaba más que en matemáticas. Sus más de 700 artículos especializados han dado origen a lo que los matemáticos llaman el «número de Erdős». Si usted ha escrito un artículo con Erdős, su número de Erdős es 1. Si usted no ha llegado más que a escribir un artículo con alguien que escribió un artículo con Erdős, su número de Erdős es 2. Y así sucesivamente. Los matemáticos hasta hacen un gráfico de estas relaciones —llamado el gráfico de Erdős— y argumentan sobre sus propiedades topológicas.

Cuando Erdős entra en una habitación, su primera observación es sobre matemáticas. Sus cartas empiezan: «Supongamos que  $x$  es...». Al final, tal vez agregue algunas observaciones sobre el envejecimiento, preocupación que empezó, dice Ulam, cuando Erdős tenía treinta años. No tiene ningún trabajo, y se mantiene dando clases aquí y allá, y viviendo con amigos. Habla un peculiar lenguaje erdösiano. Un niño es un «épsilon», un marido es un «patrón», una esposa es una «esclava», el matrimonio es una «captura», dar clases es «predicar» y Dios es el FS (fascista supremo). Erdős siempre está meditando sobre un problema matemático. Si se le ocurre un

pensamiento divertido, se levanta de un salto, agita las manos y se sienta de nuevo. «Usted no es un verdadero matemático — declara Ulam—, si no conoce a Paul Erdős.»

Entre los grandes físicos que pasaron por la vida de Ulam, Fermi es el que recibe mayores elogios. También él murió de cáncer. Después de la última visita de Ulam, en un hospital de Chicago, sólo pudo llorar y pensar en el relato de Platón sobre la muerte de Sócrates. Poco después de que Fermi muriese, Ulam estuvo en Chicago y llamó a la viuda de Fermi. Dio la dirección a un conductor de taxi, añadiendo que era la casa del famoso científico italiano que acababa de morir. El conductor, que resultó ser italiano, se negó a que Ulam le pagase.

De los otros físicos del libro de Ulam, sólo mencionaré a cuatro. Caracteriza a Niels Bohr como poseedor de gran sabiduría pero no del genio de Newton o Einstein.

Oppenheimer es brillante pero un «hombre muy triste» que carecía de la «suprema chispa creadora de la originalidad». Teller le impresiona a Ulam como «un comediante cuya ambición es ser un gran trágico o a la inversa». George Gamow aparece como un egocéntrico, agradable, adicto al alcohol y las bromas pesadas, perspicaz en su defensa de la Gran Explosión y el primero en comprender que las cuatro sustancias del ADN, en variadas combinaciones, puede codificar la estructura de todos los seres vivos.

Ulam se asombra constantemente del hecho de que la matemática, una creación de la mente, se adecúe exactamente a la estructura del

mundo externo. Cita el título de un artículo de Eugene Wigner: «La Irracional Efectividad de la Matemática». Es una profunda cuestión sobre la que discuten los filósofos. Para Ulam, esa correspondencia sigue siendo un misterio. Se halla estrechamente ligada de algún modo a la fantástica uniformidad del Universo. «El milagro es — escribe Ulam— que la ciencia no sería posible, la física no sería concebible, si no existiese esta semejanza o identidad de grandes números de puntos, o subconjuntos o grupos de puntos en este universo. Todos los protones individuales parecen asemejarse entre sí, todos los electrones parecen asemejarse unos a otros...»

No sólo los objetos se duplican, sino que también siguen haciendo lo mismo una y otra vez. Piénsese en los billones de electrones que giran en los átomos de hidrógeno. Quizá, decía en una ocasión G. K. Chesterton, es porque Dios, como un niño pequeño, nunca se cansa de hacerlo una y otra vez. «La repetición en la naturaleza tal vez no sea una mera repetición; puede ser un bis teatral. El cielo puede besar al pájaro que pone un huevo... Quizá Dios sea suficientemente fuerte para gozar de la monotonía. Es posible que Dios diga cada mañana al Sol: 'Hazlo de nuevo'; y cada noche a la Luna: 'Hazlo de nuevo'».

Las fórmulas de la física no son más que descripciones condensadas de las misteriosas repeticiones de la naturaleza. La exactitud de esas fórmulas, junto con el carácter incansable de la naturaleza, dan a las fórmulas su increíble poder. Ulam nunca ha dejado de asombrarse de «cómo unos pocos garabatos en una pizarra pueden cambiar el curso de los asuntos humanos». El hecho de que este

tipo de manipulación de símbolos pueda realmente modelar la historia, para bien y para mal, es el centro apocalíptico de la autobiografía de Ulam.

Dios geometriza. Entre bastidores, invisibles a todos excepto a unos pocos, están los descubridores de esos curiosos diseños de la alfombra cósmica del Padre. Ellos garabatean sus jeroglíficos y los hombres van a la Luna, ponen arneses al átomo, abren el código genético y transforman la faz del planeta. No es ningún tributo a nuestra cultura que hombres y mujeres que se creen cultos puedan considerar a esos grandes intelectos como profesores sin importancia, distraídos, que fríen la camisa mientras planchan el huevo.

### ***Postscriptum***

Una publicación me pidió una larga reseña del libro de Ulam, pero no les interesó lo que escribí, principalmente porque no entré en los detalles del conflicto entre Ulam y Teller sobre la construcción de una bomba H, y las implicaciones sociales de su construcción. Cuando el *New York Times* me pidió una reseña breve, reduje el original a unas 800 palabras. Apareció en el *New York Times Book Review*, el 9 de mayo de 1976.

La reseña aquí publicada es la original. Al leerla de nuevo comprendo que no debí haber llamado a Ulam *el* inventor de la bomba. Fue una colaboración, y hasta que no se cuente toda la historia (aún es un secreto total), es imposible saber en qué contribuyó cada uno. Ulam lo expresó así en una carta (somos

amigos) escrita después de aparecer mi recensión: «Creo que llamarme, como usted hace, el inventor de la bomba H es una tremenda exageración. Mi propio juicio sería que yo puedo haber contribuido, en verdad, y quizá mis sugerencias aceleraron la solución concreta del problema, pero estoy muy lejos de ser un inventor de esa cosa terrible».



## Capítulo 21

### Los primeros tres minutos

Hay un famoso pasaje en *La mancha escarlata* donde Sherlock Holmes explica a Watson por qué, siempre que se le cuenta un hecho de astronomía, hace lo posible por olvidarlo.

“¡Pero el Sistema Solar!”, exclama Watson.

«¿Qué demonios es para mí?», interrumpe Holmes. «Usted dice que vamos alrededor del Sol. Si diésemos vueltas alrededor de la Luna, ello no significaría ninguna diferencia para mí o para mi trabajo.»

Me imagino que la mayoría de los europeos pensaban lo mismo durante los grandes debates sobre las teorías copernicanas y tolemaicas y que aún hoy la mayoría de los legos sienten una indiferencia similar por los debates sobre los modelos contemporáneos del Universo. Ninguna rama de la ciencia física está más alejada de lo práctico. ¿En qué nos afecta a usted y a mí que el espacio- tiempo sea infinito o finito y cerrado como una esfera? ¿Qué diferencia hay si el Universo se expande eternamente hasta que muera de frío o si, después de muchos miles de millones de años, empieza a contraerse? ¿A quién le interesa si la contracción terminará en un agujero negro o si el Universo volverá a la existencia, como predicen los mitos hindúes, para iniciar otro ciclo de una serie interminable de renacimientos cósmicos?

Bien, a los astrónomos, los físicos y los filósofos les interesa, y siempre ha sido imposible para ellos no considerar tales cuestiones. ¿Por qué cruza el camino un pollo? Porque estaba allí. ¿Por qué los

astrofísicos elaboran modelos del Universo? Porque el Universo está allí y porque tienen en su cabeza los materiales y las herramientas matemáticas para construir tales modelos.

En verdad, los materiales y herramientas están disponibles en una abundancia que excede con mucho a los de siglos anteriores. Por «materiales» quiero significar, desde luego, todo el cuerpo del conocimiento científico, nunca seguro, siempre cambiante, pero que mejora constantemente en su poder de explicar y predecir la conducta peculiar del mundo externo. Por ello, hay excelentes razones para creer que los modelos actuales del Universo se «ajustan» a la realidad mejor que los viejos.

La cosmología moderna empieza con el modelo de Einstein de un universo finito pero ilimitado. Aunque no puede ser visualizado, es fácil de comprender. Una recta es infinita e ilimitada, pero se curva en un espacio de dos dimensiones y puede formar un círculo. Este «universo cerrado» es aún unidimensional, sin límites, pero ahora tiene un tamaño finito. Un plano es infinito e ilimitado. Curvado en un espacio tridimensional, puede ser la superficie cerrada de una esfera. Tal vez, decía Einstein, nuestro espacio tridimensional se curva en un espacio cuatridimensional para formar la «superficie» de una hiperesfera. Como el círculo y la superficie esférica, tal espacio es ilimitado, en el sentido de que se puede viajar por él tan lejos como se quiera, en cualquier dirección, sin encontrar nunca un fin. Sin embargo, su tamaño es finito. Para que la gravedad no haga derrumbarse el Universo, Einstein postuló una fuerza de

rechazo desconocida que conserva el Cosmos en un equilibrio estático. Este modelo tenía defectos tan serios que Einstein lo abandonó con renuencia antes de que las pruebas de un universo en expansión se hiciesen abrumadoras.

Desde entonces, en cientos de libros y miles de artículos se ha explorado una sorprendente variedad de otros modelos. Hace veinte años, los dos más de moda eran el de la Gran Explosión, hábilmente defendido por Gamow en su difundido libro *La creación del Universo* y el del estado estable, capazmente defendido por Fred Hoyle en su igualmente popular libro *La naturaleza del Universo*. Los títulos difieren significativamente en una sola palabra. Para Hoyle, el Universo no tuvo ningún momento de creación. Siempre ha sido como es, expandiéndose perpetuamente, conservando su estructura global mediante una continua creación de hidrógeno en el espacio vacío.

Para gran asombro de Hoyle y sus amigos, la teoría del estado estable fue repentinamente abatida a mediados de la década de 1960-69 por uno de los principales descubrimientos astronómicos del siglo. Se halló que el Universo está impregnado de una radiación de microondas que es sumamente difícil de explicar si no se supone que es una emisión electromagnética producida por una explosión primitiva. La teoría de la Gran Explosión inmediatamente se convirtió en el modelo «estándar» preferido.

Hoy es difícil hallar dos astrofísicos que concuerden en todos los aspectos de este modelo, como es difícil hallar dos economistas que concuerden en el modelo de la economía de una nación, pero casi

todos los astrónomos creen ahora que el Universo empezó, hace de diez a veinte mil millones de años, con una monstruosa bola de fuego que arrojaba materia y energía en todas direcciones. El universo resultante ha estado expandiéndose desde entonces.

¿Se detendrá la expansión? Esto depende de que la cantidad de materia del Universo exceda o no de cierta «densidad crítica». En la teoría de la relatividad, el espacio es «curvado» por la presencia de materia, y cuanto más densa la materia tanto mayor es la curvatura. Más allá de la densidad crítica, la curvatura es suficientemente fuerte para cerrar el espacio sobre sí mismo, como en el modelo estático de Einstein. En tal cosmos cerrado, la gravedad sería bastante fuerte para retardar la expansión y, con el tiempo, invertirla. Por el momento, la densidad parece estar lejos de la cantidad crítica. Pero puede haber suficiente materia oculta en alguna parte como para alterar el cuadro, por lo cual los cosmólogos que se adhieren a los modelos oscilantes aún están trabajando en esta cuestión.

¿Cuál será el destino final del Universo si entra en una fase de contracción? En esto, nuevamente, hay poco acuerdo entre los expertos. Puede convertirse en un superagujero negro que sencillamente esté allí, dondequiera que sea «allí», quizás sin hacer más que rotar y radiar. Podría pasar por lo que Wheeler llama un agujero de gusano para emerger como un agujero blanco en algún otro espacio-tiempo. Podría explotar, produciendo otra bola de fuego que daría comienzo a todo el espectáculo nuevamente, quizá (como le place pensar a Wheeler) con nuevos tipos de partículas y leyes

que constituirían un universo totalmente diferente del que conocemos.

Pese a estas agitadas controversias, hay ahora un sorprendente acuerdo sobre la naturaleza de la última (si no la única) bola de fuego, y de esto trata el excelente libro de Steven Weinberg *The First Three Minutes* [versión castellana de Alianza Editorial: *Los tres primeros minutos del Universo*, 1978] (Basic Books, 1977). No ha tratado de escribir otro libro sobre la estructura actual del Universo. En cambio, ha intentado describir en detallé, pero de un modo comprensible para el lego, lo que las mejores mentes entre los astrofísicos de hoy creen que es la historia más probable del Universo durante sus *primeros tres minutos* después del momento cero de la explosión.

El modelo estándar se basa en una maravillosa mezcla de datos astronómicos, teoría de la relatividad y física de partículas. El Dr. Weinberg, profesor de física en Harvard y científico de rango superior del Observatorio Astrofísico Smithsonian, tiene un distinguido historial de trabajos premiados en los tres campos. Su libro es literatura científica de la mejor. No hay en él ningún sacrificio de la exactitud en pro de efectos sensacionalistas; al mismo tiempo, mantiene en un mínimo la difícil matemática del tema. Al final del libro hay un útil glosario, fórmulas para quienes puedan comprenderlas, una lista seleccionada de libros de consulta y un buen índice.

Cuatro capítulos preliminares dan al lector lo que necesita para poder seguir la segunda parte del libro, donde Weinberg reconstruye

lo que puede haber ocurrido en los tres primeros minutos de existencia del Universo. La reconstrucción tiene la forma de una película. A intervalos la película se detiene y se examina cuidadosamente la imagen.

La película empieza (¿cómo podía ser de otro modo?) en el misterio. ¿Cuál fue la naturaleza de la bola de fuego en el tiempo cero? Weinberg pospone esta cuestión para un capítulo posterior donde echa unas ojeadas de tanteo «detrás del velo». La primera imagen supone un comienzo, y luego detiene la película a un centésimo de segundo después del tiempo cero. La temperatura del Universo es de 100.000 millones de grados Kelvin. Vemos un grupo indiferenciado de partículas primitivas y radiación, expandiéndose con inimaginable rapidez, y en un estado de casi perfecto equilibrio térmico. «El Universo es más simple y fácil de describir de lo que jamás volverá a serlo.»

Las partículas son electrones, positrones (antipartículas de electrones) y las partículas sin masa: fotones, neutrinos y antineutrinos. (No hay antifotones porque el fotón es su propia antipartícula.) Estas partículas se hallan tan estrechamente comprimidas que la densidad de esa sopa es casi 4.000 millones de veces mayor que la del agua común.

Este cuadro del Universo y la película de lo que ocurre luego se basan en razonamientos técnicos que para la mayoría de los lectores serán la parte del libro más difícil de seguir. Las deducciones apelan a las leyes de la termodinámica, la teoría de la relatividad y la

mecánica cuántica, pero en esencia el razonamiento es muy similar al de Sherlock Holmes cuando reconstruía un crimen.

El procedimiento es, primero, obtener todos los datos de observación importantes que se pueda. Holmes tenía su lupa de mano. El cosmólogo tiene telescopios ópticos y de radio, cámaras de burbujas y ciclotrones. A estos datos aplica la lógica, la matemática y las leyes físicas. Por ejemplo, una ley bien establecida dice que la carga eléctrica neta del Universo no puede variar. Las partículas cargadas pueden ser creadas y destruidas, pero sólo por pares de carga igual y opuesta. Similares «leyes de conservación» se aplican a otros «números cuánticos». Ellas ponen severas restricciones a la composición y conducta del Universo en sus tres primeros minutos. Lentamente, poco a poco, como los investigadores de un atentado con bombas, el cosmólogo une las piezas rotas y trata de reconstruir lo que debe de haber ocurrido. No hay ningún modo de identificar al terrorista loco, pero se pueden hacer sagaces conjeturas sobre la construcción de la bomba y sus efectos. Por supuesto, es un tipo extraño de bomba. La gran explosión no es algo que tenga lugar *en* un universo. La explosión *es* el Universo. A partir del ritmo observado de la expansión del Universo, el estado presente de la materia, la temperatura de la radiación de microondas y mil otras cosas, el cosmólogo hace lo posible para pasar la película hacia atrás. Sus deducciones son tan complicadas, tan dependientes de leyes que pueden ser desechadas mañana, que lo maravilloso es que se pueda construir un modelo estándar. Pero volvamos a la película.

Once centésimos de segundo después de la primera imagen, la temperatura cae a 30.000 millones de grados y la densidad a treinta millones de veces la del agua.

Después de trece segundos más, la temperatura es de 3.000 millones de grados. Ahora los electrones y los positrones se aniquilan furiosamente unos a otros, y se empiezan a formar núcleos de deuterio (hidrógeno pesado).

La quinta imagen detiene la acción unos tres minutos después de la primera. La temperatura es ahora de sólo 1.000 millones de grados, o setenta veces mayor que la del centro del Sol. Se forman núcleos de tritio y de helio. Media hora más tarde, la sopa es todavía demasiado caliente para que los electrones y los núcleos se unan en átomos estables. Esto no ocurre hasta 700.000 años más tarde. En este momento, la sopa —en su mayor parte hidrógeno, y una cantidad menor de helio— está empezando a formar galaxias y estrellas. «Después de otros 10.000 millones de años, aproximadamente, los seres vivos comenzarán a reconstruir esta historia.»

No debe suponerse que el emocionante documental de Weinberg, presentado con detalles más vividos de lo que sugiere mi esquemática sinopsis, es propuesto como «verdadero». Muchos cosmólogos anteriores, cuando escribían para los legos, tenían el fastidioso hábito de describir su modelo favorito como si estuviesen describiendo hechos astronómicos, para caerse el modelo a pedazos una década más tarde, o algo así. Weinberg es demasiado buen científico para abrigar tales ilusiones. Deja bien en claro que él no



hace más que hacer una exposición de los tres primeros minutos según el mejor modelo ahora disponible. Sostiene que, por primera vez en la historia, hay datos suficientes y una teoría suficientemente adecuada como para hacer, esta reconstrucción seriamente.

No podía haberse hecho la reconstrucción si no se hubiese detectado en 1965 la radiación de microondas y hallado que tenía una temperatura de tres grados Kelvin. Esto plantea una enigmática cuestión: ¿por qué no se hizo antes este histórico descubrimiento? En 1948, Gamow y sus colaboradores Ralph Alpher y Robert Hermán habían predicho una radiación de unos cinco grados, y los detalles fueron refinados por ellos y otros en 1953. Sin embargo, nadie pensó que merecía la pena buscar este oscuro residuo de la antigua bola de fuego.

En lo que él llama un capítulo de digresión, Weinberg especula sobre el porqué de esta dilación en la búsqueda. Descubre tres razones: dificultades en las primeras teorías de la Gran Explosión, una lamentable falta de comunicación entre teóricos y experimentadores (los radioastrónomos sencillamente no sabían cuán fácilmente se podía detectar la radiación de microondas) y, por último, los físicos no estaban con humor de tomar en serio *ninguna* teoría sobre el origen del Universo.

La situación era curiosa, en verdad. Había una teoría respetable, junto con un modo relativamente simple de confirmarla, pero los radioastrónomos no se molestaron en hacer la prueba. Lo que ocurrió fue una inversión de la secuencia habitual. Las observaciones fueron casualmente por dos equipos de científicos

que trabajaban cerca uno de otro geográficamente (uno de los Laboratorios Telefónicos Bell y el otro en la Universidad de Princeton), ninguno de los cuales tenía noticia de lo que el otro estaba haciendo ni de los cálculos anteriores de Gamow, Alpher y Hermán. Sólo cuando se anunciaron los resultados los radioastrónomos se interesaron repentinamente por una teoría que debían haber puesto a prueba quince años antes. Estamos tan habituados, escribe Weinberg, a pensar en la historia de la ciencia como la de «los grandes saltos mágicos de un Newton o un Einstein» que olvidamos «cuán fácil es extraviarse, cuán difícil es saber en cualquier momento qué se debe hacer a continuación».

En cuanto a lo que ocurrió en el tiempo cero, una conjetura científica es tan buena como cualquier otra, porque la temperatura y la densidad de la bola de fuego se habían hallado más allá del punto en que se aplican las leyes cuánticas. Puede haber habido un momento cero antes del cual el tiempo mismo no tiene ningún significado, una singularidad sobre la cual nada puede decirse. Quizá, como dice un irreverente aforismo, el «gran estallido fue producido por nuestro *farter* que estás en el cielo<sup>49</sup>». O el estallido puede haber sido el rebote del Universo de una contracción anterior, al no alcanzar nunca la bola de fuego una temperatura y una densidad en las que la teoría cuántica no se aplique.

Sobre tales misterios, permítaseme citar a un escritor antaño popular antes de revelar su nombre: «Que sus [de los cosmólogos modernos] teorías están en conflicto pronto se hace evidente. ¿Son

---

<sup>49</sup> Juego de palabras basado en las voces inglesas *fart*, «ventosidad», y *father*, «padre». (N. del T.)

acaso cercanas? No, están muy lejos... Algunos dicen que el mundo no tuvo comienzo y que no puede tener fin; otros hablan audazmente de una creación... aunque no es en modo alguno obvio cómo haber lugar o tiempo antes de que el universo comenzara a existir... Algunos circunscriben el Todo, otros lo consideran ilimitado.»

