

# CARL SAGAN

## EL CEREBRO DE BROCA

Reflexiones sobre  
el apasionante  
mundo de la  
ciencia

**grijalbo**



*Libros Tauro*  
*[www.LibrosTauro.com.ar](http://www.LibrosTauro.com.ar)*

## **Agradecimientos**

En cuanto a discusión de puntos específicos abordados en el texto, estoy en deuda con un buen número de amigos, corresponsales y colegas, entre los que se incluyen Diane Ackerman, D.W.G. Arthur, James Bakalar, Richard Berendzen, Norman Bloom, S. Chandrasekhar, dark Chapman, Sidney Coleman, Yves Coppens, Judy-Lynn del Rey, Frank Drake, Stuart Edelstein, Paul Fox, D. Carleton Gajdusek, Owen Gingerich, Thomas Gold, J. Richard Gott III, Steven J. Gould, Lester Grinspoon, Stanislav Groff, J. U. Gunter, Robert Horvitz, James W. Kalat, B. Gentry Lee, Jack Lewis, Marvin Minsky, David Morrison, Philip Morrison, Bruce Murray, Phileo Nash, Tobias Owen, James Pollack, James Randi, E.E. Salpeter, Stuart Shapiro, Gunther Stent, O.B. Toon, Joseph Veverka, EA. Whitaker y A. Thomas Young.

Este libro debe mucho, en todos los estadios de su producción, a la dedicación y competentes esfuerzos de Susan Lang, Carol Lane y, muy particularmente, a Shirley Arden, mi secretaria particular.

Debo especial gratitud a Ann Druyan y Steven Soter por su generosa ayuda y estimulantes comentarios sobre buena parte de los temas tratados en el libro. Ann ha contribuido esencialmente en la mayor parte de los capítulos y en la elección del título. Mi deuda para con ella es inmensa.

## Indice

<a href="#">Indice</a> .....	4
<b><a href="#">Introducción</a></b> .....	<b>5</b>
<b><a href="#">Primera Parte: CIENCIA E INTERÉS HUMANO</a></b> .....	<b>7</b>
1. <a href="#">EL CEREBRO DE BROCA</a> .....	7
2. <a href="#">¿PODEMOS CONOCER EL UNIVERSO? REFLEXIONES SOBRE UN GRANO DE SAL</a> .....	14
3. <a href="#">ESTE MUNDO QUE NOS LLAMA COMO UNA LIBERACIÓN</a> .....	18
4. <a href="#">ELOGIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA</a> .....	27
<b><a href="#">Segunda Parte: LOS FABRICANTES DE PARADOJAS</a></b> .....	<b>33</b>
5. <a href="#">SONÁMBULOS Y TRAFICANTES EN MISTERIOS: SENTIDO Y SINSENTIDO EN LAS FRONTERAS DE LA CIENCIA</a> .....	33
6. <a href="#">ENANAS BLANCAS Y HOMBRECILLOS VERDES</a> .....	49
7. <a href="#">VENUS Y EL DOCTOR VELIKOVSKY</a> .....	60
8. <a href="#">NORMAN BLOOM, MENSAJERO DE DIOS</a> .....	93
9. <a href="#">CIENCIA FICCIÓN: UN PUNTO DE VISTA PERSONAL</a> .....	99
<b><a href="#">Tercera Parte: NUESTRO ESPACIO PRÓXIMO</a></b> .....	<b>105</b>
10. <a href="#">LA FAMILIA DEL SOL</a> .....	105
11. <a href="#">UN PLANETA LLAMADO JORGE</a> .....	112
12. <a href="#">VIDA EN EL SISTEMA SOLAR</a> .....	121
13. <a href="#">TITÁN, LA ENIGMÁTICA LUNA DE SATURNO</a> .....	125
14. <a href="#">LOS CLIMAS DE LOS PLANETAS</a> .....	129
15. <a href="#">CALÍOPE Y LA CAABA</a> .....	135
16. <a href="#">LA EDAD DE ORO DE LA EXPLORACIÓN PLANETARIA</a> .....	139
<b><a href="#">Cuarta Parte: EL FUTURO</a></b> .....	<b>146</b>
17. <a href="#">«¿PUEDES ANDAR MAS DEPRISA?»</a> .....	146
18. <a href="#">A MARTE, A TRAVÉS DEL CEREZO</a> .....	150
19. <a href="#">EXPERIENCIAS EN EL ESPACIO</a> .....	154
20. <a href="#">EN DEFENSA DE LOS ROBOTS</a> .....	160
21. <a href="#">PASADO Y FUTURO DE LA ASTRONOMÍA NORTEAMERICANA</a> .....	168
22. <a href="#">LA BÚSQUEDA DE INTELIGENCIA EXTRATERRESTRE</a> .....	179
<b><a href="#">Quinta Parte: CUESTIONES PROSTERAS</a></b> .....	<b>186</b>
23. <a href="#">EL SERMÓN DOMINICAL</a> .....	186
24. <a href="#">COTT Y LAS TORTUGAS</a> .....	194
25. <a href="#">EL UNIVERSO AMNIÓTICO</a> .....	200

## Introducción

Vivimos en una época extraordinaria. Son tiempos de cambios pasmosos en la organización social, el bienestar económico, los preceptos morales y éticos, las perspectivas filosóficas y religiosas y el conocimiento que tiene el hombre de sí mismo, así como en nuestra comprensión de este inmenso universo que nos acoge como grano de arena dentro de un océano cósmico. Desde que el hombre es hombre se ha venido interrogando acerca de una serie de cuestiones profundas y fundamentales, que nos evocan maravillas y, cuando menos, estimulan un conocimiento provisional y dubitativo. Son preguntas sobre los orígenes de la conciencia, la vida sobre nuestro planeta, los primeros tiempos de la Tierra, la formación del Sol, la posibilidad de que existan seres inteligentes en alguna otra parte de la inmensidad celeste. Y la más ambiciosa e inquietante de todas, ¿cuál es el origen, naturaleza y destino último del universo? Excepto en las más recientes fases de la historia humana, todos estos temas habían sido competencia exclusiva de filósofos y poetas, chamanes y teólogos. La diversidad y mutua contradicción entre las respuestas ofrecidas ya era claro indicio de que muy pocas de las soluciones propuestas podían ser correctas. Pero hoy, como resultado del conocimiento tan penosamente arrancado a la naturaleza a través de generaciones dedicadas a pensar, observar y experimentar cuidadosamente, estamos a punto de vislumbrar unas primeras respuestas aproximadas a muchas de ellas.

Hay una serie de temas que entretienen la estructura del presente libro. Aparecen tempranamente, desaparecen durante unos cuantos capítulos, y acaban por saltar de nuevo a la luz dentro de un contexto generalmente distinto. Entre ellos, cabe citar los placeres y consecuencias sociales de la empresa científica, la pseudociencia o ciencia pop, el tema de las doctrinas religiosas y su estrecha vinculación con el anterior, la exploración de los planetas y la busca de vida extraterrestre; y también, Albert Einstein, cuando se cumple el centenario de su nacimiento. La mayor parte de los capítulos que componen el texto puede leerse independiente-mente, pero el orden expositivo de las ideas aportadas ha sido escogido con cierto cuidado. Como ya sucede en alguno de mis libros anteriores, no he vacilado en incluir consideraciones de orden social, político o histórico siempre que lo he creído necesario. La atención prestada a las pseudociencias puede parecer curiosa a ciertos lectores. Los cultivadores de la ciencia popular recibieron años ha el apelativo de «fabricantes de paradojas» (*paradoxers*), curiosa expresión acuñada en Inglaterra el siglo pasado para designar a quienes inventan elaboradas e indemostradas explicaciones cuando la ciencia ya había llegado mucho antes a la comprensión de los problemas y los explicaba en términos mucho más simples. Hoy en día nos vemos invadidos por fabricantes de paradojas. La actitud usual del científico es ignorarlos a la espera de que acaben por desaparecer. Creo que sería útil, o como mínimo interesante, examinar con mayor atención las pretensiones y argumentos de alguno de estos fabricantes de paradojas y confrontarlos con los de otros sistemas de creencias tanto científicas como religiosas.

Tanto las pseudociencias como la mayoría de las religiones están parcialmente motivadas por un interés en conocer la naturaleza del universo y nuestro papel en el, razón por la que merecen toda nuestra consideración y atención. Además, creo que muchas religiones pueden encerrar un intento serio de enfrentarse con profundos misterios de nuestras historias individuales, tal como se analiza en el último capítulo. Pero tanto la pseudociencia como la religión organizada encierran muchos engaños y peligros. Aunque los practicantes de tales doctrinas suelen desear que no existan críticas que precisen de una réplica por su parte, tanto en ciencia como en religión el único medio de separar las intuiciones más fructíferas de los más profundos sinsentidos es el recurso a un examen escéptico. Espero que las observaciones críticas que vierto en estas páginas sean reconocidas como un intento constructivo. Creo muy acertada la observación de que todas las ideas tienen idéntico mérito, bastante distinta de la catastrófica creencia de que ninguna idea tiene mérito alguno.

Por tanto, este libro trata de la exploración del universo y de la de nuestro propio interior, es decir, tiene la ciencia como tema. Quizá parezca muy diversificada la panoplia de temas, desde un cristal de sal a la estructura del cosmos, mitos y leyendas, nacimiento y muerte,

robots y climatología, exploración de los planetas, naturaleza de la inteligencia o búsqueda de vida fuera de nuestro planeta. Pero, y así espero que se capte, todos estos temas se vinculan porque existen relaciones entre las diversas partes del cosmos, y también porque los seres humanos perciben el mundo a través de órganos sensitivos, cerebros o experiencias que quizá no reflejen las realidades externas con absoluta fidelidad.

Todos y cada uno de los capítulos de *El cerebro de Broca* se han escrito para una audiencia sin distinciones. Pocos son los casos en que he incluido ocasionalmente algún detalle técnico (por ejemplo, en «Venus y el doctor Velikovsky», «Norman Bloom, mensajero de Dios», «Experimentos en el espacio» y «Pasado y futuro de la astronomía norteamericana»). No obstante, no hay necesidad alguna de comprender dichos detalles para poder captar el hilo argumental de la discusión.

Algunas de las ideas que desarrollo en los capítulos 1 y 25 las presente inicialmente ante la Asociación Psiquiátrica Americana en una conferencia en memoria de William Menninger, celebrada en Atlanta, Georgia, en mayo de 1978. El capítulo 16 está inspirado en un discurso de sobremesa de la reunión anual que celebra el Club Nacional del Espacio (Washington, D.C., abril de 1977). El capítulo 18, en mi ponencia ante el simposio conmemorativo del primer vuelo de un cohete propulsado por combustible líquido, organizado por la Institución Smithsonian y celebrado en Washington, D.C., en marzo de 1976. El capítulo 23, en un sermón pronunciado ante la Sage Chapel Convocation de la Universidad de Cornell en noviembre de 1977. Y el capítulo 7, en una charla mantenida en la reunión anual de la Asociación Americana para el Progreso de la Ciencia en febrero de 1974.

Este libro se escribe poco antes -por lo menos, yo creo que pocos años o décadas antes- de que arranquemos del cosmos las respuestas a muchas de nuestras engorrosas y algo reverenciales interrogaciones sobre orígenes y destinos. Si antes no nos autodestruimos, buena parte de nosotros llegará a conocer las respuestas. Si hubiésemos nacido cincuenta años antes, habiéramos podido maravillarnos, meditar y especular sobre los temas indicados, pero sin poder *hacer* nada por descifrarlos. Si nacióramos dentro de cincuenta años, creo que ya se habrían descubierto los enigmas. Nuestros hijos conocerán y aprenderán las respuestas antes de que hayan tenido ni la menor posibilidad de formularse las preguntas. La época más exquisita, satisfactoria y estimulante para vivir es aquella en la que pasamos de la ignorancia al conocimiento de estas cuestiones fundamentales, la época en que comenzamos maravillándonos y terminaremos por comprender. Dentro de los 4.000 millones de años de historia de la vida sobre nuestro planeta, dentro de los 4 millones de años de historia de la familia humana, hay una sola generación privilegiada que podrá vivir este momento único de transición: la nuestra.

*Ithaca, Nueva York, Octubre de 1978*

# Primera Parte: CIENCIA E INTERÉS HUMANO

## 1. EL CEREBRO DE BROCA

—Ayer, sólo eran monos. Dales tiempo.  
—Pues si eran monos, quien tuvo retuvo...  
—No, esta vez será diferente... Vuelve dentro de  
alrededor de un siglo y verás...

Los dioses, hablando de la Tierra, en la versión  
cinematográfica del libro de H. G. WELLS, *El hombre  
que podía hacer milagros* (1936)

En cierto sentido, el Musée de l'Homme no se diferenciaba de muchos otros. Situado sobre un suave promontorio, desde su restaurante podía captarse una hermosa perspectiva de la torre Eiffel. Estábamos allí para conversar con Yves Coppens, eminente paleo-antropólogo y competente director adjunto del museo. Coppens ha estudiado nuestros ancestros, cuyos fósiles proceden de la garganta de Olduvai, en Kenia y Tanzania, y del lago Turkana, en Etiopía. Hace unos dos millones de años vivían en el este de África unas criaturas a las que denominamos *Homo habilis*, de una estatura aproximada de 1,20 metros, que construían y utilizaban herramientas de piedra, que quizá llegaban a construir viviendas muy simples y cuyos cerebros, a lo largo de un espectacular proceso de acrecentamiento, llegarían a transformarlos en lo que somos hoy en día.

Las instituciones museísticas de este tipo tienen un rostro público y otro privado. La vertiente pública incluye los materiales etnográficos y de antropología cultural expuestos al visitante: vestidos de mongoles o telas pintadas por nativos americanos, algunas quizá preparadas especialmente para que las compraran los *voyageurs* y los emprendedores antropólogos franceses. Pero en su trastienda se albergan otras muchas cosas: gente encargada de preparar las diferentes exposiciones; vastas salas que sirven de almacén a objetos inadecuados para su presentación al público, ya sea por el tema que tratan o por razones de espacio; áreas en las que trabaja el personal dedicado a la investigación. Fuimos conducidos a través de oscuros laberintos y mohosas salas, que iban desde angostos cubículos a amplias rotondas. En los pasillos se amontonaban materiales de investigación: una reconstrucción del suelo de una cueva paleolítica en la que se mostraba el lugar donde habían sido arrojados los huesos de antílope tras la comida del día; estatuillas priápicas de madera procedentes de la Melanesia; utensilios de comida delicadamente decorados; grotescas máscaras ceremoniales; azagayas de Oceanía; un mohoso cartel representando a una esteatopigia mujer de África; un lóbrego y húmedo almacén lleno hasta el techo de los más diversos instrumentos musicales, desde instrumentos de cuerda con calabazas como cajas de resonancia, flautas de Pan hechas con caña, cajas de percusión con pieles de diversos animales y otras innumerables muestras de los indomables impulsos que siempre ha sentido el hombre hacia la creación musical.

Aquí y allí podían verse unas pocas personas ocupadas en labores de investigación, cuyo porte y maneras distantes y respetuosas contrastaban vivamente con la cordial capacidad bilingüe de Coppens. Obviamente, la mayor parte de las salas estaban destinadas al almacenamiento de materiales antropológicos recogidos y coleccionados durante más de un siglo. Se tenía la sensación de transitar por un museo de segundo orden en el que se habían recogido materiales no tanto porque tuvieran demasiado interés sino porque tal vez lo habían tenido en otros tiempos pretéritos. Podía percibirse en el ambiente la presencia de los directores del museo durante el siglo XIX, cubiertos con sus levitas ocupados básicamente en trabajos de *goniométrie* y *craniologie*, febrilmente entregados a

coleccionarlo y medirlo todo con la pía esperanza de que la mera cuantificación podía llevarles hasta la comprensión de los interrogantes planteados.

Aun existía otra zona del museo mas recóndita, una extraña mezcla de activo centro de investigación y de vitrinas, armarios y anaqueles franca y totalmente abandonados. Aquí, la reconstrucción de un esqueleto articulado de orangután. Allí, una amplia mesa cubierta de cráneos humanos pulcramente clasificados. Mas allá, un cajón lleno de fémures apilados en la alacena del material del conserje de una escuela. Existía también una demarcación donde se alineaban restos neanderthalienses, entre ellos el primer cráneo reconstruido de un hombre de Neanderthal, obra de Marcellin Boule. Tomé con todo cuidado la pieza entre mis manos. Daba la sensación de objeto ligero y delicado; las suturas eran perfectamente visibles. Quizás me hallaba ante la primera prueba empírica indiscutible de que en épocas lejanas existieron criaturas muy semejantes a nosotros, criaturas que se habían extinguido, y cuya desaparición venía a alzarse como inquietante sugerencia de que tal vez nuestra especie no sobrevivirá por los siglos de los siglos. También había allí una estantería donde se alineaban dientes de varios tipos de homínidos, entre los que se incluían los grandes molares trituradores del *Australopithecus robustus*, un contemporáneo del *Homo habilis*. En otro rincón, una colección de cajas con cráneos de *Cro-Magnon* se apilaban limpios y en perfecto orden como leña dispuesta para un hogar. Todo este conjunto de reliquias eran los razonables y en cierto modo imprescindibles fragmentos probatorios que habían permitido reconstruir parte de la historia de nuestros ancestros y parientes colaterales.

En el fondo de la sala había otras colecciones más macabras y turbadoras. Una vitrina encerraba dos cabezas de reducidas dimensiones con un aire burlón en sus muecas; unos correosos labios vueltos hacia arriba dejaban al descubierto hileras de dientes puntiagudos y diminutos. A su lado, múltiples frascos herméticamente cerrados encerraban pálidos embriones y fetos humanos bañados en un sombrío fluido verdoso. La mayor parte de los especímenes eran normales, aunque ocasionalmente la mirada podía detenerse ante alguna inesperada anomalía como, por ejemplo, un par de siameses unidos por el esternón o un feto con dos cabezas y sus cuatro ojos herméticamente cerrados.

Pero aun había más. Una hilera de amplios frascos cilíndricos que albergaban. para mi asombro, cabezas humanas perfectamente conservadas. Un hombre de enormes mostachos rojos, de poco mas de veinte años y originario, como indicaba la etiqueta adjunta, de Nueva Caledonia. Quizá se tratase de un marinero que se había embarcado rumbo a los trópicos donde tras ser capturado perdería la vida; su cabeza se había convertido involuntariamente en objeto de estudio científico. Mas allá, tres cabezas de niño en un mismo recipiente, quizá como simple medida económica. Hombres, mujeres y niños de ambos sexos y múltiples razas, cuyas cabezas habían llegado hasta Francia para, quizá tras un breve estudio inicial, consumirse en un rincón del Musée de l'Homme. Y yo me preguntaba ante tal espectáculo, ¿en qué condiciones debió producirse el embarque de las cajas cargadas con cabezas en conserva? ¿Acaso los oficiales de los buques especularon a la hora del café acerca del contenido de la carga almacenada en las bodegas? ¿Tal vez les traía sin cuidado el asunto ya que las cabezas no eran casi nunca de blancos europeos como ellos? ¿Acaso bromaban en torno a la carga para demostrar un cierto distanciamiento emocional, mientras que en privado no dejaban de sentir un cierto remordimiento ante los horrores que transportaban? Una vez llegadas a Paris las colecciones, ¿fueron recibidas por científicos activos y sistemáticos que dirigían con eficacia las operaciones de transporte y almacenamiento de los cargamentos de cabezas? ¿Estaban impacientes por desprecintar los frascos y proceder a la medición de los cráneos humanos con sus calibradores? ¿Acaso el responsable de la colección, fuera quien fuese, asumía su trabajo con entusiasmo y arrogancia libres de todo objetivo secundario?

Siguiendo mi visita, llegamos al rincón más recóndito de esta ala del museo. Y allí descubrí una colección de retorcidos objetos grisáceos nadando en formalina a fin de retardar su descomposición: se trataba de un conjunto de anaqueles con cerebros humanos. Alguien se había ocupado de practicar rutinarias craneotomías en cadáveres de personalidades con objeto de extirpar sus cerebros en beneficio del progreso científico. Allí estaba el cerebro de un intelectual europeo que había alcanzado renombre momentáneo antes de marchitarse en



aquellas polvorientas estanterías. Acullá el cerebro de un convicto asesino. Qué duda cabe, los científicos de la época esperaban que pudiese existir alguna anomalía, algún indicio revelador, en la anatomía cerebral o en la configuración craneana de los asesinos. Quizá esperaban demostrar que el asesino lo creaban influencias hereditarias y no sociales. La frenología fue una desgraciada aberración del siglo xix. Puedo oír a mi amiga Ann Druyan afirmando: «la gente a la que matamos de hambre y torturamos tiene una tendencia antisocial a robar y matar. Y creemos que actúan de ese modo a causa de su prominente entrecejo». Pero lo cierto es que no hay modo de distinguir entre los cerebros de los asesinos y los de los sabios (los restos del cerebro de Albert Einstein están, recordémoslo de pasada, flotando en un frasco depositado en la universidad de Wichita). Es indudable que quien hace a los criminales no es la herencia sino la sociedad.

Mientras escudriñaba la colección sumido en similares meditaciones, mi vista se sintió atraída por la etiqueta unida a uno de estos frascos cilíndricos. Tome el recipiente del anaquel y lo examiné desde cerca. En la etiqueta podía leerse *P. Broca*. Tenía en mis manos el cerebro de Broca.

Paul Broca fue cirujano, neurólogo y antropólogo, una de las figuras más prominentes de la medicina y la antropología del siglo pasado. Realizó importantes trabajos en el estudio de la patología cancerosa y en el tratamiento de los aneurismas, así como una contribución esencial a la comprensión de los orígenes de la afasia, nombre con que se designa todo menoscabo de la habilidad para articular ideas. Broca fue un hombre brillante y apasionado, con una ferviente dedicación al tratamiento médico de las capas sociales más miserables. Al amparo de la noche y con riesgo de su propia vida, consiguió en cierta ocasión sacar clandestinamente de París en una carreta tirada por caballos setenta y tres millones de francos dentro de unas maletas escondidas bajo montones de patatas; se trataba de dinero de los fondos de la Asistencia Pública que, según su opinión, corrían peligro de inminente pillaje. Fue el fundador de la moderna cirugía cerebral. Asimismo, se dedicó al estudio del problema de la mortalidad infantil. Hacia el final de su vida fue nombrado senador.

Como ha indicado uno de sus biógrafos, amaba por encima de todo el sosiego y la tolerancia. En 1848 fundó una sociedad de «librepensadores». Fue uno de los pocos científicos franceses de su época que mostraron adhesión a la tesis darwiniana de la evolución a través de la selección natural entre las especies. T. H. Huxley, «el perro guardián de Darwin», señalaría que la simple mención del nombre de Broca llenaba su espíritu de un sentimiento de gratitud, y se atribuye a Broca la afirmación de que «prefiero ser un mono transformado que un hijo degenerado de Adán». Por tales ideas y otros puntos de vista similares fue denunciado por «materialismo» y por corruptor de la juventud, como lo fuera siglos antes Sócrates. Sin embargo, recibió la nominación de senador.

Muchos años antes Broca había tenido enormes dificultades para crear en Francia una asociación dedicada al estudio de la antropología. El ministro de Instrucción Pública y el Prefecto de Policía albergaban la creencia de que la antropología podía ser, como todo intento encaminado a profundizar en el conocimiento de los seres humanos, innatamente subversiva para los intereses del Estado. Cuando por fin y a regañadientes Broca obtuvo autorización para hablar con dieciocho colegas de su campo común de intereses científicos, el Prefecto de Policía le recordó que le haría personalmente responsable de todo cuanto pudiera decirse en tales reuniones «contra la sociedad, la religión o el gobierno». A pesar de todo, el estudio de los seres humanos se consideraba tan peligroso en aquellos tiempos que la policía envió a todas las reuniones un espía con amenaza explícita de que la autorización para celebrar tales reuniones sería revocada de inmediato si el delegado gubernativo se escandalizaba o consideraba delictiva cualquier afirmación vertida en ellas. Tales fueron las circunstancias bajo las que celebraba su primera reunión la Sociedad de Antropología de París el 19 de mayo de 1859, el mismo año en que se publicó la primera edición de *El origen de las especies*. En reuniones sucesivas iba a discutirse sobre una amplia gama de temas —arqueología, mitología, fisiología, anatomía, medicina, psicología, lingüística e historia—, y fácil es imaginar al espía gubernativo dormitando en un rincón de la sala durante la mayor parte de las sesiones. Según explica Broca, en cierta ocasión el espía sintió ganas de dar un pequeño paseo y preguntó si podía abandonar la sala con la

garantía de que en su ausencia no iba a tratarse ningún asunto lesivo para el Estado. «No, no, amigo mío», le respondió Broca, usted no puede irse a dar ninguna vuelta. Siéntese y justifique su sueldo». Pero no sólo era la policía la que mostraba en Francia por aquel entonces oposición al desarrollo de la antropología, sino también el clero, y en 1876 el Partido Católico Romano organizó una gran campaña contra las enseñanzas del Instituto de Antropología de París fundado por Broca.

Paul Broca falleció en 1880, quizá a causa de un tipo de aneurisma muy similar al que tan brillantemente había estudiado. Cuando le sorprendió la muerte estaba trabajando en un minucioso estudio de la anatomía cerebral. Broca fundó las primeras sociedades profesionales, escuelas de investigación y revistas científicas de la antropología francesa moderna. Los especímenes de su laboratorio personal fueron incorporados al que durante años recibiría el nombre de Musée Broca. Posteriormente pasarían a integrarse en el más amplio Musée de l'Homme.

Fue el propio Broca, cuyo cerebro tenía yo ahora en mis manos, quien creó la macabra colección que había estado contemplando. Habían sido objeto de su estudio embriones y monos, gentes de todas las razas, midiéndolo todo enloquecidamente en un supremo esfuerzo por comprender la naturaleza profunda del ser humano. Y a pesar del aspecto presente de la colección y de mis recelos, no fue, al menos de acuerdo con los patrones de su tiempo, más patriótico o más racista que otros y ciertamente no ofreció un apoyo incondicional al racismo con sus teorías y menos aun con sus actos. El científico frío, poco cuidadoso y desapasionado no toma en consideración las consecuencias humanas que puedan derivarse de su trabajo. Broca siempre las tuvo muy en cuenta.

En la *Revue d'Anthropologie* de 1880 se recoge una bibliografía exhaustiva de los escritos de Broca. Entre sus títulos, que tuve ocasión de hojear algún tiempo después, puede rastrearse el origen de la colección que acababa de contemplar:

«Sobre el cráneo y el cerebro del asesino Lemaire», «Presentación del cerebro de un gorila macho adulto», «Sobre el cerebro del asesino Prevost», «Sobre la supuesta heredabilidad de características accidentales», «La inteligencia de los animales y el dominio de los humanos», «El orden de los primates: paralelos anatómicos entre hombres y monos», «El origen del arte de obtener fuego», «Sobre monstruos dobles», «Discusión en torno a los microcéfalos», «Trepanaciones prehistóricas», «Sobre dos casos de desarrollo de un dedo supernumerario en la edad adulta». «Las cabezas de dos neocaledonianos» y «Sobre el cráneo de Dante Alighieri». Desconozco el lugar donde pueda hallarse actualmente el cráneo del autor de la *Commedia*, pero la colección de cerebros, cráneos y cabezas que me rodeaban constituye sin duda alguna los primeros pasos del trabajo de investigación realizado por Paul Broca.

Broca fue un extraordinario anatomista cerebral y efectuó importantes investigaciones sobre la región límbica, conocida inicialmente con el nombre de rinencéfalo (el «cerebro olfativo»), zona que como sabemos hoy en día se halla estrechamente vinculada a las emociones humanas. Pero quizá su trabajo más celebrado en nuestros días sea el descubrimiento de una pequeña región ubicada en la tercera circunvolución del lóbulo frontal izquierdo de la corteza cerebral, la que en honor de su descubridor denominamos hoy área de Broca. Tomando como punto de partida un escaso número de pruebas experimentales, Broca puso al descubierto que dicha zona del cerebro controla la emisión articulada del lenguaje y se erige como la sede fundamental de tan característica actividad humana. El área de Broca fue uno de los primeros descubrimientos que puso de manifiesto la separación de funciones existentes entre ambos hemisferios cerebrales. Y algo aún más importante, fue una de las primeras pruebas sólidas de la existencia de funciones cerebrales específicas localizadas en zonas muy precisas del cerebro, de que existe una conexión entre la anatomía cerebral y sus diferentes actividades concretas, actividades que a veces suelen calificarse como «mentales».

Ralph Holloway es un investigador de la Universidad de Columbia dedicado al estudio de la antropología física cuyo laboratorio imagino que puede guardar ciertas similitudes con el de

Broca. Holloway ha construido con goma de látex unos moldes de cavidades craneales de seres humanos y otros afines, pasados y presentes, con objeto de intentar reconstruir, a partir de las huellas superficiales dejadas por la superficie interna del cráneo, la evolución histórica del cerebro. Holloway sostiene que para poder hablar de criatura humana es imprescindible la presencia en su cerebro de un área de Broca, ofreciéndonos pruebas de la aparición de un primer esbozo de la misma en el cerebro del *Homo habilis* unos dos millones de años atrás, justo en el momento en que aparecen las primeras construcciones y herramientas humanas. En este punto concreto, la perspectiva frenológica no carece de sentido. Parece sumamente verosímil que el pensamiento y el trabajo humanos tuvieran un desarrollo paralelo al de la palabra articulada, de manera que el área de Broca puede considerarse como una de las sedes fundamentales de nuestra humanidad en la medida en que, sin la menor duda, nos permite delinear la relación que nos vincula con nuestros antepasados en su progresión hasta alcanzarla.

Y ahí estaba, flotando ante mis ojos, nadando a trozos en un mar de formalina, el cerebro de Broca. Podía observar la región límbica que Broca había estudiado en otros, las circunvoluciones del neocórtex, incluso el lóbulo frontal izquierdo de color gris blancuzco donde tiene su asiento el área que toma su nombre del de su descubridor, pudriéndose inadvertidamente en un triste rincón de la colección que iniciara el propio Broca.

Era difícil sostener el cerebro de Broca sin tener la sensación de que, en alguna medida, todavía estaban allí, presentes, su ingenio, su talante escéptico, sus abruptas gesticulaciones al hablar, sus momentos de quietud y sentimentalismo. ¿Acaso se hallaba preservada ante mí, en la configuración neuronal, una recolección de los triunfales momentos en que defendía ante una asamblea conjunta de facultades de medicina (y ante su padre, henchido de orgullo) su teoría sobre los orígenes de la afasia? ¿O tal vez una comida en compañía de su amigo Victor Hugo? ¿Quizás un paseo a la luz de la luna en un atardecer otoñal a lo largo del Quai Voltaire y el Font Royal en compañía de su esposa? ¿Adónde vamos a parar después de morir? ¿Acaso Paul Broca estaba todavía ahí, en un frasco lleno de formalina? Tal vez hubiese desaparecido todo rastro de memoria, aunque las investigaciones contemporáneas sobre la actividad cerebral proporcionan pruebas convincentes de que un cierto tipo de memoria queda redundantemente almacenada en numerosos y diferentes lugares de nuestro cerebro. Cuando en un futuro se produzcan avances substanciales en el terreno de la neurofisiología, ¿podremos, tal vez, reconstruir las memorias o intuiciones de alguien fallecido tiempo ha? Por lo demás, ¿parece deseable tal perspectiva? Equivaldría a la pérdida del último bastión de nuestra privacidad, aunque también cabe tener en cuenta que equivaldría a un cierto tipo de inmortalidad efectiva pues, y especialmente para hombres de la talla de Broca, es indudable que la mente constituye algo así como la esencia de su entidad física y psíquica.

Dado el carácter de los materiales acumulados en esta recóndita y olvidada sala del Musée de l'Homme me sentí de inmediato inclinado a atribuir a los creadores de la colección —por entonces desconocía aun que hubiese sido Broca— un manifiesto e innegable sexismo, racismo y patriotismo, una profunda resistencia ante la idea de una estrecha interrelación entre los seres humanos y los demás primates. Y en parte eso era indudable. Broca fue un humanista del siglo XIX, si bien no había conseguido desprenderse de los prejuicios y enfermedades sociales que agostaban a la humanidad de su tiempo. Broca creía en la superioridad de los hombres frente a las mujeres y en la de los blancos frente a las demás razas. En tal contexto, incluso su conclusión de que los cerebros alemanes no eran significativamente diferentes de los franceses no era más que una refutación de la defensa por parte de los teutónicos de su superioridad frente a los galos. Con todo, el científico francés sostuvo la existencia de profundas vinculaciones entre la fisiología cerebral de gorilas y hombres. Broca, fundador de una sociedad de librepensadores en su juventud, creía en la necesidad e importancia de una investigación libre de trabas y dedicó buena parte de su vida a la consecución de tal objetivo. El fracaso de tales ideales pone de manifiesto que, incluso para alguien como Broca que no escatimó esfuerzos en favor de la libertad de investigación, era en realidad muy sencillo apartarse de los mismos a causa de un fanatismo e intolerancia endémicos. La sociedad puede llegar a corromper al mejor de los hombres. Considero injusto criticar a alguien por no haber compartido las ideas

progresistas que están gestándose en su tiempo, aunque no por ello deja de ser tremendamente desalentador que los prejuicios retrógrados lleguen a tener tan tremenda fuerza persuasiva. Este tema plantea enojosas incertidumbres acerca de que ideas vistas en nuestra época como verdades convencionales genéricamente aceptadas llegaran a considerarse fanatismo gratuito nuestros inmediatos sucesores. Creo, pues, que el mejor modo de pagar a Paul Broca la deuda que tan involuntariamente nos legó con su ejemplo consiste en discutir profunda y seriamente nuestras creencias más profundamente arraigadas.

Estos frascos olvidados en un rincón y su espantoso contenido fueron coleccionados, por lo menos parcialmente, desde una perspectiva humanista, y quizá en un futuro, cuando el estudio del cerebro humano haya avanzado de forma substancial, vuelvan a mostrarse como materiales útiles para la investigación. Por mi parte, desearía conocer algo más acerca de aquel bigotudo marinero cuya cabeza fue trasladada a París desde Nueva Caledonia.

Pero la contemplación de esta especie de cámara de los horrores evoca de inmediato y espontáneamente otros pensamientos perturbadores. Ante todo, no podemos evitar un intenso sentimiento de simpatía hacia seres cuya existencia nos es recordada de modo tan indecoroso, y muy especialmente hacia aquellas personas muertas en su juventud o con sufrimiento. Los caníbales originarios del noroeste de Nueva Guinea usan para la construcción de las jambas y dinteles de sus viviendas amontonamientos de calaveras. Quizá sean estos los mejores materiales para construcción de que disponen, pero los arquitectos del país no pueden ignorar por completo el terror que desencadenan sus construcciones en los viajeros desprevenidos. Las SS de Hitler, los Ángeles del Infierno, los chamanes, los piratas, e incluso los embotelladores de yodo, han usado el símbolo de la calavera con el propósito evidente de despertar sentimientos de terror. Se trata de algo perfecto y totalmente coherente. Cuando me encuentro en una habitación llena de calaveras es bastante probable que ande alguien por los alrededores, quizá una manada de hienas, tal vez un tétrico y activo decapitador cuya ocupación o distracción es coleccionar cráneos humanos. Tan inquietantes compañías deben evitarse o, de ser posible, proceder a su eliminación. La comezón del cabello sobre mi nuca, la aceleración del pulso y de los latidos del corazón y un pegajoso y gélido sudor han sido generados por el proceso evolutivo para que me apreste a combatir o a emprender la huida. Quienes evitan la decapitación dejan tras sí mayor descendencia. Por tanto, experimentar tales sensaciones de miedo constituye una clara ventaja desde una perspectiva evolucionista. Pero aun resulta más terrorífico encontrarse en una habitación repleta de cerebros, como si algún monstruo moral indescriptible armado con espantosas cuchillas y espátulas se arrastrara y babeara por los tejados del Musée de l'Homme.

No obstante, creo que nuestras sensaciones dependen en buena medida de los propósitos que han dirigido la creación de tan macabra colección. Si el objetivo es la investigación científica, si los restos humanos han sido seccionados *post mortem* —y muy especialmente si han sido obtenidos con el consentimiento previo de aquellas personas a quienes pertenecieran en vida—, puede pensarse que el daño ocasionado es poco y que, a la larga, tal vez incluso quepa pensar que redundaran en beneficio de la humanidad. Pero a pesar de todas estas consideraciones, no consigo tener la plena seguridad de que los científicos actúen por motivaciones ajenas totalmente a las que rigen el comportamiento de los caníbales de Nueva Guinea. ¿Acaso no suelen decir ante el nerviosismo de cualquier observador: «Vivo cotidianamente rodeado por estas cabezas, y es algo que no me molesta: por que le producen a usted tales náuseas»?

Leonardo y Vesalio tuvieron que recurrir al cohecho y al secreto para poder llevar a cabo sus primeras disecciones sistemáticas de seres humanos en Europa a pesar de que siglos antes hubiese existido una floreciente y capaz escuela de anatomía en la antigua Grecia. La primera persona que localizó desde perspectivas neuroanatómicas la inteligencia humana en la cabeza fue Herófilo de Calcedonia, médico griego cuya actividad alcanza su cenit alrededor del 300 a. de C. Herófilo fue también el primero en distinguir entre nervios motores y sensoriales y efectuó el estudio más completo de la anatomía cerebral intentado

hasta el Renacimiento. Indudablemente, no faltaron objetores a sus repugnantes predilecciones experimentales. Existe un oculto temor, que se hace explícito en la famosa leyenda de Fausto, a «conocer» ciertas cosas, que determinados interrogantes son demasiado peligrosos para que puedan desvelarlos los seres humanos. Hay un claro ejemplo en nuestros días, el desarrollo del armamento nuclear, ya que si nos falta prudencia y suerte puede constituir un claro ejemplo de los peligros apuntados. Pero en el caso de los experimentos sobre el cerebro nuestros temores son bastante menos intelectuales. Se trata de experimentos que hincan sus raíces en lo más profundo de nuestro pasado evolutivo, evocan imágenes de jabalies y salteadores de caminos que aterrizaron a viajeros y poblaciones rurales en la antigua Grecia ante el peligro más probable de mutilaciones procrústeas u otras crueldades hasta que algún héroe, fuese Teseo o Hércules, les despachara sin mayor esfuerzo. Los mencionados temores han desempeñado en épocas pretéritas una función adaptativa y francamente útil. Sin embargo, creo que en nuestros días constituyen un bagaje básicamente emocional. Como científico que ha escrito sobre el cerebro humano, me interesó detectar mientras contemplaba la colección reunida por Broca tal tipo de sentimientos ocultos en mi interior. Y tales temores son indudablemente valiosos.

Toda investigación trae consigo algún elemento de riesgo. No existe garantía alguna de que el universo llegue a ajustarse a nuestras predisposiciones. Sin embargo, no veo otra forma de ocuparnos de él, tanto del universo inmediato como del exterior a nosotros, que sometiéndolo a estudio. El mejor medio que tiene la humanidad para evitar todo tipo de abusos es adquirir una educación científica que le permita comprender las derivaciones que trae consigo todo programa de investigación. Como contrapartida a la libertad de investigación, los científicos tienen la obligación de explicar a la opinión pública la naturaleza de su trabajo. Si se considera a la ciencia como un sacerdocio cerrado, demasiado difícil y arcano para ser comprendido por el hombre de la calle, los peligros de abuso son enormes. La ciencia es un tema de interés general y nos afecta a todos sin exclusión. Al discutir de forma regular y con competencia sus objetivos y consecuencias sociales en escuelas, prensa y conversaciones de sobremesa habremos mejorado en gran medida nuestras perspectivas de comprensión del mundo, así como las de su perfeccionamiento y el nuestro. Se trata de una idea que, a veces fantaseo, muy bien creo pudiese seguir impresa en el cerebro de Broca mientras indolentemente navega en el seno de un mar de formalina.

## 2. ¿PODEMOS CONOCER EL UNIVERSO? REFLEXIONES SOBRE UN GRANO DE SAL

Nada tan rico como el inagotable caudal de la Naturaleza. Tan solo nos muestra superficies, pero su profundidad es de un millón de brazas.

Ralph Waldo Emerson

La ciencia es mucho más una determinada manera de pensar que un cuerpo de conocimientos. Su objetivo es descubrir como funciona el mundo, detectar las regularidades que puedan existir, captar las vinculaciones que se dan entre las cosas —desde las partículas elementales, que pueden ser los constituyentes últimos de toda materia, para organismos vivos, la comunidad social de los seres humanos y, como no, el cosmos contemplado en su globalidad. Nuestra intuición no es ni por asomo una pauta infalible. Nuestras percepciones pueden verse falseadas por la educación previa y los prejuicios, o simplemente a causa de las limitaciones de nuestros órganos sensoriales que, por descontado, sólo pueden percibir directamente una pequeña fracción de los fenómenos que se producen en el mundo. Incluso una cuestión tan directa como la de si, en ausencia de fricción, cae mas rápidamente una libra de plomo que un gramo de lana, fue resuelta incorrectamente por casi todo el mundo hasta llegar a Galileo, y entre los equivocados se hallaba, cómo no, el propio Aristóteles. La ciencia se fundamenta en la experimentación, en un ansia permanente de someter a prueba los viejos dogmas, en una apertura de espíritu que nos permita contemplar el universo tal como realmente es. No puede negarse que en ciertas ocasiones la ciencia exige coraje; como mínimo el imprescindible para poner en entredicho la sabiduría convencional.

El principal rasgo definitorio de la ciencia es pensar de verdad toda cosa: el tamaño de las nubes y las formas que adoptan, incluso en su estructura mas profunda, en cualquier parte del cielo para una altitud dada; la formación de una gota de rocío sobre una hoja; el origen de un nombre o una palabra; la razón de una determinada costumbre social humana, como por ejemplo el tabú del incesto; por qué una lente sobre la que incida la luz solar puede quemar un papel; que razón nos hace ver un bastón de paseo como una pequeña ramita; por que parece seguirnos la Luna cuando paseamos; que nos impide perforar la Tierra con un agujero que llegue hasta el centro del planeta; qué sentido tiene el termino «abajo» en una Tierra esférica; de que modo el cuerpo puede convertir la comida de ayer en el músculo y el nervio de hoy; donde están los límites del universo, ¿puede este expandirse indefinidamente, o no?; ¿tiene algún significado la pregunta de que hay mas allá? Algunos de estos interrogantes son singularmente fáciles de responder. Otros, especialmente el ultimo, son misterios de los que no conocemos la solución incluso en nuestros días. Son interrogantes naturales a resolver. Toda cultura se ha planteado, de una u otra forma, tales cuestiones. Las respuestas propuestas casi siempre han sido de categoría «narrativa» o «fabulada», con explicaciones divorciadas de toda tarea experimental, e incluso de toda observación comparativa cuidadosa.

Pero la mentalidad científica examina el mundo críticamente, como si pudieran existir otros muchos mundos alternativos, como si aquí pudiesen existir cosas que ahora no encontramos. Y en consecuencia, nos vemos obligados a responder por que cuanto vemos es así y no de otra forma. ¿Por que son esféricos el Sol y la Luna? ¿Por que no piramidales, cúbicos o dodecaedricos? ¿Por que tal simetría en el mundo? ¿Por qué, incluso, no tiene formas irregularmente caprichosas? Si alguien gasta parte de su tiempo proponiendo hipótesis, comprobando si tienen sentido y si concuerdan con cuanto ya conocemos, pensando en pruebas experimentales que den validez o se la nieguen a nuestras hipótesis, este alguien esta haciendo ciencia. Y a medida que van tomando mas y más fuerza estos hábitos de pensamiento, mas a gusto se halla el individuo con ellos. Penetrar en el corazón de las cosas —incluso en el de las más pequeñas, en el de una brizna de hierba, corno dijera Walt Whitman— produce un tipo de excitación y alegría que parece muy posible que, de todos los seres que pueblan este planeta, solo puedan experimentarla los seres humanos. Somos una especie inteligente, y un uso adecuado de nuestra inteligencia nos

produce placer. En este aspecto, el cerebro es como un musculo. Cuando pensamos bien, nos sentimos bien. Comprender es un cierto tipo de éxtasis.

Pero, ¿hasta que punto podemos conocer en realidad el universo que nos rodea? A veces esta pregunta la plantean individuos que esperan obtener una respuesta de tonos negativos, que sienten temor ante la idea de un universo del que algún día se llegue a conocer todo. A veces encontramos científicos que confidencialmente expresan su creencia de que todo cuanto es digno de ser conocido pronto lo será —o que incluso ya lo es—, y que nos pintan el cuadro de una edad dionisiaca o polinesica en la que se habrá marchitado el entusiasmo por la adquisición de nuevos descubrimientos intelectuales; lo habremos reemplazado por cierta languidez sumisa, nos alimentaremos de lotos y beberemos leche de coco fermentada o algún otro suave alucinógeno. Además de calumniar a los polinesios, que fueron intrépidos exploradores (y cuyo breve descanso en el paraíso esta lastimosamente llegando hoy a su fin), y a los estímulos para el descubrimiento intelectual que proporcionan ciertos alucinógenos, este punto de vista se nos muestra como obviamente erróneo.

Planteemos de momento una pregunta mucho más modesta. No nos preguntemos si podemos conocer la naturaleza del universo, la Vía Láctea, una estrella o un mundo sino si nos es dado conocer, en ultima instancia y de forma pormenorizada, la naturaleza de un grano de sal. Consideremos un microgramo de sal de mesa, una partícula apenas lo suficientemente grande como para que alguien con una vista muy aguda pueda detectarlo sin la ayuda de un microscopio. En este grano de sal hay alrededor de  $1E+16$  millones de átomos de cloro y sodio, es decir, 10.000 billones de átomos. Si deseamos conocer la estructura de este grano de sal, necesitamos determinar como mínimo las coordenadas tridimensionales de cada uno de sus átomos. (De hecho precisamos conocer muchas mas cosas, como por ejemplo la naturaleza de las fuerzas con que se interaccionan los átomos, pero para el case nos contentaremos con cálculos de gran modestia). Pues bien, ¿la cifra indicada es mayor o menor que el numero de cosas que puede llegar a conocer el cerebro humano?

¿Cual es el limite de informaciones que puede albergar el cerebro? En nuestro cerebro quizá haya un total de  $1E+11$  neuronas, los circuitos elementales y conexiones responsables de las actividades química y eléctrica que hacen funcionar nuestras mentes. Una neurona típica tiene como mucho un millar de pequeñas terminaciones, las dendritas, que establecen su conexión con las contiguas. Si, como parece ser, a cada una de tales conexiones le corresponde el almacenamiento de un bit de información, el numero total de cosas cognoscibles por el cerebro humano no excede de  $1E+14$  es decir, la cifra de los 100 billones. En otros términos, algo así como el 1 % del numero de átomos que contiene una pequeña partícula de sal.

Desde tal punto de vista el universo se nos convierte en inabordable, asombrosamente inmune a todo intento humano de alcanzar su completo conocimiento. Si a este nivel no nos es dado comprender la exacta naturaleza de un grano de sal, mucho menos lo será determinar la del universo.

Pero observemos con mayor atención nuestro microgramo de sal. La sal es un cristal que, a excepción de eventuales defectos que puedan presentarse en su estructura reticular, mantiene posiciones bien predeterminadas para cada uno de los átomos de sodio y de cloro que lo integran. Si pudiésemos contraernos hasta posibilitar nuestra incursión en tal mundo cristalino, podríamos ver, fila tras fila, una ordenada formación de átomos, una estructura regularmente alternante de átomos de sodio y cloro, con lo que tendríamos especificada por completo la capa de átomos sobre la que estuviésemos colocados y todas las demás situadas por encima y por debajo de ella. Un cristal de sal absolutamente puro tendría completamente especificada la posición de cada uno de sus átomos con unos 10 bits de in-

formación<sup>1</sup>. Evidentemente, tal estado de cosas no abrumaría en lo mas mínimo la capacidad de almacenar información propia del cerebro humano.

