

# Eurekas y Euforias

*Cómo entender la ciencia a través de sus anécdotas*

Walter Gratzer

Traducción castellana de  
Javier García Sanz

## CRÍTICA

Barcelona

Primera edición: septiembre de 2004 Segunda impresión: diciembre de 2004 Tercera impresión: noviembre de 2005

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Título original:

EUREKAS AND EUPHORIAS. THE OXFORD BOOK OF SCIENTIFIC ANECDOTES

Ilustración de la cubierta: VICTOR JUHASZ

Fotocomposición: Víctor Igual, S. L.

© Walter Gratzer, 2002

*Eurekas and Euphorias. The Oxford Book of Scientific Anecdotes* was originally published in 2002. This translation is published by arrangement with Oxford University Press.

*Eurekas y Euforias. Cómo entender la ciencia a través de sus anécdotas* fue publicado originalmente en 2002. Esta traducción se edita por acuerdo con Oxford University Press.  
© 2004 de la traducción castellana para España y América:  
CRÍTICA, S. L., Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona  
e-mail: [editorial@ed-critica.es](mailto:editorial@ed-critica.es)  
<http://www.ed-critica.es>  
ISBN: 84-8432-558-X  
Depósito legal: M. 44.755-2005  
Impreso en España  
2005. — BROSMAC, S. L., Polígono Industrial, 1, calle C, Móstoles (Madrid)

## Introducción

**Había** una vez un clérigo en la Inglaterra rural que solía animar sus sermones con apartes teatrales precedidos de la siguiente llamada al todopoderoso: «Y si, oh Señor, esta lección no está clara, permite que tu siervo la illustre con una anécdota...». A un eclesiástico más conocido, el genial reverendo Sydney Smith, se le oyó en cierta ocasión concluir su oración de la tarde, siempre dicha en voz alta, con «Ahora Señor, te contaré una anécdota». Pues bien, si podía suponerse que el Señor disfrutaba con una reminiscencia oportuna, ¿por qué no el resto de nosotros? Además, un diplomático norteamericano, John Hay, opinaba que la verdadera historia podría buscarse mejor «en las anécdotas personales y las cartas privadas de quienes hacen la historia». También el doctor Johnson proclamaba el valor de los detalles biográficos reveladores. En su revista, *The Rambler*, observó: «Más conocimiento puede obtenerse acerca del carácter real de un hombre por una breve conversación con uno de sus sirvientes que de una narración formal y estudiada que empieza con su pedigrí y termina con su funeral».

Entonces, ¿qué constituye una anécdota? El *Oxford English Dictionary* da como primera definición: «Narraciones o detalles de la historia secretos, privados o hasta ahora no publicados», y, tomándolo prestado del diccionario *Chambers* de 1727, continúa: «Un término utilizado por algunos autores para los títulos de las *Historias Secretas*»; es decir, de historias tales como las relacionadas con las transac-

ciones y negocios secretos de los príncipes que hablan con demasiada libertad, o demasiada sinceridad, de las maneras y conductas de personas con autoridad para permitir que se hagan públicas». Lo que esto implica es que, para que cuenten como anécdotas, las revelaciones deben ser en cierta medida indiscretas o difamatorias. Pero la siguiente definición del *OED* amplía la perspectiva: «La narración de un incidente aislado o de un suceso único contada como siendo en sí misma interesante o sorprendente. (Inicialmente una acepción de chismorreos)». Como ilustración ofrece un tropo de una novela de Benjamin Disraeli: «Un compañero que lo sabe todo, lleno de ingenio y anécdota». Una anécdota, entonces, debería ser a la vez divertida y provocadora. Para el padre bibliófilo de Disraeli, Isaac, las anécdotas eran «minúsculas noticias de la naturaleza humana o del saber humano»; y seguía: «algunas personas exclaman, "no me des anécdotas de un autor, dame sus obras", y pese a todo a menudo considero que las anécdotas son más interesantes que las obras».

En ciencia esto también suele ser cierto: para todos salvo unos pocos, las historias de la vida privada de Einstein son más atractivas o, en cualquier caso mucho más accesibles, que sus obras. Sería absurdo, por supuesto, pretender que estos retazos del pasado vayan a poner al lector en un camino fácil hacia el conocimiento científico pero espero que, al menos, puedan arrojar una luz sobre la sociología y la historia de la ciencia.

La ciencia difiere de otros dominios del esfuerzo humano en que su sustancia no proviene de la actividad de aquellos que la practican: la naturaleza del átomo o la estructura del ADN habrían sido descubiertas aunque Bohr y Rutherford, y Watson y Crick, no hubieran vivido; simplemente se hubiera tardado más tiempo. La ciencia es por encima de todo una actividad colectiva. «L'art c'est moi, la science c'est nous», tal como decía Claude Bernard, el padre de la fisiología moderna. En este sentido, los individuos son de importancia marginal. No obstante, la ciencia no está falta de personalidades extravagantes o excéntricas como, por ejemplo, siglos atrás, Tycho Brahe, con su nariz de plata y su enano asistente, o Henry Cavendish, con su temor mórbido al contacto humano, y así hasta nuestra propia era. Consideremos, por ejemplo, la industria literaria que ha surgido al-

rededor del físico Richard Feynman, o el culto a la personalidad que rodeó a la extravagante persona del gran teórico Wolfgang Pauli, cuyas observaciones aforísticas han pasado a ser moneda corriente en *el* discurso científico de cada día.

Fue Pauli quien supuestamente declaró sobre la efusión erudita de un colega: «Este artículo no es correcto, ni siquiera es falso». Y luego está su a menudo citada observación tras haber aguantado un seminario de un aspirante a profesor: «Tan joven y ya tan desconocido». Cuando, durante una discusión, Pauli fue interrumpido por un físico menor, Eugene Guth, con una observación pedante, él escuchó durante un momento y luego exclamó: «Guth, cualquier cosa que tú sepas la sé yo». Nada podía parecer más acorde con la extraordinaria carrera de Pauli que el hecho de que terminara su vida en la habitación número 137 de un hospital suizo, pues 137 es un «número mágico» que surge *de* la teoría cuántica y está relacionado con la estructura fina del espectro del hidrógeno, un tema que había preocupado a Pauli durante gran parte de su vida. (El cosmólogo Arthur Eddington tenía la manía de buscar en los guardarropas una percha con este mismo número donde colgar su sombrero.) La fatídica coincidencia preocupó a Pauli y ensombreció sus últimos días.

Aquí se presenta una colección de incidentes históricos y no de citas, epigramas u ocurrencias de o sobre los científicos. Muchos de ellos circulan entre la hermandad científica, pasan de estudiante a estudiante y sirven a sus profesores como alivio en lecciones aburridas. Apostaría a que todo científico recuerda la réplica que, según se cuenta, dio Niels Bohr cuando se le quiso hacer ver el absurdo de colgar una herradura de la buena suerte en la puerta de su cabaña de campo: «Por supuesto que es absurdo, pero me han dicho que funciona incluso si uno no cree en ello». Y todos disfrutaban seguramente con el juicio del maestro de escuela de Einstein que afirmó que el muchacho nunca llegaría a nada, o con la historia de que las primeras palabras de Albert, pronunciadas cuando ya tenía tres años y medio, fueron una queja a voz en cuello de que la leche estaba demasiado caliente; «¡Pero si puedes hablar!», se suponía que habían exclamado sus sorprendidos y encantados padres, «¿Por qué no has hablado nunca antes?». Y su respuesta fue (o así dice la leyenda): «Porque hasta ahora todo estaba

bien».\* Y todos los estudiantes de química se han divertido con la fábula de la voluminosa barba que lucía el profesor Kipping de Cambridge (,o era Nevil Sidgwick de Oxford, o incluso Adolf von Baeyer en Munich?): se decía que albergaba un cristal de todos los compuestos de química orgánica conocidos de modo que, cuando la sustancia que uno había sintetizado no cristalizaba, sólo tenía que pedir consejo al profesor, pues entonces la barba, inclinándose con curiosidad sobre el tubo de ensayo, dejaría caer allí el cristal microscópico que sería la semilla para el proceso de

cristalización.