Esto es de un ensayo de Luciano, ¡escrito en griego en el siglo II! Los modelos actuales del Universo son más complicados que los de los antiguos griegos y romanos, y presumiblemente mejor confirmados, pero siguen envueltos en cuestiones supremas tan familiares para los antiguos como para nosotros. No estamos más cerca de la respuesta que ellos.

Esto me lleva a mi única advertencia. Weinberg termina su valioso librito con un toque de metafísica. Cualquiera que sea el modelo cósmico que sobreviva a los datos en rápida acumulación, escribe, hay poco consuelo para nosotros. «Para los seres humanos, es casi irresistible el creer que tenemos alguna relación especial con el Universo, que la vida humana no es solamente el resultado más o menos absurdo de una cadena de accidentes que se remonta a los tres primeros minutos, sino que de algún modo formábamos parte de él desde el comienzo.»

Después de una breve descripción de cuán bella parece la Tierra debajo del avión en el que viaja mientras escribe su epílogo, Weinberg continúa: «Es difícil darse cuenta de que todo esto sólo es una minúscula parte de un Universo abrumadoramente hostil. Aún más difícil es comprender que este Universo actual ha evolucionado

desde una condición primitiva inefablemente extraña, y tiene ante sí una futura extinción en el frío eterno o el calor intolerable. Cuanto más comprensible parece el Universo, tanto más sin sentido parece también.»

¿Qué significa esta última oración? La interpreto en el sentido de que en épocas anteriores, cuando era poco lo que se sabía sobre las leyes naturales, era más fácil suponer que los dioses o Dios diseñaron el Universo, incluyéndonos a nosotros, con alguna finalidad benefactora en vista. Como corolario de ello, cuanto más aprendemos sobre el Universo, sin hallar ninguna prueba de tal propósito, tanto más carente de significado parece todo.

Ciertamente, es así como piensa Weinberg. El párrafo final sobre la ciencia que eleva la vida humana por sobre el nivel de la farsa para darle algo de la «distinción de la tragedia» está en el espíritu del famoso ensayo de Bertrand Russell «El culto de un hombre libre». Pero si Weinberg quiere sugerir que las nuevas cosmologías hacen parecer el Universo más carente de sentido a los científicos y los pensadores en general, creo que se equivoca. De los grandes físicos y filósofos para quienes el Universo tiene un sentido, no recuerdo ni uno solo que haya sido desalentado por ningún modelo actual. Un astronauta ruso puede traer la noticia de que no vio a Dios en el espacio exterior, pero seguramente esta observación, o más bien la falta de ellas, no tiene nada que ver con la filosofía o la teología serias. A los científicos les agrada imaginar que los avances en su especialidad tienen importantes consecuencias metafísicas. La

insulsa verdad es que las grandes cuestiones eternas no son afectadas por las variables modas cosmológicas.

Si Dios, o los dioses o el Viejo (como Einstein gustaba de llamar al Todo) tenían una razón trascendente para traernos a la existencia, ¿qué importa si el primer hombre y la primera mujer fueron creados en un día del polvo del suelo, como afirma el Génesis, o han evolucionado durante miles de millones de años a partir del polvo de una bola de fuego primitiva? El hecho de que estemos aquí prueba que provenimos, en algún sentido absurdo, de la bola de fuego, y yo por lo menos hallo esto más milagroso que el relato del Génesis. Sabemos que estamos destinados a morir y a volver al polvo. Este es un hecho irrefutable que, en verdad, parece sin sentido, y los autores del Eclesiastés y de Job lo comprendieron tan bien como cualquier físico moderno.

Como profano, me gusta estar al tanto de los últimos desarrollos en cosmología, y me fascinan los argumentos de los expertos rivales. El libro de Weinberg, para citar las palabras de Asimov que figuran en la cubierta trasera, «es un enorme servicio a todos nosotros». Pero cuando se trata de decidir, sobre la base del último modelo, si el Universo tiene o no sentido, simpatizo con el juvenil Sherlock Holmes.

## Capítulo 22

### Hola y adiós

“¡Un triste espectáculo!”, exclamó Thomas Carlyle al contemplar la posibilidad de que millones de planetas giraran alrededor de otros soles. «Si están habitados, ¡qué campo de acción para el dolor y la locura!; y si no lo están, ¡qué pérdida de espacio!»

Ahora se sabe mucho más sobre el Universo que en tiempos de Carlyle pero la cuestión de si ETI (un nuevo acrónimo de moda para designar la Inteligencia Extraterrestre [*Extraterrestrial Intelligence*, en inglés]) existe se halla tan poco resuelta como siempre. Sin embargo, un hecho increíble y nuevo ha entrado en el cuadro. Por primera vez en la historia, disponemos de la tecnología para responder, quizá, a la pregunta. Esta mera posibilidad tiene implicaciones tan enormes que una nueva ciencia llamada la «exobiología» ya existe aunque todavía no exista su objeto de estudio.

Sabemos que nuestra galaxia, la Vía Láctea, contiene más de 200 mil millones de soles, y que hay miles de millones de otras galaxias, ¿Hay otros planetas? Hace cincuenta años, las dos teorías más populares sobre el origen del Sistema Solar hacían ambas tan improbables tales sistemas planetarios que los astrónomos de alto rango consideraban el nuestro como el único de la galaxia. Después de encontrarse fallos en esas teorías, los astrónomos volvieron a un modelo propuesto por Immanuel Kant (y más tarde por Laplace) en el que los sistemas solares son tan probables que la mayoría de las estrellas de la Vía Láctea deben tenerlos. Las oscilaciones de

algunos soles cercanos parecen indicar que había grandes planetas cerca de ellos, pero nadie lo sabe con certeza.

Si los sistemas solares abundan, nuestra galaxia podría contener miles de millones de planetas suficientemente similares a la Tierra para contener vida basada en el carbono. Los biólogos tienen sólidas razones para limitar la vida a los compuestos del carbono (el silicio y el boro son los mejores candidatos siguientes), pero nadie tiene la menor idea de cómo un planeta semejante a la Tierra puede dar origen a la vida basada en el carbono. Nuestros dos vecinos más cercanos, Venus y Marte, probablemente se formaron al mismo tiempo que la Tierra, pero sus atmósferas son muy diferentes entre sí y de la nuestra. Aunque un planeta pase por una historia exactamente igual a la de nuestra Tierra, nadie conoce la probabilidad de que en su superficie pueda surgir la vida. Y si surge, nadie conoce la probabilidad de que pueda evolucionar hasta algo tan inteligente como un pez.

Nuestras sondas de Marte han sido una gran decepción en cuanto a SETI (Search for ETI [Búsqueda de ETI]). Aún puedo recordar el hormigueo que corrió por mi espina dorsal cuando de niño leí en la primera página de La guerra de los mundos de H. G. Wells:

*Pero a través del abismo del espacio, mentes que son a nuestras mentes como las nuestras a las de los animales mortales, grandes, fríos y hostiles intelectos contemplaban esta Tierra con ojos envidiosos, trazaron lenta y eficazmente sus planes contra nosotros.*

Ni siquiera Wells adivinó con qué rapidez los marcianos desaparecerían de la ciencia ficción.

Si confiamos en los sondeos de opinión recientes, la mitad de los norteamericanos creen que los ETIS visitan regularmente la Tierra en OVNIS, pero esto no es más que parte de la gran ola de entusiasmo por la paraciencia y lo oculto. La gran mayoría de los científicos no lo toman en serio, y menos que todos Carl Sagan, quien ha dicho repetidamente que no hay ni una chispa de indicios de que los ETIS nos hayan visitado nunca. Sus argumentos han tenido la misma notable ausencia de efecto sobre los entusiastas de los OVNIS que su demolición de las absurdas teorías de Velikovsky sobre los admiradores de éste.

Sin embargo, Sagan es el más incansable de los exobiólogos en sus esfuerzos por persuadir a sus colegas científicos y al gobierno de que el tiempo está maduro para la idea de ETI. Hace unos pocos años, su libro *La conexión cósmica* fue una lírica explosión de la firme creencia de que nuestra galaxia rebosa de ETI. *Murmurs of Earth [Murmullos de la Tierra]* (Random House, 1978), al que Sagan contribuyó con un vivaz prefacio, un ensayo y un epílogo, es una colección de ensayos de las seis personas más responsables de la colocación de un notable LP en cada una de las naves espaciales Voyager lanzadas en el otoño pasado. Después de fotografiar Júpiter el año próximo, seguirán hacia Saturno. Una de ellas quizá sea desviada hacia Urano, pero ambas están destinadas a abandonar el Sistema Solar para deambular por la galaxia, completando un viaje circular cada 250 millones de años.



SETI (la Búsqueda de...) debe ser distinguida de CETI (Comunicación con...). La búsqueda comenzó con un histórico artículo de los físicos Philip Morrison y Giuseppe Cocconi, «Searching for Intestellar Communications», *Nature*, 1959. Hay buenas razones para sospechar que existen ETIS, arguyen los autores. Si es así, parece alta la probabilidad de que muchas estén mucho más avanzadas que nosotros, en poder cerebral y en tecnología. Ahora tenemos los medios para enviar mensajes de radio a otras estrellas, por ende también los tienen ellos. Quizá lo están haciendo. Puesto que tenemos la capacidad para captar tales mensajes, parece deseable una búsqueda sistemática de ellos. «La probabilidad de éxito es difícil de calcular —concluyen los autores—, pero si nunca buscamos la probabilidad de éxito es cero.»

La primera búsqueda de ETI fue realizada por el astrónomo Frank Drake en 1960, usando radiotelescopios que había montado en Green Bank, Virginia Occidental. El esfuerzo fue pequeño, y no se detectaron señales. Las ideas iniciales de Drake sobre CETI involucraban mensajes codificados enviados por pulsos que empezarían con datos aritméticos simples, como la sucesión de números primos. Todos los exobiólogos suponen que en cualquier planeta donde haya «cosas» que conservan su identidad (guijarros, dedos, estrellas...), dos cosas más dos cosas son cuatro cosas. Nadie duda esto, excepto un pequeño grupo de relativistas culturales extremos con una escasa comprensión de la lógica y la matemática. Comenzando con teoremas simples sobre los números naturales, es posible construir lentamente un lenguaje científico mediante el cual

podríamos comunicarnos con otros seres a través de las distancias interestelares. Un matemático de Yale, Hans Frudenthal, escribió todo un libro para mostrar cómo puede hacerse esto.

Hay un modo más fácil. Se le ocurrió desde el principio a Drake (escribe sobre esto en el libro de Sagan) que pueden transmitirse excelentes fotografías en códigos pulsados simplemente con una matriz rectangular de celdas y coloreando cada una de negro o blanco. Después de algunas explicaciones preliminares, se procedería a enviar fotografías en un código binario que usase, por ejemplo, 1 para el negro y 0 para el blanco. Toda ETI capaz de detectar el mensaje seguramente sería capaz de imaginarse cómo leer la matriz, y de este modo se podría transmitir rápidamente enormes cantidades de información.

Pero, ¿tienen ojos las ETIS? Parece probable. Un órgano sensible a las ondas electromagnéticas es con mucho el medio más eficiente para que un ser inteligente haga el examen de su entorno. En la Tierra, por ejemplo, el ojo ha evolucionado independientemente tres veces: en los vertebrados, los insectos y los moluscos. Un pulpo tiene excelentes ojos, sin embargo la evolución los creó en forma totalmente independiente de los de insectos y vertebrados. Y aunque las ETIS no tuviesen ojos y explorasen su mundo mediante otros sentidos, una fotografía compuesta de dos tipos de celdas también sería significativa cualesquiera que fuesen los sentidos que se usen. Un cubo tiene la misma estructura al tacto de una persona ciega que a los ojos de quien puede ver.

Aunque las ondas de radio son, con mucho, el mejor modo de tomar contacto con ETIS, a varios científicos se les ocurrió que valdría la pena añadir un mensaje visual a los Pioneer 10 y 11 cuando fueron lanzados en 1971 y 1972. Estas naves espaciales ya han tomado fotografías espectaculares de Júpiter. Después de fotografiar Saturno, el año próximo, abandonarán el Sistema Solar para viajar durante eones, como las naves Voyager por la galaxia. Cada Pioneer lleva una placa metálica diseñada por Sagan. Lleva una imagen de un hombre y una mujer desnudos dibujados por la esposa de Sagan, Linda, así como información básica sobre nuestro Sistema Solar. Fue el primer mensaje visual lanzado desde la Tierra al espacio.

Cuando la NASA pidió a Sagan que preparase un mensaje más elaborado para los Voyagers, prometió condensar en él toda la información que pudiese. Su primer paso fue pedir el consejo de distinguidos asesores, entre ellos Morrison, que fue el iniciador de todo, y tres escritores de ciencia-ficción: Isaac Asimov, Arthur Clarke y Robert Heinlein.

El mensaje de los Voyagers finalmente tomó la forma de un disco de cobre bañado en oro con una cubierta de aluminio con instrumentos para tocar. Es un mensaje auditivo, no visual. Sagan no se hace ninguna ilusión sobre la probabilidad de que las ETIS intercepten las naves y pongan el disco. Las probabilidades son infinitesimales. Pero el mensaje de los Voyagers estará a disposición de los terrícolas (primero en el libro que comentamos, luego como disco), de modo que su principal función está en las relaciones

públicas: despertar en la gente la expectativa de contacto con ETI y atenuar la violenta conmoción cultural que seguramente se producirá si se hace tal contacto.

*Murmullos de la Tierra* es una elocuente descripción de esta grabación, de cómo se hizo, por qué se hizo y de lo que contiene. Linda Sagan escribió un encantador ensayo sobre el aspecto más débil del disco, una sección en la que se envían saludos fútiles en casi sesenta lenguas. Birmania pregunta «¿están ustedes bien?». El mensaje de Indonesia es: «Buenas noches, damas y caballeros. Adiós. Os veremos la próxima vez.» Turquía dice: «Queridos amigos de habla turca, que los honores de la mañana sean para vosotros.» China: «Amigos del espacio, ¿cómo estáis? ¿Habéis comido ya? Venid y visitadnos, si tenéis tiempo.» (¿Para comernos?)

Delegados de la Comisión del Espacio Exterior de las Naciones Unidas también grabaron saludos. El delegado francés leyó un poema de Baudelaire. El delegado australiano decidió hablar en esperanto. El delegado nigeriano dijo: «...como probablemente sabéis, mi país está situado en la costa oeste del Continente de África...»

Kurt Waldheim, Secretario General de la ONU, leyó una declaración diciendo que «entramos en el Universo buscando sólo paz y amistad». Si somos capaces de decir esto, a la luz de nuestra historia, ¿no debemos cuidarnos de declaraciones similares de las ETIS? El mensaje de Jimmy Carter dice de la Tierra que «se está convirtiendo rápidamente en una sola civilización mundial» y expresa la esperanza de que algún día «nos incorporemos a una

comunidad de civilizaciones galácticas». Un extraño mensaje para tratarse de un baptista evangélico que, si acepta la profecía del Nuevo Testamento, debe creer con Billy Graham que nuestro mundo empeorará cada vez más hasta que finalmente —para Billy, ¡pronto!— la historia del mundo terminará con el trueno y el rayo del Segundo Advenimiento y el derrocamiento final de Satán.

Fue juicioso que Sagan y sus amigos no pusiesen nada en el disco sobre las principales religiones —no había modo de incluir a una de ellas sin las otras—, pero, ¿era jugar limpio omitir toda mención de las guerras, el hambre, las enfermedades, los crímenes y la miseria terrenales? ¡Nada de inquisiciones, progroms, holocaustos ni Hiroshima y Nagasaki! El único mérito que puedo discernir en esta decisión es que nos alertará para lapsus similares en caso de que empecemos a recibir mensajes. Las ETIS pueden considerarnos un estorbo, como nuestros colonos consideraban a los indios nativos, u organismos de un rango inferior que pueden ser sacrificados para obtener alguna proteína deseada, como nosotros matamos las tortugas para obtener aceite destinado a cremas de belleza.

Sir Martin Ryle, Real Astrónomo de Inglaterra, se opuso vigorosamente a que se enviase cualquier tipo de mensaje al espacio. Pero, como han dicho a menudo Sagan y Morrison, las distancias entre nosotros y las ETIS probablemente más cercanas son tan grandes que casi no hay posibilidad alguna de contacto personal. Una «cuarentena cósmica» asegura sólo el diálogo a distancias prudentes. También, como señala Drake, nuestra presencia ya ha sido anunciada a las ETIS por la esfera en

expansión de nuestras transmisiones de radio y radar, y por el calor infrarrojo generado por nuestra tecnología. Esto brinda, desde luego, otros modos para que podamos detectarlos. También nosotros podemos escuchar indiscretamente.

El disco de Sagan lleva en forma auditiva 116 imágenes que ETIS avanzadas no deben tener ninguna dificultad en reconstruir. Todas están en el libro acompañados de un ensayo de Jon Lomberg. La primera imagen es sencillamente un círculo, una sagaz sugerencia de Morrison para mostrar a las ETIS que han dado con el modo apropiado de formar las imágenes. El resto son fotografías, en su mayoría perfiles en blanco y negro, aunque algunos son en color. Las fotos en color están registradas en separaciones rojas, azules y verdes que pueden ser superpuestas para dar una gama completa de colores. Las fotografías fueron seleccionadas cuidadosamente para representar aspectos tan diversos de la Tierra como nuestros planetas acompañantes, el ADN, la división celular, la anatomía humana, la concepción, el nacimiento, los ríos, las dunas de arena, las flores, los animales, las casas, las ciudades, las fábricas, los puentes, los coches, los trenes, los aviones y otras cosas corrientes. La mayoría del disco está dedicado a los sonidos y la música. Ann Druyan escribe sobre los sonidos: terremotos, volcanes, el trueno, el viento, las rompientes, la lluvia, los grillos, las ranas, los pájaros, las hienas, los elefantes, los perros, los chimpancés, ballenas, pasos, latidos, risas, llanto de niños y hasta un beso que por órdenes estrictas de la NASA fue heterosexual. La sección de música, examinada por Timothy Ferris, incluye veintisiete obras y

dura noventa minutos enteros. Bach, Mozart, Beethoven y Stravinski representan a los clásicos occidentales. Louis Armstrong toca «Blues Melancólicos». Hay canciones de pigmeos, tambores africanos, flautas de bambú japonesas, gaitas y otras formas de música étnica.

Nadie espera que los Voyagers lleguen a ETIS hasta dentro de algunas decenas de millones de años; aun entonces las naves pueden pasar inadvertidas por planetas habitados. Sin embargo, en su epílogo Sagan pone una nota más optimista. Hay una estrella Enana Roja, llamada AC 79 3888, a la que una nave puede llegar dentro de sólo 60.000 años. Cuando un Voyager esté a punto de abandonar el Sistema Solar, podemos hacer un ajuste que lo dirija hacia esa estrella. Podría haber planetas que podrían tener vida inteligente, y ellos podrían...

El último libro de Nigel Calder, *Naves espaciales de la Mente* (Viking, 1978), está escrito desde un punto de vista que es casi el opuesto de Sagan. No es que sea un entusiasta de explorar el Sistema Solar, desembarcar astronautas en Marte y fundar colonias en el espacio. Es sólo que Sagan ha concentrado su atención en SETI, CETI y ETI, en el supuesto de que las ETIS están realmente allí fuera. Puede sorprender al lector que haya un cuerpo creciente de respetables opiniones científicas para las que las ETIS pueden no estar allí en absoluto.

Para empezar, algunos astrónomos, descontentos con los modelos aceptados sobre la historia del Sistema Solar, están considerando nuevos modelos en los cuales los planetas, nuevamente, son

excepcionales. En segundo lugar, la mayoría de los biólogos están convencidos de que la vida es imposible sin proteínas, y esto implica una gama muy estrecha de condiciones que deben darse en un planeta para que la vida pueda siquiera empezar. Finalmente, si la vida se inicia, consideran su evolución en la Tierra como una sucesión de sucesos tan improbables que es grande la probabilidad contra el surgimiento de la inteligencia.

El físico John Wheeler ha llevado esta opinión hasta sus últimas consecuencias. En su visión cósmica, un número infinito de grandes explosiones se están produciendo constantemente en el «superespacio», y en cada explosión factores de azar producen diferentes constantes físicas. Como resultado de esto, cada universo tiene su peculiar conjunto de partículas y leyes matemáticas coherentes. En la mayoría de estos universos, no es posible la formación de soles, y menos aún la de planetas. El universo tiene que estar «finamente armonizado» para permitir la existencia de planetas, y más aún para permitir la vida. Para Wheeler, surgen miles de millones de universos sin vida. Puesto que no contienen seres que los «observen», en un sentido berkelyano —que Wheeler, Eugene Wigner y unos pocos físicos más creen fundado en la mecánica cuántica— ni siquiera existen. (En la medida de mi conocimiento, Wheeler y Wigner nunca han seguido al obispo Berkeley en la restauración de la existencia de objetos inobservados permitiendo que Dios los observe<sup>50</sup>.) Cuando los factores de azar

---

<sup>50</sup> Que muchos cosmólogos, incluido Einstein, son renuentes a aceptar un universo en explosión porque parece sugerir un Creador externo, mientras que los cosmólogos que creen en Dios reciben con entusiasmo la Gran Explosión, es la tesis de un agradable librito informal de



forman un universo que la permite, la vida apenas aparece en un planeta. «Son abrumadoras las probabilidades —escribió Wheeler en 1973— de que la Tierra sea el único asiento de la vida en el Universo.» Los cosmólogos han acuñado una nueva expresión llamada el «principio entrópico». Como lo explica el físico P. C. W. Davies en «El Universo Hecho a Medida» (*The Sciences*, mayo de 1978), la esencia del principio es que «observamos el mundo que observamos porque estamos aquí. Esto no pretende implicar que nuestra existencia *causa* el surgimiento de las características observadas, sino sólo que depende decisivamente de que hayan surgido». El aspecto más sorprendente del principio es que permite contestar a ciertos interrogantes sobre cosmología y microfísica considerando la naturaleza de la vida. En vez de preguntar qué tipo de vida puede evolucionar en un universo, invertimos la cuestión y preguntamos qué leyes de un universo nos permiten existir. ¿Por qué nuestras leyes son como son? ¡Porque si fuesen diferentes no estaríamos aquí para descubrirlas!