Si el universo tiene un comportamiento regulado por leyes naturales con un orden de regularidad similar al que determina la estructura de un cristal de sal común, es obvia nuestra capacidad para abordar su conocimiento. Incluso en el supuesto de que existan muchas de tales leyes, de considerable complejidad cada una de ellas, los seres humanos gozan de la necesaria capacidad para comprenderlas todas. Y en el supuesto de que los conocimientos precisos sobrepasaran la capacidad de almacenamiento de información de nuestros cerebros, quedaría la posibilidad de almacenar información adicional fuera de nuestros propios cuerpos —por ejemplo, en libros o en memorias magnéticas de computadora—, de modo que, en cierto sentido, seguiría siendo posible el conocimiento del universo.

Los seres humanos se hallan enormemente motivados para emprender la búsqueda de regularidades, de leyes naturales, cosa por lo demás perfectamente comprensible. La búsqueda de leyes, el único camino posible para llegar a comprender un universo tan vasto y complejo, recibe el nombre de ciencia. El universo obliga a quienes lo pueblan a entenderlo. Aquellos seres que se topan en su experiencia cotidiana con un confuso revoltillo de eventos imprevisibles y carentes de regularidad se encuentran en grave peligro. El universo pertenece a quienes, al menos en cierta medida, lo han descifrado.

Es un hecho realmente asombroso que existan leyes de la naturaleza, reglas que sintetizan de forma adecuada —no sólo cualitativa, sino también cuantitativamente— el funcionamiento del mundo. Podemos imaginar un universo sin tales leyes, un universo en el que los  $10^{80}$  partículas elementales que lo integran se comportaran con absoluto e intransigente abandono. Para comprender tal tipo de universo necesitaríamos un cerebro con una masa casi tan grande como la suya. Parece bastante inverosímil suponer que en dicho universo pudiese existir vida e inteligencia, pues los seres dotados de cerebro requieren cierto grado de estabilidad y orden internos. Pero incluso si en un universo mucho mas aleatorio que el nuestro existieran seres con inteligencia muy superior a la nuestra, es indudable que no podrían alcanzar demasiado conocimiento ni experimentar excesiva pasión o alegría.

Para nuestra fortuna, vivimos en un universo en el que son susceptibles de conocimiento, al menos, algunos de sus más importantes aspectos. La experiencia acumulada por nuestro sentido común y la historia evolutiva de la humanidad nos han preparado para comprender algo del mecanismo cotidiano que mueve el mundo. Sin embargo, cuando nos introducimos en otros ámbitos, el sentido común y la intuición ordinaria pueden llegar a convertirse en muy malos consejeros. Es pasmoso el hecho de que al aproximamos mucho a la velocidad de la luz nuestra masa crece indefinidamente, nuestro espesor llega a ser prácticamente nulo en la dirección del movimiento y el tiempo parece detenerse para nosotros. Mucha es la gente que cree que esto es una necedad, y no pasa semana sin que reciba una carta de alguien que se lamenta de la situación. Pero no hay vuelta de hoja. Son consecuencias virtualmente ciertas, no sólo por la experimentación, sino también, debido al brillantísimo análisis de Albert Einstein sobre la naturaleza del espacio y el tiempo conocido como teoría especial de la relatividad. No viene al caso que tales efectos puedan parecernos escasamente razonables, pues no tenemos el menor habito de viajar a velocidades próximas a la de la luz. En el terreno de las altas velocidades, el testimonio de nuestro sentido común resulta irrelevante.

---

<sup>1</sup> El cloro es un gas letal que se utilizó en los campos de batalla europeos durante la primera guerra mundial. El sodio es un metal corrosivo que entra en combustión en contacto con el agua. La combinación de ambos origina una sustancia agradable e inocua, la sal común. El estudio de las propiedades de ambas sustancias constituye precisamente el objetivo de la Química, y para comprenderla se necesitan más de 10 bits de información



Imaginemos ahora una molécula aislada compuesta por dos átomos cuya estructura pueda recordarnos por su forma a la de unas pesas de halterofilia. Por ejemplo, puede muy bien ser una molécula de sal común. Dicha molécula gira alrededor de un eje en dirección idéntica a la línea que une ambos átomos. Pues bien, en el mundo de la mecánica cuántica, en el reino de lo extraordinariamente pequeño, nuestro juego de pesas no puede tomar cualquier orientación. Es perfectamente posible, para fijar un supuesto, que este orientado horizontal o verticalmente, pero no será posible que lo este en muchas de las inclinaciones angulares intermedias. En otras palabras, le están prohibidas ciertas inclinaciones rotacionales. ¿Prohibidas por quien? Pues por las leyes de la Naturaleza. El universo esta construido de tal forma que limita, o cuantifica, las posibilidades de rotación. No tenemos evidencia experimental de este hecho en nuestra vida cotidiana. Podemos encontrarlo tan sorprendente como si al efectuar ejercicios de gimnasia sueca fuéramos tan torpes como para poder colocamos brazos en cruz o extendidos hacia el cielo pero nos fuera imposible adoptar un buen numero de posturas intermedias. Pero téngase en cuenta que nuestra vida no se desarrolla en el ámbito de lo minúsculo, dentro de una escala del orden de  $10^{-13}$  centímetros, en un mundo donde hay doce ceros entre la coma que separa las unidades y la primera cifra significativa. Las intuiciones de nuestro sentido común no cuentan para nada. Lo que vale es el experimento; en el caso que nos ocupa, la observación de las frecuencias de infrarrojos en los espectros moleculares. Y estos nos muestran que la rotación molecular debe ser cuantificada.

La idea de que el mundo plantea restricciones a las posibilidades de acción humanas es frustradora. ¿Por que no podemos tener ciertas posiciones rotacionales intermedias? ¿Por qué no podemos viajar mas deprisa que la luz? Sin embargo, todo cuanto podemos decir hasta el presente es que el universo esta construido precisamente así. Tales limitaciones no solo nos obligan a ser más humildes, sino que convierten el mundo en algo más comprensible. Cada constrictión corresponde a una ley natural, a una regularidad en el universo. Cuanto más grande sea el número de constrictiones acerca de las posibilidades reales de la materia y la energía, mayor conocimiento del universo podremos alcanzar los hombres. En cualquier caso, la cognoscibilidad del universo no sólo depende de cuantas sean las leyes naturales que nos permiten enmarcar para su análisis una amplia serie de fenómenos divergentes en apariencia, sino también de la apertura mental y capacidad intelectual que mostremos respecto a la comprensión de tales leyes. Seguramente nuestras formulaciones de las regularidades de la Naturaleza dependen del modo en que esta construido nuestro cerebro, pero también, y en buena medida, de aquel en que lo esta el universo.

Por mi parte, me gusta vivir en un universo que encierra aun mucho dc desconocido y que, al mismo tiempo, es susceptible de llegar a ser interpretado. Un universo del que lo conociéramos todo sería estático y deprimente, tan aburrido como el cielo que nos prometen ciertos teólogos pobres de espíritu.

Un universo que se nos muestre incognoscible no es lugar ciertamente adecuado para un ser que piensa. El universo ideal para nosotros es algo bastante más similar al sitio en que vivimos Y me atrevo a conjeturar que no es simple coincidencia.

### 3. ESTE MUNDO QUE NOS LLAMA COMO UNA LIBERACIÓN

Para castigarme por mi desprecio a la autoridad, el destino me convierte en tal.

EINSTEIN

Albert Einstein nació en Ulm, Alemania, en 1879, hace ahora justamente un siglo. Pertenece al pequeño grupo de individuos de todas las épocas que remodelan el mundo gracias a un don muy especial, el talento precise para contemplar viejos hechos según nuevos enfoques, para plantear profundos desafíos a la sabiduría convencional. Durante décadas y décadas ha sido una figura honrada y mitificada, el único científico cuyo nombre se le acudía de inmediato al ciudadano medio. Einstein fue un hombre admirado y reverenciado a lo largo y ancho del mundo, en parte por sus contribuciones científicas, vagamente comprendidas por los profanos en la materia, en parte a causa de sus valientes tomas de postura en cuestiones sociales, y en parte a causa de su afable personalidad. Para los hijos de inmigrantes con inclinaciones científicas, o para quienes, como en mi caso, vivieron su infancia en los años de la Depresión, el respeto otorgado a Einstein les hizo ver que existían personas como los científicos, que una carrera científica no era un sueño totalmente inalcanzable. Una de sus principales aportaciones, aunque involuntaria, fue la de constituirse como paradigma de científico. Sin Einstein, muchos de los jóvenes que se convirtieron en científicos en los años subsiguientes a la década de los 20 jamás hubieran oído hablar de la existencia de la empresa científica. El substrato lógico de la teoría especial de la relatividad einsteiniana pudo haberse desarrollado un siglo antes, pero aunque otros avanzaran una serie de intuiciones premonitorias, la relatividad debía esperar a Einstein para madurar definitivamente. Los fundamentos físicos de la teoría especial de la relatividad son *muy* simples, y muchos de sus resultados esenciales pueden ser derivados del álgebra secundaria y de la reflexión sobre el movimiento de un bote que remonte una corriente fluvial o avance a su favor. La vida de Einstein fue rica en genialidad e ironía. Sintió gran pasión por todos los problemas cruciales de su tiempo, efectuó interesantes incursiones en los ámbitos de la educación y de las relaciones entre ciencia y política, y fue un vivo ejemplo de que, después de todo, el trabajo de ciertos individuos puede llegar a cambiar el mundo.

Siendo niño ofreció escasísimos indicios de cuanto llegaría a ser mas tarde. El mismo rememorara años después: «mis padres estaban preocupados porque no comencé a hablar hasta época comparativamente tardía, y llegaron a consultar el problema con un médico... por aquel entonces... seguro que no tenía menos de tres años». Fue un estudiante mediocre en sus años escolares, y recordaba a sus maestros bajo la figura de sargentos instructores. Durante los años juveniles de Einstein, las pautas de la educación europea eran un altisonante nacionalismo y una marcada rigidez intelectual. El joven Einstein se rebelaba contra los obtusos y mecanizados métodos educativos de la época. «Prefería sobrellevar todo tipo de castigos antes que aprender de memoria cosas que no comprendía.» Einstein detestó toda su vida a los partidarios de una disciplina rígida, tanto en los terrenos de la educación como en los de la ciencia y la política.

A los cinco años se sintió turbado por el misterio del círculo. Posteriormente escribirá: «A los 12 años experimenté una segunda perplejidad, de naturaleza completamente distinta, al leer un pequeño texto de geometría euclídea plana... Había allí asertos, como por ejemplo el referente a la intersección en un punto de las tres alturas de un triangulo, que a pesar de no ser ni con mucho evidentes, podían ser probados con tal grado de certidumbre que quedaba fuera de lugar toda duda sobre ellos. Esta lucidez y certidumbre me causaron una impresión indescriptible». Los programas escolares al uso sólo conseguían provocar tediosas interrupciones a las meditaciones de este tipo. Einstein escribiría las siguientes palabras sobre su autoeducación: «Entre los 12 y 16 años me familiaricé con los rudimentos de la matemática al tiempo que con los principios básicos de los cálculos diferencial e integral. Tuve la inmensa fortuna de topar con libros no especialmente notables en cuanto a su rigor lógico, deficiencia que compensaban sobradamente al presentar los aspectos

fundamentales del tema clara y sinópticamente... También tuve la suerte de empezar a conocer los resultados y métodos esenciales de las ciencias de la naturaleza en excelentes exposiciones popularizadoras que recogían casi exclusivamente los aspectos cualitativos... un trabajo que leí con atención expectante». Los modernos divulgadores científicos pueden sentirse reconfortados por estas palabras de Einstein.

Ninguno de sus profesores parece haberse percatado de su talento. En el *Gymnasium* de Munich, el centro de enseñanza secundaria más destacado de la ciudad, un profesor le dijo en cierta ocasión, «Einstein, usted nunca llegará a ninguna parte». A los quince años las sugerencias de este tipo se hicieron tan fuertes y directas que decidió abandonar el instituto. Su profesor le indicaba que «tan solo con su presencia dañaba el respeto que toda la clase le debía a su persona». Aceptó con gusto tales observaciones, abandonó el instituto y durante varios meses viajó sin meta ni fin concreto por el norte de Italia. Toda su vida mostró clara preferencia por los modales y la vestimenta sin ceremonias ni formalidades. De haber transcurrido su adolescencia en la década de los 60 o los 70 de nuestro siglo, en vez de la década de 1890, la gente convencional le habría calificado de *hippie* casi sin lugar a dudas.

Su curiosidad por la física y su admiración ante el universo le permitieron superar muy pronto su aversión hacia los métodos educativos imperantes, y a no tardar solicitaría su ingreso, sin diploma que certificara sus estudios secundarios, en el Instituto Federal de Tecnología de Zurich. Suspendió el examen de aptitud, se matriculó en un instituto suizo de enseñanza media por su propia cuenta y riesgo para subsanar sus lagunas, y al año siguiente fue admitido por fin en el Instituto Federal de Tecnología. No obstante, seguía siendo un estudiante mediocre. No le satisfacía el estudio de las materias obligatoriamente prescritas, esquivaba la biblioteca del centro e intentaba hasta donde le era posible trabajar sobre sus verdaderos intereses. Más tarde escribiría: «Desde luego, el principal impedimento para seguir en tal línea era que debía atiborrar mi cabeza con todos estos tinglados y empollármelos para pasar los exámenes, me gustara o no.»

Consiguió su graduación sólo gracias a la ayuda que le prestara su íntimo amigo Marcel Grossmann, quien asistía asiduamente a clase y compartía sus apuntes con Einstein. Con ocasión de la muerte de Grossmann, acaecida muchos años después, Einstein escribiría: «Recuerdo nuestros días de estudiantes. Él era un estudiante irreprochable, yo un desordenado y un soñador. Él, en excelentes relaciones con los profesores y comprendiéndolo todo; yo, un paria, descontento y escasamente apreciado... Al finalizar nuestros estudios, me vi abandonado de repente por todo el mundo, desconcertado y perplejo ante el umbral de la vida». La graduación la obtuvo gracias a un esfuerzo final para sumergirse en los apuntes de Grossmann. Pero estudiando en la preparación de los exámenes finales, recordara «que mi ánimo llegó a sentirse bloqueado hasta tal punto... que durante un año entero hallé completamente enojoso el análisis y consideración de cualquier problema científico... Es casi milagroso que los métodos modernos de instrucción no hayan conseguido ahogar por completo la santa curiosidad de la investigación, pues la principal necesidad de tan delicada planta, aparte el estímulo inicial, es la libertad. Sin esta, corre seguro peligro de muerte... y creo que incluso puede despojarse de su voracidad a un animal de presa sano si se le obliga a comer a golpes de látigo, con hambre o sin ella...». Sus observaciones deben templar el espíritu de toda persona involucrada en la educación científica. Me pregunto cuántos Einstein potenciales habrán llegado a sentirse irremediabilmente descorazonados a causa de exámenes competitivos y del hastío generado por acumular méritos en su currículum a la fuerza.

Después de haberse ganado el sustento con diversos trabajos ocasionales, Einstein aceptó una oferta para trabajar como inspector de solicitudes en la Oficina Suiza de Patentes sita en Berna, oportunidad que obtuvo gracias a la mediación del padre de Marcel Grossmann. Por estas fechas renunciaría a la nacionalidad alemana para convertirse en ciudadano suizo. Tres años después, en 1903, se casaba con su prometida. No sabemos casi nada acerca de las patentes aprobadas y rechazadas por Einstein, y sería de gran interés determinar si alguna de las que pasaron por sus manos llegó a tener cierta influencia estimulante en sus meditaciones sobre la física.

Banesh Hoffman, uno de sus biógrafos, escribe que en la oficina de patentes Einstein «aprendió pronto a deshacerse de sus tareas con rapidez y eficiencia. Eso le permitiría arrebatarse preciosos minutos para sus propios cálculos clandestinos, que escondía con rapidez y sentido de culpabilidad en el interior de su pupitre de trabajo al menor ruido de pasos que se aproximaban». Tales fueron las circunstancias en que se gestaría el nacimiento de la gran teoría de la relatividad. Posteriormente Einstein recordaría con nostalgia la oficina de patentes, «este claustro secular en el que se incubaron mis más bellas ideas».

En más de una ocasión Einstein sugeriría a sus colegas que el empleo de farero era una de las situaciones más francamente apetecibles para un científico, pues se trataba de un trabajo relativamente sencillo y capaz de proporcionar la tranquilidad y contemplación necesarias a todo espíritu para abordar la investigación científica. Como señalara su colaborador Leopold Intfield, «para Einstein, la soledad, la vida en un faro, hubiera sido estimulante en grado sumo. Le hubiera liberado de buena parte de las obligaciones que odiaba. De hecho, hubiera sido para él la forma de vida ideal. Pero casi todos los científicos piensan justamente lo contrario. La maldición de mi vida ha sido verme apartado por largo tiempo de toda atmósfera científica, de no tener a nadie con quien hablar de física».

Einstein también sostenía que era deshonesto ganar dinero enseñando física. Argumentaba que era muchísimo mejor para un físico ganarse el sustento con algún otro trabajo sencillo y honesto, y que la física debía cultivarla en sus ratos libres. Cuando años más tarde Einstein hiciera una observación similar en América, señaló que le hubiese encantado trabajar de fontanero, lo que le valió una inmediata nominación como miembro honorario del sindicato del ramo.

En 1905 Einstein publicó cuatro artículos de investigación, producto de sus ratos libres en la oficina de patentes, en la publicación especializada más prestigiosa de la época, los *Annalen der Physik*. En el primero de ellos demostraba que la luz tiene al mismo tiempo propiedades corpusculares y propiedades ondulatorias, exponiendo por vez primera el desconcertante efecto fotoeléctrico, de acuerdo con el cual los sólidos estimulados por una radiación lumínica emiten electrones. En el segundo exploraba la naturaleza de las moléculas a través del estadístico «movimiento browniano» que presentan las pequeñas partículas en suspensión. En los dos restantes introducía la teoría especial de la relatividad, explicitando por primera vez la famosa ecuación  $E = mc^2$ , tan ampliamente citada como escasamente comprendida.

La ecuación expresa la convertibilidad de la materia en energía, y viceversa. Amplia la ley de la conservación de la energía a una ley que nos habla de la conservación de la energía y la masa, por la que se afirma que energía y masa no pueden ser creadas ni destruidas, si bien una determinada forma de energía puede convertirse en materia y a la inversa. En circunstancias ideales, la cantidad de energía que puede obtenerse de una masa  $m$  es  $mc^2$ , donde  $c$  es la velocidad de la luz (la velocidad de la luz siempre se representa por  $c$ , jamás por  $C$ , y su valor es de 300.000 kilómetros por segundo). Si medimos  $m$  en gramos y  $c$  en centímetros por segundo,  $E$  nos vendrá dada en una unidad de energía denominada ergio. La total conversión de un gramo de masa en energía produce  $1 \times (3 \times 10^{10})^2 = 9 \times 10^{20}$  ergios, cantidad equivalente a la que desprende la explosión súbita de unas mil toneladas de TNT. Por consiguiente, si hallamos la forma de extraerlos, los recursos energéticos que albergan pequeñísimas cantidades de materia son enormes. Las armas nucleares y las centrales nucleares son otros tantos ejemplos de los vacilantes y éticamente ambiguos esfuerzos encaminados a obtener la energía que encierra la materia, según nos descubriera Einstein. Un arma termonuclear, por ejemplo una bomba de hidrógeno, es un ingenio de poder terrorífico, aunque dada una masa  $m$  de hidrógeno tan solo consigue obtener menos del 1% del poder energético  $mc^2$  que encierra.

Los cuatro artículos que publicara Einstein en 1905 hubieran sido una producción impresionante como fruto de toda una vida dedicada a la investigación para cualquier físico. Si se contemplan como lo que en realidad fueron, el resultado de los ratos libres de un año de trabajo de un empleado de veintiséis años de una oficina de patentes suiza, es algo más

que asombroso. Son muchos los historiadores de la ciencia que han calificado 1905 como *annus mirabilis*, año milagroso. Dentro de la historia de la física, y con inquietantes parecidos, sólo ha existido otro año adjetivable de tal, 1666, cuando Isaac Newton, con veinticuatro años, aislado en una zona rural a causa de una epidemia de peste bubónica, esbozó una explicación para la naturaleza espectral de la luz del sol. Inventó los cálculos diferencial e integral y postuló la teoría de la gravitación universal. Junto con la teoría general de la relatividad, formulada por vez primera en 1915, los artículos de 1905 representan el principal logro de la vida científica de Einstein.

Antes de Einstein los físicos sostenían la generalizada creencia de que existían marcos de referencia privilegiados, cosas tales como un espacio y un tiempo absolutos. El punto de partida de las meditaciones de Einstein fue que desde cualquier marco de referencia — cualquier observador, fuera cual fuese su ubicación, velocidad o aceleración— las leyes fundamentales de la naturaleza debían contemplarse de idéntica manera. Parece ser que su idea sobre los sistemas de referencia en física se vio influenciada por sus actitudes sociales y políticas y por su resistencia ante el estridente patriotismo que impregnara la Alemania del siglo XIX. En este sentido, la idea de la relatividad se ha convertido en un lugar común antropológico, y los científicos sociales han hecho suya la idea de un relativismo cultural. Existen diversos contextos sociales distintos y diferentes interpretaciones del mundo y de los preceptos éticos y religiosos. Por lo demás, las diferentes sociedades humanas son prácticamente comparables en cuanto a su validez.

En un principio no se produjo, ni mucho menos, una aceptación generalizada de la relatividad especial. A modo de nuevo intento de integrarse en la vida académica, Einstein presentó su recién publicado artículo sobre la relatividad a la Universidad de Berna como ejemplo de su trabajo. Evidentemente, él lo consideraba como un buen trabajo de investigación. Sin embargo, le fue rechazado tildándolo de incomprensible y hubo de seguir en la oficina de patentes hasta 1909. A pesar de todo, la publicación del trabajo no pasó desapercibida para todo el mundo y poco a poco algunas de las figuras señeras de la física europea de la época empezaron a sospechar que Einstein podía muy bien ser uno de los más grandes científicos de todas las épocas. Pero aun y así, su trabajo sobre la relatividad generó vivas polémicas. En una carta de recomendación para que Einstein fuera contratado en la Universidad de Berlín, un eminente científico alemán sugería que la relatividad era un excursus hipotético, una aberración momentánea, y que a pesar de todo, Einstein era realmente un pensador de primer orden. (El premio Nóbel, de cuya concesión tuvo noticia durante una visita a Oriente en 1921, se le otorgaba por su trabajo sobre el efecto fotoeléctrico y «otras contribuciones» a la física teórica. La relatividad seguía siendo considerada un tema demasiado polémico como para mencionarlo explícitamente.)

Las opiniones políticas y religiosas de Einstein estaban explícitamente relacionadas con su trabajo científico. Sus padres eran de origen judío, aunque no practicantes del ritual religioso. No obstante, Einstein se inclinó hacia una religiosidad convencional «por influjo de la maquinaria educativa tradicional, el Estado y la escuela». Pero a los doce años tal situación cambió bruscamente: «A través de la lectura de libros de divulgación científica llegué pronto a la convicción de que muchas de las historias bíblicas no pueden ser verdaderas. Como consecuencia abracé con todas mis fuerzas la libertad de pensamiento y empecé a considerar que a la juventud la estaba estafando intencionadamente el Estado mediante la propagación de mentiras; fue una impresión abrumadora. De esta experiencia nació una firme sospecha ante todo tipo de autoridad, una actitud escéptica ante las convicciones vigentes en todo contexto social específico —actitud que nunca abandone, aun cuando con el paso del tiempo, una vez fui comprendiendo más a fondo las conexiones causales, perdí parte de su virulencia inicial»

Poco antes de estallar la Primera Guerra Mundial, Einstein aceptó una plaza de profesor en el reputado Instituto Kaiser Wilhelm de Berlín. Su deseo de trabajar en el centro de física teórica de más prestigio en su época fue momentáneamente más fuerte que su antipatía hacia el militarismo alemán. El estallido de la conflagración mundial cogió a la esposa y a los dos hijos de Einstein en Suiza, impidiéndoles regresar a Alemania. Pocos años después esta separación forzosa desembocaría en divorcio, aunque cuando Einstein recibió el premio

Nobel en 1921, a pesar de haberse casado ya otra vez, entregó la suma total del mismo, 30.000 dólares, a su primera esposa y sus hijos. Con el tiempo su hijo mayor se convertiría en una prominente figura de la ingeniería civil, ocupando una cátedra en la Universidad de California, pero el segundo, que idolatraba a su padre, le acusaría años después, para angustia de Einstein, de haberle ignorado durante su juventud.

Einstein, que se declaraba socialista, acabó convenciéndose de que la Primera Guerra Mundial estalló fundamentalmente a causa de las intrigas e incompetencia de «las clases dirigentes» del momento, conclusión que por otro lado sustentan buena parte de los historiadores contemporáneos. Einstein se tornó pacifista. Mientras otros científicos alemanes apoyaron con entusiasmo las empresas militares de su país, Einstein condenaba abierta y públicamente la guerra como «delirio epidémico». Sólo le salvó del encarcelamiento su ciudadanía suiza, suerte que no pudo compartir su amigo el filósofo inglés Bertrand Russell, condenado a prisión en estos mismos años por defender también una postura pacifista. Los puntos de vista de Einstein sobre la guerra no contribuyeron precisamente a aumentar su popularidad en Alemania.

No obstante, y de forma indirecta, la guerra contribuyó a popularizar entre el gran público el nombre de Einstein. En su ironía general de la relatividad, Einstein avanzaba una idea aun asombrosa por su simplicidad, belleza y fuerza, a saber, que la atracción gravitacional entre dos masas genera la distorsión o curvamiento del espacio euclídeo inmediatamente circundante. La teoría cuantitativa nos confirma, con el grado de precisión que cabe esperar de los experimentos, la ley de Newton sobre la gravitación universal. Pero al fijarnos en la próxima cifra decimal, por decirlo así, la teoría general de la relatividad predice la existencia de diferencias significativas con respecto al esquema postulado por Newton. Se trata de una situación clásica dentro de la historia de la ciencia, de acuerdo con la cual aparecen nuevas teorías que confirman la validez de los resultados derivados de sus antecesores pero avanzan una serie de nuevas predicciones que permiten establecer distinciones determinantes entre ambas perspectivas.

Las tres piedras de toque propuestas por Einstein para verificar la validez de la relatividad general fueron las anomalías detectadas en el movimiento orbital de Mercurio, el corrimiento hacia el rojo de la representación espectral de la luz emitida por una estrella de gran masa y la deflexión o curvamiento de la luz estelar al alcanzar sus rayos las proximidades del Sol. En 1919, antes de que fuera firmado el armisticio, se organizaron expediciones científicas británicas a Brasil y a la isla del Príncipe, frente a las costas de África occidental, para observar si durante un eclipse de sol las radiaciones lumínicas estelares se curvaban de acuerdo con las predicciones de la relatividad general. Y así era. Quedaban con ello reivindicadas las tesis de Einstein por vía experimental. El simbolismo de una expedición británica intentando verificar las hipótesis de un científico alemán, mientras ambos países estaban aun técnicamente en guerra, apelaba a los más loables sentimientos del género humano.

Sin embargo, al terminar la guerra comienza a desencadenarse en Alemania una activa campana pública contra Einstein, financiada por intereses muy concretos. Tanto en Berlín como en otras ciudades se organizan grandes mítines con un claro trasfondo antisemítico para denunciar la teoría de la relatividad. La sorpresa se apoderó de los colegas de Einstein, pero la mayor parte de ellos, excesivamente medrosos para intervenir en política, nada hicieron para contrarrestar el ataque. Cuando el nazismo inicia su irresistible ascensión en la década de los 20 y comienzos de los 30, Einstein, contra su inclinación natural a una vida de tranquila contemplación, se encuentra a menudo arengando con valentía contra los peligros inminentes derivados de la situación. Testifica ante tribunales alemanes en favor de académicos juzgados por sus opiniones políticas contrarias al nazismo. Hace un llamamiento en favor de la amnistía para los presos políticos alemanes y de otras partes del globo (incluidos Sacco y Vanzetti y los llamados «muchachos de Scottsboro» en Estados Unidos). Cuando Hitler alcanza la cancillería en 1933. Einstein y su segunda esposa abandonan Alemania.

Los nazis quemaron en hogueras públicas los trabajos científicos de Einstein junto con otros libros escritos por autores antifascistas. La talla científica de Einstein es atacada por todo lo alto en su país de origen. El líder de la campaña difamatoria es el físico Philipp Lenard, galardonado asimismo con el premio Nobel, quien denuncia lo que él llamara «chapuceras teorías matemáticas de Einstein» y el «espíritu asiático en la ciencia». Lenard declaraba: «Nuestro Führer ha eliminado este mismo espíritu de la política y la economía nacionales, en las que es conocido como marxismo. No obstante, en el terreno de las ciencias naturales, sigue mostrándose influyente a través de un indebido reconocimiento de la obra de Einstein. Debe dejarse bien sentado que para todo intelectual alemán es indecoroso seguir las ideas de un judío. La ciencia natural propiamente dicha es de exclusivo origen ario... *Heil Hitler!*»

Fueron muchos los profesores y académicos nazis que sumaron su voz a las admoniciones contra la física «judía» y «bolchevique» de Einstein. Ironías del destino, en este mismo momento históricos prominentes intelectuales estalinistas denunciaban en la Unión Soviética la relatividad einsteniana como «física burguesa». Por descontado, en tales deliberaciones jamás se tomó en consideración hasta qué punto la *substancia* de la teoría atacada era o no correcta.

La autoidentificación de Einstein como judío, a pesar de su profundo distanciamiento de las religiones tradicionales, fue completamente generada por el intenso antisemitismo que se vivía en la Alemania de los 20. He aquí la razón de que se convirtiera en sionista. Pero si hemos de hacer caso a uno de sus biógrafos, Philipp Frank, no todos los grupos sionistas le abrieron los brazos por considerar intolerables sus demandas de entendimiento con los árabes y el esfuerzo necesario para comprender sus formas de vida y pensamiento. Su adhesión a un claro relativismo cultural resulta mucho más impresionante si se tienen en cuenta las dificultades emocionales involucradas en este caso. A pesar de todo, siguió prestando su apoyo al sionismo, particularmente cuando se hizo pública la desesperada situación en que vivían los judíos europeos a finales de la década de los 30. (En 1948 se le ofreció a Einstein la presidencia de Israel, que declinaría cortésmente. Resulta interesante especular acerca de las hipotéticas diferencias que hubieran podido producirse en la política del Próximo Oriente de aceptar Albert Einstein la presidencia del estado de Israel.)

Tras abandonar Alemania, Einstein tuvo noticia de que los nazis habían puesto un precio de 20.000 marcos a su cabeza. («Ignoro si era un precio demasiado alto».) Aceptó una oferta para incorporarse al recién fundado Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, Nueva Jersey, y allí residiría el resto de sus días. Cuando se le pidió qué salario deseaba percibir, sugirió 3.000 dólares anuales. Ante la cara de perplejidad del representante del Instituto, dedujo que se había excedido y rebajó su demanda. El salario que se le asignó fue de 16.000 dólares anuales, una suma realmente respetable en los años 30.

Tan grande era el prestigio de Einstein que fue completamente natural que otros físicos europeos emigrados a Estados Unidos le pidieran en 1939 que escribiera una carta al presidente Franklin D. Roosevelt en la que se propusiera la construcción de una bomba atómica para contrarrestar el esfuerzo alemán para hacerse con armas nucleares. Aunque Einstein no había trabajado en física nuclear y posteriormente no desempeñaría el menor papel en el Proyecto Manhattan, escribió la carta inicial que llevaría a la aprobación del mismo. No obstante, parece más que probable que los Estados Unidos se hubiesen decidido a la construcción de la bomba atómica con o sin el apremio epistolar de Einstein. Por lo demás, el descubrimiento de la radiactividad por Antoine Becquerel y la investigación del núcleo atómico por parte de Ernest Rutherford —una y otro llevados a cabo con absoluta independencia respecto a los trabajos de Einstein— hubieran desembocado con toda probabilidad en el desarrollo y fabricación de armas nucleares. El temor de Einstein ante la Alemania nazi había contribuido en gran medida a modificar, aunque no sin pesar, sus puntos de vista pacifistas. Pero cuando comenzó a traslucirse que los nazis no habían conseguido desarrollar la tecnología de las armas nucleares, Einstein se sintió embargado por los remordimientos: «Ahora que sé que los alemanes no están en condiciones de construir una bomba atómica, quisiera no haber tenido nada que ver con ella».

En 1945 Einstein instó a los Estados Unidos a que rompiera sus relaciones con la España de Franco, quien durante la Segunda Guerra Mundial había dado soporte a las fuerzas nazis. John Rankin, congresista conservador por Mississippi, atacó a Einstein en un discurso pronunciado ante la Cámara de Representantes, señalando que «este agitador nacido allende nuestras fronteras quisiera sumergirnos en otra guerra para facilitar la expansión del comunismo a través del mundo... Ya es hora de que el pueblo americano empiece a darse cuenta de quién es el tal Einstein».

Einstein fue un acérrimo defensor de las libertades civiles en los Estados Unidos durante las épocas más sombrías del macarthismo, a finales de los 40 y principios de los 50. Mientras observaba la subida de la marea de la histeria, empezó a albergar el poco tranquilizador sentimiento de que ya había vivido algo similar en su Alemania natal durante la década de los 30. Solicitó a los acusados que se negaran a testificar ante el Comité de Actividades Antinorteamericanas, señalando que todo individuo debía estar «dispuesto a asumir su ruina económica o penas de cárcel... a sacrificar su bienestar personal en beneficio de... su país». Sostuvo que existía «la obligación de negarse a cooperar en toda acción que violase los derechos constitucionales del individuo. Y ello vale de forma muy especial para todo interrogatorio relacionado con la vida privada y las filiaciones políticas de cualquier ciudadano...». Einstein fue amplia y duramente atacado por la prensa estadounidense a causa de su postura. El propio senador Joseph McCarthy señalaba en 1953 que alguien que hacía tales advertencias era «un indudable enemigo de América». En los últimos años de la vida de Einstein, era postura usual en determinados círculos reconocer su genio científico al tiempo que se mostraba un abierto disgusto por sus opiniones políticas, tildadas frecuentemente de «ingenuas». Pero los tiempos han cambiado, y creo que es mucho más razonable argumentar desde una perspectiva completamente diferente sobre este punto. En el campo de la física, donde las ideas pueden medirse cuantitativamente y verificarse con enorme precisión, las intuiciones einstenianas se han mostrado irrefutables. Por lo demás, resulta asombroso que tuviera tal claridad de visión en el mar de confusiones donde otros habían naufragado. Así pues, ¿no será mucho más razonable considerar que en el mucho más sombrío terreno de la política sus opiniones gozan de una validez fundamental?

Durante los años pasados en Princeton, lo mismo que a lo largo de toda su vida, la pasión motriz de Einstein fue la elucubración intelectual. Trabajó amplia y profundamente en la elaboración de una teoría del campo unificado susceptible de abrazar en un marco común las fuerzas gravitatorias, eléctricas y magnéticas, aunque es opinión generalizada que sus esfuerzos no se vieron coronados por el éxito. Su vida se prolongó lo suficiente como para ver su teoría general de la relatividad convertida en herramienta fundamental para la interpretación de la macroestructura y evolución del universo, y le hubiese embargado el gozo contemplar personalmente la fructífera aplicación de la relatividad general a la astrofísica de nuestros días. Jamás llegó a comprender el trato reverencial que se le dispensaba, llegando incluso a lamentar que sus colegas y graduados de Princeton no le abordaran inopinadamente por miedo a molestarle.

En contrapartida, escribiría: «Mi apasionado interés por la justicia y la responsabilidad ha estado siempre en curioso contraste con un escaso deseo de asociarme de forma directa con otros hombres y mujeres. No soy un caballo de reata, no sirvo para el trabajo a dos o en equipo. Jamás he llegado a integrarme plenamente y con todas sus consecuencias en ningún país o estado, en mi círculo de amistades o incluso en el seno de mi propia familia. Los vínculos han venido siempre de un vago retraimiento, y con los años va creciendo este permanente deseo de encerrarme en mi mismo. A veces este aislamiento resulta amargo, pero no lamento verme privado de la comprensión y la simpatía de otros hombres. Algo pierdo con ello, que duda cabe, pero me siento compensado por haberme visto libre de costumbres, opiniones y prejuicios de otros y no haber buscado la paz de mi espíritu en tan mudables fundamentos».

Durante toda su vida tuvo como principales distracciones la navegación y tocar el violín. En ciertos aspectos, Einstein puede considerarse dentro de su época como una especie de *hippie* militante. La longitud de su blanca mata de pelo era notable, y prefería ir con sueters y cazadoras de piel que trajeado, incluso en ocasiones de compromiso. Hombre sencillo, sin



la menor pretensión ni afectación, señalaba que «a todos les hablo igual, ya sea el basurero o el Presidente de la Universidad». Era persona asequible, y en no pocas ocasiones se prestó gustosamente a ayudar a estudiantes secundarios en la resolución de problemas geométricos —por cierto, no siempre con éxito. Dentro de la mejor tradición científica, se mostró receptivo frente a las ideas innovadoras, aunque siempre les exigiera una rigurosa verificación. Tampoco rechazó de plano, a pesar de haberse mostrado escéptico, las tesis del catastrofismo planetario en la historia reciente de nuestro planeta y los experimentos encaminados a sostener la existencia de la percepción extrasensorial; en este último caso, sus reservas arrancaban del supuesto que sostiene que las habilidades telepáticas no se ven disminuidas al aumentar la distancia entre emisor y receptor.

En materia de religión, el pensamiento de Einstein era bastante más elaborado que lo usual y de ahí que fuera interpretado erróneamente en multitud de ocasiones. Con ocasión de la primera visita de Einstein a los Estados Unidos, el cardenal de Boston por aquel entonces, O'Connell, proclamaba que la teoría de la relatividad «encubría la espectral aparición del ateísmo». Tales declaraciones alarmaron a un rabino de Nueva York, quien mandó de inmediato a Einstein un telegrama con el siguiente texto: «¿Cree usted en Dios?». La respuesta de Einstein, inmediata y por idéntica vía, fue la siguiente: «Creo en el Dios de Spinoza, que se nos revela en la armonía que rige a todos los seres del mundo, no en el Dios que se implica en los destinos y acciones de los hombres», planteamiento de la cuestión religiosa bastante sutil y que en la actualidad comparte un buen número de teólogos. Las creencias religiosas de Einstein eran auténticamente sentidas. Durante las décadas de los 20 y los 30 manifestó serias dudas acerca de uno de los postulados básicos de la mecánica cuántica, el que sostiene que a los niveles más fundamentales de la materia las partículas tienen un comportamiento impredecible, formulación conocida como principio de incertidumbre de Heisenberg. Para Einstein, «Dios no juega a los dados con el cosmos». Asimismo, en otra ocasión afirmaba, «Dios es sutil, pero no malicioso». De hecho, era tal la afición de Einstein a este tipo de aforismos, que en cierta ocasión el físico danés Niels Bohr le respondió algo exasperado, «basta de decir que hace y que no hace Dios». No obstante, no son pocos los físicos que creen que si alguien ha llegado a penetrar las intenciones de Dios, este ha sido Einstein.

Uno de los fundamentos de la teoría de la relatividad especial es la imposibilidad de que ningún objeto material pueda llegar a trasladarse a la velocidad de la luz. Tal barrera lumínica ha incomodado seriamente a quienes no admiten límite alguno para las posibilidades de acción de la especie humana. No obstante, el límite de la velocidad de la luz, nos permite comprender de un modo simple y elegante un buen número de cosas de nuestro universo que antes de su aparición eran misterios. Allí donde arrancó, Einstein también sembró. Varias de las consecuencias de la relatividad especial parecen enfrentarse de plano con nuestra intuición, se muestran incompatibles con nuestra experiencia cotidiana, y a pesar de ello aparecen de forma detectable cuando viajamos a una velocidad muy próxima a la de la luz —por lo demás, velocidad a la que poca es la experiencia que puede aportar el sentido común (cf. capítulo 2). Una de tales consecuencias es que, si viajamos a una velocidad suficientemente próxima a la de la luz, el tiempo transcurre cada vez más lentamente, y esta contracción temporal la registran tanto los relojes de pulsera y atómicos como nuestros propios relojes biológicos. En consecuencia, un vehículo espacial que viajase a una velocidad muy próxima a la de la luz cubriría la distancia entre dos puntos cualesquiera, fuera esta la que fuese, en un periodo de tiempo muy breve si lo medimos a bordo de la nave, pero que no sería tal de medirlo sobre los puntos de partida y destino. Algun día podremos viajar hasta el centro de la Vía Láctea y volver en unas pocas décadas según los relojes de a bordo, pero mientras, en la Tierra, los años transcurridos serán alrededor de 6.000. Pocos serán los amigos que contemplaron vuestra partida que os rodeen para celebrar el retorno. Un vago reconocimiento de este fenómeno de dilatación temporal queda recogido en la película *Encuentros en la tercera fase*, aunque también se incorpore en ella la gratuita opinión de que Einstein quizá fuese un extraterrestre. Que duda cabe, sus percepciones fueron auténticamente asombrosas, pero fue un individuo muy humano, y su vida se alza como ejemplo de hasta donde pueden llegar los seres humanos que gocen de suficiente talento y coraje para abordar una empresa.

La última actuación pública de Einstein fue unirse a Bertrand Russell y a otros muchos científicos y pensadores en un fallido intento de proclamar un manifiesto en favor de la abolición de las armas nucleares. Einstein argumentaba que el armamento nuclear lo había cambiado todo excepto nuestra forma de pensar. En un mundo parcelado en estados hostiles, Einstein consideraba la energía nuclear como la mayor amenaza para la supervivencia de la raza humana. Decía al respecto, «debemos elegir entre la prohibición total de las armas nucleares o una aniquilación general... El nacionalismo es una enfermedad infantil, el sarampión de la humanidad... Nuestros libros de texto glorifican la guerra y encubren sus horrores. Inoculan el odio en las venas de nuestros muchachos. Yo quiero enseñar la paz, no la guerra. Quiero inculcar amor, no odio».

Cuando contaba sesenta y siete años, nueve antes de su muerte en 1955, Einstein resumía así una vida de investigación: «Mas allá está un mundo inmenso, que existe al margen de nosotros, los seres humanos, y que se nos muestra como un grandioso y eterno enigma, aunque parcialmente accesible nuestro análisis y especulación. La contemplación de este mundo nos llama como una liberación... El camino hasta este paraíso no es tan confortable ni tentador como el que conduce al edén religioso, aunque se nos ha mostrado seguro y digno de confianza. Por mi parte, no lamento en absoluto haberlo escogido».

## 4. ELOGIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

El cultivo de la mente es un alimento para el alma humana.

MARCO TULLIO CICERON

De finibus bonorum et malorum (4544 a. C.)

Para unos, la ciencia es una sublime diosa, para otros, una vaca que suministra excelente mantequilla.

FRIEDRICH VON SCHILLER, Xenien (1796)

A mediados del siglo XIX, el científico británico Michael Faraday, hombre en buena medida autodidacta, era visitado por su monarca, la reina Victoria. Entre los múltiples descubrimientos de Faraday, algunos de obvia e inmediata aplicación práctica, se hallaban extraños artilugios eléctricos y magnéticos, por aquel entonces, poco más que simples curiosidades de laboratorio. En el tradicional diálogo entre jefes de estado y jefes de laboratorio, la reina Victoria preguntaría a Faraday por la utilidad de sus estudios, a lo que éste le replicó: «¿Y para qué sirve un niño, madame?» Faraday creía que con el tiempo la electricidad y el magnetismo se convertirían en algo práctico

Por esta misma época, el físico escocés James Clerk Maxwell elaboró cuatro ecuaciones matemáticas que tenían como base la obra de Faraday y otros predecesores experimentales, ecuaciones en las que se establecía una relación cuantitativa entre las cargas y corrientes eléctricas y los campos magnéticos. Las ecuaciones presentaban una curiosa falta de simetría, y el hecho preocupó a Maxwell. La falta de estética de las ecuaciones inicialmente propuestas condujo a Maxwell a proponer un término adicional para una de ellas, la denominada corriente de desplazamiento, y todo ello con el único objetivo de obtener un sistema de ecuaciones simétrico. Su argumentación era básicamente intuitiva, pues no existía la menor evidencia experimental del tipo de corriente citado. Sin embargo, la propuesta de Maxwell tuvo asombrosas consecuencias. Las ecuaciones de Maxwell corregidas postulaban implícitamente la existencia de la radiación electromagnética y encuadraban la de los rayos gamma, los rayos X, la luz ultravioleta, la luz visible, los infrarrojos y las ondas radio. Éstas fueron las ecuaciones que estimularon el descubrimiento de la relatividad especial por parte de Einstein. La unión de los trabajos experimental y teórico de Faraday y Maxwell llevaría, un siglo después, a una revolución técnica sin precedentes en nuestro planeta. La luz eléctrica, teléfono, tocadiscos, radio, televisión, transportes refrigerados que permiten tomar productos frescos a gran distancia de sus puntos de origen, marca-pasos cardíacos, plantas hidroeléctricas, alarmas automáticas contra incendios y sistemas de riego por aspersión, trolebuses y metros, computadoras electrónicas, he aquí unos pocos descendientes en línea directa de los oscuros artilugios ideados por Faraday y la insatisfacción estética sentida por Maxwell ante unos pocos símbolos matemáticos garabateados sobre una hoja de papel. La mayor parte de las aplicaciones prácticas de la ciencia se han convertido en realidad por caminos tan extraños e impredecibles como el de nuestro ejemplo. En los días de la reina Victoria no se habría encontrado dinero suficiente ni para iniciar la producción de, por poner un ejemplo, televisores. Pocos se atreverán a negar que los efectos netos de las invenciones reseñadas son positivos. Son muchos los jóvenes profundamente desencantados con la civilización tecnológica occidental, y a menudo por muy buenas razones, que mantienen un apasionado apego por ciertos aspectos de la tecnología de nuestra época muy sofisticada -por ejemplo

por los equipos musicales electrónicos de alta fidelidad. Algunos de los inventos citados han modificado fundamental y globalmente el carácter de nuestra sociedad. Al facilitarse la comunicación han perdido su provincianismo muchas zonas del planeta, al tiempo que disminuían las diferencias culturales de orden local. Todas las sociedades humanas reconocen virtualmente las ventajas prácticas de estos inventos. Las naciones de reciente formación muy raramente sufren los efectos negativos de la alta tecnología, como por ejemplo la contaminación ambiental; en todo caso, han decidido sin vacilaciones que los beneficios pesan más que los riesgos. En uno de sus aforismos, Lenin señaló que socialismo más electrificación equivalía a comunismo, aunque la realidad ha venido a demostrar que el progreso de la tecnología más avanzada no ha sido más vigoroso y creativo en los países comunistas que en los del mundo occidental. Los cambios sociales se han producido con tal rapidez que es mucha la gente que ha encontrado difícil adaptarse a los nuevos tiempos. Muchos hombres nacidos antes de que alzara el vuelo el primer aeroplano han vivido para ver como el Viking se posaba sobre la superficie de Marte y el Pioneer 10, el primer ingenio interestelar, abandonaba los límites de nuestro sistema solar. Gentes crecidas bajo un código sexual de severidad victoriana se hallan inmersos ahora en un mundo substancialmente dominado por la libertad sexual gracias al desarrollo y uso generalizado de los anticonceptivos. La velocidad del cambio ha desorientado a muchos, de ahí que sea fácil comprender las nostálgicas llamadas que postulan un retorno a formas de existencia precedentes de mayor simplicidad.