Todos los que hemos pasado nuestra vida en el laboratorio atesoramos recuerdos de episodios cómicos o extravagantes nacidos del ingenio o el histrionismo, la desgracia o la suerte excesivas, bien pulidos en general en el relato. Muchos de ellos son demasiado vagos para soportar la carga de la imprenta, pero yo recuerdo, por ejemplo, el incidente que me relató un amigo y que momentáneamente hizo tambalear su fe en su vocación: su sublimemente torpe profesor de física en el instituto, mientras explica la naturaleza de la gravedad, sostiene en alto un trozo de tiza y pide a la clase que reflexione sobre lo que sucede cuando cae. Suelta la tiza, que cae en la vuelta de su puño y desaparece en su manga. De modo parecido, Charles Daubeney, primer catedrático de Química en Oxford, mantenía en cierta ocasión ante su audiencia dos botellas cuyos contenidos, anunció dramáticamente, destruirían el aula en una terrible explosión si llegaran a mezclarse. Daubeney se volvió, tropezó y dejó caer las dos botellas, la audiencia se echó atrás... pero nada sucedió, pues un técnico prudente había reemplazado los contenidos antes de la lección. (No se ha revelado cuáles podrían ser aquellos líquidos.) O consideremos la reminiscencia del famoso físico teórico Abdus Salam de sus días escolares entre guerras

\* Que Einstein tuvo un desarrollo tardío parece indiscutible, y él mismo conjeturaba que eso pudo haber contribuido en no pequeña medida a la magnitud de sus logros científicos. Así lo expresaba él en una carta a su amigo, el físico James Franck: «A veces me pregunto cómo pude ser yo quien desarrollara la teoría de la relatividad. Creo que la razón es que un adulto normal nunca se para a pensar en problemas de espacio y tiempo. Éstas son cosas en las que ha pensado cuando era niño. Pero mi desarrollo intelectual estuvo retardado, y como resultado de ello empecé a preguntarme sobre espacio y tiempo sólo cuando ya había crecido».

en lo que ahora es Pakistán: «Nuestro profesor», relata Salam, «hablaba de la fuerza gravitatoria. Por supuesto, la gravedad era bien conocida y el nombre de Newton había penetrado incluso hasta un lugar como Jhang. Nuestro maestro pasó entonces a hablar del magnetismo. Nos enseñó un imán. Entonces dijo: "¡Electricidad. Ah, ésa es una fuerza que no vive en Jhang. Sólo vive en Lahore, a cien millas al este! ¿Y la fuerza nuclear? ¡Ésa es una fuerza que sólo vive en Europa! ¡No vive en la India y no tenemos que ocuparnos de ella!"». (La contribución de Salam, por la que recibió el premio Nobel en 1979, consistió en unir el electromagnetismo y la fuerza nuclear débil.) Estas estampas minúsculas, aunque entrañables, no se clasifican en general como anécdotas.

Los temas que pueblan el anecdotario científico están normalmente influidos por los rasgos de carácter de los científicos, los grandes mucho más que los intrascendentes. Uno de aquéllos es la intensidad que tan a menudo distingue su aproximación al trabajo: una capacidad para abstraerse de lo que les rodea que a veces se manifiesta en un increíble desentendimiento del mundo. Uno de sus amigos contaba una visita a Einstein, a quien su mujer había dejado cuidando de su hijo recién nacido, en el pequeño apartamento familiar en Berna: Einstein estaba escribiendo ecuaciones con una mano mientras, mecánicamente, mecía la cuna con la otra, totalmente ajeno a los gritos que salían de las profundidades de aquélla. Existen, como se verá, muchas otras historias semejantes sobre otras luminarias científicas. Niels Bohr era alguien a quien era imposible desviar de su objetivo: en una ocasión, tras una conferencia, arrinconó al teórico austriaco Erwin Schrödinger decidido a llegar al fondo de un punto espinoso. Schrödinger estaba agotado, había pillado un catarro y sólo quería irse a la cama, pero Bohr le persiguió inmisericorde hasta el dormitorio y continuó el debate unilateralmente durante toda la noche. La continua discusión entre Bohr y Einstein sobre la teoría cuántica sólo terminó con la muerte y se cita en alguno de los recuerdos aquí registrados.

Es sabido que tal búsqueda decidida de una presa científica lleva a un desapego verdaderamente suicida (u homicida). Bertrand Russell comentaba a propósito de su colega, el

matemático G. H. Hardy, que si éste hubiera calculado que Russell moriría al cabo de cinco minu-

tos, su pena por perder un amigo, de cumplirse la predicción, se vería contrarrestada por su satisfacción de haber acertado. Este tipo de compromiso apasionado es el que ha llevado a muchos a una muerte por auto-experimentación y, en ocasiones, a una experimentación también con otras personas. El famoso biólogo evolucionista W. D. (Bill) Hamilton, que tuvo una muerte prematura tras una expedición de recolección al Congo en el año 2000, tenía la costumbre de hundir su mano en cualquier agujero en el suelo de la jungla para descubrir lo que podría esconderse allí. (De hecho, había perdido las puntas de varios dedos de su mano derecha, aunque esto fue resultado de un experimento con explosivos en su infancia.) Cada vez que llegaba a un nido de insectos lo golpeaba con un palo para ver lo que salía. El autor de su necrológica contaba que sólo vio correr a Hamilton una vez: tras haber perturbado a una colmena de abejas asesinas.

Ambiciones y celos constituyen otro tema recurrente. Niels Bohr era un raro ejemplo de un hombre aparentemente privado de ambición personal e impulsado por un deseo incansable y desinteresado de captar la verdad, ya fuera por revelaciones personales o ajenas. Más propia de la naturaleza humana era la confesión de un eminente matemático norteamericano afirmando que hubiera preferido que un teorema permaneciese ignorado antes de que el hallazgo lo hubiese llevado a cabo otro científico. El biógrafo (Paul Hoffman) del extraordinario matemático húngaro Paul Erdős relata que después de que Erdős y un colega, Atle Selberg, hubieran descubierto una demostración de un antiguo rompecabezas, el Teorema de los Números Primos, Selberg oyó que un matemático a quien no conocía comentaba a un colega: «¿Lo has oído? Erdős y "no-sé-quien-más" tienen una demostración elemental del Teorema de los Números Primos». Selberg estaba tan avergonzado por esta insignificancia implícita que publicó el trabajo él solo y fue debidamente recompensado con la medalla Fields, el premio Nobel de los matemáticos.

También viene a la mente el físico japonés al que le faltó el canto de un duro para descubrir el neutrón; cuando se mencionaba la palabra (un deporte para sus crueles estudiantes) las lágrimas brotaban y corrían por sus mejillas. ¿Y qué decir de Philipp Lenard, el paranoico físico alemán, laureado con el Nobel, nazi y apasionado enemigo de

Einstein? Sintiéndose privado del reconocimiento por varios de sus descubrimientos, escribió a un colega, James Franck, que entonces servía en el frente occidental durante la primera guerra mundial, para infundirle ardor marcial ya que, según Franck, Lenard deseaba de forma especial que los ingleses fueran derrotados porque nunca habían citado adecuadamente sus trabajos. Éstos pueden ser casos extremos, pero los egos frágiles o hinchados han sido siempre una rica fuente de reminiscencias picantes.

Predicciones incautas por parte de sabios eminentes han generado muchos momentos de farsa. Fue el astrónomo real británico quien expresó la opinión de que «el viaje espacial es una completa basura» no muchos años antes de que se pusiera en órbita el primer satélite tripulado; y uno de los mayores físicos del siglo xx, Ernest Rutherford, sostenía que las ideas de explotación comercial de la energía atómica eran «pamplinas». Pero como, según se dice, Niels Bohr comentó: «La predicción es muy difícil, especialmente la del futuro». Y, finalmente, puesto que la ciencia en general procede lentamente y no abundan los dramas del día a día, son los momentos de súbita y extraordinaria iluminación, y especialmente las revelaciones por azar, los más extraños de todos los regalos de la Naturaleza y los que viven en la memoria: una gota de una nariz acatarrada cae en un disco de Petri y disuelve las colonias de bacterias; un termómetro se rompe en un vaso de reacción y el mercurio se revela como el catalizador de una reacción que inicia una nueva industria. Más a menudo, por supuesto, impera una ley ineluctable: que cualquier

cosa que pueda ir mal, irá mal. Uno puede agotar infructuosamente toda una caja de cerillas tratando de prender fuego en la chimenea con un haz de ramas secas y periódicos y, en cambio, arrojar una sola cerilla por la ventanilla de un automóvil e iniciar un incendio forestal. Este tipo de conjunción inverosímil es también materia de anécdotas.

Sólo queda por admitir que la autenticidad es una pesadilla siempre presente en una colección de esta naturaleza. Algunas historias se atribuyen a más de un protagonista; cuando éste es el caso, lo he advertido. Tampoco puedo jurar, con la mano en el corazón, que ninguna es apócrifa, pero he adoptado el punto de vista de que si merecen ser ciertas, entonces vale la pena incluirlas. Puedo, por lo tanto, ha-

berme equivocado a veces al apoyarme en ese dicho amigo del editor, *ben trovato*.