Nigel Calder, el principal divulgador científico de Inglaterra, revela en *Naves espaciales de la mente* que se adhiere a esta nueva concepción y, por lo tanto, se inclina a pensar que somos los únicos ETIS de la galaxia. Como admite Calder, es una opinión minoritaria, pero probablemente se fortalezca si resulta que Marte está totalmente desprovisto de vida y si no se detectan mensajes de radio

---

Robert Jastrow, *God and the Astronomers* [Dios y los astrónomos] (Norton, 1978). La tesis de Jastrow se ve debilitada por el hecho de que devotos teístas como Sir Arthur Stanley Eddington al principio hallaron desagradable la idea del universo en explosión, y de que muchos de los constructores de la cosmología de la Gran Explosión eran y son ateos. Mi opinión es que la cuestión de la existencia de Dios creador no es en modo alguno afectada por la verdad o falsedad de una u otra cosmología.

de las estrellas en las próximas décadas. Es divertido que el péndulo parezca volver a un punto de vista que era el dominante en el pensamiento occidental durante siglos, antes de que Bruno fuese quemado por (entre otras cosas) ¡sostener que el Cosmos abunda en mundos habitados!

*Naves espaciales de la mente*, basado en una serie de televisión que Calder presentó en la BBC, trata principalmente del gran salto de la humanidad al espacio no habitado. El libro examina lo que Calder llama las «Grandes Ideas» sobre este salto, las audaces extrapolaciones. ¿Construiremos pronto «máquinas de Santa Claus», fábricas automáticas del espacio que lleven materiales de la Luna, los planetas o los asteroides y los procesen para elaborar sustancias necesarias para una colonia espacial? ¿Construiremos en alguna fecha futura «esferas de Dyson» (propuestas por el físico Freeman Dyson), ciudades espaciales que se acumulen en un masivo caparazón alrededor de una estrella para aprovechar al máximo la energía de ésta? ¿Colonizaremos grandes asteroides, exploraremos las lunas de Saturno, iremos al encuentro de los cometas? ¿Obtendrán las naves espaciales un empuje económico mediante motores de iones que emitan átomos electrizados? ¿Desplegarán enormes velas de laminillas metálicas para captar la débil presión de la luz solar y viajar por el Sistema Solar?

Un capítulo del libro de Calder está dedicado a las Grandes Ideas de Gerard O'Neill, un ex físico de Princeton que ahora es el centro de un próspero culto espacial contracultural dedicado a la planificación de gigantescos establecimientos espaciales. Escribe libros, publica

un periódico y dirige talleres. El Palacio de Cristal es una de las ideas menores de O'Neill. Imaginemos una enorme construcción que se asemeje a una docena de ruedas de bicicleta apretadas dentro de un grueso cilindro para protegerse de los mortíferos rayos cósmicos. Dentro de los tubos hay atmósfera, suelo para granjas y viviendas para 6.000 colonos. Todo el complejo rota para generar una seudogravedad.

El libro de Calder está en la frontera entre la ciencia y la fantasía, pero no importa. Lo que me recordó mientras me maravillaba ante sus sensacionales ilustraciones fue la revista favorita de mi infancia, *Science and Invention* de Hugo Gernsback. Sus imágenes de la portada, en papel dorado para simbolizar la edad de oro de la ciencia, eran una alocada mezcla de aciertos y errores. Un gran error fue una maravillosa portada en la que se mostraba cómo era un marciano. Otras portadas eran sorprendentemente proféticas. Sospecho que dentro de cincuenta años el libro de Calder parecerá la misma extraña mezcla de aciertos y errores. Pero Calder conoce la ciencia, y entre las discusiones de planes extravagantes hay sólidos datos sobre el Universo y especulaciones bien fundadas sobre las temibles posibilidades que pueden presentarse si las presiones demográficas y las necesidades energéticas nos impelen a lo que O'Neill llama la Frontera Elevada.

Al final de *El Gran Gatsby*, F. Scott Fitzgerald imagina ese «momento encantado» en que los viejos marinos holandeses contuvieron el aliento en presencia del nuevo continente, «frente a frente por última vez en la historia con algo proporcionado a... la capacidad de

asombro [de la humanidad]». El párrafo está bellamente escrito, pero ¡cuán parroquial parece ahora! No culpemos a Fitzgerald de ignorancia científica. Todavía en 1931 un difundido texto de astronomía de Forest Ray Moulton ridiculizaba los cuentos sobre viajes a la Luna y Marte. «Sólo quienes no están familiarizados con las fuerzas físicas involucradas —escribía Moulton— creen que tales aventuras sobrepasarán alguna vez el ámbito de la fantasía<sup>51</sup>.»

*En el centro de las inmensidades* (Harper & Row, 1978), de Sir Bernard Lovell, el eminente radioastronomo británico, es el libro más erudito de los tres. Es esencialmente una historia de la cosmología, escrita con sabiduría y gracia, con un sólido conocimiento de la historia de la ciencia y la filosofía, y desde la perspectiva de la preparación de hoy para el Gran Salto de mañana. También Lovell se adhiere al principio entropico. Nuestra presencia en la Tierra, cree, es el resultado de sucesos que tienen probabilidad cercana a cero. «Parece que las probabilidades de la existencia del hombre sobre la Tierra en la actualidad, o de vida inteligente en cualquier parte del Universo, son pequeñísimas.» Hasta el ritmo de expansión del Cosmos tiene que ser exactamente el que es para permitir la vida.

*Si el ritmo hubiese sido menor en una cantidad casi insignificante en el primer segundo [después de la explosión primitiva], el Universo se habría desplomado mucho antes de*

---

<sup>51</sup> Los grandes filósofos no tienen bolas de cristal más claras que los grandes científicos. En una conferencia de 1934 sobre cosmología, Alfred North Whitehead decía: «Dentro de diez mil años quizá los hombres vayan a la Luna». (Esto fue informado por Joseph Gerhard Brennan en un ensayo sobre Whitehead aparecido en *American Scholar*, otoño de 1978.) Brennan añade: «Su cálculo erró por demasiado conservador».

*que hubiese podido producirse la evolución biológica. Y a la inversa, si el ritmo hubiese sido marginalmente mayor, la expansión habría alcanzado tales magnitudes que ningún sistema ligado a la gravitación (esto es, galaxias y estrellas) podría haberse formado.*

No estamos solos es el título de un libro sobre ETI del autor científico Walter Sullivan. *Estamos solos*, dicen Wheeler, Lovell y Calder. El mensaje del Voyager elaborado por Sagan sólo será oído por nosotros. ¿Quién tiene razón? ¿Es triste y desolador el resurgimiento de esta antigua idea o debemos recibirlo con júbilo? Yo no lo sé.

## Capítulo 23

### Siguiendo a Einstein

Con motivo del centésimo aniversario del nacimiento de Albert Einstein en ULM, los editores están ansiosos de aprovechar la ocasión. Cada mes aparece un nuevo libro que lleva su nombre. Los formatos varían. En un extremo está *El universo de Einstein*, desbordante de un arte llamativo, con información muy actualizada y ágiles exposiciones muy accesibles de conceptos difíciles. En el otro extremo está *Einstein* (Peebles Press, 1979), una traducción de una colección de 1986 de pedestres ensayos de científicos y autores franceses, el más eminente de los cuales es el conde Louis De Broglie, ganador del Premio Nobel por sus grandes contribuciones a la temprana mecánica cuántica.

El libro será útil para cualquiera que no esté familiarizado con la vida y la obra de Einstein; pero tanto es lo que se ha llegado a conocer sobre él desde 1966, y han ocurrido tantas cosas en la física y la cosmología, que hoy parece muy anticuado. Seguramente, toda persona interesada en la ciencia moderna sabe que, sencillamente mediante una profunda reflexión, el modesto joven Einstein llevó a cabo un estupendo salto de imaginación creadora que dio como resultado la mayor revolución en la física desde los tiempos de Isaac Newton.

«Newton, perdóname», escribió Einstein una vez. Aunque contradijo a Newton de muchos modos, su teoría de la relatividad absorbió las leyes de Newton, en el sentido de que se convirtieron en casos

especiales de una teoría más vasta y más compleja. El lector hallará todo esto expuesto esquemáticamente, y a veces técnicamente, en los ensayos de este volumen, junto con muchos de los detalles personales ahora familiares sobre el personaje: su pobre rendimiento como estudiante, los años que pasó como humilde empleado de la oficina suiza de patentes, su modestia, su humor, su sionismo, su pacifismo (temporalmente abandonado cuando urgió al gobierno norteamericano a iniciar los trabajos sobre la bomba atómica), sus distracciones, la monacal simplicidad de su vida, etc. También se incluyen cincuenta fotografías excelentes, desde la juventud hasta la vejez, algunas no publicadas antes.

En el ensayo de Hilaire Cuny, «Tal como lo Conocimos», las citas sobre la apariencia de Einstein dan origen a embarazosos extremos de adulación. Se dedican cinco páginas a la sublimidad de su rostro: «...la bondad de la expresión que rodea a todo su ser de una especie de dulzura radiante. Su nariz no es judía, sino grande y carnosa. La severa estructura ósea que se suaviza cerca de la boca, en el mentón, se convierte, francamente, en femenina por su apariencia. Nunca he visto una cabeza como la suya». Tales loas sentimentales llegan al máximo en el tributo de Ben Gurion: «Su rostro se asemeja al de Dios». Einstein habría estallado en carcajadas ante esta observación.

Un día, nos cuenta Cuny, Einstein y su amigo Charles Chaplin «propusieron hacer una enorme fogata con los billetes de banco y las posesiones materiales de todo el mundo, y hacer que todos los pueblos formasen una ronda a su alrededor para celebrar su

liberación». Uno puede fácilmente imaginar a Einstein haciendo tal sugestión en broma —ningún científico de su eminencia tenía menos respeto por el dinero y el derroche ostentoso—, pero, ¿Chaplin? Uno se pregunta de dónde sacó Cuny esta absurda anécdota.

Para mí, el capítulo más interesante del libro es «El Filósofo-Científico» de François Russo. Es el único colaborador que trata de una manera no superficial la mayor disputa intelectual en la historia de la física moderna: la discusión entre Einstein y Niels Bohr.

En la teoría cuántica, la causalidad y el determinismo de la física clásica son reemplazados por un formalismo matemático en el que la naturaleza toma las decisiones —sobre la base del puro azar— cada vez que se mide una partícula. Como consecuencia de ello, la mecánica cuántica abunda en paradojas que torturan la mente en un grado mucho mayor que la relatividad. Einstein no podía creer, como decía a menudo, que Dios (entendía por esto la deidad panteísta de Spinoza) juegue a los dados con el Universo. Era su convicción que la mecánica cuántica es «incompleta». Aceptaba totalmente sus notables logros y su coherencia interna, pero estaba convencido de que no era la última palabra.

Para atraer la atención sobre su desconfianza de la teoría cuántica, en 1935 Einstein y dos colaboradores, Boris Podolky y Nathan Rosen, publicaron un famoso artículo titulado «¿Puede la Descripción de la Realidad Física por la Mecánica Cuántica ser considerada Completa?». El artículo describía un experimento



imaginario que se conoció como la paradoja EPR, por las iniciales de los nombres de sus autores. Su sutil argumentación es demasiado técnica para explicarla aquí —ni siquiera Russo intenta hacerlo—, pero parece demostrar que, en ciertas condiciones, la información obtenida midiendo una partícula en una parte del Universo se transmite instantáneamente a una partícula «correlacionada» que puede estar a años-luz de distancia y sin ninguna relación causal espacio temporal con la partícula medida. Bohr respondió a Einstein ese mismo año, y en 1949 nuevamente discutieron el tema en un volumen de ensayos en honor a Einstein.

Varios capítulos de la colección que comentamos adoptan una posición sobre este histórico debate, posición que era común en 1966. Einstein es pintado como un genio que revolucionó la física en su juventud, pero más tarde se comportó exactamente como los tempranos opositores a la relatividad. «En esto probablemente demostró una debilidad común a todos los hombres —escribe Roger Nataf—, la de negarse a cambiar sus conceptos después de llegar a cierta edad.»

Russo lo dice del siguiente modo: «Einstein quizá no tenía el coraje intelectual que le permitió en su juventud superar los conceptos y hábitos mentales por entonces considerados indiscutibles... Fueron Bohr y sus discípulos quienes tuvieron tal coraje esta vez.» El viejo Einstein es retratado como una figura bastante triste y solitaria, aislado de sus colegas a causa de su descabellada oposición a la nueva física.

En verdad, Einstein estaba aislado de la corriente principal de la física teórica en sus últimos años, pero una de las razones de que este libro sea anticuado es que desde 1966 la paradoja de EPR repentinamente se ha convertido en uno de los temas más candentes de la física. Nuevos resultados de laboratorio basados en el teorema de Bell (un resultado teórico obtenido por J. S. Bell) han agudizado la paradoja de EPR y la han hecho más misteriosa que nunca. La interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica (el enfoque de Bohr y sus amigos) mientras tanto ha caído bajo el fuego graneado de muchos jóvenes físicos que comparten la sospecha de Einstein de que algo —nadie sabe exactamente qué— está radicalmente equivocado.

Si al mismo tiempo no parece posible ir más allá de la teoría cuántica del modo que Einstein esperaba, no podemos culparlo por no conocer los resultados obtenidos después de su muerte. El punto esencial es que está surgiendo un respeto nuevo por su intuición sobre los mágicos sucesos, aparentemente absurdos, que se producen en el ámbito de las interacciones de partículas.

Hay unos pocos divertidos lapsus de traducción en *Einstein*, como el que supone de François Le Lionnais que escribió: «Contrariamente a lo que el público piensa, Einstein no fue un gran matemático, sino esencialmente un físico...» (tal vez sea un error de imprenta). Pero en conjunto el texto inglés parece correcto.

Mi principal queja es que los autores no tuvieron la oportunidad de revisar sus ensayos a la luz de tres tendencias recientes: un fantástico aumento en el número de experimentos que confirman

vigorosamente la teoría general de la relatividad, estimulando nuevos desarrollos en la cosmología que están estrechamente relacionados con la relatividad; y las últimas especulaciones —por ejemplo, la teoría del *twist or* de Roger Penrose— sobre la posibilidad de ir más allá de la mecánica cuántica, hasta un plano de comprensión más profundo.

Russo cuenta que una vez, cuando alguien acusó a Einstein de haber perdido la apertura mental de su juventud, éste respondió: «Un buen chiste no debe ser repetido demasiado a menudo». El «chiste» es repetido demasiado a menudo en este libro. Carecía de interés ya cuando Einstein vivía, y especialmente ahora que los físicos sonríen mucho menos de lo que solían hacerlo ante la animadversión de Einstein hacia la idea de que Dios jugase a los dados.

## Capítulo 24

### Cómo no hablar de la matemática

¿En qué sentido, precisamente, existen los universales (como lo azul, el bien, lo vacuno, lo cuadrado y lo ternario)? Para Platón, son cosas trascendentes, independientes del Universo. Aristóteles conviene en que están fuera de las mentes humanas, pero los expulsa del cielo de Platón para hacerlos inseparables del mundo. Durante la Edad Media, los nominalistas y conceptualistas desplazaron los universales del mundo externo al interior de las cabezas humanas.

En la filosofía de la matemática, de la que se ocupa principalmente *The Mathematical Experience* (Birkhäuser, 1980), esta antigua controversia sobre los universales toma la forma de especulaciones sobre lo que significa decir que abstracciones como el número tres, un triángulo o un conjunto infinito «existen», y el problema concomitante de qué significa decir que un teorema sobre estos objetos ideales ha sido «demostrado». No nos atasquemos en las diferencias técnicas y ambiguas entre escuelas como el logicismo de Bertrand Russell, el formalismo de David Hilbert y el constructivismo (o intuicionismo) de L. E. J. Brouwer. Todas estas escuelas son vivamente discutidas, junto con muchos otros temas matemáticos fundamentales, en el libro de dos distinguidos autores, los matemáticos Philip Davis y Reuben Hersh. Consideremos, en cambio, la cuestión más importante que trasciende a todas las

escuelas. ¿Tienen las estructuras matemáticas una existencia independiente de las mentes humanas?

Es fácil caricaturizar lo que los matemáticos quieren significar cuando se llaman a sí mismos realistas. Ciertamente, no suponen (dudo si Platón lo suponía) que, si nos transportáramos a algún ámbito remoto, veríamos objetos luminosos flotando alrededor de lo que reconoceríamos como pi, la raíz cuadrada de menos uno, los conjuntos transfinitos, los círculos puros, etc.; no símbolos o modelos, sino los mismos universales impolutos. Los realistas quieren significar algo menos exótico. Quieren significar que, si todas las mentes inteligentes del Universo desaparecieran, el Universo seguiría teniendo una estructura matemática y, en cierto sentido, hasta los teoremas de la matemática pura seguirían siendo «verdaderos». En su último micronivel (si lo tiene) el Universo puede no ser más que estructura matemática. La «materia» en cierto modo desaparece en el micronivel, dejando sólo estructuras. Decir que estas estructuras no tienen ninguna realidad fuera de las mentes es dar un gigantesco paso hacia el solipsismo; pues, si usted se niega a poner las estructuras fuera de la experiencia humana, ¿por qué debe ponerlas fuera de su experiencia de usted?

Para un realista matemático, un árbol no sólo existe cuando nadie lo mira, sino que sus ramas tienen una estructura de «árbol» aunque ningún teórico de grafos las observe. Y no sólo eso, sino que también cuando dos dinosaurios se encuentran con dos dinosaurios, hay cuatro dinosaurios. En este cuadro prehistórico, « $2 + 2 = 4$ » estaba exactamente representado por los animales, aunque

fuesen demasiado estúpidos para saberlo y aunque no hubiese allí seres humanos para observarlo. Los símbolos para esta igualdad, obviamente, son creaciones humanas, y nuestros conceptos mentales de dos, cuatro, más e iguales son por definición dependientes de la mente. Si se considera que la estructura matemática sólo significa lo que está dentro del cerebro de los que hacen matemáticas, es tan trivial decir que toda matemática es dependiente de la mente como lo es definir el sonido como un fenómeno mental y luego proclamar que la caída de un árbol no hace ningún ruido cuando nadie lo oye.

Afortunadamente, los científicos, los matemáticos y la gente común raramente habla de este modo. Se da por sentada la existencia de un mundo externo matemáticamente ordenado. Todavía no he encontrado un matemático dispuesto a afirmar que si la especie humana dejase de existir, la Luna ya no sería esférica. Sospecho que Davis y Hersh no dirían esto, pero el problema de su libro es que no aclaran por qué.

Aunque hay indicios de la perspectiva filosófica de los autores en todo el libro, no es formulada explícitamente hasta la penúltima página:

La matemática no es el estudio de una realidad ideal, preexistente y no temporal. Tampoco es como un juego de ajedrez, con símbolos y fórmulas inventados. Más bien, es la parte de los estudios humanos que es capaz de lograr un consenso similar a la ciencia...

*La matemática tiene un objeto de estudio, y sus afirmaciones tienen significado. Pero su significado ha de hallarse en la*

*comprensión compartida de los seres humanos, no en una realidad externa no humana. A este respecto, la matemática es similar a una ideología, una religión o una forma de arte; trata de significados humanos, y sólo es inteligible en el contexto de la cultura. En otras palabras, la matemática es un estudio humanístico. Es una de las humanidades.*

Davis y Hersh no niegan que los conceptos matemáticos sean objetivos, en el sentido de que están «fuera de la conciencia de cualquier persona», pero no están fuera de la conciencia colectiva de la humanidad. Los matemáticos no descubren, cosas preexistentes, intemporales, como pi y los dodecaedros; las construyen. Pero una vez construidas, pueden ser estudiadas del mismo modo que los astrónomos estudian a Saturno. Del consenso de la cultura, adquieren una permanencia de estructura que no puede ser alterada por los caprichos de los matemáticos, individualmente.

¿Qué hemos de hacer con esta visión conceptualista extrema? Todo lo que los matemáticos hacen forma parte de la cultura, ciertamente, por la sencilla razón de que todos los seres humanos forman parte de la cultura. Pero hablar como si los objetos matemáticos no fuesen más que objetos culturales es adoptar un lenguaje que rápidamente se vuelve embarazoso porque es extraño al lenguaje ordinario. Es como afirmar que todos los pájaros son rosados y luego distinguir entre el rosa de los cardenales y el rosa de los cuervos. El conceptualismo en matemáticas ejerce su mayor atracción sobre los antropólogos y sociólogos, que tienen intereses

creados en dar a la cultura la suprema importancia<sup>52</sup>. Es también un lenguaje que atrae a los historiadores, psicólogos y filósofos que no pueden resignarse a hablar de nada que trascienda la experiencia humana.