No obstante, y para poner un ejemplo, la mayor parte de la población de la Inglaterra victoriana estaba sometida a unas condiciones de vida y trabajo degradantes y desmoralizadoras si las comparamos con las de las sociedades industriales actuales, y las estadísticas de esperanza de vida y mortalidad infantil eran por entonces auténticamente aterradoras. La ciencia y la tecnología quizá sean parcialmente responsables de muchos de los problemas más graves que hoy tenemos planteados, pero lo serán en gran parte a causa de la inadecuada comprensión de los mismos por parte del ciudadano medio (la tecnología es una herramienta, no una panacea) y del insuficiente esfuerzo que se ha hecho para acomodar nuestra sociedad a las nuevas tecnologías. Considerados tales extremos, todavía me asombro de que la especie humana haya actuado tan bien como lo ha hecho. Las alternativas luditas nada pueden resolver. Más de mil millones de personas actualmente vivas deben su existencia a la superación de sus antiguos niveles más que insuficientes de nutrición gracias al desarrollo de la tecnología agrícola. Y probablemente no sea menor el número de los que han sobrevivido o logrado evitar deformaciones, lisiamientos y enfermedades mortales en razón de los avances experimentados por la tecnología médica. Si abandonáramos nuestra sofisticada tecnología, abandonaríamos a un mismo tiempo a toda esa gente. La ciencia y la tecnología pueden ser causantes de algunos de nuestros problemas, pero lo indudable es que constituyen un elemento esencial de toda solución previsible para los mismos, ya sea a nivel nacional o a nivel planetario.

Creo que con un poco más de esfuerzo por su parte la ciencia y la tecnología habrían conseguido atender con mayor eficacia tanto a su comprensión pública como a los objetivos últimos que deben presidir la evolución de la humanidad. Por ejemplo, poco a poco nos hemos ido percatando de que las actividades humanas pueden tener efectos nocivos, no sólo de orden local, sino también sobre el medio ambiente global. Unos pocos equipos de investigación dedicados al estudio de la fotoquímica atmosférica descubrieron por casualidad que los halocarbonos que sirven de propelente en los aerosoles pueden pervivir durante largos períodos de tiempo en la atmósfera, trasladarse hacia la estratosfera, destruir parcialmente su ozono y permitir así el acceso a la superficie terrestre de las radiaciones ultravioleta de la luz solar. La consecuencia más subrayada de este fenómeno era el aumento del cáncer de piel en los individuos de raza blanca (los negros están mucho mejor adaptados a la recepción de un mayor flujo de radiaciones ultravioleta) Sin embargo, y a pesar de ser mucho más seria, poca ha sido la importancia concedida por el público a la posibilidad de que el aumento de radiación ultravioleta sobre nuestro planeta trajera consigo la destrucción de microorganismos que ocupan la base de la elaborada cadena alimentaria que culmina en el Homo sapiens. Finalmente, se han dado algunos pasos en cuanto a la prohibición de usar halocarbonos en los aerosoles (aunque nadie parezca inquietarse por la utilización de estos mismos compuestos en los refrigeradores), con lo que

quizá poco haya sido lo hecho para resolver el problema real. Para mí, lo más inquietante de toda esta historia es el carácter accidental que ha rodeado a tales descubrimientos. Uno de los equipos se percató del problema gracias a unos adecuados programas de computador que estaban estudiando... la química de la atmósfera de Venus, que alberga ácidos hidroclicórico e hidroflicórico. Para sobrevivir se hace imprescindible la creación de un amplio y diversificado conjunto de equipos de investigación que se ocupen de la enorme multiplicidad de problemas que plantea la ciencia pura. ¿Cuántos no serán los problemas, incluso de mayor gravedad, que ni siquiera nos planteamos porque ningún grupo de investigadores ha tropezado con ellos? Por cada problema que hemos analizado, como por ejemplo el de los efectos de los halocarbonos sobre la ozonósfera, ¿cuántas docenas no se nos habrán quedado en el saco? Es realmente asombroso constatar que en ninguno de los centros estatales, principales universidades del país o instituciones privadas dedicadas a la investigación exista un solo grupo de investigadores altamente cualificados, ampliamente interdisciplinario y dotado de medios económicos suficientes que se dedique a detectar y denunciar eventuales catástrofes futuras derivadas del desarrollo incontrolado de nuevas tecnologías.

Si se desea que sean efectivas, tales organizaciones de investigación y asesoramiento sobre el medio ambiente deben establecerse desde una perspectiva política substancialmente valerosa. Las sociedades tecnológicas se encuentran en el marco de una ecología impenetrablemente industrial, una tupida red entretrejida por supuestos e intereses económicos. Es sumamente difícil romper uno de los nudos de la red sin que repercuta en todos los demás. Todo juicio en el que se sostenga que cierto desarrollo tecnológico acabará perjudicando a la humanidad implica la pérdida de determinados beneficios para algún grupo. Por ejemplo, los principales fabricantes de propelentes halocarbónicos, la DuPont Company, han adoptado una curiosa postura en todos los debates públicos sobre la destrucción de la ozonósfera por parte de los halocarbonos; a saber, la de que todas las conclusiones al respecto eran «teóricas». En su postura parece ir implícito que sólo dejarían de fabricar halocarbonos si tales conclusiones fuesen probadas experimentalmente, es decir, cuando ya hubiese sido destruida la ozonósfera. Hay ciertos problemas para cuya resolución nos basta con tener en cuenta evidencias inferibles, pues una vez producida la catástrofe la situación se ha tornado irreversible.

De modo similar, el nuevo Ministerio de la Energía sólo será útil si se mantiene al margen de intereses comerciales encubiertos, si tiene libertad para propugnar nuevas opciones aunque conlleven la pérdida de dividendos para determinadas industrias. Y lo mismo vale para la investigación farmacéutica, la de motores susceptibles de sustituir a los de combustión interna y otras muchas tecnologías punta. Creo que el desarrollo de nuevas tecnologías no debe estar bajo el control de las viejas; la tentación de suprimir toda posible competición es demasiado grande. Si los americanos vivimos en una sociedad que defiende la libre empresa, deberemos velar para que el control de las industrias de las que puede depender nuestro futuro sea substancialmente independiente. Si las organizaciones dedicadas a investigar la innovación tecnológica y sus límites de aceptabilidad no se enfrentan (e incluso, en muchos casos, atacan) a ciertos poderosos grupos de presión, no están cumpliendo con su finalidad.

Muchos son los progresos tecnológicos de orden práctico que no alcanzan su pleno desarrollo por falta de apoyo gubernamental. Por poner un ejemplo, por angustioso que sea el problema del cáncer no creo que pueda sostenerse que nuestra civilización se halle amenazada por esta enfermedad. Una erradicación completa del cáncer aumentará nuestra esperanza de vida media en sólo unos pocos años, mientras van extendiéndose otras enfermedades que actualmente no gozan de la atención dispensada al mismo. Parece una hipótesis sumamente plausible que nuestra civilización se halle bajo una inmediata y seria amenaza, la falta de un control de la fertilidad adecuado. El incremento exponencial de la población sobrepasará en mucho todo crecimiento aritmético, incluso el obtenido a través de las más modernas iniciativas tecnológicas, en cuanto a disponibilidad de recursos alimentarios, como por lo demás previera Malthus hace ya muchos años. Mientras algunas naciones industrializadas se están acercando a un crecimiento cero de su población, el mundo contemplado globalmente está muy lejos de seguir este mismo rumbo.

Pequeñas fluctuaciones climáticas pueden destruir poblaciones enteras que dependan de economías marginales. En las sociedades más bien pobres en tecnología y en las que la perspectiva de alcanzar la edad adulta es bastante incierta, tener muchos hijos es la única forma de combatir tan desesperado y azaroso futuro. Mientras proliferan las armas nucleares al margen de toda consideración moral, cuando la elaboración de un ingenio atómico se ha convertido casi en una industria artesanal casera, la proliferación de hambrunas y el cada vez más profundo desnivel de riquezas entre unos países y otros plantean peligros muy serios tanto a las naciones desarrolladas como a las todavía sumergidas en el subdesarrollo. La resolución de todos estos problemas va condicionada a una mejora educativa, como mínimo la consecución para todo país de un nivel de autosuficiencia tecnológica, y, de forma muy especial, una justa distribución de los recursos mundiales. Aunque no basta con ello, pues también se hace imprescindible la puesta en marcha de programas anticonceptivos completamente adecuados (píldoras anticonceptivas para hombres y mujeres, gratuitas y de acción lo más prolongada posible, seguramente de un mes cada toma o incluso períodos más largos). La puesta en marcha de proyectos de este tipo será de enorme utilidad no sólo en países extranjeros, sino en nuestro propio suelo, donde empieza a difundirse una considerable inquietud acerca de los efectos secundarios de los anticonceptivos orales típicos a base de estrógenos. ¿Por qué nuestro país no dedica un mayor esfuerzo investigativo a este terreno?

Actualmente se están planteando otras muchas alternativas tecnológicas que merecen un examen serio y en profundidad. Se trata de proyectos que oscilan entre presupuestos bajísimos y enormes inversiones económicas. En un extremo de la escala se sitúan las tecnologías blandas, como por ejemplo las que propugnan el desarrollo de sistemas ecológicos cerrados que engloben algas, quisquillas y peces criados en estanques rurales; se obtendrían así alimentos altamente nutritivos con un costo de producción extraordinariamente bajo, mientras que también serían muy pequeños los gastos precisos para hacerse con los suplementos que completasen adecuadamente la dieta. En el otro polo, encontramos la propuesta de Gerard O'Neill, investigador de la Universidad de Princeton; su proyecto, construir grandes ciudades orbitales que, mediante la utilización de materiales lunares y asteroidales, tuviesen capacidad para crear nuevas urbes en el espacio contando tan sólo con recursos extraterrestres. Tales ciudades-satélites de la Tierra podrían encargarse de convertir la luz solar en microondas energéticas y enviar la energía obtenida hasta nuestro planeta. La idea de construir ciudades aisladas en el espacio -cada una de ellas quizá construida sobre presupuestos sociales, económicos y políticos distintos, o con diferentes antecedentes étnicos- es sumamente atractiva, una soberbia oportunidad para los individuos desencantados de las civilizaciones terrestres de adoptar su propia vida en algún punto del cosmos. Siglos atrás, América proporcionó idéntica oportunidad a inadaptados, ambiciosos y aventureros. Las ciudades espaciales serán una especie de continente americano en los cielos, al tiempo que acrecentarán ampliamente el potencial de supervivencia de la especie humana. Sin embargo, el proyecto es extremadamente oneroso, con un costo mínimo equivalente al de la guerra de Vietnam (en dinero, no en vidas). Por lo demás, la idea tiene como enojoso contrapunto la decisión de abandonar la resolución de otros problemas que tenemos sobre nuestro planeta, donde, después de todo, también pueden establecerse con unos costes muchísimo más bajos comunidades de pioneros autosuficientes.

Es indudable que el número de proyectos tecnológicos actualmente realizables excede con mucho a nuestras posibilidades materiales. Algunos son proyectos extremadamente rentables a la larga, pero exigen una inversión inicial tan alta que los convierte en prácticamente inviables. Otros necesitan una inversión inicial de recursos atrevida, imposible sin una previa revolución en los esquemas mentales de nuestra sociedad. Debemos ser extremadamente cuidadosos al considerar cada una de las opciones. La estrategia más prudente nos aconseja combinar bajo riesgo con rendimiento regular o un riesgo mediano razonable con elevados rendimientos.

Para que tales iniciativas tecnológicas lleguen a ser comprendidas y apoyadas es esencial que se produzca un mejoramiento substancial del conocimiento científico y técnico por parte de la mayoría de la humanidad. Somos seres pensantes; nuestras mentes constituyen

nuestra característica diferencial como especie. No somos ni más fuertes ni más activos que muchos otros de los animales que comparten con nosotros el planeta. Lo único que somos es más ingeniosos. Además de los inmensos beneficios prácticos que derivamos de nuestro conocimiento científico, la contemplación de la ciencia y la tecnología nos permite ejercitar nuestras facultades intelectuales hasta los límites de nuestra capacidad. La ciencia no es más que una exploración del intrincado, sutil e imponente universo que habitamos. Quienes la practican conocen, aunque sólo sea ocasionalmente, aquel raro tipo de felicidad que Sócrates definiera como el mayor de los placeres humanos. Y además es un placer transferible. Para facilitar la participación de un público bien informado en la toma de decisiones tecnológicas, combatir la alienación que nuestra sociedad tecnológica genera en demasiados ciudadanos y disfrutar por el hecho de que nuestro conocimiento sobre algo es más profundo, es imprescindible una sustancial mejora en la educación científica, una exposición más amplia y cabal de sus poderes y encantos. Y un buen punto de partida sería contrarrestar el destructivo declive del número de profesores y alumnos interesados por la investigación científica o su enseñanza a todos los niveles.

Los medios más eficaces de comunicación de la ciencia a las grandes masas son la televisión, el cine y la prensa. Pero lo más frecuente es que la visión de la ciencia que se ofrece en tales medios sea aburrida, inadecuada, sombría, bastamente caricaturizada (como sucede en muchos de los programas televisivos de cadenas comerciales dedicados a los niños los sábados por la mañana) o incluso hostiles. Se han producido en épocas muy recientes asombrosos descubrimientos en la exploración de planetas, el papel que desempeñan una serie de minúsculas proteínas en nuestra vida emocional, las colisiones de continentes, la evolución de la especie humana (y la medida en que nuestro pasado prefigura nuestro futuro), la estructura última de la materia (y la cuestión de si quizá podemos ir encontrando indefinidamente partículas más elementales), la posibilidad de comunicarnos con civilizaciones instaladas en otros planetas o estrellas, la naturaleza del código genético (que predetermina nuestra herencia y fija nuestros lazos de parentesco con todas las plantas y animales que habitan nuestro planeta), y las interrogaciones fundamentales sobre el origen, naturaleza y destino de la vida, nuestro mundo y el universo contemplado como un todo. Los logros más recientes sobre estos temas puede comprenderlos a la perfección cualquier persona inteligente. Y en tal caso, ¿por qué se discute tan poco sobre ellos en los medios de comunicación, en las escuelas o en nuestras conversaciones cotidianas?

Una excelente forma de caracterizar cualquier civilización es tomar en consideración el modo en que plantean la resolución de todos estos problemas, la manera en que alimentan tanto a su cuerpo como a su espíritu. La moderna elucidación científica de estas cuestiones constituye un intento de adquirir un punto de vista genéricamente aceptado acerca de cuál es nuestro lugar en el cosmos, y requiere imprescindiblemente una creatividad despierta, un cierto escepticismo mental y un vivo sentimiento de admiración ante el cosmos. Los interrogantes reseñados son bastante distintos de las cuestiones prácticas de que hablaba poco antes, pero están en estrecha vinculación con ellas y -como en el ejemplo ofrecido de Faraday y Maxwell- la estimulación de la investigación pura debe convertirse en la más sólida garantía de que acabaremos teniendo a nuestra disposición los medios técnicos e intelectuales que nos permitan abordar a satisfacción los problemas con que nos enfrentamos.

Sólo una parte muy pequeña de los jóvenes más capacitados escoge carreras científicas. Me quedo maravillado al ver que la capacidad y el entusiasmo ante la ciencia es mucho mayor en los niños que acuden a escuelas primarias que entre los muchachos de secundaria. Algo sucede durante los años escolares que les desalienta y les hace perder el interés (y no es básicamente la pubertad); debemos comprender y paliar este peligroso desencanto. Nadie puede predecir de dónde saldrán las figuras científicas del futuro. Albert Einstein se convirtió en científico, no gracias, sino a pesar de su escolarización (Cf. cap. 3). En su Autobiografía, Malcolm X nos habla de un corredor de apuestas que jamás llegó a escribir ni una sola cifra, aunque nunca tuvo tampoco el menor problema para retener de memoria un auténtico mundo de transacciones y cantidades. Y se preguntaba Malcolm, ¿qué contribución social no hubiera podido llevar a cabo una persona de tales capacidades con

una educación y estímulo adecuados? Nuestros más brillantes jóvenes son un recurso nacional y mundial, y por tanto precisan cuidados y alimentación especiales.

Muchos de los problemas que se nos plantean son solubles, pero sólo si estamos dispuestos a aceptar soluciones atrevidas, brillantes y complejas. Y tales soluciones las encontrarán individuos atrevidos, brillantes y complejos, y creo que a nuestro alrededor existen muchos más, sea cual sea la nación, el grupo étnico y el estado social, de cuantos creemos. Por descontado, la educación de tales jóvenes no debe quedar restringida a los terrenos de la ciencia y la tecnología, pues una aplicación creativa de la nueva tecnología a los problemas humanos requiere una profunda comprensión de la naturaleza y la cultura humanas, una educación general en el más amplio sentido del término.

Nos encontramos en una encrucijada histórica. Ninguno de los momentos precedentes se ha mostrado a un tiempo tan peligroso y tan prometedor. Somos la primera especie que tendrá en sus propias manos su evolución como tal. Por vez primera en la historia disponemos de medios para provocar nuestra propia destrucción, intencionada o inadvertidamente. También disponemos, creo, de los medios para pasar de este estadio de adolescencia tecnológica a una madurez rica, colmada y duradera para todos los miembros de nuestra especie. Sin embargo, ya no queda mucho tiempo para decidir por cuál de los senderos de la encrucijada encaminamos a nuestros hijos y nuestro futuro.



## Segunda Parte: Los Fabricantes de Paradojas

### 5. SONÁMBULOS Y TRAFICANTES EN MISTERIOS: SENTIDO Y SINSENTIDO EN LAS FRONTERAS DE LA CIENCIA

LOS LATIDOS DE UNA PLANTA ESTREMECEN A UNA REUNIÓN DE CIENTÍFICOS EN OXFORD

Sabio hindú causa nuevo asombro al mostrar «sangre» manando de la planta

EL PÚBLICO, TOTALMENTE ABSORTO,

contempla con el ánimo en suspenso cómo el conferenciante combate a muerte con una planta de linaria.

The New York Times, 7 de agosto de 1926, p. 1

William James solía predicar la «voluntad de creer». Yo, por mi parte, quisiera predicar la «voluntad de dudar»... Lo que se persigue no es la voluntad de creer, sino el deseo de descubrir, que es exactamente lo opuesto.

BERTRAND RUSSELL Sceptical Essays (1928)

Durante el reinado del emperador romano Marco Aurelio, en el siglo II de nuestra era, vivió en Grecia un magistral timador llamado Alejandro de Abonútico. Elegante, hábil, inteligente y falto por completo de escrúpulos, según palabras de uno de sus contemporáneos, iba de un lado para otro haciendo gala de oscuras pretensiones. Su engaño más célebre consistió en «irrupir en la plaza del mercado, sin más vestimenta que un taparrabos de lentejuelas de oro y su cimitarra, agitando al viento su larga melena, como lo hacen los fanáticos que recolectan dinero en nombre de Cibeles, se encaramó a un elevado altar y desde allí arengó a la multitud» anunciando el advenimiento de un nuevo dios oracular. Alejandro exhortó a la construcción de un templo en aquel mismo lugar, idea aceptada de inmediato por la multitud que le rodeaba, y descubrió -en el lugar donde lo había previamente enterrado, desde luego- un huevo de oca en cuyo interior había encerrado una cría de serpiente. Abriendo el huevo, anunció al gentío que el nuevo dios profetizado era precisamente aquella pequeña serpiente. Alejandro se retiró luego a su casa durante unos pocos días, y cuando decidió volver a presentarse ante el pueblo expectante lo hizo con una enorme serpiente enroscada alrededor de su cuerpo; la serpiente habría crecido asombrosamente en el ínterin.

En realidad, la serpiente era de una variedad convenientemente grande y dócil que para tal propósito se había procurado tiempo antes en Macedonia, y además estaba provista de una caperuza de lino de aspecto vagamente humano. El templo estaba apenas iluminado. A causa de la presión ejercida por la multitud expectante, ningún visitante podía permanecer demasiado tiempo en la habitación o examinar la serpiente con detenimiento. En consecuencia, la opinión difundida entre la multitud era que el profeta les entregaba un auténtico dios.

A continuación Alejandro indicó que el dios era capaz de dar respuesta a preguntas planteadas por escrito que se entregaran dentro de sobres sellados. Una vez a solas, doblaba o rasgaba el sello, leía el mensaje, recomponía con todo cuidado el sobre e

introducía el texto original al que había añadido una respuesta. Pronto llegaría gente de todo el imperio para atestiguar con sus ojos la existencia de una maravillosa serpiente pitonisa con cabeza humana. En caso de que la respuesta del oráculo se mostrase luego, ya no ambigua, sino claramente errónea, Alejandro tenía una solución muy simple: alterar el contenido de la respuesta escrita previamente. Además, cuando la interrogación de alguna persona adinerada envolvía alguna flaqueza humana o secreto punible, Alejandro no tenía el menor escrúpulo en extorsionar a su cliente. El resultado de todo este fabuloso tinglado produjo unos ingresos equivalentes hoy en día a varios cientos de miles de dólares anuales, además de una fama con la que pocos hombres de la época podían rivalizar.

Quizá sonriamos ante Alejandro, el traficante de profecías. Todos quisiéramos vaticinar el futuro y entrar en contacto con los dioses, pero hoy en día es imposible que nos veamos envueltos en un fraude de este tipo. ¿O acaso no lo es? M. Lámbar Keene vivió durante trece años de sus servicios como médium espiritista. Era pastor de la Iglesia Asamblearia de la Nueva Era, en Tampa, uno de los administradores legales de la Asociación Espiritista Universal y, durante muchos años, una de las figuras señeras de la principal corriente del movimiento espiritista americano. Asimismo, fue un timador confeso, convencido, y ello con informaciones de primera mano, de que prácticamente todas las sesiones, conferencias y mensajes procedentes del más allá y obtenidas con la intervención de médiums eran supercherías intencionadas, fraudes destinados a explotar la aflicción y añoranza que todos sentimos por nuestros amigos y parientes muertos. Como Alejandro, Keene podía responder a interrogaciones escritas depositadas en sobres cerrados, pero él no lo hacía en privado sino desde un púlpito. Keene leía las preguntas con la ayuda de una lámpara oculta o de un líquido abrillantador, métodos ambos que proporcionaban transparencia transitoria a los sobres en cuestión. Encontraba objetos perdidos, asombraba a los que presenciaban sus sesiones con asombrosas revelaciones sobre sus vidas privadas «que era imposible que conociese», se comunicaba con los espíritus y conseguía materializar ectoplasmas, claro está, todo ello en reuniones mantenidas en penumbras y gracias a toda una serie de trucos bastante simples, una absoluta confianza en sí mismo y, por encima de todo, la inmensa credulidad, la absoluta falta de escepticismo de que hacían gala sus feligreses y clientes. Keene creía, como lo hiciera Harry Houdini, que no sólo era generalizado el fraude espiritista, sino que sus cultivadores profesionales estaban altamente organizados e intercambiaban entre sí datos o clientela potencial para conseguir que sus revelaciones causaran mayor asombro. Lo mismo que las apariciones de la serpiente de Alejandro, todas las sesiones espiritistas se consuman en habitaciones oscuras, pues la claridad de la luz puede poner al descubierto con demasiada facilidad el engaño. En sus años de encumbramiento, Keene a duras penas logró equiparar sus ingresos, en cuanto a valor adquisitivo, a los de su ilustre antecesor, Alejandro de Abonútico

Desde la época de Alejandro hasta nuestros días, incluso parece probable que desde que sobre este planeta existen seres humanos, la gente ha descubierto que podía ganar dinero arrojándose el poder de desentrañar lo misterioso y conocer lo oculto. Puede encontrarse una encantadora e iluminadora exposición de algunos de estos engaños en un notable libro de Charles Mackay, *Extraordinary popular delusions and the madness of crowds* (Fraudes populares extraordinarios e insensatez de las multitudes), publicado en Londres en 1852. Bernard Baruch afirmaba que la lectura de este libro le había ahorrado millones de dólares, presumiblemente alertándole de los necios proyectos en que no debía invertir ni un centavo. Mackay trata desde las profecías, las curaciones milagrosas y la alquimia hasta las casas embrujadas, las Cruzadas o la «influencia de la política y la religión en el crecimiento del cabello y la barba». El valor del libro, como muestra la historia relatada del traficante de oráculos Alejandro, reside en la antigüedad de los fraudes y engaños descritos. Muchas de las imposturas reseñadas no tienen un marco actual y estimulan nuestras pasiones sólo muy débilmente; el tema del libro son los fraudes en que cayeron gentes de otros tiempos pasados. No obstante, tras leer muchos de los casos descritos, empezamos a sospechar que existen versiones contemporáneas equivalentes. Los sentimientos impulsivos de la gente siguen siendo tan fuertes como antaño, y probablemente el escepticismo es algo tan raro hoy como pueda haberlo sido en cualquier otra época. En consecuencia, cabe esperar que sean muchos los timos difundidos por doquier en la sociedad contemporánea. Y efectivamente es así.

Tanto en tiempos de Alejandro como en los de Mackay, la religión era la fuente de las intuiciones más ampliamente difundidas y de las cosmovisiones dominantes. Quienes intentaban embaucar a las gentes solían, pues, hacerlo, por medio del lenguaje religioso. Desde luego, el método sigue en plena vigencia, como atestiguan sobradamente los espiritistas y otros movimientos similares. Pero dentro del último siglo, para bien o para mal, la ciencia se ha convertido para el común de las gentes en el medio fundamental para penetrar los secretos del universo, lo que llevaría a esperar que buena parte de los fraudes contemporáneos adoptaran una envoltura científica. Y así es.

Desde hace poco más o menos un siglo se han expuesto una serie de fantásticas pretensiones en los terrenos limítrofes de la ciencia, un conjunto de asertos que han logrado excitar la imaginación popular y que, de ser ciertas, tendrían una enorme importancia científica. Vamos a examinar sucintamente un muestrario representativo. Los fenómenos reivindicados son siempre de carácter extraordinario, nos arrancan de la monotonía mundanal y, en no pocos casos, implican esperanzadoras promesas. Por ejemplo, se presupone que gozamos de amplios poderes jamás registrados, que fuerzas desconocidas nos envuelven para salvarnos o que existe algún armónico modelo del cosmos cuyo conocimiento todavía no hemos penetrado. En ciertas ocasiones la ciencia ha sostenido pretensiones de orden similar, por ejemplo al postular que la información hereditaria transmitida de generación en generación se encierra en una larga aunque bastante simple molécula de ADN, al postular la existencia de la gravitación universal o la deriva continental, al registrar la energía nuclear o al investigar el origen de la vida o la evolución histórica del universo. Por tanto, ¿qué diferencia puede haber entre éstas y otras pretensiones similares como, por ejemplo, que es posible flotar en el aire mediante un simple esfuerzo de la voluntad? Ninguna, excepto en lo que respecta a la forma de probar unas y otras. Quienes sostienen la existencia de la levitación tienen la obligación de demostrarlo ante sus escépticos oponentes bajo condiciones experimentales controladas. La obligación de demostrarlo es suya, no de quienes ponen en duda el fenómeno levitatorio. Tales pretensiones son demasiado importantes para no analizarlas con todo cuidado. En los últimos años se han afirmado muchas cosas sobre la levitación, pero no existe ni una sola película correctamente iluminada que nos muestre a una persona elevándose por los aires sin ayuda alguna, digamos cinco metros, y de la que pueda excluirse todo tipo de trucaje o fraude. Si la levitación fuese posible, sus implicaciones científicas, y más genéricamente, humanas, serían enormes. Quienes llevan a cabo observaciones acríicas o afirmaciones fraudulentas nos inducen a error y nos desvían del gran objetivo humano de comprender la maquinaria del universo. De ahí que jugar fuerte y deslavazadamente con la verdad sea asunto de la mayor seriedad.

## **PROYECCIÓN ASTRAL**

Consideremos el fenómeno usualmente denominado proyección astral. Bajo los efectos de un éxtasis religioso, un sueño hipnótico o, en algunos casos, de determinados alucinógenos, ciertos individuos indican haber experimentado la sensación de abandonar su cuerpo, flotar sin el menor esfuerzo hacia cualquier punto de la habitación (por lo general, el techo) y permanecer allí sin reintegrarse a su sostén corporal hasta una vez finalizada la experiencia. Si realmente puede suceder algo de este tipo, se trata de un fenómeno de enorme importancia, pues trae implícitas una serie de consecuencias sobre la naturaleza de la personalidad humana e incluso sobre la posibilidad de «vida tras la muerte». Algunos individuos que se han visto muy cerca de la muerte, o que tras ser declarados clínicamente muertos han vuelto a la vida, han hablado de sensaciones muy similares. Pero hablar de una determinada sensación no significa que haya existido tal como se explica. Por ejemplo, puede darse el caso de que alguna sensación, que nada tiene de extraordinario, o alguna conexión defectuosa dentro del circuito neuroanatómico humano provoque bajo ciertas circunstancias la ilusión de haber experimentado una proyección astral (véase capítulo 25).

Hay una forma muy sencilla de verificar la existencia de una proyección astral. Se le pide a un amigo que, en nuestra ausencia, coloque un libro en algún elevado e inaccesible estante de la librería, de modo que no sea posible ver su título. Si creemos experimentar una experiencia proyectiva, flotemos hasta la parte alta de la habitación y entonces podremos

leer el título del libro en cuestión. Cuando nuestro cuerpo vuelva al estado normal de vigilia y podamos indicar correctamente lo leído, tendremos prueba fehaciente de la realidad física de la proyección astral. Desde luego, no debe existir ningún otro posible medio de conocer el título del libro, como por ejemplo entrar solapadamente en la habitación cuando nadie nos observe o recabar información de nuestro amigo o cualquier otra persona enterada del asunto. Para evitar esta última posibilidad, el experimento debe efectuarse «doblemente a ciegas», es decir, que la selección y ubicación del libro debe hacerla alguien a quien no conozcamos y que a su vez no nos conozca en absoluto, y ésta será precisamente la persona encargada de juzgar si nuestra respuesta es correcta. Por cuanto conozco, jamás se ha registrado una experiencia de proyección astral bajo las premisas de control reseñadas y con la supervisión de gentes escépticas ante el supuesto fenómeno. Por tanto, a pesar de que no deba excluirse a priori la proyección astral, concluyo que existen muy escasas razones para creer en ella. Por otro lado, Ian Stevenson, psiquiatra de la Universidad de Virginia, ha reunido algunas pruebas de que en la India y el Próximo Oriente algunos muchachos relatan con todo lujo de detalles una vida anterior transcurrida a considerable distancia de su actual domicilio y en un lugar que jamás han visitado, y que ulteriores investigaciones vienen a demostrar que los datos de alguien recién fallecido allí se ajustan a la perfección con la descripción del muchacho. Sin embargo, no se trata de experimentos bajo control, y siempre cabe la posibilidad de que el muchacho haya oído por casualidad o recibido directamente informaciones que el investigador desconoce. Con todo, el trabajo de Stevenson es probablemente la más interesante de las investigaciones contemporáneas sobre «percepción extrasensorial».

## **ESPIRITISMO**

En 1848 vivían en el estado de Nueva York dos muchachitas, Margaret y Kate Fox, de las que se contaban maravillosas historias. En presencia de las hermanas Fox podían oírse misteriosos ruidos acompañados que, con más atención, resultaban ser mensajes codificados procedentes del mundo de los espíritus; pregúntesele algo al espíritu: un golpe significa no, tres golpes significa sí. Las hermanas Fox causaron sensación, emprendieron giras por toda la nación organizadas por su hermana mayor y se convirtieron en centro de atención de una serie de intelectuales y literatos europeos, como por ejemplo Elizabeth Barrett Browning. Las «exhibiciones» de las hermanas Fox constituyen la fuente del espiritismo moderno, según el cual, gracias a un especial esfuerzo de la voluntad, unos pocos individuos atesoran el don de comunicarse con los espíritus de personas ya fallecidas. Los compinches de Keene tienen una deuda impagable con las hermanas Fox.

Cuarenta años después de las primeras «exhibiciones», desasosegada consigo misma, Margaret Fox redactó una confesión firmada. Los golpes se producían, mientras permanecían de pie sin esfuerzo ni movimiento aparentes, chasqueando las articulaciones de los dedos de los pies o de los tobillos, de modo muy similar a como se produce un crujido con los nudillos. «Y así fue como empezamos. Primero, como un simple truco para asustar a nuestra madre, pero luego, cuando empezó a visitarnos mucha gente, fuimos nosotras mismas las atemorizadas, y nos vimos forzadas a continuar con el engaño para protegernos. Nadie podía pensar en un truco ya que éramos demasiado niñas para que se nos ocurriese tal cosa. Actuamos como lo hicimos bajo el estímulo intencionado de nuestra hermana mayor y el inconsciente de nuestra madre». La hermana mayor, encargada de organizar las giras, parece haber sido siempre plenamente consciente del fraude. Su motivación para mantenerlo, el dinero.

El aspecto más instructivo del caso Fox no es que se consiguiera embaucar a tanta gente, sino que tras confesar el engaño, después de que Margaret Fox hiciera una demostración pública en el escenario de un teatro neoyorquino de su «preternatural dedo gordo del pie», muchos fueron los engañados que se negaron a admitir la existencia de fraude. Sostenían que Margaret se había visto forzada a confesar bajo la presión de alguna Inquisición de sesgo racionalista. La gente raramente agradece que se le demuestre abiertamente su credulidad.

## **EL GIGANTE DE CARDIFF**

En 1869, «mientras excavaba un pozo» cerca de Cardiff, villa situada al oeste de Nueva York, un granjero desenterró una enorme piedra en la que se reproducía con extraordinario verismo la figura de un hombre de tamaño más que considerable. Clérigos y científicos afirmaron al unísono que se trataba de un ser humano de épocas pretéritas fosilizado, tal vez una prueba confirmadora del relato bíblico que sostiene que «en aquellos días, la Tierra la poblaban gigantes». Muchos fueron los comentarios desencadenados con la precisión de la figura, aparentemente superior a lo que ningún artesano hubiera podido jamás conseguir esculpiendo una piedra. Por poner un sólo ejemplo, podía incluso apreciarse la presencia de diminutas venas azuladas. Sin embargo, otras gentes se sintieron menos impresionadas, y entre ellas Andrew Dickson White, el primer rector de la Universidad de Cornell, quien declararía que se trataba de un fraude indudable, de una execrable escultura que no merecía más que un buen puntapié. Un examen meticuloso del gigante de Cardiff revelaría entonces que era una simple estatua de origen reciente, un engaño perpetrado por George Hull, de Binghampton, quien se describía a sí mismo como «tabaquero, inventor, alquimista y ateo», un hombre realmente muy ocupado. Las supuestas «venas azuladas» eran formaciones coloreadas propias de la roca en que se había esculpido la figura humana. El objetivo del engaño era desplumar turistas incautos.

Pero tan enojosa revelación no desalentó al empresario norteamericano P.T. Barnum, quien ofreció 60.000 dólares por arrendar el gigante de Cardiff durante tres meses. Barnum fracasó en su intento de alquilar la escultura para organizar exhibiciones itinerantes (sus propietarios estaban ganando demasiado dinero para desprenderse de ella), y tras hacerse con una copia decidió que fuera ésta la exhibida, para asombro de sus clientes y enriquecimiento de sus bolsillos. El gigante de Cardiff contemplado por muchos americanos fue dicha copia. Barnum exhibía una imitación de una falsificación. El gigante original languidece hoy en el Farmer's Museum de Coopers-Town, Nueva York. Tanto Barnum como H.L. Mencken señalaron haber efectuado la deprimente constatación de que nadie puede perder dinero subestimando la inteligencia del público americano. Sin embargo, no se trata de falta de inteligencia, que existe en dosis abundantes. El artículo que escasea es un adiestramiento sistemático para pensar críticamente.

## **HANS EL LISTO, EL CABALLO MATEMÁTICO**

A comienzos del presente siglo existió en Alemania un caballo que podía leer, efectuar operaciones matemáticas y mostrar un profundo conocimiento de los asuntos políticos mundiales. O así parecía. El caballo era conocido por Hans el Listo. Era propiedad de Wilhelm von Osten, un anciano berlinés que, según opinión generalizada, era incapaz de verse involucrado en el menor fraude. Delegaciones de eminentes científicos examinaron la maravilla equina y la consideraron auténtica. Hans respondía a los problemas matemáticos que se le planteaban golpeando el suelo con una de sus patas delanteras, y a las cuestiones de otro orden cabeceando de arriba abajo o de un lado a otro, según es costumbre entre los occidentales. Por ejemplo, si alguien le decía, «Hans, ¿cuál es el doble de la raíz cuadrada de nueve, menos uno?», tras una breve pausa, sumisamente, levantaba su pata delantera derecha y golpeaba cinco veces el suelo. «¿Es Moscú la capital de Rusia?» Agitaba la cabeza a derecha e izquierda. ¿Acaso es San Petersburgo?» Asentimiento.

La Academia Prusiana de las Ciencias nombró una comisión, encabezada por Oskar Pfungst, para examinar la cuestión más de cerca. Osten, quien creía fervientemente en los poderes y capacidades de Hans, aceptó encantado la investigación. Pfungst no tardó en detectar una serie de interesantes irregularidades. Cuanto más difícil era la pregunta, más tardaba Hans en responder; cuando Osten no conocía la respuesta, Hans mostraba pareja ignorancia; cuando Osten estaba fuera de la habitación o cuando se le vendaban los ojos a Hans, las respuestas ofrecidas por el caballo eran erróneas. Sin embargo, en ciertas ocasiones Hans podía ofrecer respuestas correctas a pesar de hallarse en un medio que le era extraño, rodeado de observadores escépticos y con Osten, su dueño, no sólo fuera del recinto, sino incluso de la ciudad. Finalmente se vislumbró la solución al enigma. Cuando se le planteaba a Hans un problema matemático, Osten se ponía ligeramente tenso por miedo a que Hans

no golpease el suficiente número de veces. Por el contrario, cuando Hans terminaba de dar el número de golpes preciso, de forma inconsciente e imperceptible Osten inclinaba su cabeza en señal de asentimiento o se relajaba de la tensión mantenida. Su distensión era virtualmente imperceptible para cualquier observador humano, -pero no para Hans, que era premiado con un terrón de azúcar por cada respuesta correcta. Además, no pocos observadores que se mostraban escépticos ante las habilidades de Hans fijaban sus ojos en las patas delanteras desde el momento mismo en que acababa de ser formulada la pregunta y modificaban sensiblemente su postura o gestos cuando el caballo llegaba a la respuesta correcta. Hans nada sabía de matemáticas, pero era extremadamente sensible a toda señal inconsciente no verbalizada. Y de orden similar eran los signos que imperceptiblemente se le transmitían al caballo cuando la pregunta no era matemática. A decir verdad, el apodo de Listo se adaptaba perfectamente a Hans. Era un caballo condicionado por un ser humano y que había descubierto que otros seres humanos que jamás había visto antes también le podían proporcionar las indicaciones que precisaba. Pero a pesar de la falta total de ambigüedad de la solución ofrecida por Pfungst, historias similares de caballos, cerdos o patos sabios que entienden de aritmética, saben leer o poseen conocimientos políticos han seguido impregnando la credulidad de muchas naciones. (1)

(1): Por ejemplo, Lady Wonder, un caballo de Virgipia, era capaz de contestar una serie de preguntas moviendo con la nariz una serie de tacos de madera que prefiguraban letras. Como también contestaba a cuestiones planteadas en privado a su propietario, el parapsicólogo J. K' Rhine dijo que el caballo no sólo sabía leer sino que además tenía el don de la telepatía (*Journal of Abnormal and Social Psychology*. 23, 449, 1929). Pero el mago John Scarne indicó que el propietario hacía una seña a Lady Wonder con un látigo mientras éste «rumiaba» sobre los tacos de madera antes de convertirlos en palabras. En apariencia, el propietario estaba fuera del campo usual del animal, pero ya sabemos que los caballos tienen una excelente visión periférica. Lady Wonder era cómplice de un impostor, cosa que no ocurría con Hans el Listo.

## **SUEÑOS PREMONITORIOS**

Uno de los fenómenos aparentemente más asombrosos de la percepción extrasensorial son las experiencias premonitorias, aquellas en las que una persona tiene una percepción clara y precisa de un desastre inminente, la muerte de un ser amado o el establecimiento de comunicación con un amigo desaparecido mucho tiempo atrás, y que tras tenerla se produce el evento intuido. Muchas de las personas que han tenido tal tipo de experiencias señalan que la intensidad emocional de la premonición y su subsiguiente verificación provocan una abrumadora sensación de estar en contacto con otro ámbito de realidad. He tenido oportunidad de experimentar por mí mismo una de tales premoniciones. Hace ya muchos años me desperté de repente bañado por un sudor frío y con la certidumbre de que un pariente cercano acababa de morir en aquel momento. Me sentí tan impresionado por la obsesionante intensidad de la experiencia que temí poner una conferencia telefónica no fuera el caso que mi allegado tropezara con el hilo telefónico, o algo por el estilo, y convirtiera la premonición en profecía plenamente cumplida. El familiar en cuestión vive y goza de buena salud, y sean cuales fueren las raíces psicológicas de la experiencia, lo cierto es que no era un reflejo de un suceso que acabara de producirse en el mundo real.

No obstante, supongamos que el pariente hubiera efectivamente fallecido esa noche. Creo que hubiera sido difícil convencerme de que era una mera coincidencia. Si cada americano tiene experiencias premonitorias de este tipo unas pocas veces a lo largo de su vida, es inmediato concluir que un simple registro estadístico de las mismas dará lugar a que cada año se produzcan algunos acontecimientos premonitorios aparentes en América. Quizá se desprenda de nuestro registro que tales sucesos pueden ocurrir con bastante frecuencia, pero para la persona que sueña un desastre que venga inmediatamente confirmado por la realidad el hecho es misterioso y le produce un temor reverencial. Quizá tales coincidencias se le presenten a alguien cada varios meses, pero es más que comprensible que quien viva las premoniciones convertidas en realidad se resistirá a explicarlas como simples coincidencias.

Tras vivir mi experiencia no escribí ninguna carta a un instituto de parapsicología relatando haber tenido un sueño premonitorio que no se vio confirmado por la realidad. No era algo susceptible de merecer un registro. Pero si la muerte que había soñado se hubiese producido efectivamente, la hipotética carta habría pasado a convertirse en prueba a favor de la premonición. Los éxitos se registran, mientras que los errores no. Aunque sea inconscientemente, la naturaleza humana conspira para producir un registro sesgado de la frecuencia con que se produce tal tipo de eventos.

Todos los casos reseñados -Alejandro, el traficante de profecías, Keene, la proyección astral, las hermanas Fox, el gigante de Cardiff, Hans el Listo y los sueños premonitorios- son fenómenos típicos que se mueven en las zonas limítrofes del ámbito científico. Se trata de casos asombrosos, fuera de lo ordinario, hechos maravillosos o que infunden temor reverencial; en todo caso, se trata de fenómenos que nada tienen de tediosos o comunes. Resisten análisis superficiales de la gente instruida, y en ciertos casos incluso estudios más detallados que les otorgan el respaldo de algunas celebridades y científicos. Quienes aceptan la validez de tan insólitos fenómenos se niegan a aceptar todo intento de explicación convencional. Las auténticas causas más frecuentes son de dos tipos. Uno, el fraude consciente con objeto de enriquecerse, como el caso de las hermanas Fox o el gigante de Cardiff, y quienes aceptan la superchería han sido embaucados. Otro, y en este caso solemos engañarnos a nosotros mismos, es mucho más difícil de precisar, y corresponde a aquellos fenómenos inusualmente sutiles y complejos, aquellos cuya naturaleza es mucho más intrincada de cuanto habíamos supuesto y cuya comprensión requiere un análisis realmente profundo. Podrían enmarcarse en este segundo apartado casos como el de Hans el Listo o buena parte de los sueños premonitorios.

Hay otra razón que me ha llevado a escoger los ejemplos precedentes. Todos ellos están estrechamente relacionados con la vida cotidiana; afectan al comportamiento animal o humano, es posible evaluar la veracidad de las pruebas y constituyen otras tantas ocasiones para ejercitar el sentido común. Ninguno de los casos expuestos abarca complejidades tecnológicas u oscuros razonamientos teóricos. Por decirlo así, no necesitamos tener sólidos conocimientos de física para cribar escépticamente las pretensiones de los modernos espiritistas. Con todo, estos engaños, imposturas y falsas interpretaciones han conseguido cautivar a millones de individuos. En consecuencia, será infinitamente más difícil y peligroso evaluar ciertas cuestiones que se ubican en la zona fronteriza de ciencias mucho menos familiares al hombre medio, como por ejemplo las catástrofes cósmicas, la existencia de supuestos continentes desaparecidos o la de objetos voladores no identificados.

Quiero distinguir entre quienes elaboran y promueven sistemas de creencias sobre cuestiones limítrofes y quienes las aceptan. Estos últimos se sienten compelidos muy a menudo por la novedad de los sistemas propuestos y la sensación de grandiosidad y penetración que conllevan. De hecho, adoptan actitudes y objetivos científicos. Es fácil imaginar visitantes extraterrestres de aspecto humano, que con vehículos espaciales e incluso aeroplanos similares a los nuestros, nos visitaron en tiempos remotos y son algo así como nuestros antepasados. No son cosas que resulten demasiado extrañas a nuestra imaginación y son lo suficientemente similares a ciertas historias religiosas occidentales como para que nos sintamos cómodos en tales contextos. La búsqueda de microbios marcianos de exótica bioquímica o de radiomensajes interestelares de seres inteligentes biológicamente muy distintos de nosotros es tarea mucho más difícil y no tan agradable. Muchos son los que se sienten atraídos por la primera perspectiva citada, pero el número de los que adoptan la segunda es ya considerablemente menor. No obstante, creo que buena parte de los que se interesan por la idea de antiguos astronautas visitando la Tierra están motivados por inquietudes sinceramente científicas, y, eventualmente, de orden religioso. Existe un amplio e impreciso interés popular por los temas científicos con mayor carga de misterio. Para mucha gente, la vulgaridad presuntuosa que envuelve las doctrinas acerca de las zonas limítrofes de la ciencia es la mejor aproximación de que disponen a una ciencia fácilmente comprensible. La popularidad de tales protociencias es un claro reproche a escuelas, prensa y televisión comercial por la escasez de sus esfuerzos, además inefectivos

y faltos de imaginación, en favor de una educación científica. Y también es un reproche para nosotros los científicos, que tan poco hacemos por popularizar nuestro trabajo.

Quienes abogan por la existencia de antiguos astronautas -el ejemplo más notable en esta línea es el de Erich von Daniken y su libro *Chariots of the Gods?*- sostienen que son muy numerosos los restos arqueológicos que sólo pueden explicarse recurriendo a contactos entre nuestros antepasados y civilizaciones extraterrestres. Sostienen que, entre otras varias cosas, seres extraterrestres son responsables de la construcción o supervisión de una columna de acero hallada en la India, una placa hallada en Palenque, México, las pirámides de Egipto, los monolitos de piedra de la isla de Pascua (que en opinión de Jacob Bronowski, todos guardan cierta semejanza con Benito Mussolini), o las figuras geométricas de Nazca, Perú. Sin embargo, el origen de todos estos artefactos tiene siempre una explicación mucho más sencilla y plausible. Nuestros antepasados históricos no eran unos zoquetes. Quizá no tuvieran una sofisticada tecnología, pero eran tan hábiles e inteligentes como nosotros y en determinados casos concretos combinaron tales dosis de dedicación, inteligencia y duro trabajo que consiguieron resultados que nos impresionan incluso a nosotros. La teoría de los antiguos astronautas sobre nuestro planeta se halla bastante difundida, y creo que de forma interesada, entre los burócratas y políticos soviéticos, tal vez porque sirve para mantener viejos sentimientos religiosos en un contexto científico aceptablemente moderno. La versión más reciente del tema de los astronautas de la antigüedad sostiene que las gentes dogones de la república de Malí conservan una tradición astronómica sobre la estrella Sirio que sólo pueden haber adquirido por contacto con una civilización de alienígenas. De hecho, parece la explicación correcta, pero tales extranjeros nada tienen que ver con astronautas, antiguos o modernos (cf. cap. 6). Nada tiene de sorprendente que las pirámides hayan desempeñado un papel tan importante en las historias sobre antiguos astronautas. Desde que Napoleón invadiera Egipto, los restos de su antigua civilización impresionaron hasta tal punto a los europeos que no han dejado de mostrarse como una fuente de innumerables sinsentidos. Mucho se ha escrito sobre la supuesta información numerológica almacenada en las dimensiones físicas de las pirámides, especialmente sobre la gran pirámide de Gizeh, llegándose a afirmar, por ejemplo, que la proporción entre altura y anchura, medida en ciertas unidades, es la misma que el tiempo en años que separa a Adán de Jesús. Existe el caso célebre de un piramidólogo al que se observó limando una protuberancia para que existiera una mayor concordancia entre sus observaciones y sus especulaciones. La manifestación más reciente del interés despertado por las pirámides es la «piramidología», y entre otras cosas sus cultivadores sostienen que tanto nosotros como nuestras navajas de afeitar funcionan mejor y duran más dentro de las pirámides que en nuestros actuales cubículos ciudadanos. Puede ser. Por mi parte, viviendo en espacios cuadrículados y habitaciones como cajas de zapatos debo admitir que me siento deprimido, pero tampoco debe olvidarse que durante la mayor parte de su historia la raza humana no ha encerrado sus vidas en tan opresivos espacios. Sea como fuere, las tesis de la piramidología jamás se han verificado en condiciones adecuadas de control experimental. Una vez más, no han sido sometidas a la piedra de toque experimental.