Soy consciente, además, de una escasez de aparato erudito: más que anécdotas literarias o históricas de las que hay compilaciones sin número, las de la ciencia suelen existir sólo en la conciencia tribal y pasan oralmente de una generación a otra. Por lo tanto, es a veces difícil citar fuentes referenciales, pero he tratado de hacerlo cuando era posible. En muchos ejemplos las fuentes secundarias han sido lo mejor que pude encontrar. Por supuesto, uno tiene que trazar la línea en alguna parte. Hay una historia que ha circulado por Oxford durante casi un siglo sobre un examen oral en física. «¿Qué es la electricidad?», pregunta el examinador. El estudiante presa del pánico tartamudea: «Ah, señor, estoy seguro de que lo sabía, pero parece que lo he olvidado». El examinador exclama: «¡Qué pena, qué pena! Sólo dos personas han llegado a conocer lo que es la electricidad, usted y el autor de la Naturaleza, y ahora una de ellas lo ha olvidado». Me pregunto si esto se había derivado de algún modo del famoso comentario de lord Palmerston de que sólo tres personas habían entendido el asunto Schleswig-Holstein (la disputa entre Dinamarca y Alemania): una de ellas se había vuelto loca, la segunda había muerto y la tercera era el propio Palmerston, y él lo había olvidado. En cualquier caso, he tratado de rastrear la historia de Oxford (que ha aparecido en prensa varias veces) hasta sus orígenes, pero sin éxito, y tengo que inferir que es apócrifa. Éste es un ejemplo de las muchas historias que en conciencia me he sentido obligado a omitir.

Donde era necesario he esbozado brevemente la naturaleza de las cuestiones científicas subyacentes para dar a las historias un sentido por lo demás escurridizo. Las referencias cruzadas a temas o personas discutidas en otro lugar aparecen con sus números de entrada destacados en negrita y entre paréntesis cuadrados. Las fuentes, originales o secundarias, aparecen al final de cada entrada. Espero que el lector que encuentre diversión en esta colección de lo que Winston Churchill llamaba «los juguetes relucientes de la historia» pueda sentirse más profundamente atraído por las espesuras de la ciencia, es decir, allí donde aguardan tantas sorpresas y recompensas.

Por sus muchas sugerencias y correcciones estoy en deuda con el doctor Bernard Dixon y el reverendo doctor John Polkinghorne y, especialmente, con el doctor Michael Rodgers de Oxford University Press. Este libro fue idea suya y sin su aliento, alternado con amonestaciones, no se hubiera iniciado y mucho menos concluido. Sarah Bonney aportó su meticulosa habilidad para guiar el arduo proceso de edición del manuscrito. Su cuidado por los detalles y su excepcional comprensión científica e histórica eliminaron muchos errores de hecho e incorrecciones de estilo.

Doy las gracias a los amables lectores que llamaron mi atención sobre algunos errores que se deslizaron en la primera versión inglesa y que he tratado de corregir.

## El gran hedor

La química es asociada normalmente por los profanos con olores desagradables y es indudable que existen aromas químicos que tenazmente se agarran a manos y ropas. Se dice que, en cierta ocasión, el profesor W. H. Perkin, Jr. tuvo que bajarse de un autobús en Manchester cuando volvía a casa desde el laboratorio donde había estado trabajando con aminas odoríferas. Pero hay pocas historias que iguallen a la siguiente, contada por John Read [23], catedrático de Química en la Universidad de St. Andrews.

Read estaba trabajando entonces en el laboratorio de sir William Jackson Pope (1870-1939) en Cambridge. Pope fue uno de los fundadores de la estereoquímica e hizo el descubrimiento fundamental de que los compuestos en los que un átomo de carbono está ligado a cuatro átomos o grupos químicos diferentes pueden tomar dos formas. Supongamos que los cuatro grupos *a*, *h*, *c*, y *d* están situados en los vértices de un tetraedro [120]; entonces, si se intercambian dos cualesquiera de ellos, el tetraedro resultante no puede superponerse al primero, sino que es su imagen especular. Semejante estructura tiene una asimetría intrínseca que se detecta por su capacidad para rotar a izquierda o derecha el plano de la luz polarizada (luz en la que su movimiento ondulatorio oscila en un plano, y no en las tres dimensiones).

Pope y sus colegas habían preparado varios de estos compuestos

ópticamente activos (como se les llama), basados también en otros elementos distintos del carbono. Éstos incluían algunos compuestos de azufre, muchos de ellos (como el más simple de todos, el sulfuro de hidrógeno) altamente malolientes. Ahora, Pope quería ver si la actividad óptica se vería alterada al cambiar el átomo central de azufre por su pariente próximo, el selenio. (El seleniuro de hidrógeno es similar al sulfuro de hidrógeno, el gas famoso por su olor a huevos podridos pero incluso más desagradable: cuando el gran químico Berzelius [19] estaba trabajando con esta sustancia, su casera le acusó de atiborrarse de ajos.) Los químicos querrán saber que el compuesto de Pope era bromuro de metiletilselenetina, escrito [Me.Et.Se.CH<sub>3</sub>.COOH]Br. Read cuenta:

En nuestras investigaciones en Cambridge, una varilla de selenio, contenida en un largo tubo de ensayo de vidrio duro, era calentada en una corriente de hidrógeno con una intensa llama Bunsen. El selenio desaparecía lentamente por su conversión en seleniuro de hidrógeno, y la mezcla resultante de dicho gas con el hidrógeno caía sobre hidróxido de sodio con alcohol. La solución resultante de seleniuro de hidrógeno sódico se calentaba primero con un equivalente de yoduro de etilo y, en segundo lugar, con equivalentes de yoduro de metilo y etóxido de sodio. El seleniuro de metiletilo tenía que ser calentado luego con ácido bromoacético para dar el inofensivo bromuro de metiletilselenitina.

La operación inicial se conseguía cómodamente en el laboratorio cerrado pero para las etapas siguientes, debido al tremendo olor, se encontró necesario trabajar en la azotea del edificio con el operador de espaldas al viento. El seleniuro se utilizaba sólo en pequeñas cantidades de unos pocos gramos y con estrictas precauciones para evitar que escapara al aire pero, en cualquier caso, los incidentes que siguieron fueron dignos de la imaginación de un Wells y la pluma de un Defoe. Se dice de algunos perfumes que su fragancia plena sólo se hace evidente cuando están muy diluidos. La misma regla parecía aplicarse a los seleniuros alcalinos: el olor se hacía crecientemente insoportable con la dispersión; de hecho parecía pasar del reino de los olores al de una espeluznante sensación de pesadilla.

Desafiando la acción restrictiva de las trampas de permanganato alcalino, los desmoralizantes tufos de vapor barrían la indefensa Cambridge.

Fue particularmente desafortunado que los experimentos de la azo-  
tea coincidiesen por azar con las celebraciones del centenario de Darwin que tuvieron lugar en Cambridge en junio de 1909. Las fiestas de té al aire libre en los jardines que bordeaban la distante Parker's Piece fueron interrumpidas y cuando los huéspedes se retiraron al interior, el insufrible olor les persiguió e inundó sus tazas de té. A la tarde siguiente, una fiesta en el jardín del Christ's College también sufrió la misma desgracia y siguieron molestias similares. En las esquinas de las calles, en las habitaciones de los colegios, en tabernas y barberías, en los viejos tranvías tirados por caballos — donde quiera que se reunían hombres en Cambridge— el tema dominante de conversación y debate era «el olor».

Enérgicas protestas llegaron a las autoridades locales, cartas de contribuyentes indignados aparecieron en la prensa, hombres de negocios en Petty Cury y otros lugares se vieron obligados a cerrar sus oficinas y dar a sus cuerpos directivos unas vacaciones apresuradas hasta que hubiera pasado el malestar: en resumen, una incomodidad general se estableció en el normalmente sereno aire de Cambridge. Al final, la sede de las molestias fue localizada en el laboratorio químico de la Universidad y el *Cambridge Daily News* salió con el titular clarificador: «¿QUÉ PASÓ? LLUVIAS SOSPECHOSAS EXONERADAS. LA CIENCIA ES EL PECADOR».

En esta coyuntura se decidió continuar el trabajo a campo abierto en las marismas.