Los realistas matemáticos evitan este lenguaje por una variedad de razones, una de las cuales es su obvia torpeza para explicar algunas cosas de las que todo el mundo sabe que son verdaderas. Por ejemplo, ¿por qué los teoremas matemáticos se adecúan tan exactamente al Universo que tienen un enorme poder explicativo y poder predictivo? Los autores llaman la atención sobre el conocido artículo de Eugene Wigner «La Irracional Efectividad de la matemática en las Ciencias Naturales». Para quien no es realista, esta efectividad es realmente un impresionante misterio. Y si los conceptos matemáticos no tienen ningún asiento fuera de la cultura humana, ¿cómo ha logrado la naturaleza producir tal ilimitada profusión de bellos modelos de objetos matemáticos: órbitas que son curvas de secciones cónicas, copos de nieve, líneas costeras que siguen el modelo de curvas fractales, moléculas de carbono tetraédricas, etcétera?

Si las entidades matemáticas no son más que productos culturales, cabría esperar que culturas independientes elaboren leyes de la aritmética y la geometría muy diferentes. Pero no es así. Los sistemas numéricos pueden diferir en su base notacional, pero, por supuesto, ésta sólo es una diferencia en el modo como se simbolizan

---

<sup>52</sup> Véase la Parte I, Capítulo 5, para mi evaluación del artículo del antropólogo Leslie White, «El lugar de la Realidad Matemática» que defiende el mismo enfoque cultural de la matemática adoptado por Davis y Hersh, y por Morris Kline en el libro mencionado en la nota 5, más adelante.



los números. Si los teoremas de la geometría son creados, no descubiertos, ¿por qué ninguna cultura ha hallado conveniente suponer que el cubo de la hipotenusa de un triángulo rectángulo es igual a la suma de los cubos de los otros dos lados? ¿Quién puede creer que en algún planeta distante seres inteligentes han construido un mapa plano de cinco regiones, donde cada parte tiene una parte común de una frontera? La mera existencia de matemáticos extraterrestres pondría inmediatamente algunos objetos matemáticos fuera de la cultura humana, pero aun aquí, sobre la Tierra, ¿son los monos conscientes, aunque sea oscuramente, de la diferencia entre una bola y un cubo, y entre uno y dos plátanos? Por supuesto, si uno cree en un Dios que sabe todo lo que se puede saber, entonces todos los objetos matemáticos no sólo están «allí fuera», más allá de las costumbres, sino que también están allí lejos.

Para los realistas, el progreso matemático, como el progreso científico, mezcla la creatividad con el descubrimiento. Newton nunca habría tenido la fantástica idea de que él había inventado la ley de la gravitación, o Einstein la absurda creencia de que había inventado la ley  $E = MC^2$ . Hay un sentido obvio en el que los científicos crean teorías, pero hay un sentido igualmente obvio en el que las teorías penetran en las cámaras secretas de lo que Einstein gustaba llamar el Viejo. Einstein no imponía sus ecuaciones al Universo. El Viejo imponía sus ecuaciones a Einstein.

¿Qué gana el conceptualista hablando como si el carácter espiral de Andrómeda fuese proyectado sobre la galaxia por la experiencia

humana? Por supuesto, si tal carácter espiral es definido como un concepto enteramente mental, entonces, el carácter espiral no puede estar «allí fuera». Pero ¿qué astrónomo, al ver una fotografía de una galaxia recientemente descubierta, exclamaría: ¡Qué asombroso! Cuando miro esta fotografía, percibo ese encantador carácter espiral impreso en mi cerebro por la experiencia compartida de mi especie. No es que haya nada contradictorio en tal lenguaje. Rudolf Carnap pudo demostrar, en su obra *La estructura lógica del mundo*, que un lenguaje fenomenológico que nunca fuese más allá de la experiencia humana es capaz de expresar el mismo contenido empírico que cualquier lenguaje realista, pero él rápidamente optó por el realismo como el único lenguaje útil para la ciencia.

Es también el lenguaje más eficiente para la mayor parte del discurso matemático. Aunque yo soy un realista imperturbable (por razones emocionales), estoy de acuerdo con la aplicación de Carnap de su «principio de tolerancia» a las diversas escuelas de la filosofía matemática. La elección de un lenguaje para hablar de la matemática no es tanto una cuestión de cuál lenguaje es el «correcto» (en lógica, decía Carnap, no hay moralidad) como de cuál lenguaje es más conveniente en un contexto determinado. Con referencia al libro que comentamos, el contexto no es una discusión técnica sobre los frágiles fundamentos de la teoría de conjuntos. Como los autores aclaran en el prefacio, el libro es un intento de dar a los no profesionales una idea de aquello de lo que trata la matemática.

Ningún matemático vacila en hablar de «pruebas de existencia» relativas a objetos, aunque en ninguna parte sigan el modelo, o se sepa que siguen el modelo, del mundo externo. Y la mayoría de los matemáticos, aun los muy grandes, creen que tales objetos son independientes de la mente humana, aunque no existen, claro está, del mismo modo que existe Marte. El año pasado Robert Griess, H., construyó un grupo simple finito llamado el «Monstruo». Tiene  $808.017.424.794.512.875.886.459.904.961.710.757.005.754.368.000.000.000$  elementos, cada uno de los cuales es una matriz de  $196.883$  por  $196.883$  números. Griess prefiere llamarlo «El Gigante Amigo de la  $196.883^a$ . Dimensión», porque es un grupo de simetría del embalaje de hiperesferas idénticas en un espacio de  $196.883$  dimensiones. No hay nada equivocado en concebir el Gigante Amigo como compuesto por Griess como Mozart componía una sinfonía, pero tampoco hay nada erróneo en concebir al Gigante como algo que ha existido tan intemporalmente como un número primo, esperando a ser descubierto.

Los artistas pueden pintar lo que quieran; pero si un matemático ruso hubiese construido el Monstruo antes que Griess, tal grupo habría tenido exactamente las mismas propiedades que el grupo de Griess. Un conceptualista puede explicar esto, pero no sin usar un lenguaje curioso y farragoso al mismo tiempo. Da vis y Hersh, abrumados por los misterios de los conjuntos infinitos y la moderna teoría de la prueba, han elegido un lenguaje de considerable valor para analizar los oscuros fundamentos de la matemática, pero sólo

sirve para confundirnos a nosotros, gente común, cuando se lo aplica a toda la matemática.

Estrechamente relacionado con el antirrealismo de Davis Hersh está su ataque a la infalibilidad del razonamiento matemático. La mayoría de los filósofos han hallado útil distinguir la matemática de las ciencias empíricas diciendo que la matemática puede probar cosas de modos que los científicos no pueden hacer. El conocimiento de que toda ciencia es falible (creo que fue el realista matemático Charles Peirce el primero que aplicó el término «falibilismo») se remonta a los antiguos escépticos griegos y todos los científicos y filósofos modernos la dan por sentada. (No es una doctrina puesta de relieve por vez primera por Karl Popper, como afirman implícitamente los autores en la página 345.)

Este falibilismo se sigue inmediatamente de la ausencia de toda razón lógica por la que una ley natural no pueda cambiar mañana. La ciencia no tiene ningún modo de establecer hechos, leyes o teorías como no sea asignándoles lo que Carnap llama grados de confirmación y Popper gusta llamar grados de corroboración. La línea divisoria entre esta verdad sintética corregible (basada en la observación del mundo) y la verdad analítica infalible (basada en la coherencia en el uso de las palabras) puede no ser tan tajante como pensaba Hume, pero es una distinción demasiado útil para arrojarla por la borda. «Hay tres pies en una yarda» evidentemente no es el mismo tipo de afirmación que «Marte tiene dos lunas».

Ahora bien, una gran parte de la matemática es analítica; y donde lo es no hay ningún peligro en hablar de certidumbre. La verdad de  $2 +$

$2 = 4$  no depende (como afirmaba John Stuart Mili) del placentero hecho de que dos dedos más dos dedos hacen cuatro dedos. Se sigue del modo como son definidos los términos en un sistema formal que construye los números enteros. Davis y Hersh dedican varias páginas a casos en los que la adición aritmética no se aplica: por ejemplo, una taza de leche sumada a una taza de palomitas de maíz no dan dos tazas de la mezcla. Ningún realista negaría la afirmación de los autores de que «no hay ni puede haber ninguna sistematización amplia de todas las situaciones en las que es apropiado sumar». En la teoría de la relatividad, para dar otro ejemplo, la adición de velocidades relativas no obedece a las leyes comunes de la aritmética.<sup>53</sup>

Pero de la mala aplicación de la matemática al mundo no se sigue que no haya pruebas infalibles en la matemática pura. Sobre este punto, los argumentos de Davis y Hersh son descuidados. Un buen ejemplo de esto lo vemos en la página 326, donde hablan del teorema de Euclides de que los ángulos de un triángulo suman dos rectos. Esto, declaran, la geometría euclidiana ha «demostrado que es falso». Una mejor manera de decirlo —pues es lo que realmente quieren decir— es que en una geometría no euclidiana formal el

---

<sup>53</sup> En una entrevista publicada en *Omni* (junio de 1981) Kline comete el mismo error de confundir la certeza de un sistema formal con la incertidumbre de su aplicación a la naturaleza. Preguntado si podía concebir un álgebra que violase las reglas de la aritmética, Kline respondió:

Puedo concebir varias. Tome un cuarto de litro de agua a cuarenta grados y mézclelo con otro cuarto a cincuenta grados. ¿Obtiene dos cuartos a noventa grados? No. Se acerca más a cuarenta y cinco grados. De modo que no puede usted decir que voy a sumar cuarenta y cincuenta y automáticamente obtengo noventa. Depende de la situación física. Kline, Davis y Hersh, claro está, comprenden cabalmente la distinción entre su sistema formal y su aplicabilidad, pero esto no es la cuestión. El quid es que la falibilidad en la aplicación de un sistema formal a la naturaleza en modo alguno introduce la incertidumbre en el sistema.

teorema es falso. Pero en el sistema euclídeo sigue siendo verdadero para todos los mundos posibles (no contradictorios) porque expresa una tautología que se sigue de los axiomas y reglas del sistema. No dice nada en absoluto sobre la estructura del espacio físico.

Borrar la distinción entre verdad analítica y verdad sintética (como han hecho Willard Van Orman Quine y otros) es borrar la diferencia entre las ciencias empíricas y las matemáticas. Un pintoresco esfuerzo reciente en esta línea es una monografía llamada *Pruebas y refutaciones*<sup>54</sup>, del filósofo húngaro Imre Lakatos, quien murió repentinamente en 1974 de un tumor cerebral. Las fogosas andanadas de Lakatos contra la certidumbre matemática, ciertamente, han adquirido un séquito cultural, especialmente entre los científicos sociales. Davis y Hersh dedican un capítulo a este excéntrico libro, que ellos consideran brillante, abrumador y una obra maestra de razonamiento complejo y erudición histórica.

Por fascinante que sea este libro de Lakatos, mi opinión es que Davis y Hersh exageran mucho sus méritos. Lakatos fue discípulo de Popper. Impresionado por la visión de la ciencia de Popper como un cuerpo creciente de conjeturas que se modifican constantemente, *Pruebas y refutaciones* trata de demostrar que el progreso matemático sigue un similar curso en zigzag. El libro ha sido calificado de más popperiano que Popper. Más tarde, Lakatos y Popper se enfrentaron en el problema de la inducción. (La ácida lengua de Lakatos lo llevó a reñir con casi todo el mundo.) El lector

---

<sup>54</sup> Imre Lakatos, *Proofs and Refutations*, ed. a cargo de John Worrall y Elie Zahar (Cambridge University Press, 1976). [Edición castellana de Alianza Editorial, *Pruebas y refutaciones*, 1978.]

verá la baja opinión que tiene Popper de Lakatos vigorosamente detallada en *La filosofía de Karl Popper*<sup>55</sup>, donde contesta a la contribución de Lakatos a esa antología.

Ahora bien, es muy cierto, como subrayan Davis y Hersh, que los matemáticos raramente usan el razonamiento deductivo para crear teoremas. Primero tienen una corazonada. Luego, como los científicos, hacen experimentos (en sus cabezas o en el papel) y buscan pruebas de que la corazonada es correcta. (El hecho de que puedan ensayar con dibujos y descubrir elegantes teoremas no es fácilmente justificable en un lenguaje no realista.) Es improbable que este proceso de tanteo quede reflejado en sus artículos. Como Davis y Hersh nos recuerdan, sólo después de que una demostración publicada ha hallado la aprobación de los pares se la llega a aceptar. A veces, como en el caso del famoso teorema del mapa de los cuatro colores, una prueba es considerada válida durante años hasta que alguien hace un agujero deductivo en ella.

Recientemente, el teorema de los cuatro colores fue demostrado con la ayuda de un computador, pero la demostración se halla enterrada en tal masa de impresos de computadora que se necesita otra computadora para verificarlo. Davis y Hersh tienen razón, creo yo, al negar que este recurso a los computadores añada un nuevo elemento empírico a la matemática. Muchas pruebas, especialmente en teoría de grupos, son tan horrendamente complejas que la posibilidad de error humano se hace grande. Decir que tales pruebas pueden no ser válidas no es diferente, en principio, de decir

---

<sup>55</sup> *The Philosophy of Karl Popper*, ed. a cargo de Paul A. Schilpp (Open Court, 1974).

que los mortales pueden equivocarse cuando hacen una división larga a mano o con un ábaco. Que las camareras cometen errores cuando suman las cuentas no implica que las leyes de la aritmética sean corregibles, o que los geómetras deben seguir tratando de trisecar el ángulo.

El libro de Lakatos adopta la forma de un entretenido diálogo entre un maestro y sus discípulos. Primero el maestro de la ingeniosa prueba de Cauchy, usando la teoría de grafos, de la famosa conjetura de Euler de que el número de vértices de un poliedro, menos el número de lados más el número de caras es igual a dos. Así, para un cubo:  $8 - 12 + 6 = 2$ . Esta fórmula con su prueba aparentemente rigurosa, es luego refutada por los estudiantes, quienes muestran un zoológico de «monstruosos» contraejemplos. Consideremos un cubo con otro cubo más pequeño pegado en el centro de una cara. El número de vértices es 16, los lados 24 y las caras 11. Poniendo estos valores en la fórmula de Euler, se obtiene:  $16 - 24 + 11 = 3$ . ¿Destruyó esto la prueba de Cauchy?

No. Euler y Cauchy suponían que un poliedro está conectado simplemente (topológicamente, como una bola), con caras que no se intersectan y que son polígonos simplemente conectados (topológicamente, como un círculo). Lakatos se expresa como si Cauchy, en caso de que alguien le hubiese mostrado el monstruo formado por el cubo-sobre-cubo, se habría dado una palmada en la frente y habría exclamado: «¡Qué tonto soy! La fórmula de Euler es falsa». Pero la fórmula no es falsa. La cara que rodea a la base del cubo menor es un polígono con un agujero cuadrado, y por ende el



sólido no es lo que Cauchy entendía por un «poliedro». Y lo mismo para los otros monstruos: poliedros con caras que se intersecan, poliedros unidos por los lados o por los vértices, poliedros con túneles o espacios huecos interiores, etc. En una nota al pie, Lakatos habla de la «incapacidad de Cauchy de imaginar» un poliedro que no sea topológicamente equivalente a una bola, ¡como si este eminente matemático francés no pudiese concebir un cubo con un agujero cuadrado en él!

Lo que ocurrió históricamente tiene poca semejanza con la historia deformada que esboza Lakatos en notas aparentemente eruditas. Los matemáticos sencillamente generalizaron las fórmulas de Euler para otro tipo de sólidos; y, puesto que este proceso común continúa, se ha ampliado el significado de términos como polígono y poliedro. La generalización constante, con las inevitables modificaciones del lenguaje, es más característica del crecimiento matemático que las revisiones forzadas por descuidos o pruebas falsas. El descubrimiento de los números irracionales no demolió las pruebas de que todos los enteros son pares o impares, ni el descubrimiento de cuaternios invalidó las leyes conmutativas de la aritmética. Ambos descubrimientos simplemente impulsaron el proceso social de ampliar el modo como los matemáticos decidieron usar la palabra *número*.

Lakatos sabía estas cosas obvias. De hecho, las expresan los estudiantes en su diálogo. Mas parece pensar que la moraleja final de este libro —la fórmula de Euler sólo es válida para poliedros «eulerianos»— es de algún modo una acusación contra el

formalismo. Pero esto es todo lo que el formalismo es. Para un formalista, un teorema sólo es válido dentro de un sistema formal en el que es válido.

Aunque la historiografía de Lakatos, como dice Gerald Holton, es «una parodia que pone los pelos de punta», su libro quiere señalar el modo desmañado y errante en que avanza la matemática, como la ciencia. En cuanto a proporcionar algún indicio de que las demostraciones son sospechosas, el libro está fuera de propósito. Las demostraciones, naturalmente, son falibles en el sentido pragmático, y se hacen ambiguas y controvertidas cuando se las aplica a objetos tan extraños como los conjuntos transfinitos. Los matemáticos cometen errores, y las demostraciones a menudo son ingenuas, incompletas o simplemente erróneas. Las pruebas complicadas nunca son totalmente formalizadas, a causa de los costes de impresión y los límites de tiempo, espacio y energía.

Además, gracias a la obra de Kurt Gödel (cuyo realismo platónico era extremo), sabemos que en todo sistema formal bastante complicado como para incluir la aritmética, hay teoremas que no pueden ser demostrados dentro del sistema. La estructura de un ladrillo puede tener, en verdad, propiedades matemáticas que nunca pueden ser incorporadas completamente a un sistema deductivo. Nada de esto afecta a la concepción del realista de que el ladrillo y sus propiedades son independientes de las mentes humanas y de que allí donde las demostraciones son suficientemente simples como para ser formalizadas, se las puede considerar «ciertas» de un modo que no se aplica a ninguna afirmación de las ciencias empíricas.

Muchos aspectos de *La Experiencia Matemática* merecen grandes elogios. Contiene discusiones, a menudo muy técnicas, de temas que no se encuentran habitualmente en libros para los lectores que no son profesionales. Los autores describen hábilmente la monumental tarea de clasificar los grupos finitos simples, tarea completada después de que el libro fue a la imprenta. Realizan un excelente trabajo con la famosa conjetura de Riemann, aun no demostrada. Hay admirables capítulos sobre la teoría no cantoriana de conjuntos y el análisis no estándar.

El libro salta mucho de un tema a otro, pero este efecto de rayuela era inevitable, pues muchos de los capítulos son extractos de artículos publicados anteriormente, algunos de Davis solo, otros de Hersh solo, otros de ambos y otros aun de uno de ellos en colaboración con algún otro. Excelente es el capítulo sobre el análisis de Fourier de Reuben y Phyllip Hersch. No es el menor de los méritos de este libro el contener muchas fotografías de matemáticos cuyos rostros son poco conocidos aun para la mayoría de los profesionales.

En mi opinión, *La Experiencia Matemática* es un libro estimulante, perjudicado a causa de la preferencia por un modo anticuado de hablar de las matemáticas que recientemente se ha puesto de moda en algunos círculos matemáticos<sup>56</sup>, pero que me parece tan

---

<sup>56</sup> Véase, por ejemplo, el libro de Morris Kline *Mathematics: The Loss of Certainty* (Oxford University Press, 1980), que adopta el mismo punto de vista antropocéntrico extremo que el libro de Davis y Hersh. Toda la matemática, nos dice Kline, es una «creación puramente humana, todas las leyes de la lógica son producto de la experiencia humana, y hoy la creencia en el esquema matemático de la naturaleza parece inverosímil». ¿No hay ningún esquema matemático en la naturaleza? Mi mente siente vértigo ante el desacierto de esa afirmación.

inapropiado en un libro dirigido a legos que origina más confusión que luz. Es posible rascarse el oído izquierdo con la mano derecha, pero, ¿por qué molestarse en hacerlo?

### ***Postscriptum***

Mi recensión provocó gran cantidad de correspondencia en pro y en contra. La siguiente carta de Robert Farrell, de la Trovi University, Bundoona, Victoria, Australia, apareció en el número del 21 de enero de 1982 de la New Yorker Review of Books:

*Las críticas de Martin Gardner al conceptualismo matemático que encontró en La Experiencia*

*Matemática de Davis y Hersh suenan a verdaderas. Este tipo de conceptualismo concuerda con las diversas «filosofías» que matemáticos —y científicos— adoptan, no como resultado de la argumentación y la reflexión, sino como, una sospecha, un medio de aludirlas. Se puede comprender que matemáticos y científicos hallen típicamente que la indagación filosófica de sus disciplinas distraigan la atención, aunque desean que no disfracen su irritación o mera falta de interés como una «filosofía» rival.*

*El conceptualismo, aunque se adhiere a él para tapar problemas, se enfrenta, como señaló correctamente Gardner, con problemas propios. Lo más notable es la incapacidad del conceptualismo para dar una explicación convincente del papel que tiene la matemática en la ciencia y la tecnología de éxito Si*

---

Estoy en completo acuerdo con las críticas de Ernest Nagel, expresadas en su recensión limitada (New York Review of Books, 6 de noviembre de 1980) de este peculiar libro.