El «misterio» del triángulo de las Bermudas gira en torno a desapariciones no explicadas de barcos y aeroplanos en una vasta región oceánica que circunda dichas islas. La explicación más razonable para tales desapariciones (cuando son tales, pues de muchas de tales desapariciones se ha verificado que jamás se produjeron) es que los navíos se hundan. En cierta ocasión, señalé en un programa de televisión que me parecía extraño que barcos y aviones desaparecieran misteriosamente, pero que nunca sucediera algo similar con trenes, a lo que Dick Cavett, el presentador, me respondió: «Veo que usted nunca ha estado esperando el tren de Long Island». Como los entusiastas de los astronautas de la antigüedad, los valedores del triángulo de las Bermudas usan argumentos chapucosamente académicos y retóricos, pero jamás han aportado la menor prueba convincente. No se han sometido a la dura prueba experimental

Todo el mundo conoce perfectamente los platillos volantes, los ovnis. Sin embargo, detectar una luz extraña en los cielos no significa que estemos siendo visitados por seres procedentes de Venus o de una lejana galaxia llamada Spectra. Puede tratarse, por ejemplo, de los faros de un automóvil reflejados por una nube alta, o una bandada de



insectos fosforescentes en vuelo, o un artefacto volante no convencional, o un avión corriente y moliente con luces de posición no ajustadas a las normas que para ellas existen, o un reflector de alta intensidad de los utilizados para observaciones meteorológicas. También existen algunos casos en los que una o dos personas afirman haber entrado en contacto con alienígenas espaciales, ser sometidos luego a exploraciones médicas no convencionales y, finalmente, dejados de nuevo en libertad. En tales casos, lo único de que disponemos es el fantástico testimonio de una o dos personas, sin otra posibilidad que la de elucubrar sobre la sinceridad o verosimilitud del mismo. Por cuanto conozco, de los cientos de miles de informes sobre ovnis recogidos desde 1947, no existe ni uno solo en que varias personas hayan informado de forma independiente y digna de confianza el establecimiento de contactos con algo que sea un artefacto procedente de fuera de nuestro planeta.

No sólo carecemos de relatos probatorios aceptables, sino que no tenemos la menor prueba física sobre los ovnis. Nuestros laboratorios actuales son sumamente sofisticados. Un producto elaborado fuera de nuestro planeta sería fácilmente identificable como tal. Pues bien, nadie ha aportado jamás ni el más pequeño fragmento de nave espacial que haya superado las pruebas de laboratorio, y mucho menos el cuaderno de bitácora de una nave de mando espacial. De ahí que en 1977 la NASA declinara una invitación de la Casa Blanca para emprender una investigación seria sobre el tema de los ovnis. Si se excluyen fraudes y meras anécdotas, no parece quedar nada susceptible de estudio.

En cierta ocasión, mientras me encontraba en un restaurante con algunos amigos, detecté un brillo en los cielos, un ovni «revoloteante». Inmediatamente después de habérselo señalado, me encontré en medio de una nube de maitres, camareras, cocineros y clientes que acordonaban la acera, apuntaban al cielo con dedos y tenedores y daban claras muestras de asombro. Aquella gente estaba entre encantada y sobrecogida. Pero cuando regresé con un par de prismáticos que mostraban fuera de toda duda que el supuesto ovni era en realidad un avión de tipo especial (como se supo más tarde, una aeronave meteorológica de la NASA), cundió un profundo y generalizado desencanto. Algunos se mostraban embarazados por haber mostrado en público su credulidad. Otros estaban simplemente disgustados porque se había esfumado una muy buena historia, algo fuera de lo ordinario; acababa de difuminarse un posible visitante de otros mundos.

En buen número de casos no actuamos como observadores imparciales. Depositamos cierto interés emocional en los resultados, quizá sólo porque si fuesen ciertas algunas de las tesis de estas protociencias el mundo se convertiría en un lugar más interesante, quizá porque tengan algo que afecta los niveles más profundos de la psique humana. Si de verdad es posible la proyección astral, puedo sentir cómo una parte de mí se abandona el cuerpo y viaja hasta otros lugares sin el menor esfuerzo, posibilidad realmente excitante. Si el espiritismo es real, mi alma sobrevivirá a la muerte de mi cuerpo, pensamiento probablemente muy confortable. Si existe la percepción extrasensorial, en muchos de nosotros se encierran poderes latentes que sólo necesitan ponerse al descubierto para hacernos más poderosos de lo que somos. Si la astrología está en lo cierto, nuestras personalidades y destinos están íntimamente ligados al resto del cosmos. Si realmente existen elfos, duendes y hadas (hay un libro precioso de estampas victorianas donde se recogen retratos de muchachas de unos quince centímetros de altura, con alas de gasa, mientras están conversando con un grupo de caballeros Victorianos), el mundo es un lugar mucho más intrigante de cuanto están dispuestos a admitir la mayoría de adultos. Si actualmente o en cualquier época histórica pretérita nos visitan o han visitado representantes de avanzadas y afables civilizaciones extraterrestres, quizá la condición humana no sea tan deplorable como parece, tal vez los extraterrestres lograrán salvarnos de nosotros mismos. Pero el hecho de que tales supuestos nos encanten o exciten no nos ofrece la menor garantía de que sean ciertos. Su veracidad sólo se impondrá a través de pruebas precisas y mi opinión, por lo general reacia, es que no existen (al menos por el momento) pruebas sólidas e irrefutables en favor de tales supuestos u otros similares.

Pero aún hay más. De ser falsas, muchas de las doctrinas apuntadas son realmente perniciosas. En el marco simplista de la astrología popular se juzga a las personas de acuerdo con uno de entre doce caracteres arquetípicos según sea el mes en que nacieron.

Si la astrología es un sistema de creencias falso, estamos cometiendo una flagrante injusticia con los individuos tipificados de acuerdo con sus tesis, les colocamos en casilleros preestablecidos y nos rehusamos a juzgarlos por sí mismos, método muy familiar en las clasificaciones de orden sexista o racista.

El interés mostrado por los ovnis y los astronautas antiguos parece derivar, al menos en parte, de necesidades religiosas insatisfechas. Pon lo general, los extraterrestres son descritos como seres sabios, poderosos, llenos de bondad, con aspecto humano y frecuentemente arropados con largas túnicas blancas. Son, pues, muy parecidos a dioses o ángeles que, más que del cielo, vienen de otros planetas, y en lugar de alas usan vehículos espaciales. El barniz pseudocientífico de la descripción es muy escaso, pero sus antecedentes teológicos son obvios. En la mayoría de los casos los supuestos astronautas antiguos y tripulantes de ovnis son deidades escasamente disfrazadas y modernizadas, deidades fácilmente reconocibles. Un informe británico reciente sobre el tema llega incluso a señalar que es mayor el número de personas que creen en la existencia de visitantes extraterrestres que en la de Dios.

La Grecia clásica estaba preñada de historias en que los dioses descendían a la Tierra y entraban en contacto con los seres humanos. La Edad Media es igualmente rica en apariciones de ángeles, santos y vírgenes. Dioses, santos y vírgenes se aparecen sin cesar a lo largo de la historia humana a individuos que en apariencia merecen gozar del más alto grado de confianza. ¿Qué ha sucedido? ¿Dónde han ido todas las vírgenes? ¿Qué se ha hecho de los dioses del Olimpo? ¿Acaso han decidido abandonarnos en estos tiempos que corren, aparentemente más escépticos? ¿O acaso las creencias reseñadas constituyen un reflejo moderno de la superstición y credulidad humanas? Tras el extendido culto de los ovnis parece, pues, esconderse un posible peligro social. Si creemos que vendrán a resolver nuestros problemas seres de otros mundos, quizá nos sintamos tentados a declinar buena parte de nuestros esfuerzos para resolverlos nosotros mismos, algo que por lo demás ya ha sucedido en los numerosos movimientos religiosos milenaristas que jalonan la historia humana.

Todos los casos de ovnis realmente interesantes lo son bajo el supuesto de que uno o unos pocos testigos no están intentando embaucarnos o no fueron embaucados. Sin embargo, la posibilidad de engañarse de cualquier testigo ocular es auténticamente impresionante.

1) Cuando en una clase de derecho se simula la consumación de un robo a modo de ejercicio, muy pocos son los estudiantes que llegan a coincidir sobre el número de asaltantes, sus respectivas vestimentas, las armas empuñadas o los comentarios de los ladrones, la secuencia real de los acontecimientos o el tiempo transcurrido en el asalto.

2) A una serie de profesores se les presentan dos grupos de muchachos desconocidos para ellos que han superado con idéntico aprovechamiento todos los exámenes. Pero a los profesores se les indica que mientras en un grupo dominan los alumnos listos en el otro abundan los mediocres. Los exámenes subsiguientes reflejarán esta calificación inicial errónea, independientemente del rendimiento real de los estudiantes. La predisposición falsea las conclusiones.

3) Se les muestra a una serie de testigos una filmación de un accidente automovilístico. A continuación se les plantean una serie de preguntas como, por ejemplo, ¿se saltó la señal de stop el coche azul? Una semana más tarde, interrogados de nuevo, una amplia proporción de testigos aseguran haber visto en la filmación un coche azul, a pesar de que ni remotamente aparecía un coche de tal color en la filmación proyectada el primer día. Parece ser que existe un estadio, poco después de presenciar cualquier suceso, en que verbalizamos lo que creemos haber visto y a partir de ahí ya queda así fijado para siempre en nuestra memoria. En esta fase somos tremendamente vulnerables, y cualquier creencia previa -por ejemplo, en los dioses del Olimpo, en los santos cristianos o en los astronautas extraterrestres- puede influenciar de forma inconsciente nuestros relatos testimoniales.

Los individuos que se muestran escépticos ante buena parte de los sistemas de creencias protocientíficas no son necesariamente personas que se sientan incómodas ante cualquier novedad. Por ejemplo, muchos de mis colegas, y yo mismo, estamos profundamente interesados por la posible existencia de vida, inteligente o no, en otros planetas. Pero debemos tener mucho cuidado en no inocular clandestinamente nuestros deseos y esperanzas en la realidad del cosmos. Dentro de la más genuina tradición científica, nuestro objetivo es encontrar respuestas reales, al margen de nuestras predisposiciones emocionales. Me mostraría tan gozoso como el primero si algún día seres extraterrestres inteligentes visitaran nuestro planeta, y mi trabajo se vería con ello enormemente facilitado. Por lo demás, he empleado más tiempo del que hubiese querido pensando en temas relacionados con ovnis y antiguos astronautas. El interés generalizado por tales temas creo que es, al menos en parte, una buena cosa, pero nuestra apertura mental ante las deslumbrantes posibilidades que nos presenta la ciencia moderna debe verse atemperada por cierta finura de olfato escéptica. Muchas posibilidades inicialmente interesantes acaban por mostrársenos simplemente equivocadas. Para aumentar nuestros conocimientos sobre el cosmos es imprescindible abrir la mente a nuevas posibilidades y atesorar una firme voluntad de hallar respuesta a complejos e inquietantes enigmas. Interrogarse sobre temas arduos tiene ventajas subsidiarias. La vida política y religiosa americana, especialmente a partir de mediados de los 60, ha estado marcada por una excesiva credulidad pública, una clara desgana ante los temas más complejos, y como resultado estamos asistiendo a un innegable deterioro de nuestra salud nacional. El escepticismo del consumidor provoca un aumento en la calidad de los productos. Gobiernos, Iglesias e Instituciones educativas no muestran el menor celo en estimular un pensamiento crítico, quizá porque son plenamente conscientes de su vulnerabilidad.

Los científicos profesionales se ven generalmente obligados a elegir cuáles van a ser los objetivos de sus investigaciones. A pesar de la enorme importancia que tendría alcanzar ciertos logros, es tan escasa la probabilidad de éxito que nadie se muestra dispuesto a emprender determinados programas de investigación. (Éste ha sido el caso, durante años, de la detección de inteligencia extraterrestre. La situación ha cambiado de forma radical en los últimos tiempos a causa de los grandes avances radiotecnológicos, que nos permiten construir enormes radiotelescopios con sensibilidad para captar todo tipo de mensajes que se interpongan en nuestro camino. Jamás hasta ahora habíamos gozado de tales disponibilidades.) Hay otros objetivos científicos perfectamente abordables, pero su importancia es absolutamente trivial. La mayor parte de los científicos dedicados a la investigación escogen una vía intermedia. De esta composición de lugar se desprende que sean muy pocos los científicos que deciden zambullirse en las «oscuras aguas» de las doctrinas pseudocientíficas con objeto de encontrar su verificación o refutación precisas. Las probabilidades de alcanzar resultados realmente interesantes -excepto en cuanto hace referencia a la naturaleza humana- parecen escasas y el tiempo que debería invertirse en la tarea muy considerable. Considero que los científicos deberían emplear más tiempo en la discusión de los temas reseñados, pues si no se manifiesta sobre los mismos la menor oposición de carácter científico da la sensación de que los consideramos razonables desde una perspectiva científica.

Hay muchos casos en que las creencias popularmente sustentadas son tan absurdas que son inmediatamente menospreciadas por la comunidad científica sin que se tome la menor molestia para hacer públicas sus argumentaciones. Creo que mantener tal postura es un error. La ciencia, y especialmente hoy en día, depende del apoyo público. Puesto que por desgracia la mayor parte de la gente posee un conocimiento muy escaso e inadecuado de la ciencia y la tecnología, resulta muy difícil tomar decisiones inteligentes sobre cualquier problema científico. Algunas de las pseudociencias hoy en boga son empresas auténticamente rentables, y algunos de sus defensores no sólo se hallan fuertemente identificados con el tema en cuestión sino que obtienen con el mismo grandes sumas de dinero. La situación les inclina a una mayor inversión de recursos para defender sus puntos de vista. Algunos científicos no parecen tener el menor deseo de enzarzarse en discusiones públicas sobre la validez de las ciencias marginales a causa del esfuerzo que ello requiere y de la posibilidad latente de verse perdiendo un debate público. Sin embargo, intervenir en confrontaciones sobre estos tópicos es una excelente oportunidad de mostrar el método de

trabajo científico en temas tan elusivos, así como un excelente modo de comunicar algo del poder y del placer que se deriva de la ciencia.

Se detecta una perniciosa inmovilidad a uno y otro lado de las fronteras que delimitan la empresa científica. El aislamiento de la ciencia y el rechazo ante toda novedad tienen una influencia negativa sobre la credulidad pública. En cierta ocasión, un distinguido científico me amenazó con hablarle al por entonces vicepresidente Spiro T. Agnew sobre mí si seguía empeñándome en organizar una mesa redonda en la Asociación Americana para el Progreso Científico sobre el hipotético origen extraterrestre de los ovnis en la que pudiesen tomar la palabra defensores y detractores de la idea. Un grupo de científicos, escandalizados por las conclusiones que apuntaba Immanuel Velikovsky en su libro *Worlds in Collision* e irritados por su desconocimiento de una serie de hechos científicos perfectamente establecidos, cometieron la ignominia de presionar al editor para que no publicase el texto en cuestión. Su gestión tuvo éxito, pero el libro aparecía poco después en otra editorial, que por cierto obtendría un buen provecho de su decisión. Cuando intenté organizar un segundo simposio en la misma Asociación Americana para el Progreso Científico destinado a discutir las ideas de Velikovsky, fui duramente criticado por prominentes figuras científicas que sostenían que toda atención pública al tema, aun cuando llegase a conclusiones negativas, no podía hacer más que prestar apoyo a la causa de Velikovsky.

No obstante, se celebraron ambos simposios, sus audiencias parece ser que los encontraron interesantes, fueron publicadas las ponencias y discusiones allí mantenidas, y hoy en día jóvenes de Duluth o Fresno tienen a su disposición algunos libros que presentan la otra cara del problema (cf. p. 61). Si la ciencia se expone con escaso atractivo e imaginación en escuelas y medios de difusión, quizá consiga despertarse el interés por ella a través de discusiones sobre sus límites bien organizadas y llevadas a cabo en un lenguaje comprensible para el gran público. La astrología puede servir de palestra para discusiones sobre astronomía, la alquimia abrir el camino a la química, el catastrofismo velikovskiano y los continentes desaparecidos, como la Atlántida, a la geología, el espiritualismo y la cientología a una amplia variedad de problemas psicológicos y psiquiátricos.

Muchas personas están aún convencidas de que si algo aparece en letra impresa debe ser verdad. Cuando salen a la venta libros sobre especulaciones completamente indemostrables o flagrantes sinsentidos surge de inmediato un curioso y distorsionado sentimiento público de que los temas tratados deben ser sólidas verdades. En la polémica desatada por la publicación en la prensa de un extracto del contenido de un libro de H. R. Haldeman a la sazón en prensa, sentí un enorme regocijo al leer las declaraciones del editor en jefe de una de las mayores empresas editoriales del mundo: «Creemos que un editor tiene la obligación de comprobar la exactitud de ciertos trabajos ensayísticos antes de proceder a su publicación. Nuestro sistema consiste en enviar el libro a una autoridad independiente en la materia para que efectúe una lectura objetiva previa de todo libro que la requiera». Estas palabras las pronunció un editor cuya empresa había puesto en circulación algunos de los más eximios ejemplos de pseudociencia de las últimas décadas. No obstante, hoy en día existen a disposición de todo el mundo libros que presentan la otra cara de la historia, y como muestra me permito reseñar aquí una pequeña lista de las doctrinas pseudocientíficas que gozan hoy por hoy de mayor predicamento y los más recientes intentos de refutar sus tesis desde una perspectiva científica.

### **ALGUNAS DOCTRINAS PSEUDOCIENTÍFICAS RECIENTES Y SUS CRITICAS**

Mientras muchas de las doctrinas pseudocientíficas gozan de una gran difusión entre el público, la discusión y análisis pormenorizado de sus puntos débiles más sobresalientes no es, ni con mucho, tan ampliamente conocida, la presente lista puede servir de guía sobre algunos de tales trabajos críticos desde una perspectiva científica.

El triángulo de las Bermudas: *The Bermuda Triangle Mystery-Solved*, Laurence Kusche, Harper & Row, 1975

Espiritualismo: A Magician Among the Spirits, Harry Houdini, Harper, 1924 The Psychic Mafia, M. Lámar Keene, St. Martin's Press, 1976

Uri Geller: The Magic of Uri Geller, James Randi, Ballantine, 1975

La Atlántida y otros «continentes perdidos»: Legends of the Earth: Their Geologic Origins Dorothy B. Vitaliano, Indiana University Press, 1973. Lost Continents, L. Sprague de Camp, Ballantine, 1975

OVNIS: UFOs Explained Philip Klass, Random House, 1974. UFOs: A Scientific Debate, Carl Sagan y Thornton Page, eds., Norton, 1973

Astronautas de la Antigüedad: The Space Gods Revealed: A Close Look at the Theories of Erich von Daniken, Ronald Story, Harper & Row, 1976. The Ancient Engineers, L. Sprague de Camp, Ballantine, 1973

Velikovsky: Worlds in Collision Scientists Confront Velikovsky, Donald Goldsmith, ed., Cornell University Press, 1977

Vida emocional de las plantas «Plant "Primary Perception"», K. A. Horowitz y otros, Science, 189: 478-480 (1975)

Uno de los temas analizados críticamente, la vida emocional de las plantas y sus preferencias musicales, estuvo en candelero hace muy pocos años, hasta tal punto que durante semanas y semanas las tiras de comics «Doonesbury» de Gary Trudeau se llenaron de conversaciones con vegetales. Se trata de un tema ya viejo, como nos permite comprobar uno de los epígrafes con que se abre el presente capítulo. Tal vez el único aspecto alentador del caso es que en nuestros días se acoge el tema con mucho más escepticismo que en 1926.

No hace demasiados años se creó un comité de científicos, magos y otros elementos diversos para arrojar alguna luz sobre los problemas de las pseudociencias. Inició sus actividades con algunos trabajos de gran utilidad, entre ellos la publicación de las más recientes noticias sobre la confrontación entre las perspectivas racionalista e irracionalista, debate que se remonta en el tiempo a los enfrentamientos entre el profeta Alejandro y los epicúreos, los racionalistas de la época. El comité también ha protestado ante los organismos rectores de las distintas cadenas de televisión y ante la Comisión Federal de Comunicaciones por la usual falta de criticismo en los programas de la pequeña pantalla dedicados a las pseudociencias. Dentro del propio comité se ha abierto un interesante debate entre quienes opinan que debe combatirse toda doctrina que huela a pseudocientifismo y los que piensan que debe juzgarse cada corriente concreta en función de sus propios méritos, aunque el peso de la tarea probatoria debe recaer de lleno sobre quienes sustenten las teorías marginales. Por mi parte, me siento enormemente identificado con el segundo de los puntos de vista. Creo imprescindible seguir interrogándose sobre el mundo de lo extraordinario, pero las hipótesis sobre fenómenos insólitos requieren ineludiblemente pruebas confirmatorias asimismo extraordinarias.

Desde luego, los científicos son seres humanos y cuando se apasionan pueden abandonar temporalmente el ideario y métodos de sus disciplinas. Sin embargo, los ideales del método científico se han manifestado a lo largo de la historia como tremendamente eficaces. Para determinar cómo funciona el mundo es imprescindible recurrir a una mezcla de corazonadas, intuición y brillante creatividad, y bien entendido que en ningún momento de la investigación debe abandonarse un férreo criterio crítico regido por el escepticismo. Los más sorprendentes e inesperados logros de la ciencia se han generado a partir de una tensión motriz entre creatividad y escepticismo. En mi opinión, las propuestas de la pseudociencia palidecen al confrontarlas con cientos de actividades y descubrimientos de la ciencia auténtica de nuestros días. Sólo a modo de ejemplos, reseñaré la existencia de dos

cerebros semiindependientes dentro de cada cráneo humano, la indiscutible realidad de los agujeros negros, la deriva y colisiones continentales, el lenguaje de los chimpancés, los imponentes cambios climáticos que se producen en Marte y Venus, la antigüedad de la especie humana, la búsqueda de vida extraterrestre, la elegante función autocopiadora de la arquitectura molecular que controla nuestra herencia y evolución o las distintas pruebas observacionales sobre el origen, naturaleza y destino de nuestro universo contemplado como un todo.

Pero el éxito de la ciencia, tanto en lo que afecta a su estímulo intelectual como a sus aplicaciones prácticas, depende básicamente de su capacidad para autocorregirse. Siempre debe existir un modo de verificar la validez de una idea, siempre hay que tener a mano la posibilidad de reproducir cualquier experimento verificador o falseador. El carácter personal o las creencias de los científicos deben ser factores irrelevantes en su trabajo, y sus afirmaciones sólo deben apoyarse en pruebas experimentales. Los argumentos de autoridad no cuentan en absoluto, pues con demasiada frecuencia han errado todo tipo de autoridades. Quisiera ver a las escuelas y medios de comunicación difundiendo este modo de pensar tan científicamente eficaz, y ciertamente sería asombroso y encantador verlo incorporarse al terreno de la política. Una característica primordial de los científicos ha sido siempre su capacidad para cambiar pública y radicalmente sus puntos de vista al serles presentadas nuevas pruebas y argumentos. Por desgracia, no puedo recordar a ningún político que haya mostrado similar apertura mental y buena voluntad en cuanto a la modificación de sus puntos de vista.

Buena parte de los sistemas de creencias ubicados en las fronteras del ámbito científico no pueden someterse a una experimentación clara y precisa. Son postulados anecdóticos que dependen por entero de la veracidad de los testigos oculares, por lo general un material que merece escasa confianza. Tomando como punto de referencia situaciones pasadas, parece indudable que muchos de tales sistemas marginales acabarán mostrándose faltos de toda validez. Pero no podemos rechazar de plano, del mismo modo que tampoco podemos aceptarlas sin más, todas estas creencias en conjunto. Por ejemplo, entre los científicos del siglo XVIII se tenía por absurda la idea de que pudiesen caer del cielo grandes masas rocosas; Thomas Jefferson señalaba a propósito de un relato sobre tal tipo de fenómenos, que se sentía más inclinado a creer que los científicos americanos estaban mintiendo que aceptar que las rocas habían caído del cielo. No obstante, lo cierto es que caen rocas del cielo, los denominados meteoritos, y nuestras ideas a priori sobre el fenómeno no arrojan la más mínima luz sobre la verdad del mismo. No debe olvidarse, sin embargo, que la auténtica realidad del fenómeno sólo quedó plenamente establecida tras un minucioso análisis de docenas de testimonios independientes sobre la caída de un mismo meteorito, testimonios apoyados por un enorme conjunto de pruebas físicas, entre las que se incluían la recuperación de meteoritos de los tejados de diversas casas y de entre los surcos de campos de labranza.

Prejuicio significa literalmente juicio previo, equivale al rechazo apriorístico de cualquier afirmación antes de haber examinado las pruebas que pretenden sustentarla. El prejuicio es resultado de una postura emocional, jamás del razonamiento cuidadoso. Si debemos determinar la veracidad de un asunto debemos abordarlo con una apertura mental tan grande como sea posible, así como con plena conciencia de nuestras limitaciones y predisposiciones. Si tras un análisis cuidadoso, y franco de miras, de las pruebas que tenemos a nuestra disposición rechazamos una proposición determinada, ya no se trata de un prejuicio; en tal caso debiera hablarse de «postjuicio», de juicio a posteriori. Y ciertamente, este modo de actuar es prerequisite indispensable para alcanzar cualquier tipo de auténtico conocimiento.

El examen crítico y escéptico de los problemas es el método aplicado cotidianamente en los asuntos prácticos y en la ciencia. Cuando compramos un coche, ya sea nuevo o usado, considerarnos medida prudente exigir garantías escritas sobre su buen funcionamiento junto con la verificación del mismo mediante pruebas de conducción y comprobación de determinadas partes de la maquinaria. Solemos desconfiar de los vendedores de automóviles que muestran reticencia en estos puntos. Y sin embargo los cultivadores de la

mayor parte de pseudociencias se muestran visiblemente ofendidos cuando se desea someterles a un tipo de análisis similar. Muchas personas que afirman sentir percepciones extrasensoriales sostienen asimismo que sus habilidades desaparecen cuando se les observa cuidadosamente. El mago Uri Geller se siente feliz doblando llaves y cucharas ante un auditorio de científicos, quienes al enfrentarse con la naturaleza se hallan ante un adversario que juega limpio, pero se muestra enormemente desairado ante la idea de efectuar sus demostraciones frente a una audiencia de magos escépticos, quienes sabedores de las limitaciones humanas son también capaces de obtener efectos similares empleando trucos adecuados. Cuando se veda la posibilidad de efectuar observaciones críticas y de entrar en discusión, se está ocultando la verdad. Cuando se sienten criticados, los defensores de las creencias pseudocientíficas suelen recordar que en tiempos pasados fueron muchos los genios ridiculizados por sus coetáneos. Pero el hecho de que algunos genios se vieran escarnecidos con burlas, no supone ni de lejos que todas las personas de las que se han burlado fueran genios. Se burlaron de Colón, de Fulton y de los hermanos Wright, pero la gente también se ha reído de los innumerables payasos que en el mundo han habido.

Tengo la firme creencia de que el mejor antídoto para la pseudociencia es la ciencia:

- Existe en África un pez que habita en aguas frescas y es ciego. Dicho pez genera un campo eléctrico permanente que le permite distinguir entre predadores y presas así como comunicarse en un lenguaje eléctrico bastante elaborado con potenciales consortes y con otros peces de la misma especie. El pez en cuestión posee un sistema orgánico y una capacidad sensorial completamente desconocidas para los seres humanos pretecnológicos.
- Existe una aritmética, perfectamente razonable y autoconsistente desde el punto de vista lógico, en la que dos y dos no son cuatro.
- Se ha descubierto que las palomas, uno de los animales más simpáticos que existen, poseen una notabilísima sensibilidad ante campos magnéticos de intensidad unas cien mil veces inferior a la del dipolo magnético terrestre. Evidentemente, las palomas utilizan su capacidad sensorial extraordinaria para navegar y captar ciertos elementos de su entorno, como objetos metálicos, cables de conducción eléctrica, escaleras de incendios, etc., una facultad sensorial ni siquiera vislumbrada por ningún ser humano.
- Los quasars parecen ser explosiones de violencia casi inimaginable acaecidas en el corazón de las galaxias en las que perecen millares de mundos, muchos de ellos quizá habitados.
- En un torrente de cenizas volcánicas del este de África de una antigüedad de tres millones y medio de años se han encontrado huellas de un ser de unos seis palmos de altura y de zancada firme que muy bien puede ser el ancestro común de monos y hombres. En las proximidades aparecen huellas de un primate de locomoción todavía no erecta correspondientes a un animal que seguimos desconociendo.
- Cada una de nuestras células contiene docenas de minúsculas factorías, las denominadas mitocondrias, que combinan nuestros alimentos con oxígeno molecular para extraer así la energía adecuada a nuestras necesidades. Descubrimientos recientes parecen sugerir que miles de millones de años atrás las mitocondrias eran organismos autónomos que fueron evolucionando lentamente hacia el establecimiento de una mutua relación de interdependencia con la célula. Al aparecer en los organismos pluricelulares quedó preservado este tipo de relación que señalamos. Como consecuencia, y hablando en sentido estricto, nosotros no somos un solo organismo único, sino una aglomeración de alrededor de diez billones de seres, y no todos del mismo tipo.
- Marte posee un volcán de casi 24 kilómetros de altura que surgió como tal unos 1.000 millones de años atrás. Y tal vez existan en Venus volcanes aún mayores.

- Nuestros radiotelescopios han captado la radiación cósmica de fondo del cuerpo negro, que no es otra cosa que el distante eco del suceso conocido como Big Bang (la gran explosión). Por decirlo de otro modo, hoy en día todavía observamos las llamaradas de la creación.

Podría seguir casi indefinidamente esta lista. Estoy convencido de que un conocimiento incluso superficial de los más recientes descubrimientos de la ciencia y la matemática modernas es más asombroso y excitante que la mayor parte de doctrinas pseudocientíficas. Sus practicantes ya fueron adjetivados en época tan lejana como el siglo V A.C. por el filósofo jónico Heráclito de «sonámbulos, magos, sacerdotes de Baco, traficantes de misterios». La ciencia es algo más intrincado y sutil, nos revela un universo mucho más rico, evoca nuestra capacidad de asombro. Además, tiene una importante virtud adicional - y el término tiene pleno significado sea cual sea el ámbito en que se aplique-, la de ser verdad.



## 6. ENANAS BLANCAS Y HOMBRECILLOS VERDES

No hay testimonio alguno capaz de probar un milagro, a menos... que su falsedad sea más milagrosa que el hecho que pretende establecer.

DAVID HUME Sobre los milagros

La humanidad ha convertido ya en realidad los vuelos interestelares. Con la ayuda del campo gravitatorio del planeta Júpiter, los ingenios espaciales Pioneer 10 y 11 y Voyager 1 y 2 han sido emplazados en trayectorias que les permitirán abandonar el sistema solar camino del reino de las estrellas. La velocidad a que se mueven todos estos ingenios espaciales es tremendamente lenta, a pesar de que son los objetos más rápidos jamás lanzados por la especie humana. Recorrer distancias típicamente interestelares les llevará decenas de miles de años. A menos de que se intente rectificar sus trayectorias, jamás volverán a transitar por ningún sistema planetario en las decenas de miles de millones de años de la historia futura de la vía Láctea. Las distancias interestelares son demasiado enormes. Son ingenios condenados a viajar por siempre jamás en el seno de las penumbras espaciales. Pero aun así, tales ingenios espaciales llevan consigo mensajes para prevenir la remota posibilidad de que en algún tiempo futuro seres de otros mundos logren interceptar las naves y se pregunten qué seres fueron los que las pusieron en movimiento para proseguir tan prodigiosos trayectos.(1)

--

(1): Una descripción detallada del Pioneer 10 y el Pioneer 11 puede hallarse en mi obra *The Cosmic Connection* (Doubleday, Nueva York, 1973); y el registro fonográfico de los Voyager 1 y 2 se explica asimismo con amplitud en *Murmurs of Earth: The Voyager Interstellar Record* (Random House, Nueva York, 1978).

--

Si somos capaces de diseñar y construir tales ingenios en un estadio de desarrollo tecnológico relativamente atrasado, ¿qué no podrá hacer una civilización que nos supere en miles o quizás en millones de años en cuanto a viajes interestelares controlados ubicada en otro planeta o estrella? Los vuelos interestelares precisan una gran inversión de tiempo para nosotros, y tal vez también para otras civilizaciones cuyos recursos sean sustancialmente superiores a los nuestros. Sin embargo, sería una necedad presuponer que en algún momento futuro no llegaremos a descubrir enfoques conceptualmente insospechados de la física o la ingeniería de los vuelos interestelares. Evidentemente, tanto por razones económicas como de rendimiento y comodidad, las transmisiones de radio interestelares aventajan en mucho a los vuelos espaciales, y de ahí que lo mejor de nuestros esfuerzos se haya concentrado en el desarrollo de las comunicaciones por radio. No obstante, este último método es obviamente inadecuado para establecer contacto con sociedades o especies que vivan todavía en una fase pretecnológica. Fuera cual fuese el grado de sofisticación y potencia de tales transmisiones, antes de nuestros días no hubiésemos podido recibir ni entender ningún hipotético radiomensaje que llegase a nuestro planeta. Por lo demás, no cabe olvidar que la vida apareció sobre la Tierra hace unos 4.000 millones de años, que los seres humanos se desenvuelven aquí desde hace varios millones, y que existen agrupaciones humanas civilizadas desde unos 10.000 años atrás.

No es una idea en absoluto descabellada que la cooperación de civilizaciones establecidas en distintos planetas de la Vía Láctea esté llevando a cabo cierto tipo de prospección galáctica, que mediante ojos u órganos similares estén observando la aparición de nuevos planetas y traten de descubrir mundos para ellos todavía ignorados. No obstante, nuestro

sistema solar se encuentra extraordinariamente alejado del centro de la Galaxia y nada tendría de extraño que hubiesen desechado la posibilidad de llevar a cabo tales investigaciones. Quizá lleguen hasta nuestro planeta ingenios espaciales en misión de observación, pero sólo cada 10 millones de años, es decir, que no lo han hecho jamás en tiempos históricos. O, seamos más precisos y agotemos todas las posibilidades, tal vez hayan arribado a nuestro planeta algunos comandos de observación en tiempos suficientemente recientes dentro de la historia humana como para que los detectaran nuestros antepasados, o incluso como para que la historia de nuestra especie se haya visto afectada por el contacto con seres extraterrestres.

En un libro publicado en 1966, *Intelligent Life in the Universe*, yo mismo y el astrofísico soviético. I. S. Shklovskii hemos discutido esta última posibilidad. Tras examinar un amplio muestrario de artefactos, leyendas y folklore de las más diversas culturas, llegamos a la conclusión de que ninguno de los supuestos indicios proporcionaba pruebas mínimamente convincentes de un eventual contacto extraterrestre. En todos los casos analizados existen explicaciones alternativas mucho más plausibles y que se fundamentan siempre en habilidades y comportamientos humanos. Entre los casos sometidos a discusión se encuentran varios que posteriormente han utilizado Erich von Dániken y otros ensayistas escasamente críticos como pruebas a favor de pretéritos contactos con extraterrestres. He aquí algunos ejemplos: las leyendas sumerias y sus piedras cilíndricas con inscripciones astronómicas; las historias bíblicas del Enoch eslavo y de Sodoma y Gomorra; los frescos dejados por los tassili en el norte de África; el cubo metálico trabajado a máquina y supuestamente hallado entre sedimentos geológicos de gran antigüedad y del que también se dice fue expuesto en determinado museo austríaco; y así sucesivamente. Posteriormente he seguido interesándome tanto como he podido en historias similares, y mi conclusión al respecto es que pocos son los casos que merecen considerarse con un mínimo detenimiento.

En la larga letanía que aporta la arqueología popular sobre los «astronautas de la Antigüedad», los casos con un aparente interés tienen explicaciones alternativas perfectamente razonables, han sido presentados de forma distorsionada o no son más que simples supercherías, bulos o distorsiones de los hechos. Tal juicio es plenamente válido para los argumentos a la vista del mapa de Piri Reís, los monolitos de la isla de Pascua, los dibujos épicos de las llanuras de Nazca y los diversos artefactos encontrados en México, Uzbekistán y China.

Por lo demás, cualquier civilización extraterrestre avanzada que nos hubiese visitado no hubiera tenido el más mínimo problema para dejarnos una tarjeta de visita sin ningún tipo de ambigüedad. Para poner un ejemplo, son muchos los físicos nucleares que sostienen la existencia de una especie de «isla de estabilidad» para los núcleos atómicos, que se situaría en los alrededores de un hipotético átomo hiperpesado que tuviese poco más o menos 114 protones y 184 neutrones en su núcleo. Todos los elementos químicos más pesados que el uranio (cuyo núcleo alberga un total de 238 protones y neutrones) se desintegran espontáneamente en períodos de tiempo sumamente breves considerados a escala cósmica. Sin embargo, existen fundadas razones para suponer que las fuerzas de enlace entre protones y neutrones para aquellos núcleos que contengan alrededor de 114 de los primeros y 184 de los segundos darán lugar a átomos completamente estables. La creación de átomos de tales características sobrepasa nuestras posibilidades tecnológicas actuales, y naturalmente también las de nuestros antepasados históricos. Por consiguiente, un artefacto metálico que encerrase tales elementos sería una prueba irrefutable y sin la menor ambigüedad de la visita de una civilización extraterrestre avanzada en cualquier momento de nuestro pasado. Consideremos ahora el tecnecio, elemento cuya forma más estable tiene 99 protones y otros tantos neutrones. Partiendo de una determinada cantidad inicial de tecnecio, la mitad de la misma se ha desintegrado en otros elementos una vez transcurridos alrededor de 200.000 años; otros 200.000 años, y se habrá desintegrado la mitad del tecnecio restante; y así sucesivamente. Por consiguiente, todo el tecnecio formado en las estrellas junto con otros muchos elementos químicos miles de millones de años atrás habrá desaparecido en nuestros días. En otras palabras, todo el tecnecio terrestre sólo puede ser de origen artificial, y por lo demás esto es exactamente lo que nos

indica su nombre. Un artefacto de tecnecio tendría una única explicación posible. De modo similar, hay en nuestro planeta elementos muy comunes inmiscibles entre sí, por ejemplo el aluminio y el plomo. Si se intenta obtener una aleación conjunta de ambos, el plomo, al ser considerablemente más pesado que el aluminio, precipita hacia la zona inferior del recipiente, mientras que el aluminio se queda flotando por encima de él. No obstante, en condiciones de ausencia de gravedad, características en el interior de un ingenio espacial en pleno vuelo, el elemento más pesado ya no presenta su ineludible tendencia terrestre a precipitarse hacia abajo, lo que permite producir aleaciones tan exóticas como la Al/Pb. Uno de los objetivos de la NASA al proyectar las primeras misiones Shuttle era verificar la puesta en práctica de tales técnicas de aleación en ambientes de ingravidez. Todo mensaje escrito sobre una aleación aluminio/plomo y recuperado de una antigua civilización sería indudablemente merecedor de nuestra más cuidadosa atención.

También cabe la posibilidad de que nos remita a civilizaciones alienígenas un mensaje cuyo contenido sobrepase claramente los conocimientos científicos o las habilidades tecnológicas de nuestros antepasados. Aquí no se tratará, pues, del material escogido como soporte, sino del contenido intelectual intrínseco del mensaje. Por ejemplo, podrían ser buenos mensajes una interpretación vectorial de las ecuaciones de Maxwell una representación gráfica de la distribución de radiaciones del cuerpo negro de Planck para diferentes temperaturas o una deducción de las transformaciones de Lorentz para la relatividad especial. Aun cuando la civilización primitiva que entrara en posesión de tales escritos no entendiese nada de ellos, bien podría haberlos reverenciado como objetos sagrados. Sin embargo, no se ha producido caso alguno de este tipo o similar, a pesar de ser de un innegable valor para cualquier historia sobre astronautas extraterrestres, antiguos o contemporáneos. Se han abierto debates sobre el grado de pureza de muestras de magnesio supuestamente procedentes de restos de algún ovni destruido, pero lo cierto es que la tecnología americana podía obtener sin problemas muestras metálicas equivalentes en el momento de ser presentadas como extraterrestres. Un hipotético mapa estelar recompuesto (de memoria) a partir del existente en el interior de un platillo volante no reproduce fielmente, como se pretendía, las posiciones relativas de las estrellas más cercanas a nosotros. De hecho un examen más atento muestra que no es mucho mejor que el «mapa estelar» que se obtendría esparciendo al azar manchas de tinta sobre unas pocas hojas en blanco con la ayuda de un viejo cálamo. A excepción de uno, los relatos que conocemos no son lo suficientemente precisos como para postular la posesión de un esquema correcto de conocimientos físicos o astronómicos modernos entre civilizaciones precientíficas o pretecnológicas. La única excepción conocida es la notable mitología elaborada en torno a la estrella Sirio por un pueblo originariamente afincado en la actual república de Mali, los dogones.

El pueblo dogon empezó a ser objeto de estudio intensivo por parte de los antropólogos a comienzos de la década de los 30 del presente siglo, y en la actualidad este antiguo pueblo africano se encuentra reducido a unos pocos cientos de miles de individuos. Algunos elementos de su mitología contienen reminiscencias de las leyendas de la antigua civilización egipcia, y algunos antropólogos han defendido la existencia de algunos vínculos culturales, aunque débiles, con dicha civilización. Los ortos helíacos de la famosa estrella Sirio desempeñan un papel central en el calendario egipcio, pues eran el punto de referencia utilizado para predecir las crecidas del Nilo. Los aspectos más sobresalientes de la astronomía dogon nos han llegado a través del trabajo de Marcel Griaule, antropólogo francés que estudió el tema durante las décadas de los 30 y los 40. Aunque no hay razón alguna para dudar de los relatos de Griaule, es importante señalar que dentro del mundo occidental no existe registro alguno sobre las creencias populares de los dogones anterior al suyo y que toda información sobre el tema deriva del trabajo del antropólogo francés. Recientemente, las tradiciones dogonas han sido popularizadas por R. K. G. Temple.

A diferencia de la mayor parte de sociedades precientíficas, los dogones creen que los planetas, y entre ellos la Tierra, giran alrededor de sus ejes al mismo tiempo que en torno al Sol. Desde luego, para llegar a tal conclusión no se precisa en absoluto de conocimientos tecnológicos avanzados, tal como demuestra el propio caso de Copérnico, pero con todo es una concepción tremendamente inusual en la historia humana. En la Grecia clásica, la

movilidad de la Tierra y los demás planetas fue defendida, excepcionalmente, por Pitágoras y Filolao, quien quizá sostuviese, en palabras de Laplace, «que los planetas estaban habitados y que las estrellas eran soles diseminados en el espacio, al tiempo que centros de otros sistemas planetarios». Situadas entre un amplio muestrario de ideas contradictorias, es indudable que se trata de conjeturas felizmente inspiradas.

Los antiguos griegos creían que el mundo estaba conformado exclusivamente por cuatro elementos primordiales, tierra, fuego, agua y aire. Entre los filósofos presocráticos no es raro el caso de quienes abogaban preferencialmente por alguno de ellos. Si el paso del tiempo llega a poner de manifiesto que, efectivamente, uno de tales elementos prevalece en el universo por encima de los demás, no hay razón para atribuir una especial intuición científica al filósofo presocrático que defendiese tal candidatura, pues es indudable que con sólo atender a razones estadísticas alguno de ellos estaba forzosamente obligado a estar en lo cierto. De modo equivalente, si en nuestro planeta existen varios cientos o miles de culturas, cada una con su propia cosmología, no debe sorprendernos en lo más mínimo que, de vez en cuando, por puro azar, una de ellas ponga sobre el tapete un idea, no sólo correcta, sino también de imposible deducción a partir de sus niveles de conocimiento.

No obstante, según Temple, los dogones van mucho más lejos. Este pueblo sostiene que Júpiter tiene cuatro satélites y que Saturno está rodeado por un anillo. Cabe dentro de lo posible que en muy extraordinarias condiciones algunos individuos de agudeza visual sorprendente hayan podido observar, sin ayuda de telescopio, los satélites galileanos de Júpiter y los anillos de Saturno, pero reconozcamos que al pensar así se bordean las más extremas fronteras de la plausibilidad. También se señala que los dogones representan los planetas moviéndose sobre órbitas elípticas, algo que ningún astrónomo anterior a Kepler había llegado a postular.

Pero más sorprendente aún es cuanto afirman los dogones sobre Sirio, la estrella más brillante de los cielos. Los dogones sostienen que alrededor de Sirio órbita otra estrella oscura e invisible (según Temple, siguiendo una órbita elíptica) que concluye una rotación completa cada cincuenta años. Añaden que se trata de una estrella muy pequeña y muy densa, formada por un metal especial inexistente en la Tierra al que denominan sagala.

Pues bien, la estrella visible Sirio A tiene una extraordinaria compañera oscura, Sirio B, que gira a su alrededor en órbita elíptica completando una revolución cada  $50,04 \pm 0,09$  años-Sirio B es el primer ejemplo de enana blanca que descubrió la astrofísica moderna. Su materia constitutiva se encuentra en un estado que recibe el nombre de «relativísticamente degenerado», estado de agregación de la materia que no se da en nuestro planeta, y puesto que en esta materia degenerada los electrones no están ligados a los núcleos atómicos puede calificarse con toda propiedad de metálica. La estrella Sirio A es conocida como estrella del Perro, y a Sirio B se le suele apodarar «el Cachorro».

A primera vista, la leyenda de Sirio elaborada por los dogones parece ser la prueba más seria en favor de un antiguo contacto con alguna civilización extraterrestre avanzada. No obstante, si examinamos con más atención el tema, no debemos pasar por alto que la tradición astronómica de los dogones es puramente oral, que con absoluta certeza no podemos remontarla más allá de los años 30 del presente siglo y que sus diagramas no son otra cosa que dibujos trazados con un palo sobre la arena. (Señalemos de paso que parecen existir pruebas de que los dogones gustan de enmarcar sus dibujos con elipses y que, en consecuencia, Temple puede haber errado al afirmar que dentro de la mitología dogon tanto los planetas como la estrella Sirio B se mueven siguiendo órbitas elípticas).

Al examinar globalmente la mitología dogon constatamos que atesora una riquísima y detallada gama de materiales legendarios, mucho más rica, tal como han señalado buen número de antropólogos, que la de sus vecinos geográficos. Donde existe una notable riqueza legendaria hay, desde luego, una probabilidad mucho más elevada de que algunos de los mitos sustentados coincidan accidentalmente con descubrimientos de la ciencia moderna. Por descontado, en los pueblos con mitologías más restringidas disminuye en gran medida la probabilidad de concordancias accidentales. Pero, ¿acaso tropezamos con

otros casos de coincidencia con adquisiciones científicas recientes al examinar el resto de la mitología dogon?