Así que Pope, Read y otros colegas pidieron permiso a un granjero en la remota Waterbeach para crear «un aroma atronador» en sus tierras. El granjero invitó a los químicos a «venir y oler mi montón de estiércol» que realmente era potente, pero al granjero le esperaba una sorpresa. Pope y sus amigos hicieron el camino por el río Cam en motora llevando dos grandes cajas con aparatos y productos químicos. Montaron quemadores de alcohol y una estufa Primus para calentar las mezclas reactivas. No se necesitó mucho tiempo para que el granjero saliera huyendo pero, según sigue relatando Read:

Un gran rebaño de vacas formó en semicírculo a sotavento y proporcionó una audiencia silenciosa pero agradecida. Algunos cientos de metros corriente abajo, el río hacía una curva a la derecha y era justo antes de alcanzar este punto donde barcos y gabarras, que venían co-

rriente arriba desde Ely, entraban en el cinturón odorífero; la confusión entre los ocupantes de estos barcos, a medida que el extraño perfume invisible les golpeaba a uno tras otro, era de lo más divertido. Pronto empezamos a experimentar la reacción de la fauna menor: insectos reptadores y voladores de muchos tipos pululaban sobre el aparato, algunos de ellos haciendo incluso decididos intentos para abrirse camino en los tapones de los matraces. Todo su comportamiento indicaba que ellos sentían que se estaban perdiendo algo realmente bueno.

En esta fase, triste es decirlo, el experimento fue abandonado en parte debido a los terrores del hedor pero, más concretamente, porque Pope estaba ahora en un proyecto nuevo y más excitante.

En *Humour and Humanism*, de John Read (George Bell, Londres, 1947).



## Choque de culturas

Sir Nevill Mott (1905-1998) fue un distinguido físico teórico y profesor de la Cátedra Cavendish de Física en Cambridge muy recordado por sus contribuciones a la física del estado sólido. Se rumoreaba que, asistiendo a una fiesta para celebrar el premio Nobel de Alexander Todd [54], Mott se dio cuenta, al mirar a su alrededor, de que todos los presentes excepto él eran también premios Nobel. Disgustado, tomó su sombrero y salió repentinamente. Algunos años más tarde (1977) corrigió la deficiencia vergonzante y fue quizá el único en ser así honrado con el preciado galardón por una investigación iniciada después de su jubilación.

Mott era famoso por sus modales vagos y distraídos. Francis Crick recuerda cómo trató de presentarle a James Watson dos años después del celebrado descubrimiento por Watson y Crick de la estructura del ADN [881]:

«Me gustaría presentarle a Watson», dije, «ahora mismo está trabajando en su laboratorio». Me miró con sorpresa. «¿Watson?», dijo. «¿Wat-son? Pensaba que su nombre era Watson-Crick.»

Antes de su nombramiento para la Cátedra Cavendish, Mott fue durante muchos años catedrático de Física en la Universidad de Bristol y allí se le atribuye una historia que refleja su increíble distracción:

Mott viajaba en el tren de Paddington a Bristol cuando se le ocurrieron tres pensamientos. Primero, él ya no estaba en el Departamento de Física en Bristol, sino que era profesor Cavendish en Cambridge; segundo, antes, ese mismo día había viajado a Londres en automóvil; y, tercero, había ido acompañado de su mujer.

El siguiente episodio data de la época de Mott en Bristol y lo recordaba Gilbert Beaven, entonces un ayudante de laboratorio junior en el departamento de Química. Este departamento cobijaba en los años treinta a un químico-físico bien conocido, Monis W. Travers, conocido, debido a su trabajo sobre absorción de gases, como «Gas Raro» Travers. (Él fue también durante algunos años director del AllIndia Institute of Sciences en Bangalore.)

Travers había invitado al recién nombrado catedrático de Física a visitar su laboratorio y le llevó a dar una vuelta por el mismo ilustrada con comentarios generales sobre la investigación en curso. Mott escuchó en silencio y cuando la disertación de Travers de más de una hora había llegado a un muy deseado final, dio las gracias cortésmente a su anfitrión y se dirigió a la puerta. Entonces se volvió y, como si le viniera de pronto a la cabeza, preguntó: «Por cierto, Travers, ¿qué es el etileno?».

La gracia de la historia consiste, por supuesto, en que es como si a un historiador de la Iglesia le hubiesen preguntado al final de una conferencia qué quería decir con «la Reforma». Una historia muy similar se atribuye a otro famoso teórico, Arnold Sommerfeld, profesor en la Universidad de Munich durante gran parte de la primera mitad del siglo xx. Tras una disertación sobre la asimilación del dióxido de carbono por las plantas, él volvió caminando a casa acompañado por el conferenciante, su colega en la facultad, el famoso químico orgánico Richard Willstätter. ¿Qué era en realidad este ácido carbónico sobre el que Willstätter se había mostrado tan elocuente? Willstätter quedó evidentemente estupefacto por la pregunta.

El recuerdo de Francis Crick está tomado de su libro *What Mad Pursuit* (Basic Books, Nueva York, 1988) [hay traducción española: *¡Qué loco propósito!*, Tusquets, Barcelona, 1989]; la historia sobre Nevill Mott en el tren de Bristol está contada por M. Rodgers, *Nature*, 383, 381 (1996).

## Los sueños de Kekulé

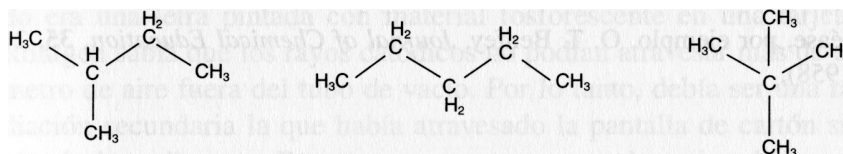
August Kekulé von Stradonitz fue uno de los fundadores de la química orgánica estructural. Nacido en Darmstadt en 1829, estudió en la Universidad de Giessen con Justus von Liebig, el más grande de todos los químicos orgánicos, luego en Francia y, finalmente, en Inglaterra. Más tarde ocupó la Cátedra de Química en la Universidad de Ghent, y luego, en 1865, se trasladó a Bonn, donde permaneció el resto de su vida. Kekulé era un reconocido profesor pero ahora es principalmente recordado por sus famosos sueños en los que tuvo las dos inspiraciones que cambiaron el rostro de la química.

Sucedió dos veces, la primera de ellas mientras estaba en Londres. Kekulé estaba viviendo en una pensión de Clapham y solía pasar muchas tardes con un amigo, otro químico alemán, Hugo Mueller. Hablaban de química y, sobre todo, de la estructura de las moléculas, la preocupación especial de Kekulé: ¿cómo estaban dispuestos los átomos dentro de la molécula, y cómo era posible que dos moléculas con la misma composición atómica —conteniendo, supongamos, cinco átomos de carbono y doce de hidrógeno— pudieran ser sustancias diferentes? Tras una de estas plácidas tardes, Kekulé tomó el último transporte de vuelta a su casa. Era una agradable tarde de verano y se sentó en la cubierta superior al aire libre del vehículo tirado por caballos. Así es como, muchos años más tarde, describió su experiencia:

Caí en un sueño, y he aquí que los átomos estaban retozando ante mis ojos. Cada vez que, hasta entonces, estos seres diminutos se me aparecían, estaban siempre en movimiento. Ahora, sin embargo, veía cómo con frecuencia dos átomos más pequeños se unían para formar un par;

cómo uno más grande abrazaba a los dos más pequeños; cómo otros, aún mayores, sujetaban a tres o incluso cuatro de los más pequeños, mientras que el conjunto seguía girando en una danza vertiginosa. Veía cómo los más grandes formaban una cadena arrastrando tras ellos a los más pequeños, pero sólo en los extremos de la cadena.

Kekulé, despertado por el grito de «¡Clapham Road!» del conductor, volvió a su habitación y pasó el resto de la noche esbozando las fórmulas en las que iba a basarse su teoría de la estructura. Se sabía que *el* carbono tiene una valencia cuatro; en otras palabras, cada átomo de carbono puede unirse a otros cuatro átomos para formar un compuesto. En el ejemplo sencillo dado aquí, la molécula  $C_5H_{12}$ , pentano, existe en tres formas, donde  $CH_3$  y  $CH_2$  representan átomos de carbono unidos a tres y a dos átomos de hidrógeno:



Mientras estaba en Ghent, Kekulé experimentó una epifanía similar. Esta vez, el objeto de su ensañación fue la molécula de benceno que tiene la composición  $C_6H_6$ . Éste es el arquetipo de los

compuestos aromáticos, una clase a la que pertenece una gran proporción de las sustancias sintéticas y naturales más interesantes. He aquí una vez más la reminiscencia de Kekulé:

Estaba sentado escribiendo en mi libro de texto pero el trabajo no avanzaba; mis pensamientos estaban en otro lugar. Giré mi sillón hacia el fuego y me quedé dormido. Otra vez, los átomos estaban retozando ante mis ojos. Esta vez, los grupos más pequeños se mantenían modestamente en el fondo. El ojo de mi mente, que se había hecho más agudo por repetidas visiones de este tipo, podía distinguir ahora estructuras mayores de conformación múltiple: largas hileras, a veces muy bien encajadas, se emparejaban y retorcían en un movimiento parecido a una serpiente. Pero ¡mira! ¿Qué era eso? Una de las serpien-

tes se había unido a su propia cola y la forma giraba con sorna ante mis ojos. Como invadido por un destello de iluminación me desperté; y esta vez también pasé el resto de la noche desarrollando las consecuencias de la hipótesis.