*la matemática sólo es una creación conceptual o cultural humana, ¿cómo es que difiere de modo tan sorprendente de otras creaciones humanas semejantes en ser aplicable a la realidad? El conceptualismo no tiene ninguna respuesta; nos pone frente a un misterio. Gardner seguramente tiene razón, también, en pensar que parte de la atracción del conceptualismo reside en el horror a «hablar de nada que trascienda de la experiencia humana».*

*Gardner ataca el conceptualismo en nombre del realismo matemático, la concepción según la cual «si todas las mentes inteligentes del Universo desaparecieran, el Universo seguiría teniendo una estructura matemática y, en cierto sentido, hasta los teoremas de la matemática pura seguirían siendo verdaderos.» No discutiré aquí la corrección o incorrección de tal enfoque; pero una cosa segura es que el realismo matemático no es tan fácil de descartar como pretenden los conceptualistas. Los comentarios de Gardner sobre Davis y Hersh indican por qué.*

*Desgraciadamente, después de hacer tan buena tarea en nombre del realismo, Gardner procede a deshacerla. Justamente cuando uno llega a pensar que ha presentado fuertes argumentos a favor del realismo matemático, se encuentra con que Gardner se adhiere a su «imperturbable» realismo principalmente por razones emocionales; el otro único fundamento que declara para ser realista es la «eficiencia» del lenguaje del realismo. Gardner considera la disputa entre*

*realistas y conceptualistas como una disputa que no debe ser dirimida por los elementos de juicio y la argumentación, sino por la elección. Toma a Rudolf Carnap como su guía filosófico, y moldea su concepción de la matemática de acuerdo con la concepción que atribuye a Carnap de las teorías rivales de la realidad física: «Rudolf Carnap pudo demostrar, en su obra *La estructura lógica del mundo*, que un lenguaje fenomenológico que nunca fuese más allá de la experiencia humana es capaz de expresar el mismo contenido empírico que cualquier lenguaje realista...» Carnap no demostró ninguna cosa semejante; a lo sumo esto fue lo que trató de demostrar. La mayoría de los filósofos posteriores —el mismo Carnap se incluyó entre ellos más tarde— han considerado que fracasó en este intento. (La actitud metafísicamente tolerante de Carnap, dicho sea de paso, se ajusta más bien a las concepciones de Carnap de 1950, tales como fueron expresadas en su ensayo «*Empirismo, Semántica y Ontología*».)*

*El realismo matemático de Gardner parece bastante imperturbable, pues no tiene más valor filosófico que el conceptualismo imperturbable de algún otro, quizá también defendido por «razones emocionales».*

*El realismo de Gardner sufre otra derrota cuando él, más adelante en su recensión, nos informa que la matemática, en particular la geometría euclidiana, es analítica; esto es, los teoremas de la geometría euclidiana son verdaderos solamente en virtud de sus estructuras lógicas y de los significados de los*

*términos que hay en ellas. De acuerdo con Gardner, la geometría euclídea no puede ser errónea —aunque muchos han pensado que lo es— porque sus teoremas son «tautologías lógicas», sin contenido. Pero si los teoremas geométricos —y en general los teoremas matemáticos— carecen de contenido, ¿en qué queda el «realismo» matemático de Gardner? Un genuino realista de la geometría pensará que trata de puntos, líneas, planos, etc. Si el realista quiere que la geometría sea necesariamente verdadera, la necesidad tendrá que provenir de otra parte que no sea la analiticidad. La tolerancia carnapiana de Gardner de diversas geometrías sólo es otro síntoma de antirrealismo más profundo, que afecta a su concepción de toda la matemática.*

*La cuestión de si el realismo matemático es correcto o no sólo se resolverá si, ante todo, uno tiene claro lo que es, y, segundo, si tiene claro cuáles son los criterios para resolver tales cuestiones. Toda persona interesada en la cuestión hará bien en ignorar todas las «razones emocionales» de una clase u otra, y examinar la obra de quienes la han abordado teniendo en cuenta esos dos desiderata; a esas personas les recomiendo el reciente libro de Hartry Field *Ciencia sin números*, un impresionante —y bastante técnico— intento de responder a la cuestión por la negación, aunque no en favor del conceptualismo, sino de una versión de Hilbert del formalismo.*

Mi réplica (publicada en el mismo número) fue la siguiente:

*Robert Farrell tiene razón al regañarme por decir que Carnap «pudo demostrar». Debía haber dicho: «creyó que podía demostrar». Pero Farrell se equivoca al afirmar que Carnap más tarde abandonó su «tolerancia metafísica» hacia los lenguajes rivales del fenomenalismo y el realismo, o hacia los lenguajes rivales para hablar sobre los fundamentos de la matemática.*

*Der Logische Aufbau der Wel (La Estructura Lógica del Mundo, que en adelante llamaré el programa del Aufbau) fue la primera obra importante de Carnap. El mismo Carnap la consideró como nada más que un esbozo tentativo de programa. Pronto reconoció sus muchos defectos y se convirtió en su más severo crítico. El principal error del Aufbau, declara en su prefacio de 1961 a la segunda edición, fue basar el programa en una sola relación primitiva (la similaridad) en vez de una multiplicidad de relaciones. Pero siguió convencido de que su tesis de la «reducibilidad de los conceptos de cosas a conceptos autopsicológicos sigue siendo válido».*

*El programa del Aufbau de Carnap fue recogido por Nelson Goodman en su libro La estructura de la apariencia, y más tarde defendido vigorosamente en su contribución a The Philosophy of*

*Rudolf Carnap (edición a cargo de P. A. Schilpp, 1963). Goodman arguye que el carácter incompleto del lenguaje fenoménico no va contra él en mayor medida que la incapacidad de trisecar un ángulo va contra la geometría euclidiana. Igualmente ajeno a la cuestión es la acusación de que un*



*lenguaje fenoménico es epistemológicamente falso, porque el lenguaje no está destinado a decir nada sobre un mundo externo. Goodman concluye que los errores de Carnap eran «serios, poco originales y útiles».*

*En su comentario favorable al artículo de Goodman y publicado en el mismo volumen, Carnap no dejó ninguna duda de que consideraba la elección entre un lenguaje fenoménico y el lenguaje realista como basada sólo en la «decisión práctica» relativa a cuál lenguaje es el más eficiente. El fenomenalismo es rechazado porque «es un lenguaje absolutamente privado que sólo puede ser usado para el soliloquio, pero no para la comunicación común entre dos personas».*

*Si se toma el realismo como una tesis ontológica, escribe Carnap, entonces él no es realista. Pero «si se entiende 'realismo' como una preferencia por el lenguaje realista [el término que usa Carnap para un lenguaje sobre cosas materiales, observables] sobre el lenguaje fenoménico, entonces yo también soy realista». Carnap nunca abandonó esta neutralidad metafísica, y no puedo comprender por qué Farrell parece pensar que sólo se aplica al Carnap de 1950.*

*El problema del «realismo» con respecto a las entidades de la matemática pura es una cuestión en un todo diferente, pero tampoco aquí Carnap abandonó nunca su «principio de tolerancia». Cuando Farrell dice: «Un genuino realista de la geometría pensará que trata de puntos, líneas, planos, etc.», no sé qué es lo que quiere decir. La geometría euclidiana fue*

*formalizada por Hilbert y otros como un sistema no interpretado. Una interpretación es tomar sus símbolos como una representación de puntos, líneas, planos, etc. abstractos. Aun así, se está todavía dentro de un sistema formal que no dice nada sobre el mundo de «allí fuera». Para llegar a ese mundo, uno debe aplicar lo que Carnap llamaba reglas de correspondencia que relacionen tales conceptos ideales como puntos y líneas con estructuras físicas observadas.*

*En la medida en que la geometría se aplica el mundo externo, pierde su certeza. Por la misma razón, es necesariamente verdadera cuando se abandonan sus significados empíricos. Estoy seguro de que Farrell quiere decir algo importante en el párrafo sobre esto, pero qué es exactamente lo que quiere decir se me escapa. No conozco el libro que Farrell recomienda, de modo que no puedo comentarlo.*

La idea de que no hay ninguna realidad matemática fuera de las mentes humanas parece atraer intensamente a algunos autores contemporáneos que consideraban favorablemente las religiones orientales. He aquí, por ejemplo, un pasaje del libro de Robert Pirsig *Zen and the Art of Motorcycle Maintenance* (Morrow, 1974).

*Las leyes de la naturaleza son invenciones humanas, como los fantasmas. Las leyes de la lógica y de la matemática también son invenciones humanas. Todo es una invención humana, incluso la idea de que no es una invención humana. El mundo no tiene existencia alguna fuera de la imaginación humana. Es todo un fantasma, y en la Antigüedad era reconocido como un fantasma todo el bendito mundo en que vivimos. Está gobernado por fantasmas.*

Contrástese esto con el realismo platónico defendido por G. H. Hardy en su *Apología del matemático*:

*Una silla o una estrella no es en modo alguno lo que parece ser; cuanto más pensamos en ella, tanto más borroso se hacen sus contornos en la bruma de sensaciones que la rodean; pero «2», o «317», no tiene nada que ver con las sensaciones, y sus propiedades resaltan más claramente cuanto más minuciosamente lo examinamos. Puede ser que la física moderna se adapte mejor a un marco de filosofía idealista; yo no lo creo, pero hay eminentes físicos que lo afirman. La matemática pura, en cambio, me parece una roca sobre la que se funda todo idealismo: 317 es un número primo, no porque nosotros lo pensemos o porque nuestras mentes estén configuradas de un modo y no de otro, sino porque es así, porque la realidad matemática está hecha de este modo.*

El realismo de Hardy es compartido, ciertamente, por la mayoría de los matemáticos profesionales, incluidos los que trabajan en fundamentos de la matemática. Para asegurarme de que esta opinión mía no es parcial, telefoneé a mi amigo Raymond Smullyan, experto en sistemas formales que también es taoísta. Mi primera pregunta fue: «¿se considera usted un realista?». Me respondió: «por supuesto». Mi pregunta siguiente fue: «entre los principales especialistas actuales en teoría de conjuntos que están realizando una labor creadora en ese campo, ¿de cuántos diría usted que son antirealistas?». Smullyan respondió: «casi de ninguno».

William James, en su libro *El significado de la verdad*, defiende una concepción de la matemática que la considera dependiente de la mente muy similar a la de Davis, Hersh y Kline. Perjudica a la obra el hecho de que James sólo tenía escasos conocimientos de matemáticas; nunca escuchó las instancias de su amigo Charles Peirce a que dedicase tiempo al estudio de la disciplina<sup>57</sup>. Por ejemplo, en apoyo de la idea de que aun las lógicas son hechas por el hombre, James dice de Boole y Jevons que crearon diferentes lógicas, sin comprender que Boole y Jevons sólo propusieron diferentes sistemas de notación para la misma lógica. Sin embargo, pese a tales errores, James hizo una buena defensa del enfoque cultural de la matemática que fue compartida por F. C. S. Schiller y (creo) John Dewey.

Las verdades de la ciencia y la matemática aún no verificadas son lo que James llama «verdades dormidas». El milésimo decimal de pi, por ejemplo, «duerme» en el mundo de las relaciones geométricas, aunque «nadie pueda nunca calcularlo». Por supuesto, duerme también en el mundo de la aritmética, donde pi es el límite de una serie de fracciones; o más bien debería yo decir que «dormía»,

---

<sup>57</sup> F. C. S. Schiller, el principal pragmatista de Inglaterra, sabía casi tan poco de matemáticas como James. En el capítulo 19 de *Lógica práctica* (1930), una enorme confusión resulta de no distinguir la certidumbre de la aritmética abstracta de la incertidumbre de la aritmética aplicada. Lo peor es que parece pensar que las leyes de la aritmética varían según la notación usada:

Es fácil ganar una victoria dialéctica sobre la irreflexiva aserción de que  $2 + 2 = 4$  absoluta e incondicionalmente. Pues a cuánto asciende la suma depende de la escala de notación que elijamos. De ordinario usamos 10. Pero en la escala de 4,  $2 + 2 = 10$ , que también sería la suma de  $7 + 5$  en la escala de 12. Además, cada uno de estos resultados es tan verdadero y necesario en su contexto como  $7 + 5 = 12$  en la notación decimal.

porque hoy se conoce el milésimo decimal de pi. Hoy habría que hablar, digamos, del milmillonésimo dígito decimal de pi.

Hay abrigos y zapatos, escribe James, que van bien a espaldas y pies aunque todavía no hayan sido hechos. «Del mismo modo, incontables opiniones se adecúan a realidades, e incontables son válidas, aunque ningún pensador las piense nunca.» Esto incluye a incontables hechos y leyes científicas, aunque James no lo menciona.

Para el anti-pragmatista, continúa James, estas relaciones dormidas son las fundamentales. Para el pragmatista, ellas son «estáticas, impotentes y relativamente espectrales» hasta que se verifiquen en la experiencia humana. Para un jamesiano, el milésimo decimal de pi era un fantasma que no adquirió realidad plena hasta que alguien lo calculó. «Atribuir un grado superior de virtud a [una verdad no verificada] parece poco más que un culto perverso a la abstracción.»

Lo que James parece sostener aquí es que, si bien hechos del mundo y hasta teoremas de la matemática pura existen de algún modo vago antes de ser descubiertos, tan pronto como entran en la experiencia humana adquieren una realidad más vigorosa. Puedo imaginar pocas tareas filosóficas menos gratificantes que la de defender la opinión de que el planeta Neptuno se hizo más real después de que la humanidad se enteró que existía, o de que un gigantesco número primo se vuelve más real cuando se demuestra que es primo.

Por supuesto, Neptuno no existía como objeto conocido antes de ser descubierto, y nadie sabía que  $2^{44497} - 1$  es un número primo hasta 1979; pero estas afirmaciones son insípidas tautologías. Obviamente, nada es conocido por una mente hasta que una mente lo conoce. El problema de un lenguaje pragmático que limita la plena realidad a la experiencia humana es que hay excelentes razones pragmáticas para no adoptar tan extraña manera de hablar.

## Capítulo 25

### ¡Eureka!

¿Cómo los genios creadores producen grandes obras de arte o inventan grandes teorías científicas? La respuesta de la mayoría de los filósofos es: no sabemos. El acto creador es un misterio, un salto a través de un abismo que la razón no puede salvar.

David N. Perkins, un psicólogo de Harvard, piensa de otro modo. Como su mentor, Herbert Simón, uno de los pioneros en el campo de la inteligencia artificial, cree que el acto creador no difiere esencialmente de la solución ordinaria de problemas, y que lentamente se está empezando a comprender la «heurística» implicada en la creatividad. Cuando el proceso sea finalmente comprendido, debe ser posible (aunque Perkins no entra en este aspecto de las ideas de Simón) programar computadores para que inventen teorías científicas, quizás hasta de crear grandes obras de arte. El propósito de *The Mind's Best Work [El mejor trabajo de la mente]* (Harvard University Press, 1981) es desmitificar ambos tipos de creatividad.

Es un libro encantador, fácil de leer y lleno de desconcertantes «experimentos personales» y acertijos para el lector que ofrecen penetrantes visiones del pensamiento creador. Es un libro valioso porque resume bien los resultados de investigaciones recientes y destrona una variedad de mitos favorecidos.

El mito más difundido es que la creatividad es espontánea y no racional. Arquímedes cavila sobre un problema, algo en su

inconsciente se enciende y da un salto de la bañera gritando: “¡Eureka!”. Tales chispazos existen, pero son raros y se los suele exagerar. Poincaré resuelve un difícil problema en el instante de subir a un autobús. Darwin y Wallace repentinamente piensan ambos en la selección natural mientras leen a Malthus. Los versos de «Kubla Khan» se le ocurren a Coleridge en su sueño de opio. Pero, ¿podemos confiar en los recuerdos de estos hombres? Perkins arguye que no. Más a menudo la exclamación, “¡Ajá!”, sólo es un estallido de satisfacción, experimentada cuando se ha obtenido una solución después de una larga lucha mental, como el júbilo del montañista cuando finalmente llega a la cumbre. Siempre que el proceso de pensamiento es examinado inmediatamente después de llegar a una solución, escribe Perkins, «nunca he oído hablar de una visión completamente caída del cielo».

Perkins ve el acto creador como el resultado de un tedioso proceso de búsqueda a través de posibilidades que involucran tanto el razonamiento como la emoción. En el caso de las artes, hay un compromiso entre el «cierre prematuro» (expresión psicológica que significa abandonar demasiado pronto) y la continuación de una búsqueda durante tanto tiempo que supone una pérdida de éste. Los grandes artistas saben que nunca alcanzan la perfección. En vez de «maximizar», hacen lo que Simón llama «satisfacer». Se detienen cuando una obra de arte es razonablemente buena. Sólo los artistas menores, como han demostrado algunos estudios, juzgan una obra única en su perfección. Los artistas mayores admiten de buena gana que sus productos (poemas, novelas,



pinturas, sinfonías, etc.) pueden ser modificados sin perjuicio. Y Perkins es particularmente efectivo en disminuir la importancia de muchas de las insensateces actuales sobre los méritos de la inspiración genial y la presunta influencia de los lados izquierdo y derecho del cerebro sobre la creatividad.

Luego, por la mitad del libro, ocurre algo extraño, aunque Perkins no parece notarlo. El acto creador empieza a volverse misterioso de nuevo. Se nos dice que las personas creadoras no son estúpidas, pero que más allá de cierto nivel de inteligencia, los cocientes de inteligencia superiores no tienen nada que ver con la creatividad. Se nos dice que buscar una solución es más que un rutinario someter a prueba todas las combinaciones de ideas, pero precisamente cómo la mente creadora estrecha la búsqueda es algo que permanece en la oscuridad. Se nos dice que los programas para enseñar la creatividad han sido singularmente infructuosos. «Creo que he visto a la gente mejorar... con la heurística en mi enseñanza», escribe Perkins, pero no está seguro. «La heurística funciona, en cierto modo...» Ingeniosos testes para medir las habilidades creadoras no logran hacerlo. Los intentos de hallar un perfil de personalidad común a los individuos creadores han logrado poco más que aislar unas pocas características obviamente vinculadas con la creatividad: independencia de opinión, disposición a usar enfoques no comunes, etc. (Perkins termina su libro con esta metáfora: corte una manzana por la mitad de la manera equivocada y se sorprenderá de ver una estrella de cinco puntas.)

En el último capítulo, bajo el título «Para Resumir», Perkins registra catorce puntos que expresan «en qué parece consistir la creación». Por desgracia, son perogrulladas. Punto 1: «Crear es el proceso por el cual un hacedor logra un producto creador». Punto 4: «Es útil considerar la creación como un proceso de selección entre los muchos resultados posibles: ordenamientos de palabras, fórmulas, pigmentos sobre una superficie, etc.». ¿Quiere escribir un gran poema? Encuentre las palabras apropiadas. ¿Quiere esculpir una gran estatua? Desbaste todo el mármol en exceso. ¿Quiere inventar una gran teoría científica? Descarte las fórmulas erróneas.

Lea usted el libro para divertirse. Léalo para ver qué están haciendo los psicólogos. No espere aprender mucho sobre cómo la mente realiza sus mejores labores. Mi propia opinión es que la creatividad opera de modo muy diferente en diferentes situaciones. Creo que el mayor error de Perkins fue tratar de abarcar dentro de un solo libro una investigación sobre la creatividad en la ciencia y las matemáticas y la creatividad en las artes. Es como escribir una sola monografía sobre cómo cocinan los grandes *chefs* y cómo juegan al ajedrez los grandes maestros.

El «resumen» final es éste: los psicólogos están haciendo un trabajo interesante, pero están muy lejos de comprender la creatividad suficientemente bien como para enseñar a una persona o un computador cómo escribir una bella melodía.

## Capítulo 26

### La vida y el cubo de Rubik

Una de las grandes sorpresas del juicio sobre creacionismo y ciencia de Arkansas, en diciembre de 1981, fue la aparición como testigo clave contra la evolución darwiniana, de Chandra Wickramasinghe, un distinguido astrofísico del University College de Cardiff, Gales. Más sorprendente aún fue su revelación de que él y su más eminente colaborador, el astrónomo británico Sir Fred Hoyle, ambos ex incrédulos en lo concerniente a un dios creador de la vida, están ahora convencidos de que tal dios existe. Y no sólo eso, sino que la existencia de un creador se puede demostrar mediante la matemática, con una probabilidad mayor que  $10^{40\ 000}$  (1 seguido de 40.000 ceros) a 1.

Hoyle y Wickramasinghe han escrito un pintoresco libro sobre todo esto, *Evolution from Space [Evolución desde el Espacio]* (Simón and Schuster, 1982). En una conferencia dada en la Roy al Institution en Londres, Hoyle hizo una sorprendente exposición de su revolucionaria nueva teoría <sup>58</sup>. Ya promete despertar más antagonismo que la cosmología —ahora abandonada— del estado estable de Hoyle, un modelo del Universo que defendió vigorosamente hasta que las pruebas a favor de una gran Explosión se hicieron abrumadoras.

---

<sup>58</sup> Esta conferencia, patrocinada por la revista Omni y pronunciada en la Royal Institution, Londres, el 12 de enero de 1982, está reimpresa en *Evolution from Space (The Omni Lecture), and Other Papers on the Origin of Ufe*, de Fred Hoyle (Enslow, 1982).

Hoyle y su amigo no niegan que la mayor parte de la vida sobre la Tierra, incluidos los seres humanos, evolucionó a partir de formas simples que aparecieron por primera vez en el planeta hace varios miles de millones de años. Lo que sostienen es que las leyes naturales no pueden explicar el origen de la vida y que la selección natural darwiniana no puede explicar su desarrollo.

Su argumentación es una forma matemáticamente compleja de la antigua prueba de la existencia de Dios por el diseño. Poned todas las partes de un reloj en un barril, reza una versión conocida, y podéis sacudir el barril hasta el día del juicio sin producir un reloj. La analogía favorita de Hoyle utiliza el cubo de Rubik. Dad un cubo desordenado a una persona con los ojos vendados, dejad que haga una movida al azar en cada segundo, y necesitará cien veces más tiempo que la edad de la Tierra para ordenar el cubo. La vida depende de largas cadenas de aminoácidos, y cada eslabón es seleccionado entre veinte aminoácidos. Los cálculos demuestran, informó Hoyle, que las probabilidades de formar una cadena típica combinando aminoácidos al azar son casi las mismas que las de ordenar el cubo de Rubik por giros al azar.