La cosmogonía dogon señala que el Creador examinaba un canasto trenzado de fondo cuadrado y boca redonda, tipo de cesto que sigue utilizándose actualmente en Malí. Una vez terminada la canasta, lo tomó como modelo para crear el mundo: la base cuadrada representaba los cielos y la boca circular el Sol. Ciertamente, no considero que este relato sorprenda como notabilísima anticipación del pensamiento cosmológico moderno. En el relato dogon acerca de la creación de la Tierra, el creador inserta en el interior de un huevo dos pares de gemelos, cada uno constituido por un macho y una hembra, de los que se espera que maduren en el interior del huevo hasta fundirse en un único y perfecto ser andrógino. La Tierra surge cuando uno de los pares de gemelos rompe la cáscara del huevo antes de haber madurado, y entonces el Creador decide sacrificar el par restante a fin de mantener cierta armonía cósmica. Estamos ante una abigarrada e interesante mitología, pero en modo alguno parece que pueda sostenerse que sea cualitativamente diferente de buena parte de las otras mitologías y religiones de la humanidad.

La hipótesis de una estrella asociada a Sirio puede haber derivado naturalmente de la mitología dogon, en la que los gemelos juegan un papel central, pero aun así no parece existir ninguna explicación referencial para las cuestiones del período de revolución y densidad de la compañera de Sirio. El mito dogon sobre Sirio es demasiado similar a lo descubierto por la astronomía moderna y de una precisión cuantitativa extraordinaria como para atribuirlo a la casualidad. Y ahí está, inmerso en un corpus legendario que se ajusta con escasas desviaciones a todo modelo estándar de mitología precientífica. ¿Cuál puede ser la explicación? ¿Existe alguna posibilidad de que los dogones o sus ancestros culturales pudiesen haber visto realmente Sirio B y haber observado su período de rotación en torno a Sirio A?

Las enanas blancas como Sirio B tienen su origen en otras estrellas denominadas gigantes rojas, estrellas de enorme luminosidad y, nada sorprendente hay en ello, rojas. Los escritores de los primerísimos siglos de nuestra era describían la estrella Sirio como una estrella roja, y ciertamente no es éste su actual color. En un diálogo horaciano titulado *Hoc quoque tiresia* (Cómo enriquecerse rápidamente) se cita un trabajo precedente, sin ofrecer referencia concreta alguna, donde puede leerse, «la roja estrella del perro resquebraja con su calor las mudas estatuas». Como resultado de tan imprecisas fuentes de la antigüedad los astrofísicos contemporáneos se han visto levemente tentados a considerar la posibilidad de que la enana blanca Sirio B fue en tiempos históricos pretéritos una gigante roja detectable a simple vista, y que en esta época su luz convertía en prácticamente invisible a Sirio A. En tal caso, quizá existiese una etapa ulterior de la evolución de Sirio B en la que su brillo lumínico fuese prácticamente equiparable al procedente de Sirio A, de manera que era posible discernir sin ayuda instrumental el movimiento relativo de los dos miembros de la pareja estelar. Sin embargo, de acuerdo con los conocimientos más exactos y recientes que poseemos sobre la teoría de la evolución estelar parece de todo punto imposible que Sirio B llegase a su actual estado de enana blanca de haber sido una gigante roja pocos siglos antes de Horacio. Más aún, resulta realmente extraordinario que tan sólo los dogones registrasen la existencia de este par de estrellas que giran una alrededor de la otra cada cincuenta años, y más teniendo en cuenta que una de ellas es de las más brillantes que existen en el cielo. En los siglos precedentes existió una escuela extremadamente competente de astrónomos dedicados a la observación tanto en Mesopotamia como en Alejandría -por no decir nada de las escuelas astronómicas coreana y china-, y sería realmente asombroso que no hubieran registrado la menor noticia del tema que nos ocupa.(\*). Por tanto, ¿acaso nuestra única alternativa es creer que representantes de una civilización extraterrestre han visitado a los dogones o a sus antepasados?

--

(\*) Los antiguos egipcios se referían al planeta Marte con la denominación «el rojo Horus» (Horus era el nombre de la divinidad imperial en forma de halcón). La astronomía egipcia

adjudicaba vivos colores a los objetos celestes. Pero la descripción de Sirio no menciona nada especial acerca de su color.

--

El conocimiento de los cielos de los dogones es totalmente impensable sin la ayuda del telescopio. La conclusión inmediata es que dicho pueblo ha mantenido contactos con una civilización técnicamente avanzada. El único interrogante a resolver es, ¿qué civilización, extraterrestre o europea? Mucho más verosímil que una incursión educativa de antiguos extraterrestres entre la tribu de los dogones parece ser el supuesto de un contacto relativamente reciente con europeos de cultura científica que transmitieran al pueblo africano el notable mito europeo sobre Sirio y su enana blanca asociada, mito que tiene todas las características aparentes de una espléndida e increíble historia inventada. Tal vez el contacto con gentes de Occidente se produjera a través de visitantes europeos al continente africano, por medio de las escuelas francesas locales o posiblemente por contactos que establecieron en Europa nativos de África occidental que lucharon en el ejército regular francés durante la primera conflagración mundial.

La verosimilitud de la tesis sustentadora de que el origen de estas leyendas resida en contactos con europeos se ha visto incrementada por un reciente descubrimiento astronómico. Un equipo de investigación de la Cornell University dirigido por James Elliot descubrió en 1977, con ayuda de un observatorio aerotransportado situado a considerable altitud sobre el océano Indico, que el planeta Urano está rodeado de anillos, característica jamás detectada en observaciones efectuadas desde el suelo de nuestro planeta. Seres extraterrestres de avanzada cultura no hubiesen tenido la menor dificultad en descubrir los anillos de Urano al aproximarse a nuestro planeta. Por el contrario, los astrónomos europeos del pasado siglo y de las primeras décadas del actual nada sabían al respecto, y el hecho de que los dogones no mencionen en absoluto la existencia de otro planeta situado más allá de Saturno que también posee anillos creo que propicia la tesis de que sus informadores no fueron extraterrestres, sino europeos.

En 1844 el astrónomo alemán F. W. Bessel descubrió que el movimiento de la estrella Sirio (Sirio A), cuando se consideran largos períodos de tiempo, no es recto, sino que presenta ondulaciones al referido a las estrellas más distantes de nosotros. Bessel propuso la existencia de una compañera invisible de Sirio cuya influencia gravitatoria era la responsable del movimiento sinusoidal observado. Puesto que el período de la revolución calculado era de cincuenta años, Bessel llegó a la conclusión de que la invisible compañera de Sirio invertía otros tantos en el movimiento conjunto de Sirio A y Sirio B alrededor de su centro de masas común.

Dieciocho años más tarde Alvan G. Clark, mientras estaba probando un nuevo telescopio de refracción de 18 pulgadas y media, descubrió casualmente por observación visual directa la compañera de Sirio, la estrella que conocemos como Sirio B. A partir del movimiento relativo de ambas, la teoría gravitatoria de Newton nos permite calcular sus respectivas masas. La masa de Sirio B resulta ser aproximadamente equivalente a la del Sol. No obstante, su brillo es casi diez mil veces más débil que el de su compañera Sirio A, a pesar de que sus masas sean prácticamente idénticas y se hallen a igual distancia de la Tierra. Todos estos hechos sólo pueden compatibilizarse si Sirio B tiene un radio mucho menor o una temperatura muchísimo más baja que su pareja. Con todo, en las postrimerías del xix los astrónomos creían que estrellas con idéntica masa tenía poco más o menos igual temperatura, y a comienzos de nuestro siglo estaba ampliamente difundida la idea de que la temperatura de Sirio B no era especialmente baja. Las observaciones espectroscópicas que efectuara Walter S. Adams en 1915 confirmaban los anteriores supuestos. En consecuencia, sólo quedaba la posibilidad de que Sirio B fuese una estrella considerablemente pequeña, y efectivamente, sabemos hoy en día que su tamaño es apenas el de la Tierra. Su tamaño y su color son las características responsables del nombre que reciben este tipo de astros, el de enanas blancas. Si Sirio B es muchísimo más pequeña que Sirio A, su densidad debe ser considerablemente mayor, y desde las primeras décadas

del presente siglo quedó perfectamente establecida la idea de que Sirio B era una estrella extraordinariamente densa.

La peculiar naturaleza de la compañera de Sirio fue ampliamente difundida en libros, revistas y periódicos. Por ejemplo, leemos en *The Nature of the Physical World*, de sir Arthur Stanley Eddington: «Las pruebas astronómicas parecen dejar prácticamente fuera de toda duda que en las estrellas denominadas enanas blancas la densidad material sobrepasa con mucho cualquiera de nuestras experiencias terrestres. Por ejemplo, la densidad de la compañera de Sirio es de alrededor de una tonelada por pulgada cúbica. Tan extraordinario valor se debe a que la elevada temperatura que allí existe genera una intensa agitación de los materiales que la integran y rompe (ioniza) las envolturas electrónicas de sus átomos, de manera que los fragmentos resultantes pueden amontonarse en un espacio mucho más reducido». El libro de Eddington, publicado inicialmente en 1928, conoció diez reimpresiones en lengua inglesa en el breve lapso de un año, y fue traducido de inmediato a otros varios idiomas, entre ellos el francés. La idea de que las enanas blancas estaban compuestas por materia electrónicamente degenerada la postuló R. H. Fowler en 1925, y alcanzaría una inmediata y generalizada aceptación. Por otro lado, y en el período que media entre 1934 y 1937, el astrofísico hindú S. Chandra-Sekhar, afincado en Gran Bretaña, lanzaba la hipótesis de que las enanas blancas estaban formadas por materia «relativísticamente degenerada». La idea fue recibida con substancial escepticismo por los astrónomos que no se habían formado en el marco de la mecánica cuántica, y uno de los que formuló más ardientes reservas fue el propio Eddington. El debate impregnó la prensa científica de la época y pudo seguirlo toda persona medianamente inteligente y cultivada. Todos estos hechos ocurrían poco antes de que Griaule se topara con la leyenda de los dogones sobre la estrella Sirio.

Veo con los ojos de mi imaginación un visitante galo que a comienzos de este siglo llega a territorio dogon, en lo que por entonces era el África Occidental francesa. Quizá fuese un diplomático, un explorador, un aventurero o un pionero de los estudios antropológicos. Este hipotético viajante -por ejemplo Richard Francis Burton- debía encontrarse en tierras occidentales africanas desde varias décadas antes. La conversación comenzó a girar en torno al tema astronómico. Sirio es la estrella más brillante del cielo. El pueblo dogon obsequió al visitante con su mitología sobre la estrella. Luego, con una educada sonrisa, llenos de expectación, tal vez preguntasen al visitante por su mito sobre Sirio interesándose por la leyenda de un pueblo extranjero sobre tan importante estrella. Y es también muy posible que, antes de responder, el viajero consultase un raído libro que llevaba en su equipaje personal. Dado que por entonces la oscura compañera de Sirio era una sensación astronómica de moda, el viajero intercambió con los dogones un espectacular mito por una explicación rutinaria. Una vez abandonada la tribu, su explicación permaneció viva en el recuerdo, fue reelaborada y, muy posiblemente, incorporada a su manera en el corpus mitológico dogon, o como mínimo en una de sus ramas colaterales (tal vez registrada como «mitos sobre Sirio, relato de los pueblos de piel pálida»). Cuando Marcel Griaule llevó a cabo sus investigaciones mitológicas en las décadas de los 30 y los 40, se encontró anotando una versión reelaborada de su propio mito europeo sobre la estrella Sirio.

Este ciclo completo de reintegración de un determinado mito a su cultura de origen a través de las investigaciones de un antropólogo desprevenido pudiera parecer bastante inverosímil a no ser por los numerosos ejemplos de situaciones similares que se han detectado. Reseñaré aquí unos pocos casos.

En la primera década del siglo actual un antropólogo neófito estaba coleccionando relatos de antiguas tradiciones entre los pobladores nativos del sudoeste del continente americano. Su objetivo era dejar constancia escrita de una serie de tradiciones, casi exclusivamente orales, antes de que se desvanecieran en el olvido de forma definitiva. Los nativos americanos más jóvenes habían perdido buena parte de su vinculación con su herencia cultural, de ahí que el antropólogo en cuestión concentrara su interés en los miembros más ancianos de la tribu. Cierta día se encontraba sentado a la entrada de una cabaña en compañía de un informador muy avisado y dispuesto a prestar su colaboración a pesar de lo avanzado de su edad.

-Hábleme sobre las ceremonias con que sus antepasados celebraban el nacimiento de un niño.

-Un momento, por favor.

El viejo indio se adentró con parsimonia en las oscuras profundidades de la cabaña. Tras un intervalo de un cuarto de hora reapareció con una descripción notablemente útil y detallada de los ceremoniales postpartum, incluyendo rituales relacionados con la ruptura de aguas, el nacimiento en sí, el seccionamiento del cordón umbilical, el primer llanto y la primera inspiración fuera ya del claustro materno. Estimulado por el interesante relato y tomando febriles notas del mismo, el antropólogo fue siguiendo sistemáticamente la lista completa de ritos que jalonaban la vida de todo nativo, pasando por la pubertad, el matrimonio, el parto y la muerte. Ante cada nuevo tema, el informador desaparecía durante unos minutos para volver a salir de su tienda un cuarto de hora después con un amplísimo conjunto de datos y respuestas. El antropólogo estaba asombrado. ¿Quizá, pensaba, habrá dentro alguien de más edad, tal vez enfermo y postrado en cama, a quien consulte? Cuando no pudo resistir por más tiempo la tentación y reunió el suficiente coraje para hacerlo, le preguntó a su informador qué hacía dentro de la cabaña cada vez que entraba. El viejo sonrió, se retiró al interior de la tienda una vez más y el cabo de unos instantes regresó llevando consigo un manoseado volumen del Dictionary of American Ethnography, que había compilado un equipo de antropólogos la década anterior. El anciano indio debió pensar, el pobre hombre blanco está ansioso por saber, es bienintencionado e ignora muchísimas cosas. No debe tener una copia de este maravilloso libro que registra todas las tradiciones de mi pueblo. Le contaré cuanto ahí se dice. Mis otras dos historias se refieren a las aventuras de un médico extraordinario, el doctor D. Carleton Gajdusek, quien estudió durante años una rara enfermedad vírica, el kuru, muy extendida entre los pobladores de Nueva Guinea. Sus trabajos en este terreno le valieron el premio Nobel de medicina en 1976. Agradezco al doctor Gajdusek haber aceptado verificar la exactitud de mi recuerdo de las historias que expongo a continuación, que oí por vez primera de sus labios hace ya muchos años. Nueva Guinea es una isla en la que una serie de cadenas montañosas separan entre sí los diversos valles habitados, de forma parecida, aunque más marcada todavía, a como sucedía con las montañas de la antigua Grecia. El resultado de tal geografía es una enorme profusión y variedad de tradiciones culturales.

En la primavera de 1957 Gajdusek y el doctor Vincent Zigas, oficial médico del Servicio de Salud Pública de lo que por entonces se denominaba territorio Papua y Nueva Guinea, viajaban en compañía de un oficial administrativo australiano desde el valle Purosa hasta la villa de Agakamatasa siguiendo las cadenas montañosas costeras que delimitan la región meridional, con características culturales y lingüísticas propias y definidas, en una especie de viaje de exploración a «territorios incontrolados». En esta zona seguían en pleno uso enseres y herramientas de piedra y se mantenía la tradición del canibalismo en uno de los pueblos de la zona. Gajdusek y su partida detectaron casos de kuru, enfermedad que se propaga con el canibalismo (aunque por lo general no a través del aparato digestivo), en Agakamatasa, el más meridional de los poblados. Una vez allí decidieron dilapidar algunos días trasladándose a una de las amplias y tradicionales «casas de los hombres», wa'e en la lengua de los nativos (señalaré de paso que la música recogida en uno de ellos forma parte del registro fonográfico enviado hacia las estrellas a bordo del Voyager). El interior, sin ventanas, bajo de puertas y con el techo ahumado, se hallaba compartimentado de tal modo que los visitantes no podían permanecer de pie ni tumbados. El edificio estaba dividido en varias estancias destinadas a dormir, cada una con un pequeño fuego central a cuyo alrededor hombres y muchachos se apiñaban en grupos. Para dormir y calentarse durante las frías noches de un territorio situado a más de 1.700 metros de altitud. A fin de acomodar a sus visitantes, los nativos desmontaron con muestras de agrado la estructura interna de algo así como la mitad de la casa ceremonial, y durante dos días y sus noches de pertinaz lluvia, Gajdusek y sus compañeros fueron hospedados bajo un techo suficientemente alto y a cubierto de vientos y agua. Los jóvenes iniciados llevaban el pelo totalmente untado con grasa de cerdo y se lo adornaban trenzando en él tiras de corteza de árbol. De su nariz colgaban enormes aros, llevaban penes de cerdo a modo de brazaletes, y alrededor de sus cuellos lucían genitales de zarigüeyas y canguros trepadores.



Los anfitriones entonaron sus canciones tradicionales durante la primera noche y todo el día siguiente, mientras la lluvia caía incesante en el exterior. A cambio, y como dijera Gajdusek, «para estrechar nuestros lazos de amistad, comenzamos nosotros a cantar algunas canciones, entre ellas algunas de origen ruso como "Otchi chornye" y "Moi kostyor v tumane sve-tit"...». Fueron muy bien recibidas, y los pobladores de Agakamatasa solicitaron su repetición varias docenas de veces para acompañar desde su refugio la enérgica tempestad.

Algunos años después Gajdusek se hallaba recopilando músicas indígenas en otro sector de la región meridional y pidió a un grupo de jóvenes que le enseñara su repertorio de canciones tradicionales. Para asombro y solaz de Gajdusek, los nativos entonaron una parcialmente alterada aunque claramente reconocible versión de «Otchi chornye». Muchos de los cantantes parecían creer a pies juntillas que se trataba de una canción tradicional, y tiempo después Gajdusek aún tuvo oportunidad de oír la canción trasplantada a tierras incluso más lejanas, sin que nadie tuviera la menor idea acerca de su procedencia.

Podemos imaginar fácilmente a un equipo mundial de etno-musicólogos llegando a un alejado rincón de Nueva Guinea y descubriendo que los nativos tienen una canción tradicional notablemente similar en ritmo, melodía y palabras a «Otchi chornye». Si partieran del supuesto de que no había existido ningún contacto previo con la civilización occidental, se encontrarían ciertamente ante un notable misterio.

Durante este mismo año, poco después, Gajdusek recibió la visita de varios médicos australianos ansiosos de conocer sus notables descubrimientos sobre la transmisión del kuru a través de la práctica del canibalismo. Gajdusek describió las teorías del origen de buen número de enfermedades características de los habitantes de la región, y señaló que a diferencia de cuanto uno de los pioneros de la antropología, Bronislaw Malinowski, había registrado entre los pueblos costeros de la Melanesia, los guineanos no creían que los causantes de la enfermedad fuesen los espíritus de los muertos o de parientes difuntos malevolentes que, celosos de los aún vivos, infundían enfermedades a los deudos sobrevivientes que les hubieran ofendido. Para los guineanos la mayor parte de las enfermedades eran atribuibles a embrujos maléficos, que todo varón herido y deseoso de venganza, fuese joven o viejo, podía ejecutar sin especial adiestramiento o ayuda de hechiceros. El kuru tenía una explicación específica vinculada a ritos de brujería, y otras tantas existían para dar cuenta, entre otras, de las enfermedades pulmonares crónicas, la lepra o la frambesia. Tales creencias habían sido firmemente establecidas y mantenidas desde tiempos muy pretéritos, pero cuando los nativos comprobaron que la frambesia remitía rápida y completamente con las inyecciones de penicilina administradas por Gajdusek y su grupo, no tuvieron inconveniente en admitir que su explicación del origen maléfico de la enfermedad era errónea y la abandonaron, sin que haya vuelto a resurgir desde entonces. (Por mi parte desearía que los occidentales supiesen abandonar con tal rapidez como lo han hecho los guineanos ideas sociales obsoletas o manifiestamente erróneas.) El moderno tratamiento aplicado a la lepra contribuyó a que desapareciera su explicación mágica, aunque más lentamente que en el caso anterior, y hoy en día los nativos se ríen de sus primitivas opiniones sobre la lepra y la frambesia. Sin embargo, sí han pervivido las creencias tradicionales sobre el origen del kuru dada la incapacidad de los occidentales para curarla o explicarles de un modo satisfactorio para ellos el origen y naturaleza de la enfermedad. En consecuencia, los guineanos siguen mostrándose sumamente escépticos ante las explicaciones occidentales sobre el kuru y sostienen con vigor que su causa obedece a prácticas maléficas de brujería.

Uno de los médicos australianos, durante una visita a un poblado próximo acompañado por uno de los informadores nativos de Gajdusek en funciones de traductor, ocupó su tiempo visitando a diversos pacientes afectados de kuru y recabando informaciones del más diverso orden. A su regreso, la misma tarde del día de su excursión, le comunicó a Gajdusek que se había equivocado al pensar que los nativos no creían en los espíritus de los difuntos como provocadores de enfermedades, y que además también erraba al sostener que habían abandonado la idea de que el origen de la frambesia residía en determinadas prácticas de hechicería. La gente, prosiguió el galeno australiano, sigue manteniendo que un cuerpo sin

vida puede tornarse invisible y que el invisible espíritu del difunto puede introducirse durante la noche en la piel de una persona a través de un hueco imperceptible e inocular en ella la frambesia. El nativo que había informado del tema al australiano incluso había esbozado sobre la arena, con ayuda de un palo, la apariencia de tales seres fantasmales. Había dibujado con todo cuidado un círculo y unas pocas líneas ondulantes en su interior. Según explicara, fuera del círculo todo era negro, mientras que en su interior brillaba la luz, un curioso retrato pergeñado sobre la arena de los malévolos y patógenos espíritus.

Tras interrogar sobre el asunto al joven traductor, Gajdusek descubrió que el médico australiano había conversado con gentes a quienes conocía muy bien, algunos de los hombres más ancianos del poblado que se contaban entre los invitados habituales a su casa y su laboratorio. Habían intentado explicarle que el «microbio» responsable de la frambesia era de forma espiral, la forma de espiroqueta que tantas veces habían contemplado a través del microscopio de Gajdusek. Los nativos no podían por menos que admitir que se trataba de algo invisible -únicamente podía contemplarse a través del microscopio-, y cuando se vieron acuciados por el médico australiano acerca de si tales espiras «representaban» de algún modo a seres difuntos, acabaron por admitir que Gajdusek había tenido buen cuidado en insistir sobre la posibilidad de contagio a través de un contacto estrecho con lesiones de este tipo, como por ejemplo durmiendo con alguien que padeciese frambesia.

Recuerdo perfectamente la primera vez que miré a través de un microscopio. Tras haberme situado ante el ocular de un modo en que sólo me era dado ver mis propias pestañas, conseguir luego mirar con todo cuidado y atención dentro del cilíndrico tubo óptico, oscuro como boca de lobo, acabé por fin enfocando adecuadamente mi vista hasta que de repente me deslumbró la visión de un círculo brillantemente iluminado. Pasa todavía un cierto lapso de tiempo antes de que el ojo sea capaz de detectar qué es lo que hay dentro del disco iluminado. La demostración ofrecida por Gajdusek a los guineanos era tan contundente - después de todo, no había ninguna alternativa tan concreta como la realidad- que muchos de ellos aceptaron su explicación, incluso dejando de lado su habilidad para curar a los enfermos con penicilina. No puede descartarse que algunos nativos consideraran las espiroquetas vistas a través del microscopio como un divertido ejemplo de magia recreativa del mítico hombre blanco, de modo que cuando se encontraron ante otro hombre blanco que les interrogaba acerca del origen de la enfermedad, muy educadamente le respondieron de la forma que consideraban podía ser más tranquilizadora para su nuevo visitante. Una vez cortado todo contacto con el mundo occidental durante unas pocas décadas, puede ser perfectamente plausible que un futuro visitante se quede perplejo creyendo que los nativos de Nueva Guinea tienen algo muy similar a conocimientos de microbiología patológica a pesar de que se mueven en un estadio cultural innegablemente pretecnológico.

Las tres historias que acabo de registrar ponen de manifiesto los casi inevitables problemas que surgen cuando se trata de recoger de boca de un pueblo «primitivo» la tradición cultural atesorada en sus leyendas. ¿Podemos estar seguros de que antes que nosotros no han pasado otros visitantes que han destruido la pureza prístina de los mitos nativos? ¿Hasta qué punto los nativos no se estarán burlando de nosotros o zancadilleándonos? Bronislaw Malinowski creía haber descubierto un pueblo en las islas Trobriand que no se había percatado de la vinculación entre las relaciones sexuales y el nacimiento de sus hijos. Cuando demandó sobre la forma en que creían podía producirse la concepción de sus niños, le respondieron con un elaborado relato mítico en el que jugaba un papel preeminente la intervención celestial. Atónito, Malinowski señaló que no era realmente así como sucedían las cosas y pasó a relatarles del modo más simple posible la cuestión, incluyendo, claro está, la especificación de los nueve meses de duración del período gestatorio. «Imposible», le replicaron los melanesios. «¿Ve usted esta mujer que lleva en brazos a su hijo de seis meses? Pues bien, su marido hace dos años que está de viaje en otra isla.» ¿Qué parece más plausible, que los habitantes de la Melanesia ignorasen el origen de los niños o que criminasen al antropólogo con no escasa elegancia su extraña pregunta? Si un extranjero de aspecto peculiar se me acerca en mi propia ciudad y me pregunta de dónde vienen los niños, me sentiré indudablemente tentado a hablarle de cigüeñas, de calabazas o de París.

Aunque la gente se encuentre en un ámbito social precientífico, su comportamiento personal no difiere demasiado del nuestro, y considerados como individuos son tan inteligentes como podamos serlo cualquiera de nosotros. La investigación antropológica de campo no siempre es fácil, pues no lo es someter a un cuestionario a individuos pertenecientes a otra cultura.

Me pregunto si los dogones, tras haber escuchado de labios de un occidental un extraordinario relato mítico sobre la estrella Sirio -estrella ya importante dentro de su propia mitología-, no tuvieron el más exquisito cuidado en retransmitírsela al antropólogo francés tal como se la oyeron a un hombre blanco. ¿Acaso no es esto mucho más probable y verosímil que la visita de extraterrestres al antiguo Egipto, que la conservación durante milenios, y sólo en África occidental, de una serie de conocimientos científicos en abierta contradicción con el sentido común?

Son demasiadas las explicaciones alternativas para el mito de Sirio como para que podamos considerarlo como prueba fehaciente de contactos extraterrestres en el pasado. Si los extraterrestres existen, estoy seguro de que los mejores medios de detección serán sin duda alguna los ingenios espaciales no tripulados y los radiotelescopios de largo alcance.

## 7. VENUS Y EL DOCTOR VELIKOVSKY

*Cuando consideramos el movimiento de los cometas- y reflexionamos sobre las leyes gravitatorias, nos percatamos de inmediato de que su aproximación a la Tierra puede desencadenar acontecimientos calamitosos equiparables al diluvio universal, sepultar nuestro planeta en una lluvia de fuego, romperlo en mil pedazos o, como mínimo, alejarlo de su órbita, de su Luna, o, todavía peor, convertirlo en un satélite de Saturno, con lo que se cerniría sobre nosotros un invierno de siglos que haría imposible la vida a hombres y animales. Y tampoco debe pasarse por alto la importancia de las colas de los cometas si en su trayectoria las dejan total o parcialmente en el seno de nuestra atmósfera.*

J. H. LAMBERT

Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues (1761)

*Por peligroso que pueda ser el impacto de un cometa, sería tan ligero e insignificante que sólo provocaría daños en la parte de nuestro planeta en la que cayera. Incluso podría quedar en paz nuestra conciencia si a cambio de la devastación de un reino el resto de la Tierra pudiera disfrutar de las curiosidades que albergase en su seno un cuerpo celeste llegado desde tan lejos. Quizá nos llevásemos la enorme sorpresa de constatar que los restos de estas masas hasta ahora menospreciadas estaban constituidos por oro y diamantes. Aunque, ¿quién quedaría más asombrado, nosotros o los habitantes de los cometas arrojados sobre nuestro planeta? ¡Cuan extraños nos encontraríamos unos a otros!*

MAUPERTUIS,

Lettre sur la comete (1752)

Los científicos, como cualquier otro ser humano, tienen sus esperanzas, sus pasiones, sus momentos de desánimo, y a veces las emociones sentidas con intensidad pueden dar al traste con la práctica más cabal y el pensamiento más clarividente. Sin embargo, una de las virtudes de la ciencia es su capacidad para autoenmendarse. Sus conclusiones y axiomas más fundamentales pueden ser sometidos a prueba, las hipótesis genéricamente aceptadas deben ser contrastadas con observaciones empíricas, y por ende carecen de todo sentido las apelaciones a cualquier principio de autoridad. En toda argumentación razonada los distintos pasos han de ser comprendidos por todo aquel que se lo proponga y los experimentos deben ser siempre susceptibles de reproducción.

La historia de la ciencia está llena de casos en los que teorías e hipótesis previamente aceptadas han sido objeto de un rechazo generalizado al ver la luz nuevas ideas que conseguían explicar de forma más adecuada los datos experimentales. Aunque existe una inercia psicológica perfectamente comprensible -cuyo lastre se hace sentir por lo general durante el lapso de una generación-, las revoluciones en el terreno del pensamiento científico suelen considerarse y aceptarse como un elemento necesario y deseable para el progreso de la ciencia. En realidad, toda crítica razonada a una determinada creencia no es más que un servicio a sus propios veladores, y si se muestran incapaces de rebatirla harán bien en abandonar sus tesis. Este aspecto del método científico, la capacidad que posee para plantearse interrogantes y corregir sus propios errores, constituye su propiedad más sobresaliente, al tiempo que diferencia a la ciencia de la mayor parte de las demás actividades y empresas humanas, donde la credulidad se erige como norma.

La idea de que la ciencia más que un conjunto de conocimientos es un determinado método no se aprecia en su exacto valor fuera del campo científico, e incluso tampoco entre algunos de sus estamentos. De ahí que yo y algunos de mis colegas de la Asociación Americana

para el Progreso Científico (AAAS) hayamos defendido la necesidad de establecer con regularidad una serie de debates en las reuniones anuales que celebra dicha asociación sobre aquellos aspectos pseudocientíficos que hayan gozado de un mayor interés público. El objetivo que se persigue no es zanjar la disputa sobre determinado tema de una vez por todas, sino más bien ilustrar en la práctica el proceso que debe articular toda polémica razonada, mostrar el modo en que los científicos abordan un problema que no se presta a pruebas experimentales bien definidas, presenta caracteres de heterodoxia en razón de su naturaleza interdisciplinaria o suele ser objeto de discusiones apasionadas y emocionales.

La crítica a fondo de las nuevas ideas es una tarea usual de la ciencia. Aunque el estilo de la crítica puede variar en razón del carácter de quien la efectúa, parece indudable que todo análisis crítico excesivamente cortés no reporta el menor beneficio ni a los defensores de nuevas ideas ni a la empresa científica en su conjunto. Debe estimularse toda objeción importante, y los únicos argumentos excluidos de la polémica son los ataques ad hominem sobre la personalidad del oponente o los motivos que impulsan su trabajo. No interesan nada las razones que impulsan a alguien a lanzar sus ideas ni las que abriga sus detractores para criticarlas; lo único que interesa es determinar si las ideas son ciertas o erróneas, prometedoras o regresivas.

Como ejemplo, he aquí el informe presentado por un dictaminador cualificado sobre un artículo enviado a la revista científica *Icarus* para su publicación: «En mi opinión el artículo es absolutamente inaceptable para su publicación en *Icarus*. No se fundamenta en ninguna investigación científica sólida, y en el mejor de los supuestos no se trata más que de especulaciones incompetentes. El autor no enuncia explícitamente sus hipótesis; las conclusiones son ambiguas y sin fundamento; no toma en su cuenta otros trabajos relacionados con el tema; tablas y figuras carecen de la imprescindible claridad; es indudable que el autor del artículo no posee la menor familiaridad con la literatura científica fundamental...». Acto seguido, el crítico procedía a justificar sus observaciones de un modo detallado. Se trata de un tipo de informe poco frecuente, aunque no insólito. Como resultado, el artículo fue rechazado. Por lo general, se considera que estos casos constituyen a un mismo tiempo una bendición para la ciencia y un favor hecho al autor del trabajo. La mayoría de los científicos están acostumbrados a recibir dictámenes críticos, que suelen ser indulgentes, cada vez que presentan un artículo a una publicación especializada. Por lo general, las críticas suelen constituir una franca ayuda, y lo más usual es que una vez tomadas en cuenta las críticas y efectuadas las correspondientes revisiones el trabajo acabe siendo publicado. A modo de nuevo ejemplo sobre una crítica sin ambages en el terreno de la literatura científica, el lector interesado puede consultar el trabajo de J. Meeus «Comments on The Jupiter effect» (1975).(\*) y la crítica sobre el mismo aparecida en *Icarus*.

--

(\*) La referencia completa de las obras citadas en este capítulo aparece en la Bibliografía.

--

Las críticas rigurosas son más constructivas en el terreno científico que en ninguna otra área de la actividad humana, pues en el caso de la ciencia existen unos patrones estándar de validación aceptados por los profesionales competentes de todo el mundo. El objetivo de la crítica no es eliminar nuevas ideas, sino antes bien estimular su aparición y consolidación. Quienes superen con éxito una investigación escéptica a fondo tienen enormes probabilidades de estar en lo cierto, o como mínimo de haber planteado propuestas útiles.

La obra de Immanuel Velikovsky ha conseguido desatar una conmoción entre los miembros de la comunidad científica, muy especialmente a raíz de la publicación de su primer libro, *Worlds in Collision*, aparecido en 1950. No pocos científicos se sintieron molestos ante la comparación que establecieron los escritores neoyorquinos y uno de los editores de la *Harper's* entre Velikovsky y figuras de la talla de Einstein, Newton, Darwin o Freud, pero su

resentimiento se fundamentaba más en la fragilidad de la naturaleza humana que en juicios propiamente científicos. Por lo demás, los científicos no dejan de ser ante todo hombres con las mismas debilidades que todo el mundo. Otros se mostraron consternados por el recurso a textos indios, chinos, aztecas, sirios o bíblicos para fundamentar puntos de vista extremadamente heterodoxos en el terreno de la mecánica celeste. No obstante, sospecho que la razón es que pocos son los físicos y especialistas en mecánica celeste con conocimientos medianamente fluidos en tales lenguas o con cierta familiaridad con tales textos.

Mi opinión es que no puede tomarse como excusa válida para menospreciar ideas nuevas el grado de heterodoxia del proceso de razonamiento o la dificultad de digerir sus conclusiones, y mucho menos entre científicos. En consecuencia, me alegró sobremanera que la AAAS decidiera organizar una discusión sobre *Worlds in Collision* en la que tomó parte el propio Velikovsky.

Mientras leía las críticas suscitadas por la obra de Velikovsky, me sorprendió constatar su escasez y cuan raramente se enfocaban en ellas los puntos nucleares de las tesis del autor criticado. De hecho, ni críticos ni veladores de Velikovsky parecen haberle leído atentamente, e incluso tengo la impresión de que en ciertos casos el propio Velikovsky no se ha leído a sí mismo con todo detenimiento. Quizá la publicación de la mayor parte de lo discutido en el simposio de la AAAS (Goldsmith, 1977) y estas páginas, cuyas principales conclusiones ya presenté en el mencionado simposio, ayuden a clarificar el estado de la cuestión.

En este escrito mi objetivo es analizar críticamente las tesis expuestas en *Worlds in Collision* y enfocar el problema tanto desde el punto de vista mantenido por Velikovsky como desde el mío propio, es decir, no perder de vista en ningún momento los escritos antiguos que constituyen el núcleo de su argumentación y, al mismo tiempo, contrastar sus conclusiones con los hechos y la lógica a mi disposición.

La principal tesis sustentada por Velikovsky es que los principales acontecimientos de la historia de la Tierra y la de otros planetas del sistema solar se han producido en un contexto catastrofista. Catastrofismo es un caprichoso término acuñado por los geólogos para designar una de las posturas dentro de una importante disputa mantenida en la infancia de su ciencia y que aparentemente culminaría entre 1785 y 1830 con los trabajos de James Hutton y Charles Lyell, partidarios de una concepción opuesta, la que suele denominarse uniformitarismo. Ambos términos y la práctica misma de sus respectivos veladores evocan familiares antecedentes teológicos. Un uniformitarista sostiene que la conformación material de nuestro planeta deriva de procesos cuya operatividad aún podemos detectar en nuestros días, si bien no debe olvidarse que su acción tiene lugar a través de períodos temporales de inmensa duración. Por su parte, un catastrofista sostendrá que los cambios se han producido a través de un pequeño número de cataclismos de inusitada violencia y de duración temporal comparativamente muy breve. El catastrofismo subyace en el pensamiento de aquellos geólogos que aceptan una interpretación literal del libro del Génesis, y en particular el relato del diluvio universal.

Evidentemente no tiene el menor valor argumentar contra el punto de vista catastrofista alegando que en tiempos históricos no ha sido posible detectar ninguna catástrofe de gran magnitud. La hipótesis catastrofista sólo precisa para sustentarse de unos pocos eventos extraordinarios. No obstante, si podemos demostrar la necesidad de que transcurran determinados períodos de tiempo para que procesos en marcha que todos podemos observar hoy en día culminen en determinadas transformaciones geológicas quedará, como mínimo, obviada la necesidad de postular hipótesis catastrofistas. Es evidente, por lo demás, que en la historia de nuestro planeta pueden haber acaecido tanto procesos uniformitaristas como catastrofistas, y casi parece indudable que así ha sido en realidad.

Velikovsky sostiene que en la historia relativamente reciente de nuestro planeta han tenido lugar una serie de catástrofes celestes en forma de colisiones de cometas y planetas, pequeños y no tan pequeños. La posibilidad de colisiones cósmicas nada tiene de absurda, y

en tiempos pasados los astrónomos no tuvieron el menor inconveniente en invocarlas para explicar una serie de fenómenos naturales. Por ejemplo, Spitzer y Baade (1951) lanzaron la hipótesis de que los manantiales extra-galácticos de ondas de radio pueden haber tenido su origen en colisiones entre galaxias que encerrasen centenares de miles de millones de estrellas. Esta tesis ha sido abandonada más tarde, no porque carezca de sentido pensar en colisiones cósmicas, sino porque la frecuencia y características de las mismas no concuerda con nuestros conocimientos actuales sobre las fuentes de ondas de radio. Una teoría sobre el manantial energético de los quasars que aún goza de popularidad es la que lo contempla como resultado de colisiones estelares múltiples producidas en el centro de las galaxias, donde en todo caso los eventos catastróficos deben ser completamente normales.

Colisiones y catastrofismo forman parte de la astronomía moderna, y así ha sido desde hace ya algunos siglos (véanse los epígrafes con que se abre el presente escrito). Por ejemplo, en las primeras fases históricas de nuestro sistema solar, cuando albergaba con toda probabilidad muchos más cuerpos celestes de los que acoge en la actualidad -entre los que se incluían muchos con órbitas sumamente excéntricas-, debieron menudear las colisiones. Lecar y Franklin (1973) han investigado cientos de colisiones acaecidas en un período de unos pocos milenios a comienzos de la creación del cinturón de asteroides con objeto de interpretar la configuración actual de esta región de nuestro sistema solar. Harold Urey (1973), en su artículo «Cometary collisions and geological periods», analiza las consecuencias que traería consigo la colisión de la Tierra con un cometa de una masa de alrededor de 10<sup>18</sup> gramos, entre ellas la producción de terremotos y la elevación de la temperatura de los océanos. Los sucesos de Tunguska de 1908, en que quedó como la palma de la mano un bosque siberiano, suelen atribuirse a la caída en dicha zona de un pequeño cometa. Los cráteres que tachonan las superficies de Mercurio, Marte, Fobos, Deimos y la Luna son elocuentes testimonios de la existencia de abundantísimas colisiones a lo largo de la historia del sistema solar. Por tanto, nada hay de heterodoxo en la idea de las catástrofes cósmicas, y se trata de un punto de vista genéricamente aceptado en el ámbito de la física del sistema solar, como mínimo desde finales del siglo pasado, época a la que se remontan los estudios sobre la superficie lunar de G. K. Gilbert, el primer director del Instituto Geológico Norteamericano.

Por tanto, ¿a qué viene tanto revuelo? Pues los puntos en litigio son la escala temporal de tales colisiones y las pruebas experimentales aportadas. En los 4.600 millones de años de historia de nuestro sistema solar se han producido con seguridad innumerables colisiones. Pero, ¿ha existido alguna de gran importancia en los últimos 3.500 años? ¿Puede demostrarnos su existencia el estudio de escritos antiguos? He aquí el meollo del asunto.

Velikovsky ha prestado atención a una amplísima gama de historias y leyendas atesoradas por distintos pueblos, muy distantes entre sí, historias que muestran notables similitudes y concordancias. No soy ningún experto en cultura o lengua de ninguno de esos pueblos, pero me siento aturcido por la concatenación de leyendas acumulada por Velikovsky. Indudablemente algunos expertos en culturas antiguas se han mostrado mucho menos impresionados. Recuerdo, por ejemplo, una discusión sobre *Worlds in Collision* mantenida con un distinguido Profesor de semíticas de una afamada universidad. Más o menos vino a señalarme lo siguiente: «desde luego, los aspectos y erudición asiriológica, egipciológica y bíblica, así como los referentes a tradición talmúdica y midrásica, son auténticas necedades, pero me he sentido vivamente impresionado por las cuestiones astronómicas». Pues bien, mi punto de vista es precisamente el opuesto. Sin embargo, no quisiera desviarme de mi propósito a través de influencias ajenas. Mi punto de vista personal es que sólo con que fuesen reales el 20 % de las concordancias legendarias que presenta Velikovsky, ya habría algo importante necesitado de una explicación. Además, la historia de la arqueología nos presenta una impresionante colección de casos -desde los trabajos de Heinrich Schliemann en Troya a los de Yigael Yadin en Masada- en que se han visto confirmadas por los hechos diversas descripciones fijadas en textos antiguos.

Pues bien, ¿cómo debe interpretarse el hecho de que una amplia gama de culturas independientes entre sí hayan elaborado lo que indudablemente debe considerarse como

una misma leyenda? Las posibilidades parecen ser cuatro, a saber, observación común, difusión, conexión mental o mera coincidencia. Examinemos cada una de ellas.

Observación común: Una posible explicación es que todas las culturas en cuestión presenciaron un mismo acontecimiento y lo interpretaran de modo idéntico. Por descontado, la interpretación de qué fue en realidad este evento común no tiene por qué ser única.

Difusión: Una leyenda creada en el seno de una determinada cultura se difunde gradualmente a otros ámbitos culturales, con algunas modificaciones de poca monta, gracias a frecuentes e importantes migraciones humanas. Un ejemplo trivial de este proceso es la introducción en América de la leyenda de Santa Claus, cuyo origen es la leyenda europea sobre San Nicolás (Claus es un diminutivo alemán de Nicolás), el santo patrón de los niños, y que, en última instancia, deriva de una tradición precristiana.

Conexión mental: A esta hipótesis se la designa a veces como memoria racial o inconsciente colectivo. Según la misma, existen ciertas ideas, arquetipos, figuras legendarias e historias impresas en el ser humano desde el momento mismo de su nacimiento, quizá de modo similar a como un babuino recién nacido ya siente temor ante las serpientes o un pájaro al que se hace crecer aislado de sus congéneres no por eso ignora las técnicas de construcción de nidos. Evidentemente, si una historia legendaria deriva de la observación o la difusión combinadas con la «conexión mental», tiene muchas más probabilidades de pervivir culturalmente.

Coincidencia: Por mero azar dos leyendas elaboradas independientemente pueden encerrar un contenido similar. En la práctica, tal hipótesis se diluye en la de la conexión mental.

Si deseamos examinar críticamente una serie de aparentes concordancias, ante todo debemos tomar una serie de precauciones obvias. ¿Las historias consideradas exponen en realidad lo mismo y, si así es, lo hacen recurriendo a idénticos elementos esenciales? Suponiendo que interpretemos debidamente una serie de observaciones comunes, ¿puede asegurarse que daten de la misma época? ¿Puede excluirse con toda seguridad la posibilidad de contacto físico entre representantes de diferentes culturas, tanto en la época en discusión como en un momento ulterior? Velikovsky se inclina claramente por la hipótesis de la observación común, al tiempo que parece descartar con exagerado simplismo la hipótesis de la difusión. Por ejemplo, dice Velikovsky en la página 303: \* «¿Cómo es posible que temas folklóricos insólitos lleguen hasta islas lejanas cuyos aborígenes carecen de medios para cruzar los mares?» No sé bien a qué islas y aborígenes se está refiriendo Velikovsky en este párrafo, pero es obvio que los habitantes de cualquier isla deben haber llegado a ella de algún modo. No creo que Velikovsky crea en una creación distinta y diferenciada para, por poner un ejemplo, las islas Gilbert y las islas Ellice. En los casos de Polinesia y Melanesia disponemos actualmente de pruebas irrefutables sobre la realización de abundantes viajes por mar durante el último milenio en los que se atravesaban distancias de incluso varios miles de kilómetros, y muy probablemente tales travesías también hayan tenido lugar en épocas anteriores (Dodd, 1972).

--

(\*) ... Esta paginación se refiere a la edición estándar en lengua inglesa (Velikovsky, 1950).

—

Otro ejemplo. ¿Cómo puede explicar Velikovsky que la palabra tolteca para designar a «dios» haya sido teo, y así nos lo certifica Teotihuacán («Ciudad de los dioses»), cerca de la actual Ciudad de México, donde la ciudad sagrada es conocida por San Juan Teotihuacán? No hay ningún suceso celestial común que pueda explicar de un modo aceptable tal coincidencia. El tolteca y el náhuatl no son lenguas indoeuropeas, y parece altamente



improbable que la palabra que designe a «dios» se halle impresa en todo cerebro humano. Y sin embargo teo tiene una indudable raíz común con otros términos indoeuropeos relacionados con el concepto «dios», y conservados en palabras tales como «deidad» o «teología». Las hipótesis preferibles en el presente caso son las de coincidencia o difusión. Parecen existir ciertas pruebas de contactos precolombinos entre el Viejo y el Nuevo Mundos. Con todo, no por ello puede descartarse alegremente la hipótesis de la coincidencia. Si comparamos dos lenguas, cada una de ellas con decenas de miles de palabras, habladas por seres humanos con la lengua, los dientes y la laringe idénticas, nada tiene de sorprendente que unas pocas palabras sean casualmente idénticas. Pues bien, creo que todas las coincidencias que expone Velikovsky pueden ser explicadas de forma similar a las que acabo de reseñar.

Tomemos un ejemplo del método que emplea Velikovsky para enfocar tales problemas. Señala que ciertas historias muy similares, directa o vagamente conectadas con eventos celestiales, encierran referencias a una bruja, un ratón, un escorpión o un dragón (págs. 77, 264, 305, 306, 310). Y he aquí su explicación: en el momento mismo en que algunos cometas pasaron muy cerca de nuestro planeta, se vieron desfigurados por fenómenos gravitatorios o eléctricos hasta el punto de adoptar la forma de una bruja, un ratón, un escorpión o un dragón, formas clara e indudablemente interpretadas como correspondientes a un mismo animal por pueblos culturalmente aislados y de características muy diferentes entre sí. Aún dando por buena la hipótesis de que ciertos cometas se aproximen enormemente a la Tierra, no existe la menor prueba que nos incline a creer que formas tan precisas como, por ejemplo, la de una mujer montada en una escoba voladora y tocada con un sombrero cónico puedan haberse generado de este modo. La experiencia que poseemos del Rórschach y otros tests psicológicos proyectivos de tipo similar nos indica que individuos distintos ven la misma imagen no representativa de modos diferentes. Pero Velikovsky aún va más lejos, y cree que la aproximación a la Tierra de una «estrella» que identifica con Marte produce tal transfiguración en el perfil externo del planeta que acaba adoptando (pág. 264) indiscutible aspecto de leones, chacales, perros, cerdos y peces; en su opinión, así se explica el culto a los animales mantenido por los egipcios. No se trata de un razonamiento que nos capte por su solidez, y poco más o menos nos sería igualmente plausible admitir que dos mil años antes de Cristo toda esta colección zoológica era capaz de volar por su cuenta y de ahí que se la pudiese contemplar en los cielos. Una hipótesis mucho más respetable es la de la difusión. Por lo demás, y dentro de otro contexto, he dedicado buena parte de mi tiempo a estudiar las leyendas sobre dragones elaboradas por distintos pueblos de nuestro planeta, y me impresionó ver cuan diferentes pueden llegar a ser estas bestias míticas a pesar de que a todas las denominen dragones los escritores occidentales.