La hipótesis era, por supuesto, que el benceno era una molécula cíclica, en donde los seis átomos de carbono forman un hexágono, con un hidrógeno unido en cada vértice. Adolf von Baeyer [84], el gran químico orgánico, decía que él hubiera cambiado los logros de toda su vida por esta intuición de Kekulé. No es sorprendente que durante el auge de la interpretación freudiana de los sueños se diese a la visión de Kekulé de las serpientes una connotación sexual pues estaba viviendo en un alojamiento de solteros, muy alejado de su mujer y a quien habría visto muy de tarde en tarde. Pero hay pocas cosas que no hayan sido interpretadas alguna vez en tales términos.

Véase, por ejemplo, O. T. Benfey, *Journal of Chemical Education*, **35**, 21 (1958).

## 4

### Los rayos de Rontgen

Wilhelm Conrad Röntgen fue un respetado, si no sobresaliente, físico experimental que, en 1888, cuando tenía 43 años, fue nombrado profesor y director del Instituto de Física de la Universidad de Würzburg en Baviera. Ésta era en aquella época una especie de remanso académico, pero Röntgen, aunque era esencialmente un solitario que prefería trabajar por sí mismo, parece que también fue un eficiente director de laboratorio que se empeñó en conseguir apoyos y construir un buen departamento. Estaba interesado en la radiación electromagnética y se propuso resolver la ardorosamente debatida cuestión de si las radiaciones recientemente descubiertas, en particular los rayos catódicos cargados negativamente, deberían ser considerados como partículas o

como ondas. (Ahora sabemos que comparten el carácter de ambas.) He aquí cómo llegó a su descubrimiento, uno de los más sorprendentes en la historia de la física.

Röntgen estaba trabajando solo en su laboratorio personal la tarde del viernes 8 de noviembre de 1895. Para observar la trayectoria de los rayos catódicos generados en un tubo de vacío colocaba en su camino una pantalla fluorescente. El brillo verde pálido en la zona de la pantalla donde incidía la radiación podía ser difícil de ver, de modo que el laboratorio estaba meticulosamente oscurecido y el propio tubo de rayos catódicos estaba cubierto con una pantalla de cartón negro para bloquear la luz de la descarga de chispa utilizada para generarlos. En la

oscuridad, Röntgen advirtió un punto de luz parpadeante a cierta distancia del banco. ¿Había un agujero en las cortinas negras? No había ninguno.

Una inspección más detallada reveló que lo que estaba parpadeando era una letra pintada con material fosforescente en una tarjeta. Röntgen sabía que los rayos catódicos no podían atravesar más de un metro de aire fuera del tubo de vacío. Por lo tanto, debía ser una radiación secundaria la que había atravesado la pantalla de cartón sin ningún impedimento. Röntgen puso entonces en el camino de los rayos un naipe de la baraja que se mostró transparente a los mismos como, de hecho, también lo hizo el mazo de cartas entero. Un libro arrojó sólo una débil sombra en la pantalla iluminada, lo que reveló a Röntgen que los rayos viajaban en línea recta. Cuando a continuación sostuvo una pequeña lámina de plomo frente al haz quedó sorprendido al observar, detrás de la sombra del plomo, el perfil de sus dedos y la imagen de sus huesos internos.

Sin duda, Röntgen debió reconocer instantáneamente que había hecho un descubrimiento que iba a resquebrajar la suave superficie de la física del siglo XIX. Aproximadamente en esta época, el gran físico teórico Max Planck, entonces estudiante, había recibido el consejo de su profesor de física, Philipp von Joly, de dedicarse a otro campo pues quedaba poco que aprender sobre la naturaleza de la materia.

Röntgen demostró esa misma tarde trascendental que la radiación, que él llamó rayos X, se originaba en el punto en donde los rayos catódicos golpeaban la pared del tubo y que (a diferencia de los rayos ca-

tódicos «al uso») no era desviada por un campo magnético y no llevaba carga eléctrica. Röntgen apenas salió de su laboratorio durante las semanas siguientes. Obtuvo imágenes de varios objetos, incluyendo (para consternación de ella) la mano de su mujer, mostrando la estructura ósea y el perfil de sus anillos. Su primer informe fue publicado antes del año nuevo y causó sensación. Lord Kelvin [10], uno de los físicos destacados de la época, creía que el artículo de Röntgen era un fraude hasta que fue convencido de lo contrario por confirmaciones provenientes de todo el mundo. En pocos años se publicaron miles de artículos sobre la radiación, con mucha frecuencia llamada (como aún lo es en Alemania) rayos Röntgen, y no pasó mucho tiempo antes de que la profesión médica percibiera su potencia. Luego vinieron los intereses comerciales incluyendo novedades tales como una camiseta «a prueba de rayos X» ofertada por una compañía inglesa. Muy pronto también se hicieron evidentes los riesgos.

Röntgen nunca se sintió a gusto con sus rayos; sentía devoción por la física clásica y le dolía la aparición de nuevos fenómenos que no encajaban en el esquema tradicional. Su estudiante más distinguido, Rudolf Ladenburg, que llegaría a ser profesor en la Universidad de Princeton, llegó a Würzburg algunos años después del episodio de los rayos X y se le asignó un problema sobre viscosidad. La velocidad con la que una bola cae a través de un líquido está determinada por la viscosidad del líquido de acuerdo con una ecuación deducida a mediados del siglo XIX por G. G. Stokes en Cambridge; pero ¿cuál sería, quería saber Röntgen, el efecto de confinar la bola y el líquido en un tubo estrecho en el que habría arrastre viscoso en la pared? Se montó un largo tubo, que iba desde el tejado del edificio hasta el sótano, y se llenó con aceite de ricino. Según Ladenburg, ninguna otra cosa dio a Röntgen tanto placer como ver que la bola llegaba al sótano precisamente en el instante calculado.

Por su descubrimiento de los rayos X, Röntgen fue galardonado con el primer premio Nobel de Física en 1901. Varios físicos, que también habían trabajado con rayos catódicos, lamentaron no haber sido ellos quienes detectaron los rayos X. Frederick Smith, en Oxford, había notado que placas fotográficas almacenadas en la vecindad de un tubo de rayos catódicos tendían a oscurecerse; por eso las había aleja-

do un poco, pero no se le ocurrió buscar la causa del fenómeno. El más angustiado fue Philipp Lenard (más tarde ganador de un premio Nobel por sus estudios sobre la radiación), ya que nunca tuvo el valor de pronunciar el nombre de Röntgen (ni pudo aceptar las convulsiones teóricas que sacudieron la física en las dos primeras décadas del siglo xx: se hizo un enemigo acérrimo y violento de Albert Einstein y un nazi apasionado).

Véase, por ejemplo, Otto Glasser, *Dr. W. C. Röntgen*, 2.ª ed. (Charles C. Thomas, Springfield, 111., 1958). El recuerdo de Rudolf Ladenburg fue registrado por E. U. Condon en un artículo titulado «60 years of quantum physics», en *History of Physics*, Spencer R. Weart y Melba Philips, eds. (American Institute of Physics, Nueva York, 1985).

## 5

### Luz sobre el dulzor: el descubrimiento del aspartamo

El aspartamo, o Nutrasweet, debe haber aliviado a una población corpulenta de muchas toneladas de exceso de peso. Es un edulcorante desprovisto del regusto desagradable de la sacarina y no parece tener ningún efecto secundario patológico. Su descubrimiento se produjo por puro accidente, como de hecho sucedió con la mayoría de los otros edulcorantes «artificiales» incluyendo el primero: la sacarina fue sintetizada en 1879 por Constantine Fahlberg, un estudiante del principal químico orgánico norteamericano de la época, Ira Remsen, en la Johns Hopkins University de Baltimore. Fahlberg, sorprendido por un curioso sabor dulce de sus dedos mientras tomaba su cena, comprendió que procedía de algo que había tenido en sus manos durante el día. Era imidoácido orto-sulfobenzoico. Sacó una patente de la sustancia de la que excluyó a su mentor y se hizo rico, algo que Remsen nunca le perdonó.

Luego, en 1937, un estudiante de investigación norteamericano, un

delincuente con el ahora impensable hábito de fumar en el laboratorio, estaba intentando sintetizar un agente antipirético; al dar una calada al cigarrillo, que había dejado en un extremo de la mesa, experimentó una sensación de dulzor. Ésta fue la génesis de los edulcorantes con ciclamato. Y otro edulcorante más, el acesulfamo, nació cuando un trabajador de laboratorio se humedeció el dedo con la lengua para coger una hoja de papel.