La teoría evolucionista clásica dice: dadas las dimensiones de los mares primitivos de la Tierra y millones de años para que las moléculas den vueltas por esta «sopa orgánica», las cadenas de aminoácidos podrían formarse por ciego azar solamente. De ningún modo, dice Hoyle.

Aunque usted suponga que todo el espacio es una sopa orgánica, el Universo es aún demasiado joven para hacer probable que las

necesarias cadenas de aminoácidos pudiesen haberse formado mediante una mezcla ciega. Además, las mutaciones al azar no pueden explicar en modo alguno la rapidez con que surgieron nuevas especies después de comenzar la vida sobre la Tierra.

Entonces, ¿cómo puede explicarse la vida? Debemos suponer, declara Hoyle, que una inteligencia dentro del Universo está dirigiendo la constante creación de microorganismos en el gas interestelar. Estos organismos andan por la galaxia en ondas de luz. Hace unos miles de millones de años algunos de ellos fueron llevados a la Tierra por cometas, según una teoría propuesta por Hoyle y Wickramasinghe en su libro anterior, *Nube vital*, y más recientemente defendida, en una forma un poco diferente, por Francis Crick en *La vida misma*<sup>59</sup>.

Pero esto es sólo la mitad de la historia. Para dirigir el curso de la evolución, la inteligencia ha estado durante miles de millones de años derramando microorganismos (quizás hasta insectos) sobre la Tierra, donde interaccionan con formas de vida para promover las grandes mutaciones necesarias para explicar los que parecen saltos repentinos en los registros fósiles. Las pequeñas mutaciones con errores de copia del ADN no hacen más que refinar una especie. El último gran salto, de los animales a los seres humanos, es tan

---

<sup>59</sup> Véase también la entrevista con Crick en *Omni*, marzo de 1982. La persona que lo entrevistó era David Rorvik, autor del libro *In His Image: The cloning of a Man* [A su Imagen: La Clonación de un hombre] (Lippincott, 1987). Todos los genetistas inmediatamente consideraron este libro como un fraude, pero sólo cuando Lippincott fue demandado por un biólogo británico, cuyo nombre Rorvik había explotado en el libro. Lippincott admitió públicamente que la descripción del libro de la clonación de un hombre era falsa. (Los detalles sobre el juicio y su solución al margen del tribunal se hallarán en *Discover*, junio de 1982, p. 12). *Omni*, desde luego, lo sabía todo sobre Rorvik cuando le encargó la entrevista, pero ¿lo sabía Crick?

enorme que Hoyle no puede concebirlo como el resultado de errores de copia de ADN. Dice que no hay modo alguno de que la lucha darwiniana por la supervivencia pueda explicar «el surgimiento de un Mozart, un Shakespeare o un Karl Friedrich Gauss».

A veces los virus del espacio exterior causan epidemias de gripe y otras enfermedades terribles, audaz hipótesis propuesta por Hoyle y Wickramasinghe en *Viajes del espacio* y en un libro anterior, *Enfermedades del espacio*. ¿Por qué una deidad permitiría el sufrimiento? O bien Dios quiere que suframos y por ende no es bueno, o Dios es incapaz de impedir el dolor y, por consiguiente, no es todopoderoso. Hoyle contesta estos argumentos, los más antiguos, a favor del ateísmo con una idea que se remonta a David Hume: en verdad, Dios es bueno, pero no es omnipotente. «El creador de la vida carbonosa —decía Hoyle— fue motivado por una dura necesidad, a partir de la cual la presente situación bien puede ser tan óptima como se podía lograr.»

Pero si una inteligencia interior a nuestro Universo dirigió todo esto, ¿mediante qué proceso surgió esta inteligencia? ¿Surgió de las acciones de alguna inteligencia ahora extinguida en un ciclo del Universo que precedió a la Gran Explosión, o de la acción de una inteligencia superior exterior al Universo? ¿Hay una jerarquía infinita de inteligencias? Hoyle no tiene respuestas para estas cuestiones trascendentales.

¿Qué puede decir un escéptico de esta última bomba del mayor disidente entre los astrónomos vivientes? Sobre las lagunas aparentes en el registro fósil, Stephen Jay Gould y otros

«puntuacionistas» (ninguno de los cuales es mencionado por Sir Fred) están proporcionando hipótesis plausibles. En cuanto al viejo argumento de que el ciego azar no puede explicar el origen de la vida, ¿quién imaginó alguna vez, como Isaac Asimov preguntó hace muchos años, que las moléculas se combinan por ciego azar? Volcad mil caramelos sobre una alfombra, y la probabilidad de que adopten bellas formas hexagonales es, en verdad, cercana a cero. Pero cuando cae nieve, se constituyen innumerables cantidades de estas formas.

Cuando eran agitadas por una energía externa, decía Asimov, las moléculas orgánicas en la sopa primigenia de la Tierra podían formar los ladrillos necesarios para la vida mediante la acción del «ciego azar». Sería un azar guiado por leyes naturales, leyes sobre las cuales se sabe tan poco todavía que nadie puede siquiera empezar a calcular sus probabilidades. Ni siquiera Hoyle.

### ***Postscriptum***

Mi reseña fue de la edición británica de *Evolución desde el espacio*. Cuando Simón y Schuster publicaron la edición de Estados Unidos, cubrieron todo el dorso de la sobrecubierta con extractos de la reseña tomados fuera de contexto y transmitiendo la impresión de que apruebo entusiastamente el libro. Considero esta acción moralmente reprobable.

## Capítulo 27

### El efecto Gribbin

*The Júpiter Effect Reconsidered [El Efecto Júpiter Reconsiderado]* (Vintage Books, 1982) es la última manifestación de un extraño fenómeno conocido como el efecto Gribbin. Este es el proceso por el cual irresponsables autores de libros sobre ciencia, con florecientes diplomas de doctores, pueden persuadir a editores ingenuos de que tienen algo valioso que decir.

¿Recuerda el lector el gran jaleo que hubo en marzo de 1982 acerca de una rara «alineación» de planetas que provocaría terribles terremotos? La causa de esta falsa alarma fue un libro de 1974, *El efecto Júpiter*, publicado por Walker, cuya nueva edición en rústica está en revisión. Sus dos autores, el astrofísico británico John Gribbin y el astrónomo norteamericano Stephen Plagemann, tenían impresionantes credenciales, ambos habían obtenido un doctorado en la Universidad de Cambridge.

He aquí cómo ponían fin a su original libro: «En 1982 'Cuando la Luna esté en la Séptima Casa y Júpiter se alinee con Marte' y con los otros siete planetas del Sistema Solar, Los Ángeles será destruida. La vinculación astrológica con el alborar de la era de Acuario puede o no ser una coincidencia; esto se halla fuera del alcance de este libro, que sólo contiene sólidos datos y razonamiento científicos».

El «razonamiento» del libro era el siguiente. En 1982 los nueve planetas se agruparían del mismo lado del Sol. Puesto que la



atracción de Júpiter sobre el Sol sería aumentada por los otros planetas, habría más elevadas mareas solares. Estas mareas aumentarían el número de las manchas solares. Las erupciones asociadas con las manchas intensificarían los vientos solares. Estos provocarían tormentas en la Tierra. Este movimiento de grandes masas de aire causaría ligeras alteraciones en la rotación de la Tierra, provocando la liberación de tensiones en la corteza terrestre, sobre todo a lo largo de la Falla de San Andrés, en California. La conclusión: en 1982 Los Ángeles experimentarían «el mayor terremoto conocido en las regiones pobladas de la Tierra en este siglo».

Esta tambaleante cadena de argumentos y los «sólidos datos» fueron hechos trizas por los científicos, quienes llamaron la atención sobre una sorprendente omisión. El libro no contenía imágenes de cómo se agruparían los planetas. Los lectores ingenuos supusieron naturalmente que esta alineación sería más o menos en línea recta. En realidad, en 1982 los nueve planetas se esparcieron por un sector nunca menor de 95 grados.

Gribbin y Plagemann tampoco revelaron que Júpiter es tan pequeño con respecto al Sol y tan lejano, que su gravedad eleva la superficie solar en alrededor de un milímetro. Si todos los planetas estuviesen en línea recta (que nunca lo están), su atracción sumada causaría una marea solar de menos de un décimo de pulgada. Puesto que el diámetro del Sol es de unos 1.384.000 kilómetros, y su superficie fluctúa constantemente arriba y abajo en ocho o nueve kilómetros, es difícil ver cómo una marea de un décimo de pulgada podría tener

mucho efecto sobre su turbulencia. (En su epílogo, Gribbin y Plagemann dieron el efecto de marea sumado de los nueve planetas como de 20 metros, pero cómo llegaron a esta absurda cifra sólo lo saben ellos y Júpiter.)

Había una laguna aún más extraña en el primer libro. Los autores no informaron de ninguna observación de anteriores agrupamientos planetarios para ver si estaban correlacionados con terremotos, el modo obvio de poner a prueba su excéntrica teoría. Jean Meeus, un conocido astrónomo belga, se tomó el trabajo de hacer la comprobación. No halló ninguna correlación pasada entre agrupamientos y terremotos, ni entre agrupamientos y manchas solares ni entre manchas solares y terremotos<sup>60</sup>. Nadie niega que la actividad solar afecta a la ionosfera o que las grandes tormentas tienen un minúsculo efecto sobre la rotación de la Tierra, pero el tipo de correlaciones necesarias para establecer el efecto Júpiter son tan inexistentes como las necesarias para dar apoyo a excéntricas teorías que relacionen las manchas solares con los períodos de auge y de quiebra económicos.

Cuando se hizo evidente que la actividad solar estaba llegando a un máximo en 1980, y no en 1982 como había predicho *El Efecto Júpiter*, Gribbin escribió un artículo sobre «El No-efecto Júpiter»<sup>61</sup>. Dijo llanamente: «Se ha demostrado que el libro estaba equivocado». Pero cuando él y su amigo empezaron a trabajar en su revisión de la

---

<sup>60</sup> Véase Meeus, «Comments on The Júpiter Effect», en *Icarus*, vol. 26, 1975, pp. 257-68, y «Planets, Sunspots and Earthquakes», en *Mercury*, julio-agosto de 1979, pp. 72-74. Ninguno de los artículos es mencionado por Gribbin y Plagemann en bibliografía de 33 «publicaciones clave» aparecidas desde la primera edición de su libro. En verdad, no mencionan ni un solo artículo crítico de su teoría.

<sup>61</sup> La retractación temporal de Gribbin apareció en *Omni*, junio de 1980.

edición en rústica, hallaron que su profecía «no era tan mala, después de todo». Habían cometido, dijeron, sólo un pequeño error. El período de máximas manchas solares había llegado dos años antes de lo que esperaban. Esto, confiesan, arroja dudas sobre la relación de la distribución de los planetas con las manchas solares, pero aún se niegan a descartar el efecto. ¿No se vio en 1980 una «oleada de actividad sísmica alrededor del mundo, incluyendo las erupciones del Monte St. Helens en una región del globo relacionada, en términos geológicos, con la Falla de San Andrés?». Una fotografía del Monte St. Helens en explosión está en la tapa de su nuevo libro. «El efecto Júpiter ocurrió —escriben—, casi como se pronosticó, pero se produjo casi dos años antes.» Desgraciadamente, la prueba de que las manchas solares están correlacionadas con la actividad volcánica es tan inexistente como la correlación con los terremotos.

Una de las más evidentes pifias de Gribbin y Plagemann fue su olvido del hecho de que las mareas solares aparecen simultáneamente en lados opuestos del Sol, así como la Luna provoca mareas en lados opuestos de la Tierra. Toda influencia planetaria sobre la actividad solar, por ende, sería igualmente grande cuando los planetas se agrupasen en lados opuestos del Sol. Como señala Meeus, el 16 de enero de 1901, los cuatro planetas gigantes (Saturno, Júpiter, Urano y Neptuno) estaban en lados opuestos del Sol dentro de una amplitud sumada de arco de sólo 25 grados, en comparación con los 60 grados de este año. Y 1901 fue un año de manchas solares mínimas.

Pero esperad. En su nuevo epílogo, Gribbin y Plagemann comunican otro gran descubrimiento. ¡Los períodos de actividad solar *mínima* también desencadenan terremotos! ¿No se produjo el último gran terremoto chino en 1976? Al manipular sus estadísticas, los autores toman en cuenta los terremotos producidos dentro de los dos años de un máximo. Súmense dos años a cada lado de un mínimo, y se abarcan ocho de los once años del ciclo medio de manchas solares. ¿Cómo se puede perder? Los períodos de terremotos de los máximos, la actividad volcánica de los máximos y las manchas solares de máximos y mínimos son como las depresiones económicas. Los límites son tan borrosos que, en una visión retrospectiva, un investigador hábil puede amañar casi cualquier cosa.

Como los antiguos profetas del juicio final, los autores ahora han adquirido una encomiable modestia. ¿Podemos esperar una calma sísmica hasta el próximo mínimo de manchas solares? «La respuesta no es enteramente clara. Pero una ojeada a la historia pasada y la punzante sospecha de que la próxima secuencia poco común de alineaciones planetarias debe tener algún efecto sobre el Sol cambiante, sugiere que la mejor respuesta es 'probablemente no'. Lo peor puede haber terminado; pero la paz y la calma pueden no haber llegado aún.»

En vista de tal vaguedad, ¿por qué los autores mantienen en su nueva edición la afirmación de que Los Angeles será destruida este año? ¿Puede ser que, si por pura coincidencia un temblor importante sacudiese a esta ciudad en 1982, ellos saben que nadie

se acordará de sus anteriores retractaciones y se harán mundialmente famosos?

Mientras tanto, Gribbin sigue produciendo obras sin ningún valor escritas para ganar dinero. Su peor libro desde *El efecto Júpiter* es *Deformaciones del tiempo* (1979). En éste explica cómo podemos algún día viajar a universos paralelos entrando y saliendo de agujeros negros, defiende la reencarnación, considera la percepción extrasensorial y la precognición como «probadas» y declara que los taquiones (partículas conjeturadas que van más rápido que la luz) tienen ahora el «peso de los elementos de juicio» en apoyo de su realidad. ¿Quién sabe qué extraña teoría escogerá luego Gribbin?<sup>62</sup> Cualquiera que sea, el lector puede estar seguro de que si escribe un libro sobre ella, el efecto Gribbin predominará y el libro hallará un editor dispuesto a publicarlo.

---

<sup>62</sup> Esta profecía se cumplió a fines de 1982 con la publicación por Pantheon de *El Enigma del Mono*, escrito por Gribbin y el autor británico sobre temas científicos Jeremy Cherfas. La mayor parte de los expertos en la evolución creen que los seres humanos y los simios divergieron a partir de un antepasado común hace de 15 a 20 millones de años. Arguyendo a partir de los datos genéticos, Gribbin y Cherfas sostienen que el antepasado común floreció hace 4,5 millones de años, aproximadamente. El *Efecto Júpiter Reconsiderado* lleva una nota del editor en la parte posterior diciendo que Gribbin pertenece al equipo editorial de *Nature*, pero no ha estado en *Nature* desde 1975. El y Cherfas son asesores de la revista inglesa *New Scientist*.

## Capítulo 28

### La causa contra el creacionismo

Después de que Clarence Darrow puso en ridículo a Williams Jennings Bryan en el juicio a Scopes en Tennessee, la mayoría de los científicos pensaron que la batalla sobre la evolución había sido ganada. Hoy, como consecuencia del resurgimiento del fundamentalismo, la monótona batalla se está librando nuevamente <sup>63</sup>, pero con una notable diferencia. Los fundamentalistas ya no sostienen que el creacionismo debe ser enseñado en las escuelas públicas sólo porque la Biblia lo afirma. Ahora quieren que se enseñe porque, dicen, es científicamente superior a la evolución.

Esto es absurdo, por supuesto. Los argumentos creacionistas son tan endebles que los científicos se inclinan a ignorar los nuevos ataques a la evolución como obra de chiflados. Philip Stuart Kitcher, un filósofo de la ciencia nacido en Londres y ahora en la Universidad de Vermont, ha escrito un libro (*Abusing Science: The Case Against Creationism [El ataque a la ciencia: la causa contra el creacionismo]*, MIT Press, 1982) que no sólo relata la triste historia sino que también brinda un resumen maravillosamente lúcido de

---

<sup>63</sup> Un Sondeo de opinión Gallup, de la que se informó en los periódicos el 29 de agosto de 1982, halló que el 44 por 100 del público norteamericano, alrededor un cuarto del cual está constituido por graduados universitarios, creen que Dios creó al hombre por un acto de voluntad en los últimos diez mil años. El 38 por ciento aceptan la evolución, inclusive la evolución del hombre, pero piensan que Dios guió el proceso. El 9 por 100 son evolucionistas que creen que Dios no intervino en el proceso, y el 9 por 100 no tienen ninguna opinión. Los protestantes, con mayor probabilidad que los católicos, interpretan el Génesis literalmente (creación en seis días solares), y esta concepción fundamentalista sólo ligeramente prevalece más en el norte y el oeste medio que en otras partes.

las pruebas a favor de la evolución y la abrumadora causa contra sus enemigos.

Aunque los oradores fundamentalistas son cada vez más estridentes cuando estigmatizan la teoría de la evolución como la obra de Satán, los líderes intelectuales del ataque son un pequeño grupo de hombres cuya ignorancia de la ciencia moderna es casi tan grande como la de los predicadores electrónicos. Algunos tienen doctorados, aunque principalmente en campos diferentes de la biología o la geología. El Dr. Henry M. Morris, que encabeza el Instituto para la Investigación de la Creación, en San Diego, es un ingeniero hidráulico. Su libro de 1974, *El creacionismo científico*, ha tenido enorme influencia. El Dr. Duane Gish es un bioquímico cuyo libro de 1979 *¿Evolución? Los fósiles dicen ¡no!*, golpea aún más duramente al orden establecido de la ciencia.

Morris y Gish ni siquiera están dispuestos a interpretar simbólicamente los días del Génesis y conceder a Dios miles de millones de años para estructurar el Cosmos. Todo el Universo, arguyen, probablemente sólo tiene miles de años de antigüedad, no millones, y mucho menos miles de millones; Dios creó todo en seis días solares ordinarios. Los métodos para datar rocas por la radiactividad y otras técnicas son arrojadas a un lado por considerarlas inútiles. ¿Y qué ocurre con las galaxias tan distantes que su luz tarda millones de años para llegar a la Tierra? Ningún problema. Dios creó el Universo con esta luz ya en camino.

Además, dicen los creacionistas, los fósiles son los registros de plantas y animales destruidos por el gran diluvio de Noé. ¿Por qué

esos registros parecen ordenados en el tiempo de lo simple a lo complejo? Porque, de acuerdo con los creacionistas, el ordenamiento es un engaño.

Los paleontólogos razonan en un círculo vicioso. Suponiendo la realidad de la evolución, datan los estratos por sus fósiles. Luego señalan el ordenamiento de los fósiles en el tiempo como prueba de la evolución. Les gusta citar afloramientos donde los fósiles están en orden inverso, y afirman que estas anomalías son embarazosas para los paleontólogos. Por el contrario. Como Kitcher pone en claro, los geólogos hallan en tales regiones pruebas concluyentes de fallas o pliegues de deslizamiento masivos que mezclaron los estratos, a veces volviendo literalmente los fósiles al revés.

*Abusing Science* hace algo más que explotar argumentos anticuados. Como filósofo interesado en el modo como la ciencia opera, Kitcher muestra bien cómo los creacionistas deforman las ideas de Karl Popper sobre el método científico y utilizan mal libros como *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas Kuhn. Es igualmente hábil para mostrar cómo los creacionistas persisten en citar fuera de contexto a Stephen Jay Gould y otros «puntuacionistas» (quienes creen que la evolución no es gradual como pensaba Darwin) para dar la falsa impresión de que hasta los expertos dudan ahora del hecho de la evolución.

Todo devoto de la ciencia marginal debería leer las páginas de Kitcher sobre Alfred Wegener, cuya teoría de la deriva continental fue rechazada durante largo tiempo por los geólogos. Los chiflados siempre citan esto como prueba de que los científicos ortodoxos se



oponen a las teorías novedosas por razones irracionales. La verdad es que el orden científico establecido tenía excelentes razones para no adoptar la teoría de Wegener hasta que el descubrimiento de la tectónica de placas proporcionó un mecanismo para ella. «Una comunidad científica idealmente racional y de espíritu abierto — escribe Kitcher— enfrentada con la teoría de Wegener y los datos de Wegener habría hecho lo que la comunidad científica realmente hizo.»

¿Deben los creyentes en la evolución abandonar la fe en un Creador? Kitcher hace grandes esfuerzos para refutar la absurda acusación de la Mayoría Moral de que el evolucionismo conduce directamente al ateísmo. Para un teísta, la evolución es el modo de crear de Dios. No entra en conflicto con ninguna religión, sino sólo con un cristianismo primitivo que toma toda oración del Génesis como literalmente verdadera.

Tengo que hacer una pequeña crítica. Kitcher no menciona la monumental contribución al creacionismo moderno de George McCready Price. El noventa por ciento de los argumentos que figuran en los libros de Morris y Gish están tomados del libro de texto de 1923 de Price *La nueva geología*. Hasta Velikovsky se basa en Price para dar apoyo a algunas de sus excéntricas opiniones en geología. Pero Price era un adventista del Séptimo día sin títulos académicos, lo que probablemente explica por qué los creacionistas de otras sectas fundamentalistas son renuentes a reconocer su masiva deuda con él.