También a modo de ejemplo, consideremos la argumentación desarrollada en la segunda parte del capítulo 8 de *Worlds in Collision*. Velikovsky sostiene la existencia de una tendencia generalizada dentro de las culturas antiguas a creer que el año tenía 360 días, el mes 36 días y, por tanto, el año diez meses. Velikovsky no ofrece ninguna justificación física del caso, aunque sí señala que el conocimiento de su oficio que tenían los astrónomos de la antigüedad difícilmente podía conducirles a pasar por alto o equivocarse en cinco días por año o 6 cada lunación. Pronto la noche se mostraría brillante mientras la astronomía oficial consideraba que corría una fase de luna nueva, comenzarían a caer nevadas en el mes de julio y los astrólogos iban a pasar más hambre que un maestro de escuela. Por lo demás, tras la experiencia de un trato frecuente con astrónomos contemporáneos, no comparto con Velikovsky su creencia en la infalible precisión de los cálculos elaborados por sus lejanos antecesores. Velikovsky sugiere que estas aberrantes convenciones acerca del calendario reflejan verdaderos cambios en la duración de los días, meses y/o años, al tiempo que constituyen claras pruebas de la aproximación al sistema Tierra-Luna de cometas, planetas u otros visitantes celestes.

Existe otra explicación mucho más plausible, la que toma en cuenta como punto de partida que no existe un número exacto de lunaciones dentro de un año solar ni un número exacto de días en una lunación. Tales inconmensurabilidades deben haber incomodado a toda cultura con conocimientos aritméticos Pero aún no familiarizada con los problemas de los

grandes números y los números fraccionarios. Incluso hoy en día siguen considerando como estorbos tales inconmensurabilidades las gentes de religión musulmana y judía cuando constatan que tanto el ramadán como la pascua judía se presentan en fechas del calendario solar que varían de año en año. En los asuntos humanos existe un claro chauvinismo en favor de los números enteros, fácilmente discernible al hablar de aritmética con los niños. Por tanto, suponiendo su existencia, creo que las irregularidades del calendario quedan mucho más plausiblemente explicadas por esta vía.

Trescientos sesenta días por año es una convención (temporal) obvia para civilizaciones con una aritmética de base 60, tal como era el caso de las culturas sumeria, acadia, asiria y babilónica. Por otro lado, treinta días por mes o diez meses al año pueden resultar convenciones muy atractivas para los entusiastas de una aritmética de base decimal. Me pregunto si más que con una colisión entre Marte y la Tierra no estaremos habiéndonoslas con un eco del enfrentamiento entre los defensores de una aritmética de base 60 y los veladores de una aritmética de base 10. Si bien es indudable que durante la antigüedad el gremio de los astrólogos pudo llegar a sentirse dramáticamente agotado al ver la celeridad con que quedaba desacompañado cualquiera de los calendarios que construyeran, pero eran gajes del oficio, y a cambio permitía eliminar la angustia mental derivada del manejo de las fracciones. Así pues, de hecho, la piedra angular sobre la que se apoya todo este asunto parecen ser las deficiencias inherentes a un pensamiento cuantitativo embrionario.

Un experto en cómputo del tiempo durante la antigüedad (Leach, 1957) señala que en las culturas antiguas los ocho o diez meses del año tenían un nombre, pero que los restantes, dada su falta de importancia económica en el marco de una sociedad agrícola, no lo tenían. Diciembre, palabra derivada del latín decem, significa el décimo mes, no el duodécimo. (Septiembre el séptimo, octubre el octavo y noviembre el noveno, por idénticas razones.) En los pueblos que se hallan en una fase precientífica de su desarrollo no suelen contarse los días del año por estar muy poco habituados al manejo de grandes cifras, de ahí que el punto de referencia con que se rigen suelen ser los meses. Uno de los más grandes historiadores de la ciencia y la matemática antiguas, Otto Neugebauer (1957), señala que, tanto en Mesopotamia como en Egipto, estuvieron simultáneamente en uso dos calendarios diferenciados y mutuamente excluyentes. Por un lado, un calendario civil cuya función primordial era satisfacer las necesidades de cómputo, por otro, un calendario agrícola, por lo general avanzado con respecto al anterior y de difícil manejo, aunque mucho más ajustado a las realidades estacionales y astronómicas. Muchas culturas de la antigüedad resolvieron el problema de la duplicidad de calendarios limitándose a añadir cinco días festivos al final de cada anualidad. Se me hace difícil admitir que la existencia de años de 360 días entre pueblos en estadio precientífico pueda ser una prueba irrefutable de que por entonces para completar su revolución en torno al Sol la Tierra empleaba 360 días en lugar de los 365 que detectamos actualmente.

En principio, una forma de resolver la discrepancia es examinar el crecimiento de los anillos de coral, pues sabemos actualmente que marcan con notable regularidad el número de días por mes (sólo en los corales intermareales) y por año. En tiempos históricos ya recientes no parecen haber existido disquisiciones de importancia acerca del número de días de una lunación o de una anualidad, y el gradual acortamiento (no prolongación) de días y meses con respecto al año a medida que transcurre el tiempo viene siendo considerado desde tiempo atrás acorde con los postulados de la teoría de las mareas y la conservación de la energía y el momento angular en el sistema físico Tierra-Luna, sin que se apele a comentarios complementarios o a cualquier otra intervención exógena.

Otro problema que plantea el método de Velikovsky es la sospecha de que teorías vagamente similares entre sí pueden estar refiriéndose a períodos completamente diferentes. En su *Worlds in Collision* ignora casi por completo el tema del sincronismo entre leyendas distintas, aunque Velikovsky lo tratara en alguno de sus trabajos ulteriores. Por ejemplo, Velikovsky señala (p. 31) que los escritos sagrados occidentales y los hindúes comparten la idea de cuatro edades antiguas culminadas en una catástrofe cósmica. Sin embargo, tanto en el *Hagavad Gita* como en los *Vedas* encontramos grandes divergencias en cuanto al número de tal tipo de edades acaecidas, llegando incluso a sostenerse que se

han sucedido un número infinito de estas. Mas aún, en estos textos orientales se especula el tiempo transcurrido entre las más espectaculares catástrofes (por ejemplo, Campbell 1974), cifrándose en miles de millones de años. Tales apreciaciones no casan en lo más mínimo con la cronología de Velikovsky, quien supone períodos intermedios de centenares o miles de años, es decir, que su hipótesis y las fechas que aporta para sustentarla difieren en un factor del orden de millones. Por otra parte, Velikovsky señala (p. 91) que las tradiciones bíblica, mexicana y griega comparten discusiones vagamente similares sobre vulcanismo y las corrientes de lava. No hay el menor intento de demostrar que tales fenómenos geológicos hayan tenido lugar en épocas ni siquiera relativamente próximas entre sí, y aunque en las tres áreas citadas se han producido erupciones de lava en época histórica, no hay la menor necesidad de recurrir a una causa exógena común para darles cumplida explicación.

A pesar del copioso número de fuentes de referencia citadas, creo que la argumentación de Velikovsky encierra un amplio número de presupuestos acrítricos y no demostrados. Permítaseme mencionar algunos pocos. En el texto se recoge una idea muy interesante, a saber, que toda referencia mitológica hecha por cualquier pueblo a propósito de cualquier dios vinculado con un cuerpo celeste representa, de hecho, una observación astronómica directa del mismo. Se trata de una hipótesis atrevida, aunque no sé cómo, aceptándola, pueda llegar a explicarse, por ejemplo, que Júpiter se le apareciese en forma de cisne a Leda mientras que ante Danae optara por convertirse en una lluvia de oro. En la página 247 recurre a la hipótesis identificadora entre dioses y planetas para establecer la cronología de Hornero. Sea como fuere, Velikovsky toma las palabras de Hornero y Hesíodo al pie de la letra cuando relatan el nacimiento de Atenea de la cabeza del padre Júpiter, con lo cual acepta la hipótesis de que el cuerpo celeste asociado a Atenea fue expulsado por el planeta Júpiter. Pero, ¿cuál es el cuerpo celeste asociado a Atenea? Una y otra vez se le identifica con el planeta Venus (Cap. 9 de la Primera parte y otros varios lugares de la obra). Leyendo la obra de Velikovsky es difícil que nadie llegase a la conclusión de que los griegos acostumbraban identificar a Afrodita con Venus, mientras que a Atenea no solía asociársele ningún cuerpo celeste. Más aún, Atenea y Afrodita eran diosas «contemporáneas», nacidas ambas mientras Zeus reinaba sobre todos los dioses. Pues bien, en la página 251, Velikovsky señala que Luciano «no se percató de que Atenea es la diosa del planeta Venus». El pobre Luciano parece mantener la muy errónea opinión de que la diosa del planeta Venus es Afrodita. Sin embargo, en la nota que aparece en la página 361 Velikovsky comete por primera y única vez a lo largo del libro el desliz de utilizar la forma «Venus (Afrodita)». En la página 247 se nos habla de Afrodita como diosa de la Luna. Pero entonces, ¿quién era Artemisa (o Selene, de acuerdo con una denominación aún más antigua), la hermana del Apolo solar? De acuerdo con mis conocimientos sobre el tema, no niego que puedan existir buenas razones que justifiquen la identificación de Atenea con Venus, pero es indudable que la misma no ocupa un lugar de preeminencia en el corpus de conocimiento actual ni en el que imperaba un par de milenios atrás, necesidad por lo demás imprescindible para que se mantenga en pie el hilo argumental sostenido por Velikovsky. Detectar una identificación celestial de Atenea comentada tan a la ligera no contribuye precisamente a incrementar nuestra confianza ante las observaciones que se adjuntan acerca de otros mitos astrales mucho menos familiares en nuestra civilización.

Hay otras varias observaciones de Velikovsky sobre las que nos ofrece justificaciones en extremo inadecuadas a pesar de su primordial importancia para uno o más de los temas en que centra su obra. Por ejemplo, en la página 283 sostiene que «al penetrar en la atmósfera terrestre, los meteoritos producen un tremendo estrépito», cuando todas las observaciones señalan que lo hacen de forma completamente silenciosa; en la página 114 sostiene que «cuando un rayo alcanza a un imán invierte su polaridad»; en la página 51 traduce «Barad» como meteoritos; en la página 85 sostiene que «como es bien sabido, Palas es otro de los nombres asignado a Tifón». En la página 179 Velikovsky señala que cuando los nombres de dos dioses se unifican en uno solo mediante el uso de un guión, se quiere dar a entender la asignación de un atributo preciso del cuerpo celestial involucrado en el binomio. Por ejemplo, Velikovsky interpreta Ashteroth-Karnaim, una Venus astada, como un planeta Venus en fase creciente, prueba de que en tiempos pretéritos Venus se hallaba tan próximo a nuestro globo como para que sus fases fuesen discernibles a simple

vista. Pero de ser cierto el principio relacional apuntado, ¿cómo debe interpretarse, por ejemplo, el binomio sagrado Amón-Ra? ¿Acaso debe entenderse que los egipcios veían el sol (Ra) como un carnero (Amón)?

En la página 63 se señala que, cuando en la Biblia se habla de la muerte de los «primogénitos» de Egipto a causa de la décima plaga del Éxodo, debe entenderse en realidad que los condenados a muerte son los «elegidos». Se trata de un punto bastante importante, y nos permite inferir que cuando la Biblia entra en contradicción con las hipótesis de Velikovsky éste adopta la decisión de retraducirla de acuerdo con sus intereses. Todos los interrogantes planteados precedentemente tienen respuestas bastante simples, aunque es inútil buscarlas en *Worlds in Collision*.

No pretendo sugerir que todas las concordancias legendarias derivadas de tradiciones antiguas que nos plantea Velikovsky presenten fallas similares, aunque sí buen número de ellas, y en todo caso las que se ven libres de ellas muy bien pueden tener otro tipo alternativo de explicación, por ejemplo la difusión de tradiciones de uno a otro pueblo o civilización.

Ante un análisis de leyendas y mitos de perfiles tan borrosos como los apuntados, toda evidencia corroboradora procedente de otros ámbitos sería gozosamente recibida por los defensores de las argumentaciones de Velikovsky. Me sorprende la ausencia de toda prueba confirmadora procedente del mundo del arte. Desde unos 10.000 años antes de nuestra era, como mínimo, la humanidad ha ido produciendo una amplísima gama de pinturas, bajorrelieves, sellos cilíndricos y muchos otros tipos de objetos de arte. En ellos se hallan representados todo tipo de temas importantes dentro de las culturas que los han creado, de modo muy particular los de orden mitológico. En tales obras de arte no es raro que se recojan representaciones diversas de eventos astronómicos. Recientemente (Brandt et al., 1974) se han descubierto representaciones pictóricas primitivas en cavernas situadas en el sudoeste americano que aportan pruebas irrefutables de que quedó registro explícito de la aparición en los cielos de la supernova del Cangrejo en el año 1054, suceso del que también se guarda noticia en los anales chinos, japoneses y árabes de la época. Se ha solicitado el interés de los arqueólogos para que rastreen informaciones pictóricas guardadas en cavernas en las que se recojan representaciones de la aparición de otra supernova en épocas aun más tempranas, la de la Supernova Gum (Brandt et al., 1971). No obstante, la aparición en los cielos de una nueva estrella no es ni de lejos un acontecimiento tan impresionante como para serlo la aproximación a nuestro globo de otro planeta, que se supone iría inevitablemente acompañada de residuos interplanetarios y descargas lumínicas que afectarían a la Tierra. Existe un buen número de cavernas situadas a altitudes tales y a tales distancias del mar como para que jamás haya cabido la posibilidad de que sufrieran inundaciones. Dando por supuesto que acaecieran las catástrofes descritas por Velikovsky, ¿por qué no queda el menor registro gráfico contemporáneo de las mismas?

Por tanto, no me parecen en absoluto convincentes las fundamentaciones legendarias solicitadas en apoyo de las hipótesis de Velikovsky. Si su idea de colisiones planetarias y catastrofismos globales acaecidos en épocas recientes contara con el soporte de pruebas físicas notablemente sólidas, podríamos sentirnos tentados a darle cierta credibilidad. Pero si las pruebas aportadas carecen de solidez, considero que las de orden mitológico no llegan a mantenerse en pie por sí solas.

Quisiera presentar ahora un breve resumen de los rasgos que definen las principales hipótesis defendidas por Velikovsky. Al hacerlo, señalaré su relación con los acontecimientos descritos en el libro del Éxodo, y no debe olvidarse que las tradiciones recogidas por otras culturas parecen concordar con la descripción bíblica de los sucesos.

El planeta Júpiter expulsó de su seno un cometa de grandes dimensiones que hacia el 1500 antes de nuestra era colisionaría levemente con nuestro planeta. Y de tal colisión derivan, directa o indirectamente, todas las plagas y tribulaciones faraónicas descritas en el Éxodo bíblico. La materia responsable de que las aguas del Nilo se convirtieran en sangre procedía del cometa. Las alimañas descritas en el Éxodo provienen del cometa, las moscas y quizá

los escarabajos se han visto empujados a la fecundación y a multiplicarse gracias al calor por éste desprendido, como sucediera en el caso de las ranas, originariamente terrestres. Los terremotos provocados por el cometa arrasaron las edificaciones egipcias sin dañar en absoluto las de los hebreos. (A decir verdad, lo único que parece no tener su origen en el cometa es el colesterol responsable del endurecimiento del corazón del faraón egipcio.)

Cómo no, todo lo indicado y más se desprendió de la cola del cometa, responsable también de que las aguas del Mar Rojo se abrieran en dos cuando Moisés alzó su vara ante ellas, tal vez a causa de la marea creada por el campo gravitatorio del cometa o a causa de alguna imprecisa interacción eléctrica o magnética desencadenada entre éste y el Mar Rojo. Luego, una vez cruzaron sin el menor percance los hebreos, evidentemente el cometa se alejó lo suficiente como para que las aguas partidas en dos volvieran a su viejo cauce y ahogaran a las huestes del faraón. Durante los cuarenta años subsiguientes, mientras vagaban errantes por el desierto del pecado, los hijos de Israel se alimentaron del maná que les caía de los cielos, que resultó ser un compuesto de hidrocarburos (o carbohidratos) originados en la cola del cometa.

Otra posible lectura de *Worlds in Collision* parece dar a entender que entre el desencadenamiento de las plagas y los sucesos del Mar Rojo debió transcurrir un mes o dos y que tuvieron sus orígenes en sendos pasos del cometa por nuestra atmósfera. Tras la muerte de Moisés, una vez el manto del liderazgo ha pasado a hombros de Josué, este mismo cometa volverá a rozar nuestro planeta con chirriante estruendo. Cuando Josué clama «Sol, párate sobre Gibeón; y tú, Luna, sobre el valle de Ajalón», la Tierra -quizás a causa una vez más de interacción gravitatoria, o tal vez en razón de cierta inducción magnética inespecífica generada sobre la corteza terrestre- cesa inmediatamente de girar y le permite a Josué alcanzar la victoria en la batalla. Acto seguido el cometa está a punto de colisionar con Marte, interaccionando con él con tal fuerza que le arranca de su órbita y le pone en peligro por dos veces de chocar con nuestro planeta, cuasi-colisiones que provocan la destrucción de los ejércitos del rey asirio Sanaquerib, responsable de la miserable existencia que venían soportando las últimas generaciones de israelitas. En la fase siguiente Marte se incorpora a su órbita actual y el cometa entra en órbita circular alrededor del sol para convertirse en el planeta Venus, que en opinión de Velikovsky no había existido hasta este preciso instante. Mientras tanto, la Tierra se ponía de nuevo en movimiento, y éste mantenía unas características muy similares a las que tuviera antes de todos estos encuentros celestes.

Hasta alrededor del siglo VII a.C. no debió producirse ningún comportamiento planetario aberrante, y ello a pesar de la abundancia con que parecen haberse producido durante el segundo milenio.

Nadie, ni defensores ni detractores, podrá dejar de admitir que se trata de un relato notable y sorprendente. Pero además, y por fortuna, se trata de un relato susceptible de verse sometido a contrastación científica. Las hipótesis de Velikovsky le llevan a efectuar ciertas predicciones y deducciones. Por ejemplo, que los cometas son grandes masas de materia expulsadas del seno de los planetas; que los cometas son capaces de pasar muy cerca de los planetas, incluso rozarlos, creando perturbaciones; que en los cometas, así como en las atmósferas de Júpiter y Venus, viven alimañas; que en todos estos lugares que acabamos de citar también podemos encontrar carbohidratos; que en la península de Sinaí cayeron de los cielos suficientes carbohidratos como para alimentar durante cuarenta años a las errabundas masas israelitas que cruzaban el desierto; que órbitas excéntricas de planetas y cometas pueden tornarse perfectamente circulares tras el paso de unos cientos de años; que se producían fenómenos volcánicos y tectónicos en nuestro planeta e impactos de diferentes cuerpos celestes sobre la superficie lunar simultáneamente a tales catástrofes; y así sucesivamente. Deseo discutir cada uno de tales puntos así como algunos otros no mencionados hasta aquí, como por ejemplo el supuesto de que la superficie de Venus se halla a elevada temperatura, que aunque sea un aspecto secundario con respecto a la sustentación de sus hipótesis no por ello ha dejado de jugar un papel primordial como prueba a favor post hoc. También deseo someter a examen una «predicción» adicional y fortuita de Velikovsky, a saber, que los casquetes polares de Marte están compuestos por

carbono o carbohidratos. La conclusión de mi análisis crítico es que cuando Velikovsky se muestra original en sus planteamientos es más que probable que esté equivocado, mientras que en aquellos puntos en que acierta se sustenta en ideas ya previamente empleadas por otros. No son pocas las veces en las que además de sustentar errores no presenta la menor originalidad, aspecto este último de notable importancia pues se ha mantenido que ciertas circunstancias (por ejemplo, la elevada temperatura de la superficie de Venus) fueron predichas por Velikovsky en momentos en que todo el mundo las imaginaba muy distintas. Pero como tendremos oportunidad de ver, en realidad no ha sido así.

En las discusiones que siguen, intentaré utilizar, siempre que me sea posible, razonamientos simples de orden cuantitativo. Evidentemente, los argumentos cuantitativos constituyen una malla mucho más fina que los cualitativos en cuanto a establecer un cribado de hipótesis. Por ejemplo, si afirmo que tiempo ha una enorme ola sumergió bajo las aguas a nuestro planeta, puedo aportar en favor de mi aserto una amplia gama de catástrofes, desde la inundación de regiones litorales hasta una inundación generalizada. Pero si especifico que la ola generada por la marea tenía una altura de alrededor de unos 200 kilómetros, sin duda alguna estaré hablando de una catástrofe del último de los tipos indicados, aunque quizás entonces existan una serie de evidencias críticas que nos inclinen a descartar la existencia de una ola de tales dimensiones. Para que los argumentos de orden cuantitativo pueda comprenderlos cualquier lector que no esté especialmente familiarizado con la física elemental he intentado, y de forma muy especial en los apéndices (véase páginas 409-414), reflejar todos los pasos esenciales del razonamiento y utilizar los argumentos más sencillos a condición de que no se alteren con ellos las ideas físicas esenciales implicadas. Quizá debo señalar que la verificación de hipótesis cuantitativas es completamente rutinaria y usual en las ciencias físicas y biológicas de hoy en día. Una vez verificadas las hipótesis y dejadas de lado las que no se ajusten a los estándares de análisis indicados, resulta inmediata la necesidad de plantear nuevas hipótesis que presenten una mejor concordancia con los hechos.

Hay otro aspecto vinculado con la metodología científica que creo necesario recalcar. No todas las aserciones científicas tienen idéntico peso específico. Por ejemplo, la dinámica newtoniana y las leyes de conservación de la energía y del momento angular se asientan sobre bases extremadamente sólidas. Son literalmente millones los experimentos independientes entre sí que acuden en apoyo de su plena validez, no sólo sobre nuestro planeta, sino que las modernas técnicas de observación astrofísica nos la testifican para cualquier otro lugar del sistema solar, dentro de otros sistemas solares e incluso en el ámbito de otras galaxias que no sean la nuestra. Por el contrario, extremos tales como la naturaleza de las superficies planetarias, de sus atmósferas o de sus núcleos internos se apoyan en bases muchísimo más débiles, como manifiestan los científicos dedicados al estudio de los planetas durante estos últimos años. Un buen ejemplo de la distinción recién establecida nos lo ofrece la aparición del cometa Kohoutek en 1975. La primera vez que se observó dicho cometa se encontraba a una enorme distancia del Sol. Se establecieron un par de predicciones basadas en las primeras observaciones efectuadas. La primera de ellas, fundamentada en las leyes de la dinámica newtoniana, tenía como objeto la determinación de la órbita del cometa, cuál iba a ser su posición en tiempos futuros, en qué momentos iba a ser posible observarlo desde nuestro planeta antes de la salida del sol, en qué otros tras su ocaso, etc. El ajuste entre predicciones y hechos observados fue milimétrico. El segundo núcleo de predicciones se centraba en el brillo lumínico del cometa, basado en conjeturas sobre el grado de vaporización de los hielos del cometa, responsable de la larga cola que se encarga de reflejar la luz solar. En este segundo punto las predicciones fueron erróneas, y el cometa, lejos de rivalizar con Venus en cuanto a brillo, era imposible de detectar por la inmensa mayoría de los observadores a simple vista. No obstante, la velocidad y grado de vaporización depende directamente de la estructura química y geométrica del cometa, que en el mejor de los casos sólo conocemos muy someramente. Pues bien, en todo análisis de las hipótesis vertidas en *Worlds in Collision* debe tenerse siempre muy presente esta misma distinción entre argumentos con sólida base científica y aquellos otros que se cimentan en aspectos físicos y químicos conocidos tan sólo de un modo superficial y fragmentario. Debe otorgarse primordial importancia a los argumentos basados en la dinámica newtoniana y en las leyes físicas de conservación. Aquellos otros que se apoyan, por ejemplo, en

propiedades características de las superficies planetarias, deben ser considerados como menos determinantes. Tras nuestro análisis se observará que las hipótesis de Velikovsky se encuentran con graves dificultades en ambos campos, aunque, repito una vez más, un grupo de dificultades es mucho menos determinante que el otro en vistas a formar nuestra opinión crítica sobre el asunto.

## PROBLEMA I

### EL LANZAMIENTO DE VENUS POR PARTE DE JÚPITER

Las hipótesis de Velikovsky toman como punto de arranque un evento jamás observado por ningún astrónomo y que entra en contradicción con buena parte de nuestros actuales conocimientos sobre la física de planetas y cometas, a saber la expulsión del seno de Júpiter, quizás a causa de un choque con otro planeta gigante, de un objeto de dimensiones planetarias. Los afelios (los puntos de la órbita de un cuerpo celeste situados a la mayor distancia posible del Sol) de los cometas con órbitas de período corto presentan una tendencia estadística a situarse en las proximidades de Júpiter. Laplace y otros astrónomos de su tiempo lanzaron la hipótesis de que Júpiter era la fuente emisora de tal tipo de cometas. Se trata de una hipótesis totalmente innecesaria ya que hoy en día sabemos que cualquier cometa con órbita de período largo puede entrar en trayectorias de período corto a causa de las perturbaciones de campo generadas por Júpiter. Desde hace uno o dos siglos tan sólo se ha mostrado partidario de la vieja hipótesis citada el astrónomo soviético V. S. Vsekhsviatsky, quien parece creer que las lunas de Júpiter arrojan cometas a través de enormes volcanes.

Para alejarse de Júpiter todo cometa debe poseer una energía cinética igual a  $\frac{1}{2} m v_e^2$ , donde  $m$  es la masa del cometa y  $v_e$  es su velocidad de escape de Júpiter, calculada en alrededor de 60 km/seg. Sea cual fuere el mecanismo de expulsión, vulcanismo o colisión, una fracción significativa de tal energía cinética, por lo menos un 10 % de la misma, se consumirá en calentar el cometa. La energía cinética mínima por unidad de masa expulsada es  $\frac{1}{2} v_e^2 = 1,3 \times 10^{13}$  ergios por gramo, y la cantidad de la misma que se disipa en forma de calor es superior a los  $2,5 \times 10^{12}$  ergios/g. El calor latente de fusión de las rocas es de alrededor de los  $4 \times 10^9$  ergios por gramo. Se trata del calor que debe aplicarse para convertir roca sólida llevada hasta muy cerca de su punto de fusión en lava líquida; para que una roca situada a bajas temperaturas alcance su punto de fusión es necesaria una energía de alrededor de los  $10^{11}$  ergios por gramo. En consecuencia, para que Júpiter expulse de su seno un cometa o un planeta deberá haber alcanzado obviamente una temperatura de varios miles de grados, en cuyo caso rocas, hielo y componentes orgánicos se habrán fundido por completo. Cabe incluso la posibilidad de que se hayan visto reducidos a una lluvia de pequeñas partículas de polvo y átomos autogravitantes, situación que por lo demás no describe con excesiva exactitud la naturaleza del planeta Venus. (Incidentalmente, he aquí lo que podría ser un buen argumento velikovskiano para explicar la elevada temperatura de la superficie de Venus, aunque como veremos más adelante no parece concederle importancia.)

Otro de los problemas que se plantea es que la velocidad de escape del campo gravitatorio solar de cualquier cuerpo ubicado en Júpiter es de alrededor de 20 km/seg. Por descontado, el mecanismo encargado de expulsar masas materiales de Júpiter debe ajustarse a esta insoslayable realidad. Si el cometa abandona Júpiter a velocidades inferiores a los 60 Km./seg., volverá a caer sobre el planeta, mientras que si lo hace a velocidad superior a  $[(20)^2 + (60)^2]^{1/2} = 63$  km/seg. escapará no sólo de Júpiter sino del propio sistema solar. Así pues, las velocidades compatibles con las hipótesis de Velikovsky se acumulan en un intervalo muy pequeño y, por tanto, altamente improbable.

Otro más de los problemas que se plantean es la enorme masa de Venus, superior a  $5 \times 10^{27}$  gramos, o quizás aún mayor por entonces, ya que según las hipótesis de Velikovsky en una primera fase la trayectoria de dicho planeta transcurría más próxima al Sol que hoy en

día. La energía cinética total necesaria para propulsar Venus a la velocidad que le permita abandonar el campo creado por Júpiter será, según un sencillo cálculo, del orden de los  $10^{41}$  ergios, cantidad equivalente a la energía total irradiada por el Sol durante un año y cien millones de veces superior a la fulguración solar más potente jamás observada. Por tanto, sin mayores pruebas ni discusión, nos vemos solicitados a creer en un fenómeno de eyección en el que entra en Juego una energía enormemente superior, a la desplegada en cualquier fenómeno solar, y ello cuando Júpiter es un almacén energético muy inferior al Sol.

Todo proceso que genera objetos de gran tamaño también Produce otros más pequeños, especialmente cuando se trata de colisiones como en el caso que nos ocupa. Nuestros conocimientos sobre las leyes físicas que regirán la pulverización ulterior al choque son bastante precisos, y nos permiten afirmar que, por ejemplo, partículas de un tamaño diez veces inferior al de la mayor de las generadas serán cien, o incluso mil veces más numerosas. Por supuesto, Velikovsky sostiene la aparición de una lluvia de piedras como secuela de sus pretendidos encuentros planetarios, e imagina a Venus y Marte arrastrando tras de sí un auténtico enjambre de enormes guijarros; la cohorte de Marte habría sido, por lo demás, la responsable de la destrucción de los ejércitos de Senaquerib. Dando por sentada la veracidad de tales hipótesis, es decir, si tan sólo unos miles de años atrás nuestro planeta tuvo cuasi-colisiones con otros objetos celestes de masa similar a la nuestra, es indudable que hasta hace escasos siglos hemos sido bombardeados con objetos de masa similar a la de nuestra luna y que la caída sobre nuestro planeta de masas susceptibles de abrir cráteres de un diámetro de un par de kilómetros es un fenómeno poco menos que cotidiano. Sin embargo, tanto en la Tierra como en la Luna no detectamos rastros de colisiones recientes y frecuentes con objetos de características como las reseñadas en último lugar. Los escasos objetos celestes que a modo de población prácticamente estable se mueven en órbitas que pudieran llevarles a chocar con la Luna nos permiten explicar a la perfección, siempre que nos remontemos más allá de la cronología geológica, los cráteres que actualmente observamos en la superficie lunar. La ausencia de un populoso enjambre de pequeños objetos celestes que se muevan cruzando la órbita terrestre es otra objeción fundamental a las tesis centrales de Velikovsky.

## PROBLEMA II

### REITERADAS COLISIONES ENTRE LA TIERRA, VENUS y MARTE

«Nada hay de absurdo en la idea de que un cometa pueda colisionar con nuestro planeta, aunque es algo ciertamente poco probable» (p. 40). Se trata de una afirmación esencialmente correcta. El problema a resolver es el cálculo preciso de la probabilidad de que se produzcan tales choques, extremo que desgraciadamente Velikovsky deja sin resolver.

No obstante, la física que rige tales fenómenos es por fortuna extremadamente simple, de modo que se puede calcular el orden de magnitud del número de choques prescindiendo incluso de toda consideración de carácter gravitatorio. Los objetos celestes que se mueven según órbitas marcadamente excéntricas y se trasladan desde las proximidades de Júpiter a las de la Tierra lo hacen a velocidad tan extraordinariamente alta que la atracción gravitacional mutua que se ejerce entre ellos y los eventuales objetivos de choque desempeña un papel negligente en la determinación de su trayectoria. En el Apéndice 1 se calcula la probabilidad de que se produzcan el tipo de colisiones que nos ocupa, y puede verse que un «cometa» cuyo afelio (punto más alejado del Sol) se halle cerca de la órbita de Júpiter y cuyo perihelio (punto más cercano al Sol) esté situado dentro de la órbita de Venus no tardará menos de 30 millones de años en colisionar con la Tierra. En este mismo apéndice se deduce que si el objeto celeste en cuestión no es un ente aislado sino que forma parte de la familia de cuerpos celestes que, de acuerdo con nuestras observaciones, se mueven a lo largo de las trayectorias indicadas, el tiempo que tardará en llegar hasta nosotros es superior a la edad misma del sistema solar.



Tomemos como referencia la cifra de 30 millones de años para que las hipótesis de Velikovsky tengan el mayor sesgo cuantitativo posible a su favor. La probabilidad de que la Tierra colisione con algún cuerpo celeste dentro de un determinado año es de 1 sobre  $3 \times 10^7$ ; la probabilidad de que lo haga dentro de un milenio concreto, será de 1 sobre 30.000. No obstante, Velikovsky no habla de una, sino de cinco o seis cuasi-colisiones (véase, por ejemplo, p. 388) entre Venus, Marte y la Tierra. Tales colisiones parecen contemplarse como fenómenos estadísticamente independientes, es decir que, de acuerdo con el relato de Velikovsky, no parece existir una serie regular de roces que venga determinada por los períodos orbitales respectivos de los tres planetas. (Si existiese tal intervencionalidad, cabría la posibilidad de interrogarnos acerca de la probabilidad de que se diera tan notable jugada dentro del billar planetario ateniéndonos a las constricciones temporales postuladas por Velikovsky.) Si las probabilidades de choque son independientes entre sí, la probabilidad conjunta de que se produzcan cinco de tales encuentros dentro de un mismo milenio será en el caso más simplificado, de  $(3 \times 10^7 / 10^3)^{-5} = (3 \times 10^4)^{-5} = 4,1 \times 10^{-23}$ , es decir, una probabilidad de 1 sobre alrededor de 100.000 trillones. Para el caso de seis choques dentro de un mismo milenio, la probabilidad será  $(3 \times 10^7 / 10^3)^{-6} = (3 \times 10^4)^{-6} = 7,3 \times 10^{-28}$ , es decir, desciende hasta el orden de 1 sobre 70.000 cuatrillones. Desde luego, se trata de los Límites inferiores de probabilidad, tanto por la razón apuntada líneas más arriba como por el hecho de que, ante un eventual encuentro con Júpiter, lo más probable es que el cuerpo que chocara con él se viera expulsado irremisiblemente del sistema solar, de modo equivalente a cuanto ha sucedido con el ingenio espacial Pioneer 10. Las probabilidades reseñadas constituyen una calibración adecuada de la validez de las hipótesis de Velikovsky, sin contar, claro está, que se presentan bastantes más problemas que los reseñados hasta ahora. Las hipótesis con tan escasísima probabilidad favorable suelen considerarse insostenibles. Al tomar en cuenta los problemas mencionados en el epígrafe precedente y los que se exponen a continuación, la probabilidad de que la tesis sostenida en *Worlds in Collision* sea correcta se torna prácticamente nula.

### PROBLEMA III

#### LA ROTACIÓN DE LA TIERRA

Buena parte de las airadas protestas que levantara *Worlds in Collision* parece tener su origen en la interpretación que ofrece Velikovsky de la historia de Josué y demás leyendas similares, según las cuales en cierta ocasión la Tierra detuvo su finisecular movimiento de rotación. La imagen del fenómeno que parecen estar pensando los más violentos detractores de Velikovsky sería la que puede contemplarse en la versión cinematográfica del relato de H. G. Wells titulado «El hombre que podía hacer milagros»; La Tierra detiene milagrosamente su rotación pero, a causa de un descuido, no se toman precauciones previsoras sobre los objetos no anclados solidariamente a la superficie del planeta, de manera que siguen moviéndose como de costumbre y, en consecuencia, abandonan la Tierra a una velocidad de alrededor de los 1.650 kilómetros por hora. No obstante, es inmediato constatar (Apéndice 2) que una deceleración gradual de un orden aproximado de  $10^{-2}$  g, puede producirse en un período de tiempo muy inferior a las 24 horas, por tanto, no saldría nada volando por los aires y seguirían conservándose a la perfección incluso las estalactitas y otras delicadas formaciones geomorfológicas similares. Asimismo, en el ya citado Apéndice 2 se demuestra que la energía necesaria para detener la rotación terrestre no sería suficiente como para provocar la fusión del planeta, aunque tal aportación energética sí iba a traducirse en un incremento de la temperatura perfectamente apreciable; el agua de los océanos alcanzaría su punto de ebullición, fenómeno que parecen haber pasado por alto todas las antiguas fuentes citadas por Velikovsky.

Con todo, no son éstas las objeciones más serias que cabe plantear a la exégesis que nos ofrece Velikovsky del relato bíblico de Josué. El problema más serio quizá se ubique en el otro extremo del relato. Más exactamente: ¿cómo pudo la Tierra emprender de nuevo su movimiento de rotación a una velocidad de giro aproximadamente idéntica? Desde luego, no pudo hacerlo por sí sola a causa de la ley de conservación del momento angular. Y sin embargo, Velikovsky ni siquiera parece haberse percatado de que ahí había un problema, y no pequeño, a resolver.

No hay la menor alusión a que el «paro» de la Tierra a causa de una colisión planetaria es muchísimo menos probable que cualquier otra modificación en su movimiento de rotación. De hecho, la posibilidad de que la Tierra anulara su movimiento angular de rotación a causa de una cuasi-colisión con un cometa es mínima. Por lo demás, la de que sucesivas colisiones pusieran nuevamente en movimiento el planeta haciéndole completar una revolución cada veinticuatro horas es enormemente menor.

Velikovsky no es nada preciso al hablarnos del supuesto mecanismo que pudo detener la rotación terrestre. Quizá fuera la acción de las mareas generadas por un campo gravitatorio, quizá la de un campo magnético. Tanto uno como otro tipo de campos generan fuerzas que decrecen de forma tremendamente rápida con la distancia. Mientras la gravitación decrece de forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, la acción de las mareas lo hace según el inverso del cubo de la misma, y la combinación de uno y otras lo hace de acuerdo con el inverso de su sexta potencia. El campo creado por un dipolo magnético decrece de forma inversamente proporcional al cubo de la distancia y toda marea generada por un campo magnético disminuye mucho más rápidamente que la que tiene su origen en una acción gravitatoria. Sea como fuere, el efecto responsable del frenado actúa casi exclusivamente mientras la distancia entre los cuerpos cuasi-colisionantes es mínima. El tiempo característico o período en que pervive esta máxima proximidad, y por tanto máxima acción mutua, es obviamente  $2R/v$ , donde  $R$  es el radio de la Tierra y  $v$  la velocidad relativa del cometa con respecto a la Tierra. Suponiendo una  $v$  de 25 km/s, el tiempo característico durante el que actúan las fuerzas de frenado de forma eficaz resulta ser de unos diez minutos a lo sumo. La aceleración correspondiente es inferior a 0,1 g, de modo que los ejércitos aún no pueden ser arrojados al espacio sideral. Pero por otro lado, el tiempo característico para la propagación acústica de un fenómeno sobre la Tierra -el tiempo mínimo para que una determinada influencia externa se haga sentir en todo el planeta- es de unos ochenta y cinco minutos. En consecuencia, ni aunque llegara a producirse un roce efectivo entre el cometa y nuestro planeta sería posible en absoluto que el Sol se detuviera sobre Gibeón por mera influencia del paso del cometa.

Se hace realmente difícil seguir el relato de Velikovsky sobre la historia de la rotación de nuestro planeta. En la página 236 se nos habla del movimiento del Sol en los cielos de un modo que, por casualidad, se ajusta tanto en su salida como en su movimiento aparente a como pueda observarse desde la superficie de Mercurio, no desde la de la Tierra. En la página 385 detectamos algo similar a un intento de retirada en toda la línea por parte de Velikovsky, pues nos sugiere que lo sucedido en realidad no fue una modificación en la velocidad angular de la rotación terrestre, sino más bien que durante unas pocas horas el vector que nos representa el momento angular de la Tierra dejó de mantener una inclinación aproximada de  $90^\circ$  con respecto al plano de la eclíptica, como la que tiene en la actualidad, para apuntar directamente al Sol, como sucede en el caso del planeta Urano. Aparte de los graves problemas físicos que plantea admitir tal sugerencia, se trata de un supuesto que entra en flagrante contradicción con las hipótesis precedentes de Velikovsky, ya que, de acuerdo con las mismas, en páginas precedentes ha dado una enorme relevancia al hecho de que en las culturas euroasiáticas y del próximo Oriente quedase registro de una prolongación del día mientras que las culturas norteamericanas hablaban de un alargamiento de la noche. Desde tal perspectiva, no existiría explicación a las informaciones recogidas en México. Creo pues que en este punto deja de lado o en el olvido sus propios argumentos validadores extraídos de los escritos de la antigüedad. En la página 386 nos enfrentamos con un argumento de orden cualitativo, que no vuelve a aparecer por parte alguna, según el cual la Tierra bien pudo haberse detenido por la acción de un campo magnético de gran intensidad. No se menciona en absoluto la intensidad de dicho campo, pero (véanse los cálculos del Apéndice 4) no cabe otra posibilidad que la de que haya sido enorme. No existe el menor indicio en las rocas terrestres de que jamás se hayan visto sometidas a efectos magnetizadores de tan enorme intensidad y, hecho asimismo de fundamental importancia, tenemos pruebas irrefutables, obtenidas por medio de los ingenios espaciales americanos y soviéticos, de que la intensidad del campo magnético de Venus es prácticamente despreciable -muy inferior a los 0,5 gauss que se detectan en la propia superficie terrestre en razón de su propio campo, por lo demás a todas luces insuficiente para dar sostén a las tesis de Velikovsky.

## PROBLEMA IV

### GEOLOGÍA TERRESTRE Y CRÁTERES LUNARES

De forma perfectamente razonable, Velikovsky sostiene que una cuasi-colisión de la Tierra con otro planeta debe haber tenido consecuencias dramáticas para nosotros, ya sea a causa de la acción de fuerzas gravitatorias, eléctricas o magnéticas; en este aspecto Velikovsky no acaba de definirse con un mínimo de claridad. Velikovsky sostiene (páginas 96 y 97) «que en tiempos del Éxodo, cuando nuestro mundo se vio violentamente sacudido y bombardeado... todos los volcanes empezaron a vomitar lava y todos los continentes se agitaron por acción de los terremotos». (El subrayado es mío.)

Pocas dudas hay de que las cuasi-colisiones postuladas por Velikovsky debieron ir acompañadas de fuertes fenómenos sísmicos. Los sismómetros lunares del Apolo han detectado que, en nuestro satélite, los movimientos sísmicos son más abundantes durante el perigeo lunar, cuando la Tierra y la Luna están más próximos entre sí, y que parecen detectarse indicios de que en tal fase también se producen temblores geológicos sobre nuestro propio planeta. No obstante, la suposición de que en alguna época pretérita «todos los volcanes» terrestres entraran en actividad y se generaran amplias y generalizadas corrientes de lava ya es harina de otro costal. No hay dificultad alguna en establecer una cronología de las lavas volcánicas, y lo que debiera ofrecernos Velikovsky es un histograma del número de corrientes de lava emergidas sobre nuestro planeta en función del tiempo. Creo que dicho histograma pondría de manifiesto que no todos los volcanes terrestres se mantuvieron en actividad entre el 1500 y el 600 antes de nuestra era. Es más, durante dicho período nada hay de especialmente reseñable acerca del vulcanismo terrestre.

Velikovsky cree (página 115) que la aproximación de cometas a nosotros genera una inversión del campo geomagnético. Sin embargo, los datos recogidos en rocas magnetizadas son concluyentes al respecto; las inversiones del campo geomagnético se producen en intervalos de millones de años, no en los últimos milenios, y se presentan con una regularidad que casi cabría calificar de cronométrica. ¿Acaso existe en Júpiter un reloj que proyecta cometas hacia la Tierra cada tantos millones de años? El punto de vista convencional sobre este tema es que la Tierra experimenta una inversión de polaridad de la dinamo que genera el campo magnético terrestre, en cuya génesis no interviene ningún elemento exterior a nuestro planeta. No cabe duda de que se trata de una explicación bastante más verosímil.

La afirmación de Velikovsky de que la génesis de las montañas terrestres se produjo hace tan sólo unos pocos milenios se ve desmentida por todas las pruebas geológicas a nuestra disposición, de acuerdo con las cuales los orígenes de las elevaciones de nuestro planeta se sitúan decenas de millones de años atrás. La idea de que los mamuts quedaran sometidos a una profunda congelación a causa de un rápido movimiento del polo geográfico terrestre acaecido hace unos pocos milenios de años necesita ser verificada (por ejemplo recurriendo al carbono-14 o a la datación de aminoácidos por racemización), y ciertamente me llevaría una gran sorpresa si de tales verificaciones se desprendiera que tuvo lugar en época muy reciente.

Velikovsky cree que la Luna se vio influenciada por las catástrofes que sobrevinieron en nuestro planeta y que unos pocos milenios atrás sufrió eventos tectónicos similares en su superficie responsables de la génesis de buena parte de los cráteres que hoy presenta (véase Parte II, capítulo 9). Esta suposición también presenta algunos problemas en su contra. Las muestras de la superficie lunar recogidas en las distintas misiones Apollo no contenían rocas de fusión formadas en épocas tan recientes, remontándose su antigüedad a unos pocos cientos de millones de años atrás.

Por otro lado, si hace unos 2.700 a 3.500 años se formaron abundantes cráteres en la Luna debió existir una producción similar de tales cráteres en nuestro planeta en este mismo período con un diámetro no inferior al kilómetro. La erosión existente en la superficie terrestre no explica la desaparición de todo cráter de este tipo en un lapso de veintisiete

siglos. Pues bien, no existe un gran número de cráteres terrestres de tales características y edad; para ser más exactos, no existe ni uno solo. Sobre estos puntos Velikovsky parece haber ignorado toda prueba crítica, pues al examinar los datos fehacientes a nuestra disposición sus hipótesis quedan clara y rotundamente invalidadas.

Velikovsky cree que al pasar Venus o Marte muy cerca de la Tierra deben haberse producido olas de varios kilómetros de altura (páginas 70 y 71). De hecho, si jamás, como parece pensar Velikovsky, tales planetas pasaron a unas decenas de miles de kilómetros del nuestro las mareas producidas sobre la Tierra tanto de agua como de material sólido, tuvieron que alcanzar una altura de cientos de kilómetros. Se trata de un dato fácilmente calculable a partir de la elevación que alcanzan las mareas lunares en la actualidad, proporcional a la masa del cuerpo generador de las mismas e inversamente proporcional al cubo de la distancia. Por cuanto me es dado conocer, no existe la menor evidencia geológica de una inundación global de nuestro planeta en ningún momento situada entre quince y seis siglos antes de nuestra era. Si se hubiera producido tan gigantesca inundación, aunque hubiese sido de breve duración, quedaría algún claro registro geológico del singular fenómeno. ¿Qué decir de los restos arqueológicos y paleontológicos? ¿Dónde están las pruebas de una extinción generalizada de la fauna en tal época como resultado de la gigantesca inundación? ¿Dónde las pruebas de fenómenos de fusión en las proximidades de los puntos que sufrieron con mayor intensidad los efectos de las espeluznantes mareas?

## PROBLEMA V

### QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE LOS PLANETAS TERRESTRES

Las tesis de Velikovsky tienen algunas consecuencias peculiares de orden químico y biológico, producto de algunas confusiones de bulto en asuntos bastante simples. Por ejemplo, parece ignorar (página 16) que el oxígeno se produce en nuestro planeta como resultado del proceso de fotosíntesis de las plantas verdes. Tampoco se percata de que Júpiter está básicamente compuesto por hidrógeno y helio, mientras que la atmósfera de Venus, que según él no es más que una masa desgajada de Júpiter, está formada en su práctica totalidad por dióxido de carbono. Se trata de puntos básicos para su argumentación, que en consecuencia queda claramente entredicho. Velikovsky sostiene que el maná caído desde los cielos sobre la península del Sinaí tenía origen cometario, lo que equivale a afirmar que tanto en Júpiter como en Venus existe gran abundancia de hidratos de carbono. Por otro lado, cita numerosas fuentes según las cuales debió caer de los cielos en épocas pretéritas una verdadera lluvia de fuego y nafta, que se interpreta como una suerte de petróleo celestial en ignición desde el momento mismo en que entró en contacto con la oxidante atmósfera terrestre (páginas 53 a 58). Velikovsky cree en la realidad e identidad de ambos grupos de fenómenos, de ahí que en su texto se despliegue y mantenga una extraña confusión entre hidratos de carbono e hidrocarburos. En algunos pasajes de su libro parece lanzar la hipótesis de que durante su errabunda travesía del desierto a lo largo de cuarenta años más que de alimento divino los israelitas se sustentaron con aceite lubricante para motores.