James Schlatter era un químico orgánico que trabajaba en los laboratorios de una compañía farmacéutica, G. D. Searle, en la búsqueda de un tratamiento para la úlcera gástrica. Estaba sintetizando un péptido (una cadena de aminoácidos ligados, tal como la que forma una proteína) correspondiente a una parte de una hormona, la gastrina. Con un colega había preparado un compuesto sencillo de este tipo (aspartilfenilalanina metiléster) y lo estaba purificando, como hacen los químicos orgánicos, por recristalización. Era diciembre de 1965. Así describió lo que sucedió:

Estaba calentando *el* aspartamo en un matraz con metanol cuando la mezcla se desbordó [hirvió abruptamente] fuera de él. Como resultado, parte del polvo llegó a entrar en contacto con mis dedos. En una fase ligeramente posterior, cuando chupé mi dedo para coger una hoja de papel, noté un sabor dulce muy intenso. Al principio pensé que debía haber quedado algo de azúcar en mis manos en algún momento anterior del día. Sin embargo,

rápidamente comprendí que no podía ser así puesto que anteriormente me había lavado las manos. Por lo tanto, rastree el polvo de mis manos hasta el recipiente en el que había colocado el aspartilfenilalanina metiléster cristalizado. Pensando que probablemente este éster dipéptido no era tóxico, lo saboreé un poco y descubrí que era la sustancia que previamente había degustado al lamer mi dedo.

Hoy día se considera obligatorio llevar guantes en los laboratorios de química y, por tanto, un descubrimiento así sería imposible, de modo que el dulzor del dipéptido probablemente habría permanecido oculto para siempre.

La manera más extraña en que salió a la luz un nuevo edulcorante fue cuando, un día de 1976, un estudiante de investigación extranjero

*en el King's College de Londres* entendió mal las instrucciones de su supervisor, el profesor L. Hough. Hough estaba buscando posibles aplicaciones industriales sintéticas de la sacarosa, el azúcar común de la caña y la remolacha, y en su laboratorio se habían obtenido varios derivados. Uno de ellos era una triclorosacarosa (sacarosa en la que se habían introducido tres átomos de cloro). Hough pidió a Shashikant Phadnis que «comprobara» la sustancia pero, al estar su oído poco hecho al idioma, Phadnis entendió que la «probara». La sucralosa, como ahora se la conoce, es una de las más dulces de todas las sustancias y puede reemplazar a la sacarosa con una concentración mil veces menor.

Véase J. M. Schlatter, *Aspartame: Physiology and Biochemistry*, L. D. Stegink y L. J. Filer, eds. (Marcel Dekker, Nueva York, 1984).

## 6

### Los puros sulfurosos de Otto Stern

Otto Stern (1888-1969) solía describirse a sí mismo como un teórico experimental. Isidor Rabi, el gran físico norteamericano [21], consideraba a Stern, con quien había trabajado cuando era joven, como modelo de todo lo que debería ser un científico. Era genial, generoso y nada pretencioso y, sobre todo, escribió Rabi, tenía «buen gusto» en su física: trataba de encontrar infaliblemente problemas de primera importancia, con los que disfrutaba su ingenio, y su aproximación experimental estaba marcada por el estilo y el buen juicio. Stern se orientó inicialmente hacia la física teórica y durante algunos años trabajó como ayudante de Albert Einstein con quien estaba emparentado. Stern contó a su ayudante, Otto Frisch [20], que él y Einstein visitaban juntos los burdeles locales pues eran lugares tranquilos y relajados en donde discutir de física. Uno de los estudios teóricos de Stern, que resolvió un viejo problema en mecánica estadística, fue publicado durante la primera guerra mundial bajo el encabezamiento «Lomsha, Po-

lonia Rusa»; ésta era una sórdida ciudad de provincias a la que Stern fue destinado para cuidar de una estación meteorológica y donde ocupaba su tiempo libre con estos arduos cálculos.

Más tarde, como catedrático de Química y Física en Hamburgo, creó un floreciente departamento dedicado principalmente a su particular pasión por los haces atómicos y moleculares. Éstos son chorros de átomos o moléculas que viajan en línea recta a través de un alto vacío y ofrecían, como Stern demostró, la oportunidad para muchos tipos de medidas

fundamentales.

El método de Stern consistía en decidir, tras profunda reflexión, cuál iba a ser el próximo experimento. Entonces diseñaba el aparato e invitaba a sus ayudantes o estudiantes y técnicos a construirlo. Después dejaba el laboratorio hasta que le decían que el equipo estaba listo, momento en que reaparecía precedido por una nube de humo de puro y él mismo empezaba las medidas. Acabado el experimento, se escribía el artículo y el aparato era desmantelado para preparar la próxima campaña.

Stern comprendió que los haces atómicos proporcionaban un método para detectar efectos exigidos por la teoría cuántica, entonces aún en su infancia y ardorosamente debatida. La teoría cuántica predecía que algunos átomos, tales como los de la plata, debían poseer un momento magnético —comportarse como imanes— como resultado de la carga circulante del electrón más alejado del núcleo. El proyecto de Stern consistía en observar la desviación de un haz de átomos obtenido del vapor de plata que salía de un horno cuando pasaba a través de un potente campo magnético en el vacío; de este modo podía medirse el momento magnético. La separación de los haces, en presencia del campo magnético externo, sería mínima y extraordinariamente difícil, si no imposible, de medir. Stern discutió las perspectivas con su colega Walther Gerlach. «¿Lo hacemos?», preguntó con excitación, «¡Hagámoslo!».

Gerlach encontró todo tipo de obstáculos técnicos, pero después de muchos reveses imaginó que podría ver la desviación en tenues depósitos de plata apenas visibles en una placa de vidrio. Llevó la placa a Stern para que le diera su opinión y, mientras ambos observaban detenidamente, el finísimo depósito se ennegreció poco a poco y apare-

cieron dos líneas mínimamente separadas. Stern comprendió que era su aliento en el que se mezclaba el vaho de un cigarro barato lo que había producido la imagen; pues Stern, que era rico, andaba por entonces inexplicablemente mal de dinero y tuvo que reemplazar su marca favorita de cigarrillos por otra mucho más barata y llena de compuestos de azufre en cantidad suficiente como para convertir la plata en sulfuro de plata negro. Pero no fue éste el final de la historia ya que un examen más detallado reveló que el haz desviado estaba desdoblado en dos líneas separadas por la anchura de un cabello. Sólo más tarde se conoció la explicación completa que dio lugar a un cambio radical en la comprensión de la teoría cuántica: el momento magnético, que de hecho reflejaba la velocidad de rotación del electrón, no podía tomar cualquier valor sino que estaba cuantizado; es decir, sólo podía tomar unos valores específicos (y que difieren en cantidades muy pequeñas). Los átomos con electrones en los diferentes estados de giro responden entonces de forma distinta al campo magnético y se produce el desdoblamiento. Este resultado fue el nacimiento de la «cuantización espacial», una nueva y entonces sorprendente dimensión de la teoría cuántica. Isidor Rabi lo llamó «el glorioso experimento de Stern-Gerlach». Stern no sólo estaba encantado con el resultado, sino también con la manera en que se había puesto de manifiesto.

Otto Stern recibió el premio Nobel por su trabajo en haces atómicos y moleculares en 1943. Diez años antes había sido expulsado de Alemania y se había establecido en Estados Unidos. Allí recibió escaso apoyo durante los años de la guerra y posteriores y, cuando aún no había cumplido los sesenta años, se retiró a California donde, ya algo solitario, se dedicó a los placeres de la buena mesa y el cine al que era muy adicto. Murió a los ochenta y un años, mientras veía una película.

Para recuerdos de Otto Stern, véase Otto Frisch, *What Little I Remember* (Cambridge University

Press, Cambridge, 1979) [Hay traducción española: *De la fisión del átomo a la bomba de hidrógeno*, Alianza Editorial, Madrid, 1979; John S. Ridgen, *Rabi: Scientist and Citizen* (Basic Books, Nueva York, 1987).