## Capítulo 29

### La locura de Eysenck

Imagínese el lector que está leyendo un libro de un eminente astrónomo británico titulado *La Tierra Plana: ¿ciencia o superstición?* Halla que las primeras tres cuartas partes del volumen contienen impresionantes pruebas contra la idea de que la Tierra es plana, y luego, en el resto del libro, se prueba que la Tierra tiene la forma de la Gran Pirámide. ¿No sería incrédulo?

Fue así como sentí cuando terminé el último y más controvertido libro de Hans Eysenck, *Astrology: Science or Superstition* (St. Martin's, 1982), escrito con D. K. B. Nias, adjunto del Instituto de Psiquiatría de la Universidad de Londres, donde Eysenck es profesor. Los primeros nueve capítulos dan toda clase de razones para afirmar que la astrología es un engaño. Los dos restantes capítulos defienden vigorosamente una nueva y extraña astrología inventada hace unos treinta años por un psicólogo francés, Michel Gauquelin.

Los capítulos que atacan a la astrología son admirables. Hay vivaces descripciones de los fracasados esfuerzos de los creyentes para confirmar la astrología, informes de pruebas cuidadosamente controladas por escépticos que no lograron darle apoyo y sólidas razones generales para la incredulidad. Por ejemplo, China e India tienen antiguas tradiciones astrológicas tan impresionantes como las del Oeste, pero basadas en conjuntos de estrellas en un todo diferentes. Si una tradición tiene razón, las otras dos están

equivocadas. Si los horóscopos natales pueden brindar sutiles visiones de la personalidad y el destino, ¿por qué son incapaces de revelar el sexo, la inteligencia o la raza, o reconocer al loco criminal? ¿Por qué no coinciden las fechas de nacimiento de miles que mueren en un mismo terremoto?

¿Y qué pasa con las personas nacidas en países septentrionales, donde algunos signos astrológicos nunca surgen? ¿Por qué los astrólogos no hacen ajustes para tomar en cuenta los cambios en el zodiaco causados por la procesión del eje de la Tierra? Como escriben Eysenck y Nias: «En tiempo de Tolomeo, el Sol estaba en la constelación de Aries el día del equinoccio de primavera... hoy está en Piscis».

Después de demoler la astrología tradicional, los autores pasan a la obra de Gauquelin, hecha en colaboración con su mujer, Françoise. De joven, Gauquelin era un apasionado creyente en la astrología. Su fe flaqueó cuando trató de probar su valor. En el curso de sus esfuerzos, que le convencieron de que la astrología no tenía valor alguno, descubrió algo de lo que se convenció que eran misteriosas correlaciones entre los rasgos de personalidad y las posiciones de ciertos planetas en el momento del nacimiento.

He aquí algunos de sus hallazgos: los médicos famosos nacen con mayor probabilidad cuando Marte o Saturno están en una de dos «zonas críticas», después de acabar de emerger o inmediatamente después de pasar por su punto más alto. Los militares tienden a nacer con Marte o Júpiter en una zona crítica. Los grandes atletas con «voluntad de hierro» se correlacionan con Marte, los de

«voluntad débil» se correlacionan negativamente. Los extrovertidos propenden a nacer «bajo» Marte o Júpiter, los introvertidos bajo Saturno. Los militares y los músicos tienen diferentes esquemas planetarios, ¡pero los músicos que se especializan en música militar caen a mitad de distancia entre los dos grupos!

Los autores reproducen el cuadro de Gauquelin de ochenta rasgos de personalidad vinculados con Marte, Júpiter, Saturno o la Luna. La investigación reciente, nos dicen solemnemente, ha hallado rasgos asociados con Venus, pero ninguno que se relacione con el Sol, Mercurio o los planetas distantes. Las correlaciones son hereditarias. Los hijos tienden a nacer bajo el mismo planeta que uno de los padres. Si ambos padres nacen bajo el mismo signo, el efecto sobre un hijo se duplica en intensidad.

La gauquelinología tiene otros aspectos curiosos. Las correlaciones con los planetas no valen para los profesionales ordinarios, sino sólo para los más eminentes. Fallan completamente para los nacimientos inducidos por droga. Esto sugiere a Eysenck y Nias que los planetas «actúan de algún modo como comadronas celestes. Algún tipo de señal que emana de los planetas puede interaccionar de alguna manera con el feto en el útero, estimulándolo a luchar por nacer en un tiempo determinado».

Los autores responden a muchas objeciones, pero ignoran las más decisivas. ¿En qué medida son fiables los datos de Gauquelin? Para determinar su exactitud, un estadístico escéptico tendría que examinar las decenas de miles de registros de nacimientos, de toda Europa, que Gauquelin usó en sus numerosos estudios. Tales

registros, especialmente los antiguos, a menudo son vagos. Sólo un ligero grado de selectividad, un «efecto de experimentador» inconsciente en la decisión de qué registros usar y cuáles descartar como no fiables, puede dar origen a una fuerte parcialidad global.

La mayoría de los científicos piensan que el desafío de Gauquelin es demasiado absurdo y endeble para justificar el tiempo, el coste y el trabajo necesarios para que un observador escéptico certifique sus datos o intente efectuar una reproducción importante de ellos.

Más probablemente, seguirá habiendo esfuerzos menores para repetir sus ensayos; los creyentes obtendrán resultados positivos, los escépticos resultados negativos y cada parte acusará a la otra de controles chapuceros. Mientras tanto, los entusiastas de la astrología proclamarán que los populares libros de Gauquelin dan apoyo a la astrología, cuando a todo lo que apoyan es a la gauquelinología.

En cuanto a la competencia de Eysenck como estadístico, vale la pena recordar su historial inconformista. Por ejemplo, ha enfurecido durante mucho tiempo a sus colegas insistiendo en que no hay buenas pruebas de que las diferencias del cociente de inteligencia entre las razas no sean genéticas. En otro campo de investigación, Eysenck recibió un cuarto de millón de dólares en becas de investigación de la industria del tabaco (véase *Discover*, marzo de 1981) y más tarde publicó sus conclusiones: no hay ninguna prueba de que haya un lazo causal entre el cáncer de pulmón y el hábito de fumar.

Por estas y muchas otras razones, no hay que creer a Eysenck cuando afirma que la obra de Gauquelin puede «compararse favorablemente con lo mejor que se haya hecho en psicología, psiquiatría, sociología o cualquiera de las ciencias sociales», y mucho menos cuando sostiene que «ha llegado el momento de declarar inequívocamente que está por nacer una nueva ciencia».

### **Postscriptum**

Una parte de una carta de Gauquelin fue publicada en *Discover* (enero de 1983):

*En su artículo «La Locura de Eysenck», Martin Gardner pregunta: «¿En qué medida son fiables los datos de Gauquelin?» Es muy fácil verificar la exactitud de mis datos para cualquiera que realmente quiera hacerlo. En verdad, todos mis datos de nacimientos fueron publicados en dieciocho volúmenes por mi Laboratoire d'Etude des Relations entre Rythmes Cosmiques et Psychophysiologiques. Cada volumen brinda una información completa y explica cómo se obtuvieron mis muestras. Nunca descarté ningún registro de nacimiento, y los conservo todos en los archivos de mi laboratorio. Varias personas los han examinado. Nadie los halló defectuosos.*

A lo cual respondo:

*Hay pocas dudas de que los documentos de Gauquelin dan apoyo a sus datos. Pero, ¿influyó una selección inconsciente en la reunión y conservación de esos datos? Sólo una costosa*

*investigación realizada por un estadístico eminente permitiría responder a esta pregunta.*

## Capítulo 30

### ¿En qué medida pueden conversar los animales?

Puesto que algunos animales parecen comportarse en muchos aspectos como seres humanos, siempre ha habido una fuerte tendencia a humanizar lo que pasa dentro de sus pequeñas —y a veces no tan pequeñas— cabezas. Este impulso se extiende hasta a los pájaros. John Locke (1690), en su *Ensayo sobre el entendimiento humano*, escribe acerca de un papagayo brasileño que mantenía una conversación humana. John Audubon a menudo pintaba a sus pájaros con expresiones faciales y poses corporales humanas que hacían sus cuadros menos exactos pero más vendibles. Todos conocemos el impulso casi irresistible a creer que un animal doméstico querido comprende mucho más de lo que realmente comprende cuando hablamos con él.

Las palabras que simbolizan actividades de la mente humana — pensar, hablar, reír, etc.— son notoriamente borrosas porque señalan partes de continuos complejos. ¿Es un animal consciente de su identidad? Hace pocos años, George Gallup (1977) informó de algunos experimentos que, pensaba él, probaban que los monos antropoides tienen una autoconciencia que no poseen otros animales, ni siquiera otros monos. Gallup puso manchas de tintura roja inodora y no irritante en las cabezas de monos anestesiados. Una vez despiertos, tan pronto como veían una mancha roja en su cabeza ante un espejo, trataban de borrarla. ¿Prueba esto que tenían autoconciencia?



El experimento parecía persuasivo, hasta que Robert Epstein, Robert Lanza y B. F. Skinner (1981) informaron de un experimento similar con palomas. Los pájaros picoteaban las manchas azules de sus pechos, ocultas por baberos, sólo cuando veían las manchas en un espejo. ¿Qué prueba esto? Prueba, decía Epstein, «que una paloma puede usar un espejo para localizar un objeto de su cuerpo que no puede ver». El experimento, ciertamente, no prueba que los chimpancés no tengan autoconciencia, pero arroja dudas sobre la significación del experimento de Gallup.

Un popular número escénico del siglo XIX presentaba a un perro, un gato, un caballo, una cabra, un cerdo o un pájaro que parecía capaz de efectuar operaciones aritméticas y responder a preguntas difíciles. El animal usaba movimientos corporales para contar, y para indicar sí o no, o recogía la correcta serie de tarjetas con números, letras o imágenes para responder. El secreto, ahora bien conocido, consiste en adiestrar al animal para responder a señales demasiado sutiles para ser percibidas por un público humano. Las señales pueden ser casi cualquier cosa, pero, puesto que las señales visuales son más fáciles de detectar, los signos son habitualmente auditivos: una ligera aspiración o el chasquido de las uñas de una mano mantenida en el bolsillo o en la espalda. La persona que da la señal raramente está en el escenario, sino que es alguien que observa entre bastidores o está sentado en una fila delantera como espectador.

El más famoso de los caballos «pensantes» europeos fue el «Listo Hans», entrenado por Wilhelm von Osten, un profesor de

matemáticas retirado de Berlín. Lo que hacía único a Hans era que había sido entrenado para responder a señales visuales inconscientes de los observadores. Esto fue firmemente demostrado por Oskar Pfungst (1965), un psicólogo alemán que informó de sus hallazgos en un libro clásico de 1907. Pfungst tuvo el cuidado de absolver a Osten de engaño consciente, pero ésta puede haber sido una estratagema para evitar un pleito por difamación o sólo para ser bondadoso. Hans había sido condicionado a reaccionar a una imperceptible elevación de la cabeza de uno o más espectadores en el momento preciso en que una serie de golpes con la pezuña había llegado al número correcto. Von Osten siempre llevaba un sombrero de gran ala que, claro está, aumentaba mucho la señal. Después de que Pfungst dejara las cosas claras como el cristal, van Osten se negó coléricamente a permitir nuevos ensayos. Sostuvo hasta su muerte que Hans era capaz de un «lenguaje interior» y de hacer cálculos matemáticos.

Después de la muerte de Osten, Hans fue adquirido por Karl Krall, de Elberfeld, que entrenó a otros caballos (uno de ellos ciego) para que actuaran como Hans. Maurice Maeterlinck (1914) quedó tan impresionado que dedicó un capítulo de elogio a estos caballos en su libro *El invitado desconocido*. Gustav Wolff, un psiquiatra de Basilea, escribió todo un libro sobre los caballos en el que expresaba su creencia de que los animales pueden pensar y hablar como los seres humanos. Las afirmaciones hechas por Krall en *Denkende Tiere [Animales que piensan]* (1912) fueron demolidas por Stefan von

Máday (1914) en su libro *Gibt es denkende Tiere? [¿Hay animales que piensan?]*.

El «efecto del Listo Hans» —las respuestas de un animal a señales dadas inconscientemente— ha arrojado su sombra sobre el repentino auge en años recientes de las investigaciones sobre la capacidad de los monos para «hablar» usando un lenguaje de signos o manipulando símbolos visuales. Los instructores de estos monos listos afirman que sus experimentos han excluido escrupulosamente a Hans. Los escépticos insisten en que el efecto es más difícil de eliminar de lo que los instructores piensan, y que, de hecho, sus controles no han sido adecuados.

La controversia se hizo más agria cuando Herbert Terrace (1979), un psicólogo de la Universidad de Columbia, publicó *Nim*. En este libro reveló su desencanto con su propia investigación concerniente a Nim Chimpsky, un pequeño chimpancé macho así llamado por alusión a Noam Chomsky, quien se había mostrado muy crítico ante las alegaciones acerca de monos que hablaban. Después de cuatro años de enseñar el lenguaje de los signos a Nim, Terrace concluyó a su pesar que el chimpancé era incapaz de comprender las más simples reglas gramaticales. Sencillamente había aprendido a responder a signos de modos que no diferían en ningún aspecto fundamental del modo en que los perros aprenden a «cantar» o dar una voltereta hacia atrás al recibir la orden. La controversia se caldeó más cuando Thomas A. Sebeok y Donna Jean Umiker-Sebeok (1980) publicaron su antología *Hablando de monos*, que comienza con fuertes argumentos según los cuales los recientes

trabajos sobre monos hablantes quedan seriamente invalidados por la incapacidad para exorcizar el fantasma de Hans el Listo.

No es difícil comprender la acritud que prevaleció en mayo de 1980, cuando la Academia de Ciencias de Nueva York patrocinó una conferencia de dos días, organizada por Sebeok, sobre «El fenómeno de Hans el Listo: la Comunicación con caballos, ballenas, monos y personas»<sup>64</sup>. El libro que comentamos, publicado por la Academia de Ciencias de Nueva York (1981), lleva el mismo título. La edición corrió al cuidado de los dos presidentes de la conferencia, Sebeok y Robert Rosenthal, un psicólogo de Harvard, y contiene artículos leídos en esta histórica reunión.

La Parte 1, sobre la comunicación entre el hombre y el animal, empieza con una ponencia de Heini Hediger, un zoólogo suizo, quien destaca la agudeza con que los animales pueden observar sutiles expresiones humanas. Los perros entrenados frecuentemente ejecutan una orden antes de que ésta sea dada, sencillamente observando la cara del preparador. Hediger llama la atención sobre el experimento notoriamente fallido de William McDougall con ratas, destinado a probar la herencia de la enseñanza adquirida. Es difícil de creerlo ahora, pero el experimentador de MacDougall siempre sabía lo que una rata haría cuando él la pusiese en el agua. (Las

---

<sup>64</sup> La palabra bebés debe añadirse a esta lista. En *Enseñe matemáticas a su bebé*, Glenn Doman (1979) explica cómo usar tarjetas llamativas para enseñar a un bebé de un año, que aún no puede hablar, a resolver en su cabeza problemas tales como: «¿A qué es igual setenta y cinco menos cincuenta multiplicado por dos, más diez y dividido por tres?». El niño demuestra que ha calculado correctamente gateando hacia las tarjetas numeradas puestas en el suelo y cogiendo (por lo general) la tarjeta que lleva el número 20, mientras su orgullosa madre, que ha enseñado al niño, lo observaba con adoración y temor. Doman es el fundador de lo que él llama los Institutos para la Realización del Potencial Humano, en Filadelfia. De su anterior libro, *Cómo enseñar a leer a su bebé*, se vendieron más de un millón de ejemplares.

ratas habían sido entrenadas para evitar las sacudidas eléctricas nadando por cierto canal.) Cada generación de ratas mejoraba en habilidad excepto la última, que fue manejada por un nuevo ayudante, después de morir el anterior. La posibilidad de un efecto de Hans el Listo es suficiente para invalidar los resultados obtenidos por McDougall.

Paul Bouissac (tomo los artículos en su orden) pone de relieve el hecho de que los animales de circo nunca «actúan» como los seres humanos; meramente exhiben una conducta cuidadosamente condicionada destinada a hacer surgir patéticas falacias en la mente de los espectadores. Así, en un número del circo Ringling Brothers, en 1980, un oso daba a su preparadora femenina semidesnuda un «beso de la muerte» aparentemente peligroso, pero el público no veía el pequeño trozo de zanahoria en sus dientes. Bouissac nos recuerda los serios accidentes que se producen a veces cuando un animal de circo, presuntamente afecto a un preparador, interpreta mal un gesto descuidado. Ha habido varios incidentes semejantes con Washoe, el más famoso de los chimpancés hablantes, pero sólo el último de ellos fue dado a conocer en los periódicos: la vez que Washoe arrancó un dedo de un mordisco al eminente psicólogo Karl Pribram, hecho relatado por Dick Teresi (1981) en *Omni*.

Duane Rumbaugh, que prepara monos para que hablen «yerkish» (un lenguaje que usa una consola de computador con teclas que llevan símbolos geométricos para representar palabras), y su esposa, Sue Savage-Rumbaugh, fueron los únicos amaestradores de monos que hablaron en la conferencia, aparte de Terrace. (Otros

amaestradores habían sido invitados, pero no acudieron.) Duane Rumbaugh negó vigorosamente que el efecto de Hans el Listo contaminara su investigación. Fustiga a los críticos por su desconocimiento de las pruebas que atacan, por su mente cerrada y por no buscar una clarificación mediante cartas y llamadas telefónicas. «La difundida y estridente introducción de Hans el Listo en todo estudio del lenguaje de los monos —escribe— huele a caza de brujas. Todo científico, conductista o de otra escuela, ha oído a Hans el Listo relinchar en el establo. Todo científico de reputación hará todo lo posible por mantener a Hans el Listo en su sitio, o sea, en el establo.»

Ningún experimento, nos recuerda Rumbaugh, puede ser totalmente controlado. Siempre hay modos de encontrarle defectos. Acusa a los Sebeok, en particular, de presentar erróneamente su trabajo con el mono Lana, y termina su ponencia con duros sarcasmos, diciendo que no hizo ningún intento de controlar la presión barométrica, las alternancias en el amperaje de las líneas eléctricas de su laboratorio o de la gente que realizaba sus tareas en las habitaciones adyacentes.

Sue Savage-Rumbaugh no examina la cuestión de si los monos comprenden la sintaxis. Limita su atención a las razones para creer que los monos comprenden el significado de los símbolos *yerkish* de un modo que va «más allá del contexto del instructor». Por esto quiere significar que los monos hacen más que asociar un símbolo con un objeto o un acto; son capaces de categorizar símbolos en grupos tales como «alimento» y «herramientas». En un revelador

pasaje, que indica la intensa rivalidad que existe entre los amaestradores de monos, expresa sus «dudas de que otros monos [la nota al pie se refiere a informes de los Gardner, Fout, Premack y Terrace] han alcanzado el nivel de funcionamiento simbólico» logrado por sus dos chimpancés, Sherman y Austin.

Suzanne Chevalier-Skolnikoff, una antropóloga que cree devotamente en la capacidad de los monos de comprender la sintaxis del lenguaje humano, aplica un análisis piagetiano al uso de signos por los monos. Sus ejemplos están tomados principalmente de su amiga la psicóloga Francine («Penny») Patterson, quien afirma haber hallado en Koko, un gorila hembra, una inteligencia y una captación del lenguaje humano muy superiores a las de cualquier otro mono hablante. El último informe del Dr. Patterson sobre esto es *La educación de Koko*, un libro de Patterson (1981) relatado a Eugene Linden. Este libro es un tributo a la belleza de Patterson (cantidad de fotografías, algunas en color), pero ¡ay!, no es ningún tributo a su competencia científica. La disposición de Patterson a atribuir pensamiento y una conducta humanas a Koko, sobre la base de endebles datos anecdóticos, parece ilimitada.

En opinión de Patterson, Koko inventa brillantes metáforas (tales como «bebé elefante» para un muñeco Pinocho), dice mentiras deliberadamente, dibuja cuadros representativos («sus temas favoritos son los pájaros y los caimanes»), hace versos en inglés, entiende la jerga, provoca «choques» con los hombres, sabe dar opuestos (p. ej., preguntado por el opuesto de *primero*, responde con

*último*) y le encanta hacer bromas pesadas, después de las cuales habitualmente «ríe de buena gana».

Otros amaestradores de monos me dicen que nunca han oído reír a un gorila, pero según Penny «la risa de Koko es un sonido ahogado que se asemeja a una risa humana reprimida». Una típica broma de Koko: si se le pedía que buscara un «cuadro de miedo», Koko cogía un espejo y lo ponía frente a la cara de un amaestrador.

Patterson da muchos ejemplos de la habilidad de Koko para rimar. He aquí una muestra (los gestos están en bastardillas):

*Barbara: ¿Qué animal rima con hat*

*[sombbrero]? Koko: Cat [gato].*

*Barbara: ¿Qué rima con big [grande]?*

*Koko: Pig there [cerdo allí]. (Señala al cerdo.)*

*Barbara: ¿Qué rima con hair [pelo]?*

*Koko: Eso. (Señala al oso [bear].)*

*Barbara: ¿Qué es eso?*

*Koko: Pig cat [cerdo gato].*

*Barbara: ¡Oh, vamos!*

*Koko: Bear hair [pelo oso].*

*Barbara: Buena chica. ¿Qué rima con goose [ganso]?*

*Koko: Piensa eso. (Señala al alce [moose].)*

Koko también inventa «rimas gesticulares». Estas son gestos en el lenguaje de signos que se parecen. Por ejemplo, Penny pide a Koko que haga una rima gesticular. Koko responde con *tiempo* y *ombliigo*. *Tiempo* se señala mediante un golpecito en la muñeca con el dedo



índice curvado, *ombliigo* dando un golpecito similar en el ombligo. Diez minutos más tarde, añade Penny, Koko espontáneamente indicó *bread red head* [pan rojo cabeza].