La lectura del texto se complica todavía más cuando parece establecer la conclusión (página 366) de que los casquetes polares de Marte estaban compuestos por maná, ya que de un modo en extremo ambiguo se les describe como «de naturaleza probablemente similar a la del carbono». Los hidratos de carbono presentan una absorción en la banda de los infrarrojos de 3,5 micras muy característica, que tiene como causa la enérgica vibración existente entre los enlaces carbono-hidrógeno. No obstante, en los espectros infrarrojos de los casquetes polares marcianos obtenidos por los ingenios espaciales Mariner 6 y 7 en 1969 no se detecta la menor traza de la reseñada característica. Por otro lado, los ingenios Mariner 6, 7 y 9 y los Viking 1 y 2 han aportado abundantes y concluyentes pruebas sobre la auténtica naturaleza de los casquetes polares marcianos: agua y dióxido de carbono congelados.

Se hace difícil comprender la insistencia de Velikovsky en el origen celestial del petróleo. Algunas de sus fuentes, por ejemplo Herodoto, proporcionan descripciones perfectamente

naturales de la combustión de petróleo aflorado hasta la superficie terrestre en zonas de Mesopotamia e Irán. Como señala el propio Velikovsky (páginas 55 y 56), las leyendas sobre lluvias de fuego y nafta tienen como origen aquellas regiones de nuestro planeta en las que existen depósitos naturales de petróleo. Por tanto hay una explicación franca y lisamente terrestre para tal tipo de relatos. La cantidad de petróleo filtrado hacia las entrañas de la Tierra en 2700 años no puede haber sido demasiado grande. Las dificultades que existen hoy en día para extraer petróleo, causa de algunos importantes problemas prácticos de nuestra época, se verían ciertamente paliadas de ser cierta la hipótesis de Velikovsky. Asimismo, partiendo de tales hipótesis es difícilmente explicable que, bajado de los cielos hace unos 3.500 años escasos, el petróleo se encuentre en depósitos íntimamente mezclado con fósiles químicos y biológicos cuya existencia se remonta a miles de millones de años atrás. No obstante, este último punto queda fácilmente explicado si, como han concluido la mayoría de geólogos, se postula como origen del petróleo la descomposición de la vegetación del carbonífero y otras eras geológicas anteriores, y no los cometas.

Más extraños aún son los puntos de vista de Velikovsky sobre la vida extraterrestre. Velikovsky cree que buena parte de los «malos bichos» que pueblan nuestro planeta, y en particular las moscas de las que se habla en el Éxodo, cayeron de su cometa. Aunque no se compromete explícitamente a favor de un origen extraterrestre de las ranas, lo hace de modo implícito al citar un texto persa, los Bundahis (página 183), donde parece admitirse una lluvia de ranas cósmicas. Pero limitémonos a considerar la cuestión de las moscas. ¿Debemos esperar en próximas exploraciones de las nubes de Venus y Júpiter el hallazgo de moscas domésticas o de ejemplares de la *Drosophila melanogaster*? Al respecto Velikovsky es totalmente explícito: «Venus -y probablemente también Júpiter- está poblado de bichos» (página 369). ¿Se derrumbarían las hipótesis de Velikovsky si no encontramos ni una mosca?

La idea de que de entre todos los organismos de nuestro planeta el único que posee un origen extraterrestre es la mosca constituye una curiosa reminiscencia de la encolerizada conclusión de Martín Lutero, para quien, mientras todos los demás seres vivos fueron creados por Dios, las moscas salieron de manos del Diablo ya que no son de la menor utilidad. No obstante, las moscas son insectos tan respetables como cualquier otro, con una anatomía, una fisiología y una bioquímica estrechamente vinculadas a las de todos sus demás congéneres. La posibilidad de que 4.600 millones de años de evolución independiente sobre Júpiter -aun cuando se tratara de un planeta de constitución idéntica al nuestro- haya llegado a producir una criatura indiscernible de otros organismos terrestres equivale a interpretar de forma harto errónea el proceso evolutivo. Las moscas poseen los mismos enzimas, los mismos ácidos nucleicos e incluso el mismo código genético (encargado de convertir la información almacenada en los ácidos nucleicos en información proteínica) que todos los demás organismos terrestres. Existen demasiadas vinculaciones e identidades entre las moscas y otros organismos terrestres como para que puedan tener orígenes inconexos, y ello nos lo pone de manifiesto todo análisis mínimamente serio del asunto.

En el capítulo noveno del Éxodo se nos dice que pereció todo el ganado de Egipto mientras que no hubo ni una sola baja entre el de los Hijos de Israel. En este mismo capítulo se nos habla de una plaga que afectó al heno y la cebada, si bien se mantuvieron sanos y salvos trigo y centeno. Esta especificidad y finura selectiva entre las huestes parasitarias es realmente extraña para alimañas cometarias sin ningún contacto biológico previo con la Tierra, mientras que resulta fácilmente explicable en términos de bichos domésticos terrestres.

Una curiosa particularidad de las moscas es su capacidad para metabolizar oxígeno molecular. En Júpiter no hay oxígeno molecular, ni puede haberlo, pues el oxígeno es termodinámicamente inestable en una atmósfera que contenga grandes cantidades de hidrógeno. ¿Acaso hemos de suponer que todo el mecanismo de transferencia de electrones terminales que precisan los seres vivos para asimilar el oxígeno molecular fue desarrollado accidentalmente por los organismos de Júpiter a la espera de que con el tiempo fuesen trasladados hasta la Tierra? Realmente se trataría de un milagro aún mayor que el que

presupone el puntual cumplimiento de las tesis fundamentales de Velikovsky acerca de las colisiones entre cuerpos celestes. Velikovsky nos habla de forma colateral y defectuosa (página 187) sobre la «habilidad de muchos pequeños insectos... para vivir en una atmósfera desprovista de oxígeno», lo que nos demuestra que no acaba de comprender con exactitud cuál es el verdadero problema. El interrogante a resolver es cómo un organismo evolucionado en Júpiter puede vivir y desarrollar su metabolismo en una atmósfera rica en oxígeno.

Otro de los problemas que se plantea de forma inmediata es el de la supervivencia de las moscas extraterrestres al incorporarse a nuestro planeta. Las moscas tienen un tamaño y dimensiones muy similares a los pequeños meteoritos. Estos últimos, al penetrar en la atmósfera terrestre siguiendo las trayectorias de los cometas, arden total e irremisiblemente. Lógicamente, al entrar en el seno de la atmósfera de nuestro planeta las alimañas de origen extraterrestre arderán asimismo por entero, y no sólo eso, sino que al igual que sucede actualmente con los meteoritos generados por los cometas, todo bicho exterior se vaporizará de inmediato en átomos. De ahí la imposibilidad práctica de que en tiempos pretéritos Egipto pudiera verse asolado por «enjambres» de alimañas para consternación de su faraón. Por lo demás, las temperaturas desarrolladas en el proceso de eyección por parte de Júpiter de una gran masa cometaria a las que nos hemos referido anteriormente tuvieron forzosamente que achicharrar las moscas de Velikovsky. En consecuencia, las hipotéticas moscas de origen cometario, abrasadas al tiempo que atomizadas, no tuvieron la menor posibilidad de incorporarse a nuestro mundo terrestre.

Por último, el texto de Velikovsky encierra una curiosa referencia a la vida extra terrestre dotada de inteligencia. En la página 364 sostiene que las cuasi-colisiones de Marte con la Tierra y Venus «hicieron altamente improbable la supervivencia de toda forma de vida en una avanzada fase de desarrollo sobre Marte, en el supuesto de que existiera allí algo de tal tipo». Sin embargo, cuando examinamos Marte con cierto detalle, tal como han tenido oportunidad de hacerlo los ingenios espaciales Mariner 9 y los Viking 1 y 2, se observa que aproximadamente una tercera parte del planeta tiene una superficie punteada por cráteres bastante similar a la de la Luna y no presenta otro signo de catástrofes espectaculares que los antiguos impactos que crearon sus cráteres. La mitad de las dos terceras partes restantes del planeta casi no muestra rastro alguno de tal tipo de impactos, aunque sí nos indica que unos mil millones de años atrás debió verse sometida a una tremenda actividad tectónica con abundantes corrientes de lava y fenómenos de vulcanismo. Los pocos pero innegables impactos creadores de cráteres en esta última zona nos muestran fuera de toda duda que se produjeron en época enormemente anterior a unos pocos siglos atrás. No hay forma alguna de reconciliar esta descripción con la idea de un planeta sometido en épocas recientes a catástrofes de tal alcance que eliminaran de su superficie todo vestigio de vida inteligente. Por lo demás, se hace prácticamente imposible encontrar razones que justifiquen una desaparición tan radical de toda brizna de vida en Marte mientras ésta seguía perdurando sobre la Tierra.

## PROBLEMA VI

### EL MANÁ

Maná, de acuerdo con la etimología que nos ofrece el propio Éxodo, deriva de las palabras hebreas man-hu, expresión que significa: «¿Qué es eso?» ¡He aquí una buena pregunta! La idea de una lluvia de alimentos caída desde cometas no está demasiado bien planteada. La espectroscopia óptica de las colas de los cometas, aun antes de que se publicase *Worlds in Collision* (1950), puso de manifiesto la presencia en las mismas de hidrocarburos, pero no la de aldehídos, los sillares elementales que conforman los hidratos de carbono. Nada impide, sin embargo, que tales compuestos estuvieran presentes en los cometas. Con todo, el paso del cometa Kohoutek por las proximidades de la Tierra permitió descubrir que los cometas albergan grandes cantidades de nitrilos simples, en particular cianuro de hidrógeno y metilcianuro. Se trata de compuestos venenosos, lo que nos lleva a albergar serias dudas acerca de la comestibilidad de los cometas.

Pero dejemos de lado esta objeción, demos beligerancia a la hipótesis de Velikovsky y calculemos sus consecuencias. ¿Cuánto maná fue necesario para alimentar a los cientos de miles de Hijos de Israel durante cuarenta años? (véase Éxodo, capítulo 16, versículo 35).

En el vigésimo versículo del capítulo 16 del Éxodo leemos que el maná caído durante la noche quedaba completamente infestado de gusanos a la mañana siguiente, suceso perfectamente posible con los hidratos de carbono pero extremadamente improbable en el caso de los hidrocarburos. Siempre cabe la posibilidad de que Moisés fuera mejor químico que Velikovsky. Las anteriores indicaciones ponen de manifiesto la imposibilidad de almacenar el maná, y por tanto debió caer diariamente desde los cielos durante cuarenta años según indica el relato bíblico. Podemos, pues, admitir que la cantidad de alimento caído cada día era la justa para paliar las necesidades de los hebreos errantes, aunque en la página 138 Velikovsky nos asegura que según fuentes midrásicas la cantidad de maná caída desde lo alto hubiera bastado para alimentarlos, no cuarenta, sino dos mil años. Supongamos que cada israelita ingería aproximadamente un tercio de kilogramo de maná diario, cantidad ligeramente inferior a la dieta de estricta subsistencia. En tal caso, cada individuo necesitó 100 kilogramos anuales, es decir unos 4.000 a lo largo de los cuarenta años que perduró el éxodo bíblico. Si nos atenemos a la cifra señalada explícitamente en el Éxodo de cientos de miles de israelitas, para culminar su travesía del desierto debieron consumir globalmente alrededor del millón de kilos de maná durante los cuarenta años. Es de todo punto inverosímil que cada día cayeran sobre nuestro planeta desechos de la cola de un determinado cometa (\*), y más si se considera que el fenómeno debía producirse preferentemente sobre aquella zona del desierto del pecado por la que erraban en ese justo momento los israelitas. Se trataría de una situación tan milagrosa o más que la literalmente recogida en el relato bíblico. El área ocupada por unos pocos cientos de miles de individuos errantes bajo un único y común liderazgo es, en términos aproximados, unas pocas diezmillonésimas de la superficie total del planeta. Por consiguiente, durante los cuarenta años de peregrinación deben haberse acumulado sobre la Tierra varios miles de billones de kilogramos de maná, cantidad más que suficiente para cubrir por completo el planeta con una capa de maná de un espesor aproximado de 3 centímetros. De haber sucedido, nos encontramos ante un fenómeno indudablemente asombroso, un fenómeno con el que explicar incluso la existencia de la casa de chocolate de Hansel y Gretel.

--

(\*)

Lo que dice el Éxodo es que el maná caía cada día excepto el sábado, y por ello el viernes caía una doble ración (no infestada de gusanos). Pero esto choca con la hipótesis de Velikovsky, porque, ¿cómo podía saberlo el cometa? En realidad, esto nos lleva a un problema más general relativo al método histórico de este autor. Algunas citas de sus fuentes histórico-religiosas deben tomarse literalmente, pero otras tienen que desecharse forzosamente. Entonces, ¿en base a qué criterio tomamos esta decisión? Lo que está claro es que dicho criterio debe estar al margen de nuestra actitud y nuestra predisposición respecto a las tesis de Velikovsky.

--

Por otro lado, no hay razón alguna que nos impulse a suponer que el maná se limitó a caer sobre la Tierra. Sin salir del marco fijado por el sistema solar interior, la cola del cometa debió recorrer en estos cuarenta años no menos de  $10^{10}$  kilómetros. Aun estableciendo una estimación modesta acerca de la razón existente entre el volumen de la Tierra y el de la cola del cometa, fácil es deducir que la masa de maná distribuida a lo largo y ancho del sistema solar interior a causa del fenómeno que nos ocupa no estaría por debajo de los  $10^{28}$  gramos. Se trata de una masa superior en varios órdenes de magnitud al mayor de los cometas conocidos; más aún, se trata de una masa superior a la del mismo planeta Venus. Sin embargo, los cometas no pueden estar exclusivamente compuestos por maná. Es más, por cuanto sabemos hasta el momento, jamás ha sido detectado maná en ningún cometa. Sabemos con certeza que los cometas están básicamente compuestos de hielo, y una

estimación sin duda prudente de la razón entre la masa total del cometa y la masa de maná es bastante superior a  $10^3$ . Así pues, la masa del cometa encargado de alimentar a los israelitas debió ser con mucho superior a  $10^{31}$  gramos. Ésta es la masa de Júpiter. Si aceptáramos la fuente midrásica citada por Velikovsky a que hemos hecho referencia en líneas precedentes, llegaríamos a la conclusión de que el cometa tuvo una masa comparable a la del Sol. De ser así, hoy en día el espacio interestelar perteneciente al sistema solar interior aún estaría lleno de maná. Dejo al arbitrio del lector la extracción de consecuencias acerca de la validez de las hipótesis de Velikovsky a la luz de los cálculos expuestos.

## PROBLEMA VII

### LAS NUBES DE VENUS

El pronóstico de Velikovsky acerca de la constitución de las nubes de Venus, según el cual estarían formadas por hidrocarburos o hidratos de carbono, ha sido pregonado no pocas veces como un excelente ejemplo de predicción científica acertada. Partiendo de las tesis generales de Velikovsky y de los cálculos que acabamos de establecer, es innegable que Venus debió estar saturado de maná, un determinado hidrato de carbono. Velikovsky afirma (página x) que «la presencia de gases y polvo de hidrocarburos en las nubes que envuelven Venus constituirán un banco de pruebas crucial» para sus tesis. En citas sucesivas no queda demasiado claro si al hablar de «polvo» se refiere a hidratos de carbono o a simples silicatos. En esta misma página Velikovsky se cita a sí mismo afirmando que «en base a tales investigaciones, postula que Venus debe ser un planeta rico en gases de petróleo», palabras que cabe considerar como una referencia muy concreta a los diversos componentes del gas natural, entre ellos metano, etano, etileno y acetileno.

En este punto creo interesante entreverar nuestro relato con una breve historia. En la década de los 30 del presente siglo y a comienzos de los 40 el único astrónomo del mundo que se ocupaba de investigar la química de los planetas era el difunto Rupert Wildt, profesor en Gottingen y posteriormente en Yale. Wildt fue el primer investigador en detectar e identificar metano en las atmósferas de Júpiter y Saturno, y asimismo también fue el primero en postular la presencia de gases de hidrocarburos más complejos en dichas atmósferas. Por tanto, la idea de que puedan existir «gases de petróleo» en Júpiter no es original de Velikovsky. De modo similar, fue también Wildt quien lanzó la hipótesis de que uno de los elementos integrantes de la atmósfera venusiana podía ser el formaldehído, indicando asimismo que las nubes que rodean Venus quizás estuviesen compuestas por un hidrato de carbono creado por polimerización del ya citado formaldehído. Por tanto, tampoco corresponde a Velikovsky la primacía en la hipótesis de que pueden hallarse hidratos de carbono en las nubes que envuelven Venus, y se hace difícil creer que alguien que se ocupó tan a conciencia de la literatura astronómica de las décadas señaladas como Velikovsky desconociera estos trabajos de Wildt, mucho más teniendo en cuenta que los temas abordados desempeñaban un papel tan central en su obra. No obstante, no existe la menor mención al trabajo de Wildt sobre Júpiter y sólo encontramos una simple nota a pie de página sobre el tema del formaldehído (página 368), sin la menor referencia y sin indicar en ningún momento que Wildt había postulado la existencia de hidratos de carbono en Venus. Wildt, a diferencia de Velikovsky, comprendía a la perfección la diferencia entre hidrocarburos e hidratos de carbono. Tras no obtener resultados positivos de una serie de investigaciones espectroscópicas en las proximidades de la banda de radiaciones ultravioleta con objeto de detectar el formaldehído, en el año 1942 decidió abandonar su hipótesis. Por su parte, Velikovsky siguió defendiéndola.

Como señalé hace ya unos años (Sagan, 1961), la presión de vapor de los hidrocarburos simples ubicados en las proximidades de las nubes venusianas debería hacerlos detectables en las nubes mismas. Por entonces no hubo forma de detectarlos, y en los años siguientes, a pesar de la amplísima gama de técnicas analíticas utilizadas, no se consiguió detectar en la envoltura gaseosa de Venus ni hidrocarburos ni hidratos de carbono. Se buscó el tipo de compuestos señalado mediante técnicas de espectroscopia óptica de alta resolución con el instrumental situado en laboratorios terrestres, incluso con ayuda de la técnica matemática



conocida como transformadas de Fourier; también se utilizó en tales investigaciones la espectroscopia ultravioleta con el utillaje al efecto instalado en el observatorio astronómico orbital OAO-2; otros medios utilizados fueron las radiaciones infrarrojas emitidas desde la Tierra y sondas soviéticas y norteamericanas enviadas a la propia atmósfera venusiana. Pues bien, con ninguno de tales medios se logró detectar huellas de los compuestos químicos apuntados. Los límites superiores de abundancia de los hidrocarburos más sencillos y de los aldehídos, piezas fundamentales en la composición de los hidratos de carbono, es de unas pocas millonésimas (Connes, et al., 1967; Owen y Sagan, 1972). [Los límites superiores de presencia de los compuestos que nos ocupan para el caso de Marte son, asimismo, de unas pocas millonésimas (Owen y Sagan, 1972)]. Todas las observaciones efectuadas hasta el momento presente coinciden en demostrar que el grueso de la atmósfera de Venus está compuesto por dióxido de carbono. Dado que el carbono se encuentra presente bajo una forma oxidada, en el mejor de los casos puede esperarse la presencia de simples vestigios de carbono en forma reducida, como la de los hidrocarburos. Las observaciones efectuadas en las fronteras de la región crítica del espectro representada por la longitud de onda de 3,5 micras no muestran la menor traza de enlaces carbono-hidrógeno, comunes a hidrocarburos e hidratos de carbono (Pollack, et al., 1974). Hoy en día conocemos a la perfección todas las bandas de absorción del espectro de Venus, desde las ultravioletas a las infrarrojas, y decididamente no hay ninguna que indique presencia de hidrocarburos o hidratos de carbono. Hasta el momento no conocemos ninguna molécula orgánica específica que pueda explicar de forma satisfactoria el espectro infrarrojo de Venus que conocemos.

El problema de la auténtica composición de las nubes de Venus, uno de los más inquietantes enigmas científicos durante siglos, fue resuelto no hace mucho (Young & Young, 1973; Sill, 1972; Young, 1973; Pollack, et al., 1974). Las nubes de Venus están compuestas por una solución, aproximadamente al 75 %, de ácido sulfúrico. Esta identificación concuerda razonablemente con la composición química conocida de la atmósfera de Venus, en la que se han detectado los ácidos fluorhídrico y clorhídrico, con la parte real de los índices de refracción deducida a través de la polarimetría, con las características bandas de absorción de las 3 y 11,2 micras (y actualmente las situadas más allá de la banda del infrarrojo), y con la discontinuidad que representa la presencia de vapor de agua por encima y por debajo de las nubes venusianas.

Si tan plenamente desacreditada se halla la tesis de que los constituyentes básicos de las nubes de Venus son de carácter orgánico, ¿por qué suele afirmarse que la investigación basada en el instrumental incorporado a los ingenios espaciales ha corroborado las tesis de Velikovsky? Para explicar este extremo debo recurrir también a un breve relato. El 14 de diciembre de 1962 el primer ingenio espacial interplanetario lanzado con éxito por los Estados Unidos, el Mariner 2, iniciaba su viaje hacia Venus. Construido por el Jet Propulsion Laboratory, llevaba consigo, entre otro instrumental de mucho mayor interés, un radiómetro de infrarrojos cuyo funcionamiento y resultados estaban a cargo de un equipo formado por cuatro experimentadores, yo entre ellos. Por entonces aún no se había efectuado el primer vuelo espacial con éxito por parte de un ingenio lunar de la serie Ranger, y la NASA carecía de la necesaria experiencia que iba a darle el paso de los años en cuanto a la presentación de sus hallazgos científicos. Se convocó en Washington una conferencia de prensa para dar a conocer los resultados del experimento, y el Dr. L. D. Kaplan, uno de los miembros de nuestro equipo, se encargó de exponer ante la prensa los resultados obtenidos. Llegado el momento, Kaplan describió los resultados aproximadamente en los siguientes términos (no se trata de sus palabras exactas); «nuestro instrumental de experimentación era un radiómetro de infrarrojos de dos canales, uno centrado en la banda de 10,4 micras, correspondiente al CO<sub>2</sub>, el otro, una ventana de 8,4 micras, correspondiente a la fase gaseosa de la atmósfera de Venus. Su objetivo era la medición del brillo en términos absolutos, las temperaturas y la transmisión diferencial entre ambos canales. Descubrimos una ley de oscurecimiento del limbo según la cual la intensidad normalizada variaba como  $\mu$  elevado a  $\alpha$ , donde  $\mu$  es el arco seno del ángulo determinado por la normal local al planeta y la línea del horizonte y...».

Cuando su informe llegó a este punto, u otro de similares características, se vio interrumpido por unos periodistas impacientes, no habituados a los intrincados vericuetos de la ciencia, que le espetaron sin la menor contemplación: «|No nos hable de temas tan obtusos, por favor, denos resultados más asequibles al hombre de la calle! ¿Qué espesor tienen las nubes de Venus, a qué altura se encuentran situadas, de qué están compuestas?» Kaplan replicó, muy acertadamente, que el radiómetro de infrarrojos no estaba en modo alguno diseñado para responder a tales cuestiones, y que por tanto no había datos al respecto. Pero acto seguido añadió algo parecido a esto: «Les diré lo que yo pienso». Y empezó entonces a exponer que, desde su personal punto de vista, el efecto invernadero, según el cual una determinada atmósfera se muestra transparente ante la luz solar pero opaca a las radiaciones infrarrojas emitidas desde la superficie del planeta, imprescindible para que la superficie de Venus se mantuviera a temperatura elevada, no podía manifestarse en Venus porque los elementos integrantes de su atmósfera parecían mostrarse transparentes a longitudes de onda próximas a las 3,5 micras. Si en la atmósfera de Venus existiese algún elemento absorbente de radiación lumínica en las proximidades de la longitud de onda indicada se lograría una actuación positiva del efecto invernadero y quedaría explicada la elevada temperatura que se registra en la superficie venusiana. A modo de corolario, Kaplan indicaba que los hidrocarburos podían constituir un espléndido medio para garantizar el efecto invernadero.

Las reservas de Kaplan no fueron captadas ni recogidas por la prensa, de modo que al día siguiente diversos periódicos exhibían sus titulares con los siguientes términos: «El Mariner 2 detecta en las nubes de Venus la presencia de hidrocarburos». En el ínterin, y trasladándonos al Jet Propulsion Laboratory, una serie de miembros del laboratorio estaban elaborando un informe de divulgación sobre los resultados de la misión que llevaría por título «Mariner: Misión Venus». Uno les imagina en medio de su tarea hojeando los periódicos de la mañana y diciendo: «¡Pues qué bien! No tenía la menor noticia de que hubiésemos encontrado hidrocarburos en las nubes que rodean Venus». De hecho, esta publicación recogía la presencia de hidrocarburos en las nubes venusianas como uno de los principales descubrimientos del Mariner 2: «La parte inferior de las nubes está alrededor de los 200° F de temperatura y probablemente están compuestas de hidrocarburos condensados en suspensión oleaginosas». (El informe también toma partido a favor del calentamiento de la superficie de Venus gracias al efecto invernadero, aunque Velikovsky escogió creer tan sólo una parte de lo publicado.)

No es difícil imaginar al director general de la NASA transmitiendo al Presidente la buena nueva en el informe anual elaborado por la administración del programa espacial, al Presidente de la nación trasladándola a su vez a los miembros del Congreso en su informe anual y a los redactores de textos de astronomía elemental, siempre ansiosos por incluir en sus obras los últimos resultados en su campo, registrando tales «descubrimientos» en sus más recientes trabajos. Con informes tan aparentemente fidedignos, autorizados y coherentes sobre el hallazgo de hidrocarburos en las nubes de Venus por parte del Mariner 2, no es de extrañar que Velikovsky y no pocos científicos nada sospechosos de parcialidad, pero sin la menor experiencia sobre los intrincados y misteriosos caminos de la NASA, llegaran a la conclusión de que estaban ante un innegable y clásico test de validación de una determinada teoría científica. Se partía de una predicción extravagante en apariencia efectuada antes de disponer de datos observacionales, y se acababa con una inesperada verificación experimental de la atrevida hipótesis.

Pero, como hemos tenido oportunidad de ver, la situación real era muy otra. Ni el Mariner 2 ni ninguna otra investigación ulterior sobre la atmósfera de Venus han conseguido pruebas concluyentes sobre la existencia en ella de hidrocarburos o hidratos de carbono en forma sólida, líquida o gaseosa. Nuestros conocimientos actuales sobre el tema (Pollack, 1969) nos indican que el dióxido de carbono y el vapor de agua pueden explicar la absorción en la banda de las 3,5 micras. La misión Pioneer a Venus de finales de 1978 permitió determinar la cantidad de vapor de agua precisa para que, junto a la proporción de dióxido de carbono ya determinada desde tiempo atrás, pueda darse una explicación satisfactoria de la elevada temperatura que existe en la superficie de Venus gracias a la intervención del efecto invernadero. Resulta irónico que el «argumento» en favor de la existencia de hidrocarburos

en las nubes de Venus a través de los datos del Mariner 2 derive de hecho del esfuerzo para encontrar una explicación de la elevada temperatura de la superficie venusiana a través del efecto invernadero, puesto que se trata de un punto no postulado ni defendido por Velikovsky. Es asimismo irónico que posteriormente el doctor Kaplan fuese coautor de un artículo en el que se señalaba la existencia de pequeñas cantidades de metano, «gas de petróleo», tras un examen espectroscópico de la atmósfera de Venus (Connes, et al., 1967).

Para resumirlo en pocas palabras, la idea de Velikovsky de que las nubes de Venus están compuestas por hidratos de carbono no es ni original ni correcta. Fracasó el experimentum crucis.

## PROBLEMA VIII

### LA TEMPERATURA DE VENUS

Existe otra curiosa circunstancia en torno a la temperatura superficial del planeta Venus. Mientras suele citarse la elevada temperatura registrada en la superficie de Venus como una predicción acertada y sustentadora de las hipótesis de Velikovsky, lo cierto es que el razonamiento que se esconde implícito tras tal conclusión y las consecuencias que se derivan de sus argumentos no parecen ser amplia y precisamente conocidos y discutidos.

Empezaremos por tomar en consideración los puntos de vista de Velikovsky sobre la temperatura de Marte (páginas 367-368). Velikovsky cree que Marte, por ser un planeta relativamente pequeño, se vio más seriamente afectado que sus oponentes, la Tierra y Venus, en las pretéritas cuasi-colisiones entre los tres cuerpos celestes, y que por tanto debe tener una temperatura bastante elevada. Como mecanismo responsable propone «una conversión de movimiento en calor», supuesto algo vago ya que el calor no es más que movimiento de moléculas, o, y es todavía más fantástico, un conjunto de «descargas eléctricas interplanetarias» capaces de «desencadenar tensiones atómicas que garantizaran radioactividad y emisión de calor».

En el mismo epígrafe afirma erróneamente que «Marte emite más calor que el que recibe del Sol», para conseguir una coherencia aparente con sus hipótesis sobre las colisiones. No obstante, se trata de una afirmación totalmente gratuita. La temperatura de Marte la han medido en repetidas ocasiones ingenios espaciales soviéticos y norteamericanos y observadores situados en nuestro planeta, y las temperaturas en cualquier punto de Marte son justamente las que cabría esperar calculándolas a partir de la luz solar absorbida por su superficie. Más aún, se trata de un punto perfectamente establecido y conocido desde la década de los 40, mucho antes de que se publicase el libro de Velikovsky. Por lo demás, a pesar de que menciona a cuatro prominentes científicos que con anterioridad a 1950 habían trabajado en la medición de la temperatura de Marte, no hace la menor referencia a sus trabajos, sino que explícita y erróneamente sostiene que tales investigadores habían llegado a la conclusión de que Marte desprendía más radiación que la recibida desde el Sol.

Se hace difícil comprender este conjunto de errores, y la hipótesis más generosa que puedo aventurar al respecto es que Velikovsky confundiera la parte visible del espectro electromagnético, la responsable del calentamiento de Marte por parte del Sol, con la zona del espectro correspondiente a las radiaciones infrarrojas, aquella en la que Marte emite básicamente su calor radiante. No obstante, la conclusión es clara. Para ajustarse a los argumentos de Velikovsky, Marte debe ser un «planeta caliente», incluso más de cuanto lo sea Venus. Si hubiésemos descubierto que Marte era un planeta más caliente de lo esperado, quizás hubiéramos oído afirmar que nos hallábamos ante una nueva confirmación positiva de los puntos de vista de Velikovsky. No obstante, cuando se ha demostrado que Marte tenía precisamente la temperatura que podía esperarse que tuviera, no hemos oído a nadie que dijese que se trataba de una refutación de las tesis de Velikovsky. Parece, pues, que hay un doble rasero para medir las informaciones sobre planetas.

Cuando pasamos al caso de Venus encontramos en juego una serie de argumentaciones bastante similares. Considere realmente singular que Velikovsky no atribuya la temperatura de Venus a su eyección desde Júpiter (véase Problema I). Hemos señalado que Venus debe haber recibido calor en sus cuasi-colisiones con la Tierra y Marte, pero también (página 77) que «la cabeza del cometa... ha pasado por las proximidades del Sol y estaba en estado de incandescencia». Cuando el cometa se convirtió en el planeta Venus aún debía estar «muy caliente» y debía «desprender calor» (página ix). Nuevamente se hace referencia a observaciones astronómicas anteriores a 1950 (página 370) en las que se indicaba que el lado oscuro de Venus tenía una temperatura similar al lado iluminado. En este punto Velikovsky cita con todo cuidado los trabajos de los investigadores astronómicos, y deduce de sus trabajos (página 371) que «el lado oscuro de Venus irradia calor porque Venus es un planeta caliente». Desde luego, así es.

Creo que lo que intenta decirnos aquí Velikovsky es que su Venus, lo mismo que su Marte, irradia más calor que el que recibe del Sol, y que las temperaturas observadas tanto en su lado oscuro como en el iluminado se deben más a su propia «incandescencia» que a la radiación lumínica que actualmente recibe del Sol. Pero se trata de un serio error. El albedo bolométrico (fracción de luz solar reflejada por un objeto en todas las longitudes de onda) de Venus es de alrededor de 0,73, cifra completamente congruente con la temperatura observada en las nubes de Venus, alrededor de los 240° K. Dicho de otro modo, las nubes de Venus tienen precisamente la temperatura observada sobre la base de la cantidad de luz solar absorbida por ellas.

Velikovsky propone que tanto Venus como Marte irradian más calor del que reciben desde el Sol. Se equivoca tanto en un caso como en otro. En 1949 Kuiper (véanse las referencias bibliográficas) sugirió que Júpiter irradiaba una cantidad de calor superior a la recibida, y observaciones ulteriores han venido a demostrar que estaba en lo cierto. Pero la sugerencia de Kuiper no merece ni una simple mención dentro de *Worlds in Collision*.

Velikovsky propone que Venus es un planeta caliente a causa de sus cuasi-colisiones con la Tierra y Marte y de su paro por las cercanías del Sol. Puesto que Marte no es un planeta de temperatura especialmente elevada, la alta temperatura superficial de Venus debe atribuirse básicamente a su paso por las inmediaciones del Sol en su encarnación como cometa. No hay grandes dificultades en calcular cuánta energía puede haber llegado a recibir Venus al pasar por los alrededores del Sol y durante cuánto tiempo pudo irradiar al espacio circundante este supuesto superávit de energía. En el Apéndice 3 se verifican estos cálculos, y puede verse allí que toda esta energía suplementaria debió perderla en un lapso de meses, como máximo unos pocos años, tras su paso cerca del Sol; no hay la menor posibilidad racional de que todo este calor suplementario pudiera ser retenido por Venus hasta llegar a la actualidad ni aun ajustándonos a la cronología que ofrece Velikovsky. Por lo demás, Velikovsky no indica a qué distancia se supone que pasó Venus del Sol, y debe tenerse en cuenta que un cruce a poca distancia entre ambos cuerpos presentaría graves problemas desde la perspectiva de la física de las colisiones ya subrayados en el Apéndice 1. Incidentalmente, cabe señalar que Velikovsky parece insinuar vagamente en su texto que el brillo de los planetas se debe, más que a la reflexión de una luz de procedencia externa, a emisión lumínica propia. En el supuesto de que tal fuera su punto de vista, puede muy bien ser la fuente de algunas de sus confusiones sobre Venus. Velikovsky no menciona en parte alguna cuál es, en su opinión, la temperatura del planeta Venus. Como ya he señalado anteriormente, en la página 77 de *Worlds in Collision* indica de forma muy vaga que el cometa que acabaría convirtiéndose en planeta Venus se hallaba en estado de «incandescencia», pero en el prefacio a la edición de 1965 (página xi) reclama haber predicho «el estado de incandescencia de Venus». Ni que decir tiene que no se trata de afirmaciones equivalentes, pues, como puede verse en el Apéndice 3, después de la hipotética cuasi-colisión con el Sol debió producirse un rápido enfriamiento del cuerpo celeste. Por lo demás, el propio Velikovsky lanza la propuesta de un enfriamiento gradual del planeta Venus en el transcurso del tiempo, con lo que se hace realmente difícil una interpretación precisa de qué pueda querer indicar cuando afirma que Venus es un cuerpo celeste «caliente».

Velikovsky escribe en su prefacio a la edición de 1965 que su postulación de una elevada temperatura superficial en el planeta Venus «estaba en franco desacuerdo con los datos experimentales conocidos en 1946». Tal afirmación no se ajusta por completo a la realidad. Una vez más la eminente figura de Rupert Wildt se alza para ensombrecer las hipótesis astronómicas de Velikovsky. Wildt, que a diferencia de Velikovsky sí comprendía a la perfección la naturaleza del problema, predijo acertadamente que Venus, y no Marte, se mostraría como planeta «caliente». En un artículo publicado en 1940 en el *Astrophysical Journal*, Wildt sostenía que la superficie de Venus tenía una temperatura mucho más elevada de cuanto solía admitirse hasta entonces en el terreno de la astronomía académica a causa del efecto invernadero generado por el dióxido de carbono. Las investigaciones espectroscópicas han descubierto no hace mucho la presencia de dióxido de carbono en la atmósfera de Venus, y ya por entonces Wildt señalaba con pleno acierto que la notable cantidad de CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera de Venus era la responsable de la retención de las radiaciones infrarrojas exhaladas por la superficie del planeta hasta el punto de hacer que la misma alcanzase una temperatura considerablemente elevada; la atmósfera venusiana conseguía equilibrar la radiación solar que llega hasta ella con la emisión de infrarrojos procedente de la superficie del planeta. Según los cálculos de Wildt, la temperatura del planeta debía ser de alrededor de 400° K, aproximadamente igual a la temperatura de ebullición del agua (373° K = 212° F - 100° C). Indudablemente, los trabajos de Wildt sobre la temperatura superficial de Venus eran los más completos y precisos antes de alcanzarse la década de los 50. Y una vez más causa verdadero asombro ver cómo Velikovsky, que parece haber leído todos los artículos sobre Venus y Marte publicados en el *Astrophysical Journal* durante los años que van de 1920 a 1950, haya pasado por alto un trabajo de tal significación histórica. Hoy en día, a través de observaciones radioastronómicas efectuadas con instrumental instalado en laboratorios terrestres y los notabilísimos sondeos soviéticos llevados a cabo directamente en la atmósfera y la superficie venusianas, sabemos que la temperatura superficial de Venus difiere en muy poco de los 750° K (Marov, 1972). La presión atmosférica en la superficie de Venus es alrededor de noventa veces superior a la existente en la de nuestro planeta, y el componente fundamental de la atmósfera venusiana es el dióxido de carbono. La enorme abundancia de dióxido de carbono y las pequeñas cantidades de vapor de agua detectadas en el entorno de Venus permiten mantener la temperatura detectada en su superficie gracias al ya mencionado efecto invernadero. El módulo de descenso del Venera 8 soviético, el primer ingenio espacial que se ha posado sobre el hemisferio iluminado de Venus, demostró que la luz llegaba perfectamente hasta la superficie del planeta, ante lo cual los científicos soviéticos extrajeron la conclusión de que la cantidad de luz solar que llegaba hasta ella, junto con la constitución específica de la atmósfera venusiana, daban las condiciones adecuadas como para hacer posible la existencia del efecto radiante-convectivo de invernadero (Marov, et al, 1973). Los resultados reseñados se vieron confirmados por las misiones Venera 9 y Venera 10, que obtuvieron fotografías de rocas superficiales suficientemente nítidas con el exclusivo concurso de la luz solar que llega hasta Venus. Por consiguiente, Velikovsky yerra de lleno cuando afirma que «la luz solar no penetra a través del envoltorio de nubes circundante» (página ix), y muy probablemente también está en un error cuando señala en esta misma página que «el efecto invernadero no permite explicar la elevada temperatura de la superficie de Venus». Las conclusiones expuestas se vieron consolidadas con los importantes datos experimentales que aportara a finales de 1978 la misión americana Pioneer a Venus.

Velikovsky repite una y otra vez que Venus se va enfriando con el decurso del tiempo. Tal como hemos visto, atribuye su elevada temperatura al calentamiento que debió sufrir por radiación solar al pasar en tiempos pretéritos por las proximidades de nuestra estrella. Velikovsky compara mediciones de temperatura venusiana registradas en diferentes momentos y publicaciones y, a partir de ellas, pretende demostrar su tesis acerca del enfriamiento. En el gráfico adjunto se recoge un conjunto objetivo de mediciones de la temperatura de Venus a través de la determinación del brillo existente en la superficie del planeta, por lo demás la única forma de computarla sin recurrir a vehículos espaciales. Los intervalos dibujados representan el grado de incertidumbre inherente a los procesos de medición según estimación de los radioastrónomos que han efectuado las observaciones. Puede verse que no existe en el gráfico el menor indicio de descenso de la temperatura con

el paso del tiempo (si algo hay, es la sugerencia de un incremento de la misma con el tiempo, aunque los márgenes de error son suficientemente amplios como para que tal conclusión no encuentre apoyo sólido en datos experimentales). La medición de las temperaturas de las nubes que circundan Venus, en la banda infrarroja del espectro, nos ofrece resultados muy similares: son algo inferiores en cuanto a magnitud y no decrecen con el transcurso del tiempo. Por otra parte, las más simples consideraciones sobre las soluciones que ofrece la ecuación unidimensional de la conductividad térmica ponen de manifiesto que en un escenario como el velikovskiano todo enfriamiento por radiación hacia el espacio circundante debe haberse producido en épocas realmente pretéritas. Aun en el supuesto de que Velikovsky estuviera en lo cierto en cuanto a las causas de la elevada temperatura que se registra en la superficie de Venus, su predicción de un secular declive de la temperatura en dicho planeta seguiría siendo errónea.

La elevada temperatura superficial de Venus pasa por ser otra de las pruebas en favor de las hipótesis de Velikovsky. Pero en realidad observamos que 1) la temperatura en cuestión jamás ha sido concretamente especificada por Velikovsky; 2) el Mecanismo que propone para justificar tal temperatura es totalmente inadecuado; 3) la superficie del planeta, contrariamente a sus hipótesis, no se enfría con el paso del tiempo; y 4) la idea de que la temperatura superficial de Venus es elevada había sido prevista diez años antes de la publicación de *Worlds in Collision*, justificada mediante una argumentación acertada en sus líneas esenciales y divulgada en un artículo que apareció en la publicación astronómica especializada más importante de la época.

## PROBLEMA IX

### LOS CRÁTERES Y MONTAÑAS DE VENUS

En 1973 el doctor Richard Goldstein y sus colaboradores descubrieron una característica importante de la superficie de Venus utilizando los equipos de radar del Observatorio Goldstone del Jet Propulsion Laboratory; mediante posteriores observaciones se ha comprobado dicho descubrimiento. Gracias a ese instrumental de radar, capaz de penetrar en las nubes de Venus y recoger el reflejo sobre la superficie del planeta, encontraron que éste era montañoso en ciertas zonas y presentaba abundantes cráteres, e incluso una saturación de cráteres, como ocurre en algunos lugares de la Luna -hay tantos cráteres que se superponen entre sí-. Como en las sucesivas erupciones volcánicas se utilizan las mismas chimeneas de lava, la saturación de cráteres resulta más propia de cráteres de impacto que de cráteres de origen volcánico. No es ésta una predicción de Velikovsky, pero tampoco es ése el aspecto al que quiero referirme. Estos cráteres de la superficie de Mercurio y en las zonas de cráteres de Marte, como ocurre con los mares lunares, se deben casi exclusivamente al impacto de restos interplanetarios. A pesar de la elevada densidad de la atmósfera de Venus, los grandes objetos susceptibles de formar cráteres no se volatilizan al atravesarla. Ahora bien, los objetos colisionantes no pueden haber alcanzado Venus en los últimos diez mil años; de ser así, la Tierra también estaría cubierta de cráteres. La fuente más probable de dichas colisiones está en los objetos Apollo (asteroides cuyas órbitas cruzan la órbita de la Tierra) y en los pequeños cometas que ya hemos mencionado (Apéndice 1). Pero para que hayan producido tantos cráteres como los que hay en Venus, es necesario que el proceso de formación de éstos haya durado miles de millones de años. Alternativamente, cabe pensar que la formación de cráteres puede haber sido mucho más rápida en la primerísima época de la historia del sistema solar, cuando los restos interplanetarios eran mucho más abundantes. Pero nada induce a creer que se hayan formado recientemente. Por otra parte, si Venus se encontraba, hace varios miles de años, en el interior de Júpiter, no hubiese podido acumular tantos impactos. La conclusión clara que se saca a partir del estudio de los cráteres de Venus es que este planeta ha sido, durante miles de millones de años, un objeto expuesto a las colisiones interplanetarias -en contradicción directa con la premisa fundamental de la hipótesis de Velikovsky.

Los cráteres venusianos están significativamente erosionados. Algunas de las rocas de la superficie del planeta, tal como pusieron de manifiesto las fotografías de los Venera 9 y 10, son bastante jóvenes. En otro lugar he descrito posibles mecanismos de erosión de la

superficie de Venus -incluyendo el desgaste por agentes atmosféricos químicos y la lenta deformación a temperaturas elevadas (Sagan, 1976)-. Sin embargo, estos descubrimientos no encuentran ninguna apoyatura en las hipótesis de Velikovsky: la reciente actividad volcánica en Venus no tendría que ser atribuida al paso cerca del Sol o al hecho de que, en algún vago sentido, Venus es un planeta «joven», más de lo que lo requiere la reciente actividad volcánica en la Tierra.

En 1967 Velikovsky escribió: «Evidentemente, si el planeta tiene miles de millones de años, puede no haber mantenido su calor primitivo; por otra parte, cualquier proceso radioactivo capaz de producir ese calor debe tener un ritmo de desintegración muy rápido (sic) y tampoco eso cuadra con una edad del planeta medida en miles de millones de años». Desgraciadamente, Velikovsky no ha conseguido comprender dos resultados clásicos y básicos de la geofísica. La conducción térmica es un proceso mucho más lento que la radiación o la convección y, en el caso de la Tierra, el calor primigenio contribuye de forma apreciable al gradiente de temperatura geotérmica y al flujo de calor desde el interior de la Tierra. Lo mismo ocurre en el caso de Venus. Por otra parte, los núcleos radioactivos que provocan el calentamiento radiactivo de la corteza terrestre son isótopos de vida larga del uranio, el torio y el potasio -isótopos cuyas vidas medias son del orden de la edad del planeta. También aquí ocurre lo mismo en el caso de Venus.

Si fuese el caso, como cree Velikovsky, de que Venus se hubiese fundido totalmente hace unos miles de años -debido a colisiones planetarias o a cualquier otra causa- el enfriamiento por conducción no podría haber producido desde entonces más que una corteza exterior muy delgada, de unos 100 metros de espesor aproximadamente. Pero las observaciones efectuadas con radar indican la presencia de enormes cordilleras montañosas lineales, cuencas circulares y un gran desfiladero, de dimensiones comprendidas entre los centenares y los miles de kilómetros. Es muy poco probable que esas impresionantes características tectónicas o de impacto se sustenten de forma estable sobre un interior líquido con una corteza tan delgada y frágil como ésta.

## PROBLEMA X

### LA CIRCULARIZACIÓN DE LA ÓRBITA DE VENUS Y LAS FUERZAS NO GRAVITATORIAS DEL SISTEMA SOLAR

La idea de que Venus puede haberse convertido, en unos pocos miles de años, de un objeto con una órbita muy excéntrica en uno con su órbita actual, que es -exceptuando el caso de Neptuno-, la órbita circular casi más perfecta de todos los planetas, no concuerda en absoluto con lo que sabemos sobre el problema de los tres cuerpos (\*) de la mecánica celeste. Sin embargo, hay que admitir que ése no es un problema completamente resuelto y que, aunque lo más probable es que las hipótesis de Velikovsky tienen las de perder, no existe todavía una evidencia total en contra. Es más, cuando Velikovsky hace referencia a las fuerzas eléctricas o magnéticas, sin calcular por ello su magnitud ni describir sus efectos con detalle, nos sentimos tentados a abrazar sus puntos de vista. Sin embargo, unos sencillos razonamientos acerca de la densidad de energía magnética necesaria para circularizar un cometa ponen de manifiesto que las intensidades de campo que intervienen son desmesuradamente elevadas (Apéndice 4) -están desautorizadas por los estudios de magnetización de rocas.

--

(\*) La predicción de los movimientos relativos de tres objetos atraídos entre sí por la gravitación.