## Metchnikoff devuelto a la vida

Ilya (más tarde Élie) Metchnikoff era un ruso, nacido en Ucrania en

1845, que pasó la mayor parte de su vida activa en el Instituto Pasteur de París. Durante una estancia en Italia descubrió el fenómeno de la fagocitosis cuando observó células tipo ameba avanzando en tropel hacia un cuerpo extraño (una espina) clavado en una larva de estrella de mar traslúcida. En el cuerpo humano, los fagocitos —los glóbulos blancos de la sangre— son la primera línea de defensa contra los invasores, tales como bacterias, a los que engullen y destruyen. En años posteriores, Metchnikoff quedó cautivado por la idea de que nuestros fagocitos se amotinaban cuando envejecemos y que todos los síntomas de la senescencia son resultado de su acción destructiva. Creía que esto era provocado por productos residuales formados en el estómago; éstos, afirmaba, podrían ser eliminados fomentando la proliferación de bacterias benignas. Todo lo que teníamos que hacer era ingerir cantidades masivas de «kefir» o yogur, lo que garantizaría una población floreciente de *Lactobacillus bulgaricus* en el estómago. Es de suponer que Metchnikoff siguió su propia receta para evitar los estragos de la edad pero, a pesar de todo, murió a los setenta y un años.

Metchnikoff era un depresivo que intentó suicidarse dos veces. Su segunda mujer, Olga, escribió una biografía de su marido en la que contaba cómo la ciencia le salvó de la desesperación. Había tomado una gran dosis de morfina, tan grande que incluso la había vomitado y con ello se había sumido simplemente en un estado de letargo.

Cayó en un especie de sopor, de extraordinaria placidez y reposo absoluto; a pesar de este estado comatoso seguía consciente y no tenía ningún temor a la muerte. Cuando volvió en sí de nuevo, fue con una sensación de consternación. Se decía a sí mismo que sólo una grave enfermedad podría salvarle, bien por terminar en la muerte o bien por despertar el instinto vital en él. Para alcanzar su objetivo tomó un baño muy caliente y luego se expuso al frío. Mientras regresaba por el puente del Ródano, vio repentinamente una nube de insectos alados que vo-

laba alrededor de la llama de una linterna. Eran *Phryganidae*, pero a distancia los tomó por *Ephemeridae*, y la visión de ellos le sugirió la siguiente reflexión: «¿Cómo puede aplicarse a estos insectos la teoría de la selección natural? Ellos no se alimentan y sólo viven unas pocas horas; por lo tanto, no están sometidos a la lucha por la existencia, no tienen tiempo de adaptarse a las condiciones ambientales».

Sus pensamientos derivaron hacia la ciencia; estaba salvado; el lazo con la vida se había restablecido.

(Metchnikoff no se beneficiaba del conocimiento de la genética actual: son las mutaciones que promueven la supervivencia hasta el tiempo de la reproducción las que dan a los insectos, como nos la dan a nosotros, una ventaja evolutiva.)

Véase Olga Metchnikoff, *Life of Élie Metchnikoff 1845-1916* (Constable, Londres, 1921).



## Un mal viento

A las 7.30 de la tarde del 3 de diciembre de 1943, los bombarderos alemanes convergieron en el puerto, de Bari situado en el talón de Italia. Su objetivo era el propio puerto, ya que estaba lleno de barcos que descargaban suministros para los ejércitos aliados que se abrían camino en Italia. Las alarmas de los ataques aéreos habían fallado y pocas personas se habían puesto a cubierto. Una bomba cayó en el *USS Liberty*, buque que estaba cargado con fuertes explosivos y cien toneladas de gas mostaza. Aunque ningún bando desplegó armas químicas durante la guerra, ambos estuvieron a punto de hacerlo y ninguno confiaba en que el otro se abstendría de su uso. En cualquier caso, el *Liberty* explotó y una nube de gas mostaza envolvió la zona del puerto. Las alarmas antigás sonaron pero fue demasiado tarde para muchos soldados y civiles. Destacado en Bari como oficial médico del ejército estadounidense estaba el doctor Cornelius Rhoads, que ya se había hecho un nombre en la inves-

Ligación médica antes de que su país entrara en la guerra. Ahora era llamado para tratar a las víctimas del envenenamiento por gas mostaza.

Rhoads estaba sorprendido por el efecto del gas sobre las células sanguíneas: inmediatamente después de la exposición la cuenta de glóbulos blancos aumentaba pero, durante los días siguientes, primero los linfocitos (de los que depende en gran medida la respuesta inmune del cuerpo) y luego los otros tipos de glóbulos blancos caían prácticamente a cero. Pronto empezaban a aparecer células inmaduras en la sangre, lo que indicaba que el cuerpo estaba reaccionando a la injuria que había sufrido. Los pacientes medianamente afectados se recuperaban en algunos días o semanas; los que habían sufrido una exposición severa morían o a veces se salvaban gracias a transfusiones masivas. Pero, observó Rhoads con interés, las infecciones eran raras incluso en pacientes gravemente afectados y no había ninguna evidencia de ningún otro daño en los tejidos. ¿Era entonces la toxicidad del gas mostaza específica para los glóbulos blancos? Y, si era así, ¿podía quizá ser útil para tratar la leucemia, es decir, una afección caracterizada por la producción de un número excesivo de glóbulos blancos? La inspiración de Rhoads marcó el comienzo de la quimioterapia en la investigación y tratamiento del cáncer. A los pocos meses, un oncólogo de Chicago había utilizado con éxito mostaza nitrogenada —gases mostaza y compuestos afines— para tratar a los pacientes con leucemia y enfermedad de Hodking.

Véase, por ejemplo, M. I. Podolsky, *Cures out of Chaos* (Harwood, Amsterdam, 1998).

## Marie Curie y los inmortales

El descubrimiento del radio, por el que Marie y Pierre Curie compartieron el premio Nobel en 1903 con Henri Becquerel (quien había hecho el descubrimiento accidental de la radiactividad [36]), fue el logro

más notable de su tiempo para la ciencia francesa. Marie Curie, nacida Maria Sklodowska en

Polonia en 1867, fue objeto de oprobio por parte de la prensa xenófoba de derechas, inflamada por su relación bien aireada, años después de la muerte de Pierre en un accidente callejero, con el famoso físico Paul Langevin, atrapado en un matrimonio desgraciado con una esposa insoportable. Marie Curie ansiaba el reconocimiento de su país de adopción y buscó la elección para la Académie des Sciences. Fue apoyada por varias de las principales luminarias de la ciencia francesa, incluyendo a la más grande de todas, Henri Poincaré, pero la Académie era un cuerpo exclusivamente masculino que ya había rechazado asaltos anteriores de aspirantes femeninas. Una de las cinco academias creadas después de la Revolución estaba sumida en la tradición y el ritual. Aún hoy, los miembros llevan un uniforme verde bordado en oro y en su elección honran a sus amigos invitándoles a contribuir al (considerable) coste de su espada ceremonial.

En 1911 había 68 miembros y la muerte había dejado una vacante. Tres veces al año, las cinco academias se reunían en sesión plenaria y, por azar, fue antes de una de éstas cuando se presentó la candidatura de Marie Curie. El resurgimiento de la cuestión de los miembros femeninos causó un revuelo en la prensa y en la alta sociedad y a la reunión asistieron 163 académicos, aproximadamente el doble de lo que era habitual. La reunión empezó con discursos de los adversarios y los defensores de Marie Curie. El presidente de la Académie des Sciences Morales et Politiques empezó proclamando las intenciones de los fundadores de las academias, quienes, aseguraba él a sus oyentes, nunca habían deseado la incursión de mujeres y exhortó a los miembros a «no quebrar la unidad de este cuerpo de élite que es el Instituto de Francia». Su llamamiento fue recibido con vivas tumultuosos.

Poincaré objetó que la autonomía de las academias por separado era una tradición santificada y que los miembros de las otras academias no tenían que interferir en las decisiones de la suya. Esto fue rebatido por un abogado de la Académie des Sciences Morales et Politiques que sugirió que la elección de mujeres para el Instituto de Francia (dentro del cual estaban incluidas las cinco academias) concernía a todos. Las consecuencias serían demasiado alarmantes, pues

si el Instituto era tan imprudente como para admitir mujeres, ¿no podría una de ellas llegar finalmente a presidente? Tras muchas de estas intervenciones pudo oírse la petición de una votación y entonces surgió un clamor de miembros impacientes por hablar. El presidente llamó al orden y se vio obligado a subirse al trono presidencial en un esfuerzo por controlar la reunión. La votación de los miembros de la Académie des Sciences resultó a favor de proteger las «inmutables tradiciones del Instituto» por 85 votos frente a 60. La prensa era vociferante, aunque, por supuesto, estaba dividida.