Koko no sólo tiene una adecuada comprensión del tiempo y entiende cabalmente el significado de *antes* y *después*, sino que también conoce el significado de *nacimiento* y *muerte*. Cuando se le preguntó de dónde vienen los bebés gorilas, Koko primero respondió *Koko*.

Luego se le preguntó de qué parte de Koko venían los bebés. El gorila señaló su abdomen. ¿La miró inconscientemente el amaestrador a su estómago, como especula la misma Patterson? ¿O hizo Koko una serie de gestos al azar, no recordados por el amaestrador, antes de rascarse el vientre? ¿Quién sabe? Más tarde, cuando Patterson le hizo la misma pregunta, Koko señaló *arriba* y tocó el techo. En cuanto a la muerte, he aquí el diálogo más increíble del libro:

*Maureen: ¿Adónde van los gorilas cuando mueren?*

*Koko: Confortable agujero.*

*Maureen: ¿Cuándo mueren los gorilas? Koko: Trastornos viejo.*

«No sabemos —comenta Patterson— de dónde sacó Koko la idea de que los muertos van a un agujero, como no sea de hojear revistas (Koko es una ávida lectora del *National Geographics*).»

¿Están algunas de estas extraordinarias conversaciones grabadas en videotape? Si fuese así, sería posible determinar cuánto del diálogo es genuino y cuánto de él es algo que los amaestradores ansiosos interpretaron de gestos vagos o recordaron de manera

deformada cuando luego lo escribieron. Patterson nunca menciona videotapes de estas sensacionales conversaciones, aunque es fácil poner continuamente un aparato de videotape y borrar luego lo que no mereciese ser conservado.

Al leer la contribución de Chevalier-Skolnikoff al volumen que comentamos, pensé que finalmente había dado con un episodio de «bromas» con Koko que había sido conservado en película. Chevalier-Skolnikoff recuerda una ocasión en que Patterson señaló sus ojos, su nariz, su boca, su oreja, su frente y su mentón. Koko imitó cada gesto perfectamente mientras Chevalier-Skolnikoff lo grabó en una película de Super 8. Dos semanas más tarde volvió con un fotógrafo para hacer una película de 16 mm. He aquí cómo relata ella la escena:

*Nuevamente, Patterson dio el modelo de los gestos. Señaló su ojo, y Koko puso su rostro muy cerca del de Patterson, como si tratase de examinar lo mejor posible lo que Patterson estaba haciendo, y luego señaló claramente su oreja. Patterson dio el modelo señalándose su nariz, y nuevamente Koko examinó minuciosamente la conducta indicada, y luego señaló su mentón. Koko siguió señalando partes inadecuadas de su rostro durante cinco minutos. Finalmente, Patterson se exasperó y la regañó, indicándole que era un «mal gorila», tras lo cual Koko indicó que era un «gorila divertido» y echó a reír.*

Este es un cuadro mucho más notable que el anterior en el cual Koko mostraba sólo una conducta rutinariamente imitativa. Koko

parece bromear, y hasta «ríe» ante sus propias travesuras. Sorprendido por el hecho de que no se hiciese ninguna mención específica de la filmación de este episodio, y recordando el consejo de Rumbaugh a los escépticos de buscar información antes de protestar airadamente, escribí a Chevalier Skolnikoff para preguntarle si había sido en verdad fotografiado. Me respondió que tenía unos cuatro minutos de la secuencia de cinco en dos rollos de película de 16 mm, pero todavía no la había visto en el «tiempo real». Se ofreció amablemente a enviarme una copia si pagaba el coste, que estimaba en unos 50 dólares. Le envié 60 para cubrir gastos incidentales.

Cuando llegó la película iba acompañada de una carta de Chevalier-Skolnikoff diciendo que ahora había visto la positiva y hallado que desgraciadamente, la observación del «gorila divertido» no estaba en la parte filmada. También falta el señalamiento engañoso de partes equivocadas del rostro. Puesto que el objetivo de la sesión de filmación era grabar la imitación, explicó, el engaño era lo último que les había interesado. Evidentemente, el fotógrafo dejó de filmar cuando vio que Koko no cooperaba.

La película muestra un episodio precedente en que Koko se muestra totalmente no cooperativa, moviéndose de un lado a otro sin prestar ninguna atención a Patterson. Y hay otra parte, filmada muy poco antes de la broma, en la que Koko se muestra cooperativa, señalando los lugares correctos y besando a Patterson en las partes correspondientes de la cara.

Así, el episodio de la broma, como muchas de las increíbles conversaciones de las que informa Patterson, es una anécdota no registrada. Terrace, que vio la película a mi pedido, dijo que no se ve a Koko hacer nada, excepto imitar ocasionalmente los gestos de Patterson de una manera característica de los monos que usan signos. El gesto para *divertido* es frotar con los dedos índice y medio la punta de la nariz. *Malo* se indica tocando la boca con la punta de los dedos, luego alejando la mano con la palma hacia fuera. *Comer* se expresa tocando con la punta de los dedos la boca. Los tres signos son similares. *Gorila* se indica tocando el pecho con los puños, algo que Koko hace a menudo sin ninguna intención de usar un signo. ¿Imitaba *gorila malo* de un modo vago, como hacen comúnmente los monos? ¿Hacía Koko el signo para *comer* o algún otro signo similar que, en otros contextos, Patterson podía haber tomado por un chiste gesticular? Y, ansiosa de probar que Koko tenía un sentido humano del humor, ¿interpretaba Patterson erróneamente los gestos de Koko como si significasen gorila divertido? Nunca lo sabremos.

No sólo Koko filosofa, sino que también corrige a los amaestradores. Chevalier Skolnikoff da varios ejemplos tomados de la tesis doctoral de Patterson. En una ocasión un maestro le dijo a un visitante: «No, no es una adolescente todavía, aún es una niña». Koko, a la que se había enseñado a comprender el inglés hablado, lo oyó por casualidad. «No, gorila», dijo Koko. Sobre la base de tales maravillas anecdóticas, ChevalierSkolnikoff concluye que las habilidades de los

monos hablantes no pueden ser atribuidas a indicaciones inconscientes.

Luego Terrace presentó su ponencia de apostasía, en la que resume sus razones para pensar que esas indicaciones explican toda la labor comunicada hasta ahora. «En vista de los descubrimientos sobre la naturaleza del uso de signos por Nim que se hicieron mediante el análisis de videotape —escribe—, es esencial para todo nuevo proyecto mantener un permanente e inédito registro visual de la conversación del mono con sus maestros. En verdad, la ausencia de tal documentación haría imposible fundamentar cualquier afirmación sobre la espontaneidad y novedad del uso de signos por el mono. Exigir pruebas de que el mono no está sencillamente imitando los signos de su maestro es razonable...»

Después de examinar las objeciones que estudiosos de los monos han dirigido contra Terrace, Mark Seidenberg y Laura Ptitto, conjuntamente, llegaron a la conclusión de que el trabajo de Terrace no puede ser descartado y que «no hay ninguna base para concluir que los monos que usan signos han adquirido habilidades lingüísticas». Deploran el difundido sensacionalismo de que se ha rodeado a los monos hablantes y esperan que la investigación futura sea más cuidadosamente planeada.

John Prescott informa sobre la facilidad de dejarse llevar por la falacia *patética* [la de atribuir un comportamiento humano a seres de la naturaleza, *N. del T.*] observando actuar a las marsopas, y Karen Pryor llama la atención hacia errores similares cometidos por quienes trabajan con esas encantadoras pequeñas ballenas. Uno de

los más absurdos errores de John Lilly fue interpretar las actitudes de un delfín macho hacia un maestro de sexo femenino como indicación de atracción sexual, ignorando el hecho de que en el cautiverio las marsopas machos muestran un comportamiento sexual casi hacia cualquier cosa, lo cual «no hallamos inteligente o simpático en perros machos». Es igualmente fácil tomar la boca abierta de un delfín por una «sonrisa», como lo es, cuando un mono enseña los dientes, interpretar esto como una «risa burlona», como si el mono se divirtiese por lo que está ocurriendo en vez de responder a una indicación.

La Parte 2, sobre la comunicación humana, comienza con una ponencia de Starkey Duncan, sobre las estrategias que la gente adopta en conversaciones cotidianas. El psiquiatra Martin Orne cita ejemplos de cómo

«Hans irrumpe en las sesiones de terapia, y cómo indicaciones inconscientes de un hipnotizador pueden deformar seriamente los recuerdos que un individuo hipnotizado tiene de un suceso pasado»<sup>65</sup>. «Es posible hablar a un computador, a un mono, a una planta o a un diamante favorito», escribe Karl Scheine en la ponencia siguiente, pero concuerda con Terrace y Sebeok en que los monos no participan en nada que pueda llamarse justificadamente

---

<sup>65</sup> Un probable caso de feedback de Hans el Listo en las revelaciones hipnóticas lo brinda El control de Candy Jones, una obra sin valor y hecha para ganar dinero, de Donald Bain (1977). Candy Jones, la conocida ex modelo, ahora una presentadora de radio de Manhattan, había trabajado en un tiempo para la CIA. Bajo hipnosis, tejió fantásticos cuentos de haber sufrido terribles torturas en manos de detectives de la CIA. El hipnotizador aficionado era su marido, el difunto Long John Nebel, cuyo espectáculo de radio adquirió Candy. Uno piensa también en los numerosos libros recientes acerca de personas que, bajo hipnosis, recuerdan haber sido llevadas a bordo de OVNIS por extra-terrestres, y libros similares sobre personas que, bajo hipnosis, recuerdan detalles de sus vidas en encarnaciones pasadas.

una conversación. Ray Hyman, mago y psicólogo, explica cómo los médiums hacen «lecturas» de personas sobre las cuales no tienen ninguna información previa, técnica conocida en el oficio como «lectura fría». Robert Rosenthal, que tuvo a su cargo la última edición en inglés del libro de Pfungst sobre Hans el Listo, cita ejemplos de cómo las expresiones fáciles y los tonos de voz de un experimentador pueden transmitir sutilmente a un individuo lo que el experimentador quiere que sea el resultado de la prueba. Esto puede hacer estragos en la escuela primaria, donde los maestros a menudo tienen expectativas positivas de los alumnos favoritos y bajas expectativas con respecto a los niños de grupos minoritarios. Sebeok cita numerosos casos de autoengaño provocado por una creencia intensa de curación de verrugas por estigmatización y de muerte por maldiciones de vudú.

Barbara Foorman, el primer orador de la Sección 3, una sección sobre comunicación engañosa, cuenta un divertido ejemplo de cómo un *feedback* engañó a algunos experimentadores que hacían pruebas con niños de cuatro años. Theodore Sarbin presenta algunos sorprendentes ejemplos de autoengaño en neuróticos, individuos hipnotizados, jefes militares y gente común, y especula sobre los parámetros subyacentes en tal engaño. El estadístico Persi Diaconis muestra cuán fácilmente la creencia del experimentador puede deformar el análisis estadístico de los datos básicos. Bella De Paulo informa sobre estudios de por qué algunas personas tienen más capacidad que otras para detectar mentiras. Daniel Moermann examina el efecto placebo y sus misterios. Paul Ekman escribe sobre

estudios de las expresiones faciales y los movimientos corporales de personas que están mintiendo. Vernon Allen y Michael Atkinson informan sobre los resultados de un interesante test sobre la medida en que los adultos pueden saber, al observar un videotape de un niño, si la cinta fue filmada secretamente o si el niño estaba actuando. El mago profesional James Randi cerró la sesión con lo que fue esencialmente un número de magia, que lamentablemente sólo puede ser descrito mediante observaciones entre paréntesis.

La sección final del libro consiste en una sola conferencia de Marcello Truzzi, un sociólogo que se llama a sí mismo un «zetético», antigua palabra griega que significa «escéptico». Fiel a su particular tipo de «zetetismo», Truzzi no toma partido en la controversia. Advierte contra los «matones» escépticos (como denomina a personas como Randi y yo), quienes, en su opinión, injustamente, desacreditan a la ciencia no ortodoxa, para júbilo del «establishment»; pero se opone igualmente a un dogmatismo y una táctica similares por parte de los verdaderos creyentes. «Aunque empecé mis investigaciones [supongo que quiere decir su lectura] completamente convencido por los argumentos de Pfungst, ahora dudo en extenderlos a nuevos ámbitos y me veo obligado a suspender el juicio aun sobre Hans. Os ofrezco dudas, no conclusiones.»

Gran admirador de Charles Fort y director de una extraña publicación seguidora de éste y llamada *Zetetic Scholar*, Truzzi recientemente ha caído bajo la influencia del físico-filósofo Paul Feyerabend, para quien «todo vale» en la ciencia, incluyendo la



investigación sería de la astrología. Era inconcebible que Truzzi revelase si sus ideas privadas lo inclinan hacia Terrace y los Sebeoks o hacia Patterson. Con esta vaga y delicadamente equilibrada nota termina el libro.

Yo me siento menos cómodo nadando entre dos aguas. Algunos escépticos griegos, en verdad, se negaban a juzgar ninguna hipótesis. Pirro solía decir que no hay ninguna diferencia entre estar vivo o muerto. Cuando alguien le preguntaba por qué no se moría, respondía: «Porque no hay ninguna diferencia». Otros escépticos griegos estaban más cerca del escepticismo moderno de, por ejemplo, Bertrand Russell, es decir, eran dubitativos acerca de los dogmas metafísicos y conscientes de la falibilidad de la ciencia, pero deseosos de asumir posiciones vigorosas en controversias científicas, morales y políticas. Carneades, un escéptico tardío, gozaba defendiendo un argumento con gran elocuencia, y luego la posición opuesta con igual pasión. Pero Carneades también defendía los juicios de valor basados en la posibilidad: el peso de los datos empíricos junto con el grado en que una hipótesis es compatible con opiniones bien fundadas. Solía ilustrar los planos progresivos de creencia con la siguiente fábula:

*Un hombre entra en una caverna y cree que vio una serpiente. Después de salir corriendo de la caverna, empieza a reflexionar sobre la posibilidad de que no sea una serpiente. Entra nuevamente y observa que el objeto no se mueve. Esto tiende a confirmar, aunque en un grado débil, la conjetura de que no es*

*una serpiente. Finalmente, atiza a la serpiente con un palo y descubre que era un trozo de cuerda.*

En mi situación actual, con limitada información, me parece que Terrace ha atizado a una serpiente y descubrió que es un trozo de cuerda. Por supuesto, puedo estar equivocado, pero las opiniones de Terrace y los Sebeok me parecen más creíbles que las de sus oponentes, sobre Patterson. Cualesquiera que sean nuestras impresiones subjetivas, *El fenómeno de Hans el Listo* es un punto de referencia fascinante e inestimable sobre el debate, cada vez más intenso.

Aunque los defensores del lenguaje de los monos quizás estén perdiendo algo de terreno en círculos universitarios, hay pocos indicios de que el sensacionalismo de los medios de comunicación esté disminuyendo. *La reflexión de los monos* (1979) de Adrián Desmond y *El mono hablante* (1980) de Keith Laidler son los últimos libros no novelescos que elogian a los amaestradores de monos, y *Congo* (1980) de Michael Crichton es la más reciente obra de ficción que sigue líneas similares. Es probable que el debate dé origen a fuegos de artificio eruditos y extravagantes libros, artículos y películas populares durante muchísimo tiempo.

## Bibliografía

- Bain, Donald (1977), *The Control of Candy Jones*, Nueva York: Plyboy.
- Crichton, Michael (1980), *Congo*, Nueva York. Knopf. Recensión de Thomas A. Sebeok: *Amy and the Apes*. *Times Literary Supplement*, 17 de julio de 1981, p. 802.
- Desmond, Adrian J. (1979). *The Ape's Reflexion*. Nueva York: Dial/Wade. Recension de Thomas A. Sebeok: *On hard facts and misleading data*. *Reviews in Anthropology* 8 (1), 1981, 9-15.
- Doman, Glenn (1979). *Teach Your Baby Math*, Nueva York: Simon and Schuster.
- Epstein, Robert; Lanza, Robert P., y Skinner, B. F. (1981), *Science*, 8 de mayo de 1981; *Discover*, julio de 1981, pp. 11-12.
- Gallup, George (1977), *Self-recognition in primates*. *American Psychologist* 32, 32-338.
- Krall, Karl (1912). *Denkende Tiere*, 2.a ed. Leipzig: Friedrich Engelmann.
- Laidler, Keith (1980). *The Talking Apes*. Nueva York: Stein and Day.
- Locke, John (1690). *Essay Concerning Human Understanding*, Book II, Chapter 27.
- Maeterlinck, Maurice (1914). *The Unknown Guest*, Chapter IV. Nueva York: Dod, Mead.

- Patterson, Francine, y Linden, Eugene (1981). *The Education of Koko*. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.
- Pfungst, Oskar (1965). *Clever Hans*, ed. a cargo de Robert Rosenthal. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.
- Sebeok, Thomas A. y Umiker-Sebeok, Donna Jean (recops.) (1980). *Speaking of Apes: A Critical Anthology of Two-Way Communication with Man*. Nueva York: Plenum. —(1981). *Clever Hans and smart simians. The self-fulfilling prophecy and kindred methodological pitfalls*, *Anthropos* 76, 89-165.
- Teresi, Dick (1981). *Sorry, sorry, sorry*. *Omni* (febrero), 114.
- Terrace, Herbert (1979). *Him: A Chimpanzee Who Learned Sign Language*. Nueva York: Knopf.
- Von Maday, Stefan (1914). *Gibt es denkende Tiere?* Leipzig: Wilhelm Englemann.
- Wolf, Gustav (1914). *Die denkenden Tiere von Elberfeld und Mannheim*. *Süddeutsche Monatshefte* 11 (4), 456-467.

## Origen de los trabajos

1. Este ensayo apareció originalmente en *Philosophy of Science*, enero de 1950. © 1950 de Williams & Wilij Co. Reimpreso con autorización.
2. Este ensayo apareció originalmente en el *Journal of Philosophy*, 30 de marzo de 1950, y ha sido reimpreso aquí con autorización.
3. Este artículo apareció originalmente en *Philosophy and Phenomenological Research*, diciembre de 1952, y ha sido reimpreso con autorización.
4. Este ensayo apareció originalmente en la *Antioch Review*, verano de 1963. © 1963 de The Antioch Review, inc. Reimpreso con autorización.
5. Este ensayo apareció originalmente en *Saturday Review*, 17 de julio de 1965.
6. Este ensayo apareció originalmente en *Discover*, octubre de 1982, y ha sido reimpreso con autorización.
7. Este ensayo apareció originalmente en *Isaac Asimov's Science Fiction Magazine*, julio de 1983, y ha sido reimpreso con autorización.
8. Esta reseña apareció originalmente en *New Leader*, 12 de agosto de 1950, y ha sido reimpresa con autorización.
9. Esta reseña apareció originalmente en *New Leader*, 5 de febrero de 1951, y ha sido reimpresa con autorización.

10. Esta recensión fue publicada originalmente en New Leader, 11 de junio de 1951, y ha sido reimpressa con autorización.
11. Esta recensión apareció originalmente en New York Times Book Review, 4 de febrero de 1962, © 1962 de The New York Times Company. Reimpresa con autorización.
12. Esta recensión apareció originalmente en el New York Herald Tribune, 19 de agosto de 1962.
13. Esta recensión apareció originalmente en el New York Herald Tribune's Book Week, 28 de junio de 1964.
14. Esta recensión apareció originalmente en Commentary, octubre de 1967, 1967 de Commentary, y ha sido reimpressa con autorización.
15. Esta recensión apareció originalmente en el Chicago Tribune Book World, 16 de noviembre de 1969, y ha sido reimpressa con autorización.
16. Esta recensión apareció originalmente en el Chicago Tribune Book World, 2 de agosto de 1970, y ha sido reimpressa con autorización.
17. Esta recensión apareció originalmente en el Chicago Tribune's Book World, 23 de enero de 1972.
18. Esta recensión apareció originalmente en Semiótica, vol. 5, n.º 1, 1972.
19. Esta recensión apareció originalmente en el Chicago Tribune's Book World, 14 de octubre de 1973.

20. Esta resección apareció originalmente en el New York Times Book Review, 9 de mayo de 1976. © 1976 de The New York Times Company. Reimpresa con autorización.
21. Reimpresa con permiso del New York Review of Books, 12 de mayo de 1977. © 1977 de Nyrev, Inc.
22. Reimpreso con autorización del New York Review of Books, 23 de noviembre de 1978. © 1978 de Nyrev, Inc.
23. Este ensayo apareció originalmente en el New Leader, 21 de mayo de 1979, y ha sido reimpreso con autorización.
24. Reimpreso con autorización del New York Review of Books, 13 de agosto de 1981. © 1981 de Nyrev, Inc.
25. Esta resección apareció originalmente en el New York Times Book Review, 3 de enero de 1982. © 1982 de The New York Times Company. Reimpresa con autorización.
26. Esta resección apareció originalmente en la revista Discover, julio de 1982, y ha sido reimpresa con autorización.
27. Esta resección apareció originalmente en Discover, octubre de 1982, y ha sido reimpresa con autorización.
28. Esta resección apareció originalmente en Semiótica, vol. 38, nos. 3-4, 1982.