--

También podemos abordar el problema desde un punto de vista empírico. La lógica de la mecánica newtoniana nos permite predecir con notable precisión las trayectorias de los vehículos espaciales -de tal forma que, por ejemplo, los satélites orbitales Viking se

situaron en una órbita a menos de 100 kilómetros de la preestablecida; el Venera 8 se situó precisamente en el lado iluminado del terminador de Venus y el Voyager 1 se situó con exactitud en el corredor de entrada correcto, en las cercanías de Júpiter, para que pudiese viajar hasta Saturno. No se encontró ninguna misteriosa influencia eléctrica o magnética. La mecánica newtoniana resulta adecuada para predecir, con gran precisión, por ejemplo, el momento exacto en que se eclipsarán entre sí los satélites galileanos de Júpiter.

Es cierto que los cometas tienen órbitas menos predecibles, pero ello se debe, con casi total seguridad, a que se produce una ebullición de sus hielos a medida que se acercan del Sol y a un pequeño efecto cohete. La encarnación cometaria de Venus, caso de haber existido, también puede haber experimentado esa evaporación de sus hielos, pero no existe modo alguno mediante el cual el efecto cohete haya llevado preferentemente a ese cometa hacia las proximidades de la Tierra o de Marte. El cometa Halley, que ha sido observado posiblemente durante dos mil años, sigue recorriendo una órbita muy excéntrica y no se ha advertido en él la más mínima tendencia a la circularización; y sin embargo es casi tan viejo como el «cometa» de Velikovsky. Es extraordinariamente improbable que el cometa de Velikovsky, caso de haber existido, se haya convertido en el planeta Venus.

## OTROS PROBLEMAS

Los diez puntos anteriores constituyen los principales defectos científicos de la argumentación de Velikovsky, tal y como yo la entiendo. Anteriormente ya hice algunos comentarios acerca de las dificultades que presentaba su enfoque de los textos antiguos. A continuación enumeraré algunos de los diversos problemas que he ido encontrando al leer *Worlds in Collision*.

En la página 280 se sostiene que las lunas marcianas Fobos y Deimos han «arrebatado parte de la atmósfera de Marte» y que, por tanto, aparecen muy brillantes. Pero enseguida nos damos cuenta de que la velocidad de escape en dichos objetos -posiblemente unos 35 kilómetros por hora- es tan pequeña que les hace incapaces de retener, aun temporalmente, cualquier atmósfera; las fotografías de proximidad proporcionadas por los Viking no ponen de manifiesto ni atmósfera ni regiones heladas; de hecho, se cuentan entre los objetos más oscuros del sistema solar.

Al principio de la página 281, se hace una comparación entre el libro bíblico de Joel y una serie de himnos Vedas que describen «maruts». Para Velikovsky los «maruts» eran un enjambre de meteoritos que acompañaban a Marte en su mayor aproximación a la Tierra, que también considera descrita en Joel. Velikovsky afirma (pág. 286): «Joel no copió a los Vedas ni los Vedas a Joel.» Sin embargo, en la página 288, Velikovsky encuentra «satisfactorio» descubrir que las palabras «Marte» y «marut» son afines. Pero, si las historias de Joel y de los Vedas son independientes, ¿cómo es posible que las dos palabras sean afines?

En la página 307 encontramos a Isaías prediciendo con exactitud el tiempo que tardará Marte en colisionar nuevamente con la Tierra, «basándose en la experiencia de perturbaciones previas». De ser así, Isaías debía ser capaz de resolver la totalidad del problema de los tres cuerpos con fuerzas eléctricas y magnéticas incorporadas y es una lástima que ese conocimiento no nos haya sido transmitido a través del Viejo Testamento.

En las páginas 366 y 367 encontramos el argumento de que Venus, Marte y la Tierra, en sus interacciones, deben tener intercambiadas sus atmósferas. Si hace unos 3.500 años pasaron cantidades masivas de oxígeno molecular terrestre (20 por ciento de nuestra atmósfera) a Marte y Venus, todavía deberían existir cantidades apreciables. La escala de tiempo para la reposición del O<sub>2</sub> en la atmósfera terrestre es de 2.000 años, y eso por un proceso biológico. En ausencia de una respiración biológica abundante, el O<sub>2</sub> de Marte y Venus de hace 3.500 años debería estar todavía allí. Sin embargo, la espectroscopia nos enseña que, como mucho, el O<sub>2</sub> es un elemento de muy poca entidad en la ya extremadamente rara atmósfera marciana (y es igualmente escaso en Venus). El Mariner 10 encontró trazas de oxígeno en la atmósfera de Venus; eran pequeñísimas cantidades de



oxígeno atómico en la atmósfera alta y no masivas cantidades de oxígeno molecular en la atmósfera baja.

La escasez de O<sub>2</sub> en Venus también hace insostenible la creencia de Velikovsky en fuegos de petróleo en la atmósfera baja venusiana -ni el combustible ni el oxidante existen en cantidades apreciables-. En opinión de Velikovsky, estos fuegos producirían agua, que se fotodisociaría, dando O. Así, Velikovsky necesita abundante O<sub>2</sub> en la atmósfera profunda para explicar el O de la atmósfera superior. De hecho, el O encontrado se explica muy bien mediante la disociación fotoquímica del componente atmosférico principal, CO<sub>2</sub>, en CO y O. Estas distinciones parecen haberlas olvidado algunos de los defensores de Velikovsky, que han hecho de los descubrimientos del Mariner 10 una vindicación de Worlds in Collision.

Velikovsky argumenta que, al no haber prácticamente oxígeno ni vapor de agua en la atmósfera marciana, debe ser algún otro componente de la atmósfera de Marte el que se derive de la Tierra. Desgraciadamente, el argumento es un non sequitur. Velikovsky opta por el argón y el neón, a pesar del hecho de que son componentes bastante raros de la atmósfera terrestre. Harrison Brown fue el primero, en los años 1940, en escribir el argón y el neón como componentes básicos de la atmósfera marciana. En la actualidad se descarta la existencia de algo más que trazas de neón; el Viking detectó un uno por ciento de argón. Pero aun cuando se hubiesen encontrado grandes cantidades de argón en Marte, ese hecho no hubiese supuesto una prueba del intercambio atmosférico defendido por Velikovsky - porque la forma más abundante del argón, <sup>40</sup>Ar, se produce por desintegración radiactiva del potasio 40, cuya existencia se supone en la corteza de Marte.

Un problema mucho más serio para Velikovsky es la ausencia relativa de N<sub>2</sub> (nitrógeno molecular) en la atmósfera Marciana. El gas es prácticamente inerte, no congela a las temperaturas de Marte y no puede escapar rápidamente de la exosfera marciana. Es componente principal de la atmósfera terrestre, pero sólo está presente en un uno por ciento en la atmósfera de Marte. Si se produjo ese intercambio, ¿dónde está todo el N<sub>2</sub> en Marte? Estas pruebas acerca de un presunto intercambio de gases entre Marte y la Tierra, en el que cree Velikovsky, casi no están desarrolladas en sus escritos; y las pruebas contradicen su tesis.

Worlds in Collision es un intento de dar validez a la Biblia y a otras manifestaciones populares como la historia, cuando no la teología. He intentado leer el libro sin prejuicios. Encuentro que las concordancias mitológicas son fascinantes y que vale la pena investigarlas más a fondo, pero posiblemente puedan explicarse a través de su difusión o por otras razones. La parte científica del texto, a pesar de toda su pretensión de «demostración», topa con por lo menos diez dificultades graves.

De las diez pruebas del trabajo de Velikovsky que hemos descrito más arriba, en ninguno de los casos sus ideas son simultáneamente originales y consistentes con la simple observación y las teorías físicas. Es más, muchas de las objeciones que se le plantean - especialmente en los Problemas I, II, III y X- son objeciones de mucho peso, basadas en las leyes del movimiento y de conservación de la física. En ciencia, un argumento aceptable debe presentar una concatenación de pruebas bien fundamentada. Si se rompe un solo eslabón de esa cadena, el argumento deja de servir. En el caso de Worlds in Collision, se presenta justamente la situación opuesta: prácticamente todos los eslabones de la cadena están rotos. Para sacar a flote la hipótesis se necesita un esfuerzo muy especial, el difuso invento de una nueva física y una despreocupación selectiva por una plétora de pruebas adversas. Por consiguiente, la tesis básica de Velikovsky me parece claramente insostenible desde una óptica científica.

Más todavía, con el material mitológico se presenta un problema potencialmente peligroso. Los supuestos acontecimientos se reconstruyen a partir de leyendas y cuentos populares. Pero estas catástrofes globales no figuran en la recopilación histórica o en el folklore de muchas culturas. Estas extrañas omisiones se explican, cuando llegan a detectarse, por una «amnesia colectiva». Velikovsky apuesta por las dos formas. Cuando existen concordancias, está dispuesto a sacar de ellas las conclusiones más llamativas. Cuando no se dan

concordancias, la dificultad se evita mediante la «amnesia colectiva». Con un nivel de exigencias tan relativo puede demostrarse «cualquier cosa».

Debo indicar también que existe una explicación de la mayoría de los acontecimientos expuesto en el Éxodo que es mucho más plausible que la que acepta Velikovsky, una explicación que está mucho más de acuerdo con la física. El Éxodo aparece fechado en El Libro de los Reyes unos 480 años antes de la construcción del Templo de Salomón. Gracias a otros cálculos adicionales, se ha determinado que el éxodo Bíblico se produjo alrededor de 1447 a.C. (Covey, 1975). No todos los estudiosos de la Biblia están de acuerdo con esa fecha, que concuerda con la cronología de Velikovsky y, además, es sorprendentemente parecida a las fechas obtenidas, por diversos métodos científicos, correspondientes a la última y colosal explosión de la isla de Thera (o Santorin) que habría destruido la civilización Minoica en Creta y habría tenido profundas consecuencias en Egipto, situado a menos de trescientas millas al sur. La mejor datación de que disponemos de ese acontecimiento, obtenido mediante la técnica del carbono radioactivo en un árbol calcinado por las cenizas volcánicas de Thera, arroja la cifra de 1.456 a.C., con un error máximo de más o menos cuarenta y tres años. La cantidad de polvo volcánico producido es más que suficiente como para poder explicar la persistencia de la oscuridad durante tres días seguidos, mientras que los acontecimientos que conllevan pueden explicar los terremotos, el hambre, las plagas y demás catástrofes manejadas por Velikovsky. También puede haber producido un inmenso tsunami (maremoto) mediterráneo, del que Angelos Galanopoulos (1964) -el responsable de gran parte del interés geológico y arqueológico por Thera- cree que también puede explicar la bifurcación del Mar Rojo.(\*). En cierto sentido, la explicación de Galanopoulos acerca de los acontecimientos que se relatan en el Éxodo resulta todavía más provocadora que la explicación de Velikovsky, puesto que Galanopoulos ha presentado pruebas moderadamente convincentes de que Thera corresponde, en la mayoría de detalles esenciales, a la civilización legendaria de la Atlántida. De estar en lo cierto, fue la destrucción de la Atlántida y no la aparición de un cometa lo que impulsó a los israelitas a abandonar Egipto.

--

(\*) En el libro de Vitaliano se hallará una discusión informativa y entretenida del caso Thera, así como todo lo relativo a la conexión entre los mitos y los fenómenos geológicos; véase también De Camp (1975).

--

Se dan muchas extrañas inconsistencias en *Worlds in Collision*, pero en una de las últimas páginas del libro se introduce de pasada una desviación asombrosa de la tesis fundamental. Nos enteramos de una venerable y enorme analogía entre las estructuras del sistema solar y las de los átomos. De repente, se nos presenta la hipótesis de que los movimientos errantes conocidos de los planetas, en lugar de deberse a las colisiones, son el resultado de los cambios en los niveles cuánticos de energía de los planetas, cambios provocados por la absorción de un fotón -o tal vez de varios-. Los sistemas solares están ligados por fuerzas gravitacionales; los átomos por fuerzas eléctricas. Aun cuando ambas fuerzas dependen del inverso del cuadrado de la distancia, presentan características y magnitudes totalmente distintas: una de las muchas diferencias es la de que existen cargas eléctricas negativas y positivas, mientras que la masa gravitatoria sólo tiene un signo. Conocemos lo bastante de los sistemas solares y de los átomos como para darnos cuenta de que los «saltos cuánticos» propuestos por Velikovsky para los planetas se basan en su incomprensión, tanto de las teorías como de las pruebas de que disponemos.

Por lo que yo he podido apreciar, en *Worlds in Collision* no hay ni una sola predicción matemática correcta hecha con la precisión suficiente como para que sea algo más que una vaga intuición afortunada -existe además, como he intentado poner de manifiesto, una legión de pretensiones falsas-. En ocasiones se hace observar que la existencia de una fuerte emisión de radio procedente de Júpiter es el ejemplo más notable de predicción acertada por parte de Velikovsky, pero también es cierto que todos los objetos emiten

ondas de radio al estar a temperaturas superiores al cero absoluto. Las características esenciales de la emisión de radio de Júpiter -es decir, una radiación intermitente, polarizada y no térmica, así como los enormes cinturones de partículas cargadas que rodean a Júpiter, atrapadas por su intenso campo magnético- no han sido predichas por Velikovsky en ningún momento. Es más, su «predicción» no tiene nada que ver en lo esencial con las tesis fundamentales de Velikovsky.

No basta con intuir algo correcto para demostrar necesariamente un conocimiento previo o una teoría correcta. Por ejemplo, en una obra de ciencia ficción de la primera época, fechada en 1949, Max Ehrlich concebía la situación del paso de un objeto cósmico muy cerca de la Tierra; objeto que llenaba por completo el firmamento y aterrizzaba a los habitantes de la Tierra. Pero lo que más pavor producía era el hecho de que en ese planeta que se aproximaba había una característica natural que parecía un enorme ojo. Se trata de uno de los muchos antecedentes, tanto ficticios como serios, de la idea de Velikovsky según la cual estas colisiones son frecuentes. Pero no quería referirme a eso. En una discusión acerca de las causas por las que la cara visible de la Luna presenta mares de gran tamaño y de formas suaves, mientras que en la cara oculta prácticamente no se dan, John Wood, del Smithsonian Astrophysical Observatory, propuso que la cara lunar que hoy mira hacia nosotros estuvo hace tiempo en el borde, el limbo, de la Luna, en el primer hemisferio del movimiento de la Luna alrededor de la Tierra. En esa posición barrió, hace miles de millones de años, un anillo de restos interplanetarios que rodeaban a la Tierra y que habían intervenido en la formación del sistema Tierra-Luna. Según las leyes de Euler, la Luna debería haber modificado entonces su eje de rotación haciéndolo corresponder a su nuevo momento de inercia principal, de forma que su primer hemisferio debía por aquel entonces estar orientado hacia la Tierra. La conclusión más destacada es la de que hubo un tiempo, siempre según Wood, en el que lo que hoy es el limbo oriental lunar debía estar en la cara visible. Pero el limbo oriental lunar presenta un enorme elemento provocado por una colisión, hace miles de millones de años, llamado Mare Orientale, que se parece mucho a un ojo gigante. Nadie sugirió que Ehrlich acudía a la memoria de la raza sobre un fenómeno ocurrido hace tres mil millones de años cuando escribió *The Big Eye*. Se trata simplemente de una coincidencia. A medida que se vaya escribiendo más ciencia ficción y se vayan proponiendo más y más hipótesis científicas, tarde o temprano acabarán por darse coincidencias fortuitas.

¿Cómo es posible que con todos sus desaciertos, *Worlds in Collision* se haya popularizado tanto? En cuanto a esto, sólo Puedo hacer suposiciones. Por una parte, se trata de un intento de dar validez científica a la religión. Las viejas historias bíblicas son ciertas al pie de la letra, nos dice Velikovsky, sólo si las interpretamos en la forma adecuada. Los judíos, por ejemplo, consiguieron sobrevivir a los faraones egipcios, a los reyes asirios y a muchos otros desastres siguiendo los dictados de las intervenciones de los cometas y debían tener, según parece indicarnos, todo el derecho de considerarse un pueblo escogido. Velikovsky pretende rescatar no sólo la religión sino también la astrología: los resultados de las guerras, los destinos de pueblos enteros, quedan determinados por las posiciones de los planetas. En cierto sentido, su trabajo se manifiesta partidario de una cierta conexión cósmica de la humanidad -un sentimiento del que yo mismo participo, aunque en un contexto algo distinto (*The Cosmic Cormectiori*)- y afirma en repetidas ocasiones que los pueblos y culturas de la antigüedad no eran tan ignorantes en definitiva.

El ultraje sufrido por muchos científicos normalmente apacibles al colisionar con *Worlds in Collision* ha provocado toda una secuela de consecuencias. Algunas personas se muestran justamente molestas con la pomposidad de que en ocasiones hacen gala los científicos, o se sienten muy preocupados por lo que interpretan como peligros de la ciencia y la tecnología, o tal vez tienen dificultades para entender la ciencia. Pueden encontrar algún tipo de satisfacción cuando a los científicos les ponen las peras a cuarto.

En todo el asunto de Velikovsky hay un aspecto peor que el vulgar, ignorante y sectario enfoque de Velikovsky y muchos de sus seguidores, y ha sido el desafortunado intento, llevado a cabo por algunos que se llamaban científicos, de suprimir sus escritos. Todo el armazón científico se ha visto afectado a causa de ello. En el trabajo de Velikovsky no se

encuentra ninguna pretensión seria de objetividad ni de falsificación. En su rígido rechazo del inmenso cuerpo de datos que contradicen sus argumentos tampoco puede encontrarse ningún rasgo de hipocresía. Pero se supone que los científicos han de hacerlo mejor, han de darse cuenta de que las ideas se juzgarán sobre la base de sus méritos siempre que se potencie la investigación y el debate libres.

En la medida en que los científicos no hemos dado a Velikovsky la respuesta razonada que requiere su trabajo, nos hemos hecho responsables de la propagación de la confusión en torno a Velikovsky. Pero los científicos no podemos preocuparnos de todo aquello que raya en lo no científico. Así por ejemplo, la reflexión, los cálculos y la preparación de este capítulo me han restado un tiempo precioso a lo que constituye mi propia investigación. Pero también tengo que decir que no me ha resultado aburrido y, en última instancia, he entrado en contacto con lo que considero una leyenda muy interesante.

La pretensión de recuperar las religiones antiguas, en una época en que parece estarse buscando desesperadamente la raíz de la religión, algún tipo de significado cósmico de la humanidad, puede considerarse o no como una contribución válida. Creo que en las religiones antiguas hay mucho de bueno y de malo. Pero no comparto la necesidad de las medias tintas. Si nos vemos obligados a elegir -y taxativamente no lo estamos- ¿no es acaso mejor la evidencia del Dios de Moisés, Jesús o Mahoma que la del cometa de Velikovsky?

## 8. NORMAN BLOOM, MENSAJERO DE DIOS

El enciclopedista Francois Diderot visitó la corte rusa invitado por la emperatriz. Conversó con entera libertad y proporcionó a los miembros más jóvenes de los círculos de la corte un ateísmo vivaz. La emperatriz estaba encantada, pero alguno de sus consejeros le sugirió la conveniencia de comprobar tales exposiciones doctrinales. La emperatriz no quiso poner freno en forma directa al discurso de su invitado y se urdió la intriga siguiente: se hizo saber a Diderot que un conocido matemático disponía de una demostración algebraica de la existencia de Dios y que deseaba ofrecérsela ante toda la Corte, si estaba dispuesto a escucharle. Diderot aceptó de buen grado; aunque no se mencionó el nombre del matemático, se trataba de Euler. Avanzó hacia Diderot y dijo con gravedad y con un tono de convencimiento perfecto: *Monsieur, (a + b<sup>n</sup>)/n = x, donc Dieu existe; repondez!* (Señor,  $(a + b^n)/n = x$ , por tanto, Dios existe; respondió).

Diderot, para quien el álgebra era como el chino, quedó perplejo y desconcertado; mientras, resonaron carcajadas por todos lados. Pidió permiso para regresar a Francia inmediatamente, permiso que le fue concedido.

AUGUSTUS DE MORGAN, A Budget of Paradoxes (1872)

En el transcurso de la historia humana se han producido intentos de elaborar argumentos racionales para convencer a los escépticos de la existencia de Dios o de varios dioses. Pero la mayoría de los teólogos han sostenido que la realidad última de los seres divinos es sólo cuestión de fe y, por ende, inaccesible al esfuerzo racional. San Anselmo argumentaba que, dado que puede imaginarse un ser perfecto, éste debe existir —porque no sería perfecto sin la perfección añadida de la existencia—. Este argumento llamado ontológico fue atacado en repetidas ocasiones desde dos vertientes:

¿Podemos imaginar un ser totalmente perfecto?

¿Es acaso evidente que la perfección aumenta con la existencia?

Para una mente moderna, esos argumentos piadosos más parecen tener que ver con palabras y definiciones que con la realidad externa.

Más conocido es el argumento del modelo, una línea de pensamiento que penetra profundamente en los principios de las preocupaciones científicas fundamentales. Ese argumento fue admirablemente enunciado por David Hume: *"Mirad a vuestro alrededor, contemplad el todo y cada una de sus partes; encontraréis que no es sino una gran máquina, subdividida en un número infinito de máquinas menores... Todas estas máquinas distintas, incluso en sus partes más diminutas, se ajustan entre sí con una precisión tal que despierta la admiración de todos aquellos que las hayan contemplado. La curiosa adaptación de los medios a los fines en toda la Naturaleza, coincide prácticamente, aunque la supera en gran medida, con la producción de la invención humana; de la capacidad, pensamiento, sabiduría e inteligencia humanos. Como, por tanto, los efectos se parecen entre sí, nos vemos llevados a inferir, de acuerdo con todas las reglas de la analogía, que las causas también se parecen; y que el Autor de la Naturaleza es, en cierta medida, parecido a la mente del hombre; aunque poseedor de facultades muy superiores proporcionadas a la grandeza del trabajo que ha realizado"*

Mas adelante, Hume someterá este argumento, como hizo posteriormente Emmanuel Kant, a un devastador y contundente ataque, a pesar de lo cual el argumento del modelo continuó mereciendo el favor popular —como queda patente, por ejemplo, en los trabajos de William Paley— durante los inicios del siglo XIX. En un típico párrafo de Paley puede leerse:

*"No puede haber un modelo sin un modelador; ni invención sin inventor; ni orden sin elección; ni arreglo sin algo capaz de arreglar; ni servicio y relación con un propósito sin aquello que pueda proponerse un propósito; ni medios adecuados a un fin, ni capacidad de utilizarlos ni de lograr ese fin, sin que haya podido plantearse ese fin o se hayan acomodado los medios a éste. Arreglo, disposición de las partes, servicio de los medios a un fin, relación de los instrumentos con un uso, todo ello presupone la presencia de la inteligencia y de la mente».*

Con el desarrollo de la ciencia moderna, pero muy especialmente con la brillante formulación de la teoría de la evolución a través de la selección natural sentada por Charles Darwin y Alfred Russel Wallace en 1859, estos argumentos aparentemente plausibles quedaron definitivamente desbaratados.

Evidentemente, no puede existir una refutación de la existencia de Dios —en especial de la existencia de un Dios suficientemente sutil—. Pero es una descortesía, tanto para la ciencia como para la religión, dejar sin respuesta los argumentos inconsistentes sobre la existencia de Dios. Más aún, los debates sobre estas cuestiones son divertidos y, cuanto menos, adiestran la mente para el trabajo útil. En la actualidad, no se plantean demasiadas discusiones sobre el tema, posiblemente porque son muy pocos los argumentos sobre la existencia de Dios susceptibles de ser comprendidos por todo el mundo. Una versión reciente y moderna del argumento del modelo me fue enviada por su autor, tal vez para asegurarse una crítica constructiva.

Norman Bloom es un norteamericano contemporáneo que incidentalmente cree ser la Segunda Reencarnación de Jesucristo. Bloom ha observado en las Escrituras y en la vida cotidiana coincidencias numéricas que cualquier otra persona pasaría por alto. Pero son tantas esas coincidencias que, según Bloom, sólo pueden ser debidas a una inteligencia invisible y el hecho de que nadie más parezca capaz de encontrar o apreciar tales coincidencias hace llegar a Bloom a la convicción de que ha sido escogido para revelar la presencia de Dios.

Bloom se ha convertido en un adorno en algunas reuniones científicas, en las que arenga a las masas presurosas y preocupadas que se desplazan de una a otra sesión. La retórica típica de Bloom es del siguiente tipo: "Y aunque me rechazáis, me despreciáis y me negáis, TODOS SERÉIS CONDUCIDOS SOLO POR MÍ. Mi voluntad se hará, porque YO os he formado de la nada. Sois la Creación de Mis Manos. Completaré Mi Creación y completaré Mi Propósito que Me he propuesto desde siempre. SOY LO QUE SOY. SOY EL SEÑOR. TU DIOS EN LA VERDAD". Si por algo peca es por su falta de modestia; todas las mayúsculas utilizadas en el texto se deben a él.

Bloom ha hecho editar un folleto fascinante en el que dice:

Todo el profesorado de la Universidad de Princeton (incluyendo su personal docente y sus decaños y los jefes de los departamentos enumerados) ha coincidido en que no puede refutar, ni poner de manifiesto ningún error básico en la demostración que le fue presentada en el libro *The New World*, de setiembre de 1974. El profesorado reconoce el 1º de junio de 1975 que acepta como una verdad establecida la IRREFUTABLE DEMOSTRACION DE QUE UNA MENTE Y UNA MANO ETERNAS HAN CONFIGURADO Y CONTROLADO LA HISTORIA DEL MUNDO A LO LARGO DE MILES DE AÑOS.

Prosiguiendo con la lectura nos enteramos de que, a pesar de que Bloom distribuyese sus demostraciones a los más de mil profesores de la Universidad de Princeton y a pesar de su ofrecimiento de un premio de \$1.000 para el primero que refutase su demostración, no se produjo ninguna respuesta. Después de seis meses sacó la conclusión de que, como Princeton no respondía, Princeton creía. Teniendo presentes las actitudes de los profesores universitarios, se me ha ocurrido una explicación alternativa. En cualquier caso, no creo que la falta de una respuesta constituya un apoyo irrefutable a los argumentos de Bloom.

Parece ser que Princeton no ha sido la única universidad que ha hecho gala de falta de hospitalidad para con Bloom:

Sí, en ocasiones casi innumerables he sido perseguido por la policía por traeros el regalo de mis escritos... ¿No se supone acaso que los profesores universitarios tienen la madurez, el criterio y la sabiduría necesarios para leer un escrito y determinar por sí mismos el valor de su contenido? ¿Necesitan acaso Policía PARA EL CONTROL DEL PENSAMIENTO, para decirles lo que deben o no deben leer o pensar? Pues, incluso en el Departamento de Astronomía de la Universidad de Harvard he sido perseguido por la policía por el delito de distribuir esta Lectura del Nuevo Mundo, demostración irrefutable de que el sistema tierra-luna-sol esta configurado por Una mente y Una maño que lo controlan. Sí, y AMENAZADO CON LA CARCEL, si VUELVO A ENSUCIAR NUEVAMENTE EL CAMPUS DE HARVARD CON MI PRESENCIA... Y ESA ES LA UNIVERSIDAD QUE TENÍA HACE TIEMPO SOBRE SU ESCUDO LA PALABRA VERITAS, VERITAS, VERITAS. Ah, ¡qué hipócritas y falsos sois!

Las supuestas demostraciones son muchas y diversas. Todas ellas con coincidencias numéricas que Bloom considera que no se deben al azar. Tanto por su estilo como por su contenido, los argumentos recuerdan los comentarios de los textos Talmúdicos y la ciencia cabalística de la Edad Media judía: por ejemplo, el tamaño angular de la Luna o del Sol se ve desde la Tierra según un ángulo de medio grado. Eso es justamente  $1/720$  de circunferencia ( $360^\circ$ ) celeste. Pero  $720 == 6! = 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$ . Por tanto, Dios existe. Representa una mejora con respecto a la demostración que dio Elder ante Diderot, pero la línea de pensamiento nos resulta conocida, pues está presente en toda la historia de la religión. En 1658, el jesuita Caspar Schott, anunciaba en su *Magia Universalis Naturae et Artis* que el número de grados de gracia de la Virgen María es de  $2^{256} = 2^{2^8} == 1.2 \times 10^{77}$  (lo que dicho sea de paso, es aproximadamente el número de partículas elementales en el universo).

Otro de los argumentos de Bloom, que él mismo describe como una "*demostración irrefutable de que el Dios de la Escritura es quien configuró y controló la historia del mundo a lo largo de miles de años*", es el siguiente: según los Capítulos 5 y 11 del Génesis, Abraham nació 1.948 años después que Adán, en una época en la que el padre de Abraham, Terah, tenía setenta años. Pero el Segundo Templo fue destruido por los Romanos en el año 70 d. C. y el Estado de Israel se creó en 1948 d. C., Q.E.D. Resulta difícil sustraerse a la impresión de que pueda haber algún defecto en algún sitio. "Irrefutable" es una palabra excesiva. Pero el argumento constituye una refrescante diversión respecto a san Anselmo.

Sin embargo, el argumento central de Bloom y en el que se basa gran parte del resto es la pretendida coincidencia astronómica de que 235 lunaciones duran tanto, y con una precisión espectacular, como diecinueve años. De ahí: "*Fíjate, humanidad; os digo a todos vosotros que en esencia estáis viviendo en un reloj. El reloj marca perfectamente el tiempo, ¡hasta una precisión de un segundo por día!... ¿Cómo podría un reloj celestial como éste llegar a ser, sin que haya allí algún ser que con percepción y comprensión, que con un plan y con el poder, pueda hacer ese reloj?*"

Una bonita pregunta. Para responderla, hay que tener presente que en astronomía se utilizan distintos tipos de años y distintos tipos de meses. El año sidéreo es el período que tarda la Tierra en dar una vuelta alrededor del Sol respecto a las estrellas distantes. Dura 365,2564 días (utilizaremos, al igual que hace Norman Bloom, lo que los astrónomos llamamos *días solares medios*). También hay el año trópico. Es el período que tarda la Tierra en completar una revolución alrededor del Sol respecto a las estaciones y dura 365,242199 días. El año trópico difiere del año sidéreo debido a la precesión de los equinoccios, el lento movimiento de trompo de la Tierra producido por las fuerzas gravitatorias del Sol y la Luna sobre su forma esférica achatada. Por último, está también el año llamado anomalístico, de 365,2596 días de duración. Es el intervalo entre dos sucesivas separaciones mínimas entre la Tierra y el Sol y difiere del año sidéreo a causa del lento

movimiento de la órbita elíptica de la Tierra sobre su propio plano, producido por las fuerzas gravitatorias de los planetas más cercanos.

De igual manera, existen distintos tipos de meses. Evidentemente, la palabra "mes" viene de "luna".(\*) El mes sidéreo es el lapso de tiempo que tarda la Luna en dar una vuelta alrededor de la Tierra respecto a las estrellas distantes y dura 27,32166 días. El mes sinódico, también llamado lunación, es el período entre dos lunas nuevas o dos lunas llenas. Dura 29,530588 días. El mes sinódico difiere del mes sidéreo debido a que, a lo largo de una revolución sidérea de la luna alrededor de la tierra, el sistema tierra-luna ha girado un poco (un treceavo) de su trayectoria alrededor del Sol. Así, el ángulo según el cual el Sol ilumina la luna ha variado desde nuestra privilegiada posición terrestre. Ahora bien, el plano de la órbita lunar alrededor de la tierra corta el plano de la órbita terrestre alrededor del Sol en dos puntos —opuestos entre sí— llamados *nodos* de la órbita lunar. Un mes nodal o dracónico es el lapso de tiempo que tarda la luna en regresar a un mismo nodo y dura 27,21220 días. Estos nodos se desplazan, completando un circuito aparente, en 18,6 años debido a las fuerzas gravitatorias, fundamentalmente la provocada por la presencia del Sol. Por último, está también el mes anomalístico de 27,55455 días de duración, es decir, el tiempo que tarda la luna en completar una trayectoria alrededor de la tierra respecto al punto más cercano de su órbita. A continuación, ofrecemos una pequeña tabla de las diversas definiciones del año y del mes.

--

(\*)Ello resulta más evidente en inglés que en castellano, pues mes es "month" y luna es "moon". (N. del T.)

--

#### TIPOS DE AÑOS Y MESES, SISTEMA TIERRA-LUNA

##### *Años*

Año sidéreo	365,2564 días solares medios
Año trópico	365,242199 días
Año anomalístico	365,2596 días

##### Meses

Mes sidéreo	27,32166 días
Mes sinódico	29,530588 días
Mes nodal o dracónico	27,21220 días
Mes anomalístico	27,55455 días

Ahora bien, la demostración principal de Bloom sobre la existencia de Dios se basa en escoger uno de los tipos de año, multiplicarlo por 19 y dividir a continuación por uno de los tipos de meses. Como los años sidéreo, trópico y anomalístico son tan parecidos en cuanto a duración, se obtiene prácticamente el mismo resultado independientemente de la elección. Pero no ocurre lo mismo con los meses. Hay cuatro tipos de meses y cada uno de



ellos proporciona resultados distintos. Al preguntarnos cuantos meses sinódicos hay en 19 años sidéreos, se obtiene el resultado 235,00621, tal como se anunciaba.

Es precisamente la semejanza de ese número con un número entero lo que constituye la coincidencia fundamental de la tesis de Bloom. Evidentemente, Bloom cree que no se trata de una coincidencia.

Pero si en lugar de ello nos preguntamos cuántos meses sidéreos hay en diecinueve años sidéreos, el resultado será 254,00622; en el caso de los meses nodales será 255,02795 y en el de meses anomalísticos será 251,85937. Es cierto que el mes sinódico es el más aparente para la observación a simple vista; sin embargo, tengo la impresión de que podrían elaborarse especulaciones teológicas igualmente elaboradas tanto sobre la base de 252, 254 ó 255 como a partir de 235.

Hay que preguntarse también de dónde viene el número 19 que aparece en su argumento. La única justificación se encuentra en el encantador Salmo 19 de David, cuyo inicio es como sigue: *"Los cielos declaran la gloria de Dios y el firmamento muestra su realización. Día a día pronuncia su discurso y noche a noche muestra su sabiduría"*. Esta parece ser una cita muy adecuada en la cual encontrar una indicación para una demostración astronómica de la existencia de Dios. Pero el argumento asume lo que pretende demostrar. El argumento tampoco es único. Consideremos, por ejemplo, el Salmo 11, igualmente escrito por David. En éste encontramos las siguientes palabras, que podrían servir también en el asunto: *"El Señor está en su templo sagrado, el trono del Señor está en los cielos; sus ojos contemplan, sus párpados ponen a prueba a los hijos de los hombres"*, y en el siguiente Salmo continúa con *"los hijos de los hombres... hablan de vanidad"*.

Ahora, si nos preguntamos cuántos meses sinódicos hay en once años sidéreos (ó 4017,8204 días solares medios), el resultado será de 136,05623. Así pues, de igual forma que parece haber una conexión entre diecinueve años y 235 lunaciones, hay una conexión entre once años y 136 lunaciones. Mas aún, el famoso astrónomo británico sir Arthur Stanley Eddington creía que podía deducirse toda la física a partir del número 136. (En una ocasión sugerí a Bloom que con la información anterior y una pizca de fuerza intelectual, se podría reconstruir también toda la historia de Bosnia).

Una coincidencia de ese tipo, que tiene efectivamente una gran significación, era ya conocida por los Babilonios, contemporáneos de los antiguos Hebreos. Se trata del *Saros*. Es el período entre dos sucesivos cielos semejantes de eclipses. En un eclipse solar, la Luna, que se ve desde la Tierra tan grande ( $1/2^\circ$ ) como el Sol, pasa por delante de éste. En un eclipse lunar, la sombra de la Tierra ha de proyectarse sobre la Luna. Para que se produzca cualquiera de los dos tipos de eclipse, la Luna ha de estar en fase de luna nueva o de luna llena, de forma que la Tierra, la Luna y el Sol estén alineados. Así pues, el mes sinódico tiene evidentemente algo que ver con la periodicidad de los eclipses. Pero para que se produzca un eclipse, la Luna también tiene que encontrarse cerca de uno de los nodos de su órbita. Por tanto, también interviene el mes nodal. Resulta que 233 meses sinódicos equivalen a 241,9989 (prácticamente 242) meses nodales, lo cual equivale a su vez a algo más de dieciocho años y diez u once días (serán 111 el número de años bisiestos que intervengan) y constituye el *Saros*. ¿Coincidencia?

De hecho, en el sistema solar son bastante frecuentes las coincidencias numéricas de ese tipo. La razón entre el período de giro y el período orbital de Mercurio es de 3 a 2. Venus muestra a la Tierra la misma cara en su aproximación máxima en cada una de sus revoluciones alrededor del Sol. Una partícula en el espacio comprendido entre los dos anillos principales de Saturno, en la *división de Cassini*, giraría alrededor de Saturno con un período precisamente igual a la mitad del de Mimas, su segundo satélite. Análogamente, en el anillo de asteroides existen regiones vacías, conocidas con el nombre de *espacios de Kirkwood*, que corresponden a asteroides inexistentes, cuyos períodos serían la mitad del de Júpiter, un tercio, dos quintos, tres quintos, y así sucesivamente.

Ninguna de esas coincidencias numéricas prueba la existencia de Dios —y si la prueba, el argumento debe ser muy sutil, dado que esos efectos se deben a resonancias—. Por ejemplo, un asteroide que se precipitase en uno de los Espacios de Kirkwood experimentaría un bombeo gravitatorio periódico por parte de Júpiter. Mientras el asteroide daría dos vueltas alrededor del Sol, Júpiter completaría una órbita. Helo ahí, coincidiendo en el mismo punto de la órbita del asteroide a cada revolución. Pronto dejaría el asteroide de ocupar ese espacio. Estas proporciones inconmensurables de números enteros son, por lo general, consecuencias de resonancias gravitatorias en el sistema solar. Es un tipo de selección natural por perturbaciones. Con tiempo suficiente —y tiempo es de lo que dispone en abundancia el sistema solar— tales resonancias se producirán inevitablemente.

Que el resultado general de las perturbaciones planetarias son resonancias estables y no colisiones catastróficas fue demostrado por primera vez, a partir de la teoría gravitatoria newtoniana, por Pierre Simon, marqués de Laplace, quien describió el sistema solar como "*un gran péndulo de la eternidad que bate edades así como un péndulo bate segundos*". Ahora bien, la elegancia y la simplicidad de la gravitación newtoniana pueden utilizarse como argumentos para la existencia de Dios. Podríamos imaginar universos con otras leyes gravitatorias y con interacciones planetarias mucho más caóticas. Pero en la mayoría de esos universos no hubiésemos evolucionado, precisamente a causa del caos. Estas resonancias gravitatorias no demuestran la existencia de Dios, pero, si efectivamente existe, demuestran, utilizando las palabras de Einstein, que aun siendo sutil no es maléfico.

Bloom persiste en su empeño. Por ejemplo, ha demostrado la predestinación de los Estados Unidos de América basándose en la preeminencia del número 13 en los resultados de los partidos de béisbol de primera división correspondientes a la jornada del 4 de julio de 1976. Ha aceptado mi reto y ha empezado a trabajar en el intento de deducir parte de la historia de Bosnia a partir de la numerología —por lo menos el asesinato del Archiduque Fernando en Sarajevo, el acontecimiento que precipitó la Primera Guerra Mundial—. Uno de sus argumentos utiliza la fecha en la cual sir Arthur Stanley Eddington realizó su charla sobre su número místico 136 en la Universidad Cornell, en la que enseñó. Incluso ha llegado a hacer unos cálculos utilizando mi fecha de nacimiento para demostrar que también yo formo parte de un plan cósmico. Esos y otros casos parecidos me convencen de que Bloom no puede demostrar nada.

De hecho, Norman Bloom es una especie de genio. Si se estudia un número suficiente de fenómenos independientes y se buscan correlaciones, es evidente que se encontrará alguna. Si solo tenemos conocimiento de las coincidencias y no del enorme esfuerzo y de los múltiples intentos fracasados que han precedido al descubrimiento, podemos pensar que se ha alcanzado algo nuevo e importante. Se trata tan sólo de lo que los estadísticos llaman *la falacia de la enumeración de circunstancias favorables*. Pero encontrar tantas coincidencias como ha encontrado Norman Bloom requiere una gran pericia y mucha dedicación. En cierta forma es un objetivo desesperado, y tal vez imposible, demostrar la existencia de Dios mediante coincidencias numéricas a un público falto de interés, por no mencionar su falta de preparación matemática. Es fácil imaginar las contribuciones que el talento de Bloom hubiese podido proporcionar en otro campo. Pero creo que hay algo glorioso en su vehemente dedicación y su muy considerable intuición aritmética. Es una mezcla de talentos conferida por Dios, como alguien podría decir.

## 9. CIENCIA FICCIÓN: UN PUNTO DE VISTA PERSONAL

El ojo del poeta, girando en medio de su  
arrobamiento,

pasea sus miradas del cielo a la tierra y de la tierra  
al cielo;

y como la imaginación produce

formas de cosas desconocidas, la pluma del poeta

las diseña y da nombre y habitación a cosas etéreas  
que no son nada.

*WILLIAM SHAKESPEARE*

*Sueño de una noche de verano, acto V, escena 1*

Cuando tenía diez años, decidí —desconociendo casi por completo la dificultad del problema— que el universo estaba lleno. Había demasiados lugares como para que éste fuese el único planeta habitado. Y a juzgar por la variedad de formas de vida en la Tierra (los árboles resultan bastante distintos comparados a la mayoría de mis amigos), pensé que la vida en otras partes debería ser muy distinta. Me esforcé por imaginar cómo podría ser la vida, pero a pesar de todo el empeño puesto en ello, siempre resultaba algún tipo de quimera terrestre, o alguna variación de las plantas y animales existentes.

Por aquella época, gracias a un amigo, conocí las novelas de Edgar Rice Burroughs sobre el planeta Marte. No había pensado mucho en Marte hasta entonces, pero a través de las aventuras de John Carter, el personaje de Burroughs, se me presentaba un mundo extraterrestre habitado, sorprendentemente variado: antiguas profundidades marinas, estaciones de bombeo en grandes canales y una multiplicidad de seres, algunos de ellos exóticos, como por ejemplo las bestias de carga de ocho patas.

La lectura de estas novelas resultaba estimulante en un principio, pero luego, poco a poco, empezaron a surgir las dudas. La trama de la primera novela sobre John Carter que leí se basaba en su olvido de que el año es más largo en Marte que en la Tierra. Pero a mí me pareció que cuando se va a otro planeta, una de las primeras cosas que uno haría es la de enterarse de la duración del día y del año (incidentalmente, no recuerdo que Carter mencionase el notable hecho de que el día marciano es casi tan largo como el día terrestre. Es como si *esperase* que se reprodujesen las características habituales de su planeta natal en cualquier otro sitio). Había también otras observaciones menores en un principio sorprendentes, pero que tras una serena reflexión resultaban decepcionantes. Por ejemplo, Burroughs comenta de pasada que en Marte existen dos colores primarios más que en la Tierra. Estuve muchos minutos con los ojos fuertemente cerrados, concentrándome en un nuevo color primario. Pero siempre veía un marrón oscuro parecido al de las pasas. ¿Cómo podía haber otro color primario en Marte, y mucho menos dos? ¿Qué *era* un color primario? ¿Era algo que tenía que ver con la física o con la psicología? Decidí que Burroughs podía no saber de qué estaba hablando, pero que conseguía hacer reflexionar a sus lectores. Y en los numerosos capítulos en los que no había mucho que pensar, había afortunadamente, en cambio, malignos enemigos y valientes espadachines; más que suficiente para mantener el interés de un ciudadano de diez años durante un verano en Brooklyn.

Un año más tarde, di por pura casualidad con una revista titulada *Astounding Science Fiction* en una tienda del barrio. Una rápida ojeada a la portada y al interior me hicieron saber que era lo que había estado buscando. No sin esfuerzo junté el dinero para pagarla; la abrí al azar, me senté en un banco a menos de diez metros de la tienda y leí mi primer cuento moderno de ciencia ficción, *Pete puede arreglarlo*, por Raymond F. Jones, una agradable historia de viajes a través del tiempo después del holocausto de una guerra nuclear. Había oído hablar de la bomba atómica —recuerdo que un amigo mío me explicó muy excitado que estaba compuesta por átomos— pero fue la primera vez que vi planteadas las implicaciones sociales del desarrollo de las armas nucleares. Me hizo pensar. Pero el pequeño aparato que el mecánico Pete colocaba en los automóviles de sus clientes para que pudiesen realizar breves viajes admonitorios por el reino del futuro, ¿en qué consistía? ¿Cómo estaba fabricado? ¿Cómo se podía penetrar en el futuro y luego regresar? Si Raymond F. Jones lo sabía, no lo estaba diciendo.

Me sentí atrapado. Cada mes esperaba impacientemente la salida de *Astounding*. Leí a Julio Verne y a H. G. Wells, leí de cabo a rabo las dos primeras antologías de ciencia ficción que pude encontrar, rellené fichas parecidas a las que rellenaba para los juegos de béisbol sobre la calidad de lo que leía. Muchas de esas historias tenían el mérito de plantear cuestiones interesantes, pero muy poco peso a la hora de responderlas.

Hay una parte de mí que todavía tiene diez años. Pero en conjunto soy mayor. Mis facultades críticas y tal vez también mis preferencias literarias han mejorado. Al releer la obra de L. Ron Hubbard titulada *The End Is Not Yet*, que leí por primera vez cuando tenía catorce años, quede tan sorprendido de lo mala que era respecto a la que recordaba, que me planteé seriamente la posibilidad de que existiesen dos novelas con el mismo título y del mismo autor, pero de calidad totalmente distinta. Pero ya no consigo mantener esa aceptación crédula que había tenido. En *Neutron Star* de Larry Niven, la trama gira alrededor de las sorprendentes fuerzas atractivas ejercidas por un poderoso campo magnético. Pero nos vemos obligados a considerar que dentro de cientos o miles de años, en la época en que un vuelo interestelar es algo común, esas fuerzas atractivas ya han sido olvidadas. Nos vemos obligados a creer que la primera exploración de una estrella de neutrones la llevará a cabo un vehículo espacial tripulado y no un vehículo espacial instrumental. Se nos pide demasiado. En una novela de ideas, las ideas han de funcionar.

Sentí el mismo desasosiego muchos años antes, al leer la descripción de Verne a propósito de que la ingravidez en un viaje a la luna sólo se producía en el punto del espacio en el que las fuerzas gravitatorias de la Tierra y la Luna se anulaban, o al toparme con el invento de Wells de un mineral antigravitatorio llamado cavorita. ¿Por qué existía un filón de cavorita en la Tierra? ¿Por qué no se precipitó en el espacio hace muchos años? En el filme de ciencia ficción *Silent Running*, de Douglas Trumbull, sobresaliente desde el punto de vista técnico, se mueren los árboles en amplios y cerrados sistemas ecológicos espaciales. Tras semanas de ímprobos trabajos y de una interminable búsqueda en los manuales de botánica, se da con la solución: resulta ser que las plantas necesitan luz solar (!). Además, los personajes de Trumbull son capaces de construir ciudades interplanetarias, pero han olvidado la ley del cuadrado inverso. Estaba dispuesto a pasar por alto la caracterización de los anillos de Saturno como gases coloreados al pastel, pero eso no.

Tuve la misma impresión con una película de la serie *Star Trek*, aunque reconozco que presupone una gran maestría; algunos amigos juiciosos me han apuntado que debo considerarla alegóricamente y no literalmente. Pero cuando los astronautas procedentes de la Tierra llegan a un planeta muy alejado y encuentran allí seres humanos en pleno conflicto entre dos superpotencias nucleares —que se denominan Yangs y Corns, o sus equivalentes fonéticos— la suspensión de la incredulidad se desmorona. En una sociedad terrestre global dentro de siglos y siglos, los oficiales de la nave son embarazosamente Anglo-Americanos. Tan sólo dos de los doce o quince vehículos interestelares tienen nombres no ingleses, *Kongo* y *Potemkin* (¿por qué no *Aurora*?). Y la idea de un cruce fructífero entre un vulcano y un terrestre deja por completo de lado la biología molecular que conocemos (como he hecho observar en algún otro momento, ese cruce tiene tantas probabilidades de éxito como el cruce entre un hombre y una petunia). Según Harlan Ellison, incluso esas