Pese a todo no fue éste el final de la historia pues, algunos días más tarde, el comité de la Académie des Sciences se reunió a puerta cenada para considerar la nominación. Haciendo caso omiso de la votación de la sesión plenaria propusieron a Marie Curie como su primera recomendación, con otros seis nombres como dignas segundas opciones. La votación tuvo lugar una semana más tarde y estuvo precedida de opiniones ardorosamente expuestas por parte de sus miembros. Se adujo, y no era la primera vez, el argumento poco limpio de que el gran trabajo de Marie Curie había sido realizado en asociación con su marido al que quizá ella había simplemente ayudado y que, tras la muerte de éste, habían colaborado también otros hombres (sus ayudantes) que eran científicos de gran nivel. Además, ¿no había recibido ya madame Curie suficientes honores? ¿No era ahora el turno de algún otro? Se puso en marcha un movimiento para elegir a uno de los otros propuestos, Édouard Branly, un ingeniero eléctrico que había hecho importantes contribuciones a la telegrafía sin hilos. El periódico xenófobo y chauvinista de extrema derecha, *L'Action Française* presentó la candidatura de Marie Curie como un golpe de un grupo de dreyfusistas de izquierda que trataban de bloquear la elección del católico devoto y profundamente

francés Branly. Cualesquiera que fueran los argumentos que influyeron en los ilustres académicos, fue el anciano Branly el elegido.

Para una exposición completa véase la excelente biografía *Marie Curie*, de Susan Quinn (Simon and Schuster, Nueva York, 1995).

## 10

### «Cualquier número entero es amigo personal suyo»: Hardy visita a Ramanujan

El sublime matemático indio Srinivasa Aayengar Ramanujan (1887-1920) fue «descubierto» por G. H. Hardy, catedrático de Matemáticas en Cambridge. Hardy vivía con pasión su disciplina y expuso su credo en su libro, *Apología de un matemático* (1940).\* Bertrand Russell recordaba un comentario de Hardy acerca de que «si pudiera encontrar una demostración de que yo (Russell) iba a morir en cinco minutos, él por supuesto sentiría mi pérdida, pero esta pena estaría compensada con creces por el placer de la demostración». «Yo le comprendía perfectamente», continuaba Russell, «y no me ofendí en absoluto».

Ramanujan era un joven que vivía con sus padres en la oficina de correos de una pequeña ciudad en la India. Descubrió las matemáticas en un libro de texto inglés y procedió a explorar muchas áreas de la disciplina registrando sus elucubraciones en cuadernos rayados para ejercicios escolares. Se los envió a varios matemáticos de Gran Bretaña; sólo Hardy prestó atención, dándose cuenta de que estaba en presencia de un genio iletrado. Trajo a Ramanujan a Cambridge corriendo él mismo con los gastos y se convirtió en su mentor y colaborador. Hardy escribió más tarde que él no calificaba muy altas sus propias contribuciones, en cualquier caso muy por debajo de las de Ramanujan, pero había sido capaz de hablar de igual a igual con Ramanujan y Littlewood [144] (su famoso colega de Cambridge), y esto era suficiente recompensa.

Ramanujan se convirtió en un Fellow del Trinity College y de la Royal Society, pero tuvo una vida desgraciada en Cambridge. Siendo un devoto brahmin, seguía una dieta estricta y no podía aceptar la comida inglesa o tomar más de lo que estaba acostumbrado a comer. Estaba continuamente resfriado en sus habitaciones en el Trinity, sólo calentadas por un brasero, y atormentado por los constipados. Con el

\* Hay traducción española: Nivola, Madrid, 1999.

tiempo desarrolló una tuberculosis que se lo llevó demasiado rápidamente. La historia de la visita de Hardy a Ramanujan en su cama en un hospital de Londres ha sido contada muchas veces, en este caso por C. P. Snow el cual conoció bien a Hardy.

Hardy había ido a Putney en taxi puesto que era su método habitual de transporte. Entró en la habitación donde yacía Ramanujan. Hardy, siempre poco hábil para iniciar una conversación, dijo, probablemente sin saludar y casi seguro como primer comentario: «Mi taxi llevaba el número 1.729. Me pareció un número bastante tonto». A lo que Ramanujan respondió: «¡No, Hardy! ¡No, Hardy! Es un número muy interesante. Es el número más pequeño expresable como la suma de dos cubos de dos maneras diferentes».

Ésta es la conversación tal como Hardy la recordaba. Debe ser exacta en esencia. Él era el más honesto de los hombres y, además, nadie podría haberla inventado.

Esta prodigiosa facilidad numérica parece no ser inusual entre los mejores matemáticos. Consideremos, por ejemplo, lo siguiente:

Alguien pidió una vez a A. C. Aitken, profesor de la Universidad de Edimburgo, que diese la expresión decimal de 4 dividido por 47. Al cabo de cuatro segundos empezó a dar una cifra cada tres cuartos de segundo:  $0,08510638297872340425531914$ . Se detuvo, consideró el problema durante un minuto y luego empezó de nuevo un poco antes de donde lo había dejado: «191489» —pausa de cinco segundos—361702127659574468. A partir de aquí se repite; empieza otra vez con 085. De modo que si hay cuarenta y seis cifras en esta serie, está bien». Para muchos de nosotros un hombre así es de otro planeta, especialmente en su comentario final.

He aquí un ejemplo de otro tipo. Lord Kelvin (1824-1907), aunque era físico, era también un matemático de primera. Había sido (para su disgusto) Segundo Wrangler —el estudiante colocado en segundo lugar en el cuadro de honor de la facultad de matemáticas— en Cambridge. (De hecho, se cuenta que la mañana que iban a anunciarse los resultados de los exámenes envió a su criado para informarse de «¿Quién es el Segundo Wrangler?», y quedó destrozado cuando oyó,

«Usted, señor». Uno de los héroes matemáticos de Kelvin era el francés Joseph Liouville y, un día, cuando estaba impartiendo una lección en Glasgow, preguntó a su clase: «¿Saben qué es un matemático?». Entonces escribió en la pizarra la ecuación

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$$

«Un matemático», dijo señalando la pizarra, «es alguien para el que esto es tan obvio como que dos y dos son cuatro lo es para ustedes. Liouville era un matemático».

La cita acerca de Hardy y Ramanujan está tomada de C. P. Snow, *Variety of Men* (Macmillan, Londres, 1967; Penguin Books, Londres, 1969), y el ejemplo de la facilidad de Aitken con los números procede de Anthony Smith, *The Mind* (Viking, Nueva York, 1984; Penguin Books, Londres, 1985). Para las historias de Kelvin, véase la biografía escrita por Sylvanus P. Thompson, *The Life of William Thomson Lord Kelvin of Largs*, vol. 2 (Macmillan, Londres, 1910), y E. T Bell, *Men of Mathematics* (Gollancz, Londres, 1937).

## 11

### Elogio de David Hilbert

David Hilbert (1862-1943) fue un famoso matemático alemán, director del Instituto Matemático de la Universidad de Gotinga, que entonces albergaba a la más extraordinaria galaxia de talentos de dicha disciplina en todo el mundo. Ya anciano, cuando los nazis ascendieron al poder, se opuso decididamente al despido de los colegas judíos.

Los despistes de Hilbert eran legendarios. Uno de sus estudiantes citaba un ejemplo: una tarde, cuando Hilbert y su mujer se estaban preparando para recibir a los invitados para una cena, ella le dijo que se cambiara la deplorable corbata que llevaba. Los invitados llegaron pero Hilbert no reapareció. Finalmente fueron en su busca y le encontraron dormido en la cama. Tras quitarse la corbata, simplemente ha-

bía seguido con la secuencia de acciones habitual, terminando con el camisón y la cama.

En algún momento durante los años veinte, uno de los brillantes estudiantes de Hilbert había escrito un artículo que pretendía demostrar la hipótesis de Riemann —un persistente desafío para los matemáticos concerniente a un aspecto importante de la teoría *de* números—. El estudiante le había mostrado el artículo a Hilbert, quien

lo estudió cuidadosamente y quedó realmente impresionado por la profundidad del argumento pero, por desgracia, encontró un error en el mismo que ni siquiera él podía corregir. Al año siguiente, el estudiante murió. Hilbert preguntó a los afligidos parientes si le permitirían decir una oración fúnebre. Mientras los parientes y amigos del estudiante estaban llorando ante la tumba bajo la lluvia, Hilbert se adelantó. Empezó hablando de la tragedia que suponía que un joven tan dotado hubiera muerto antes de tener una oportunidad de demostrar de qué era capaz. Y siguió diciendo que pese al hecho de que la demostración que propuso este joven de la hipótesis de Riemann contenía un error, era aún posible que algún día se obtuviera una demostración del famoso problema siguiendo las líneas que el difunto había indicado. «De hecho», continuó con entusiasmo, de pie bajo la lluvia junto a la tumba del estudiante muerto, «consideremos una función de una variable compleja...».

Véase la biografía *Hilbert*, de Constance Reid (Copernicus, Springer-Verlag, Nueva York, 1996).

## 12

### Rabi conoce a su igual

Isidor Rabi [21], siendo director del Departamento de Física en la Universidad de Columbia y un mandarín de la comunidad física norteamericana, relataba de esta manera su primer encuentro con un joven prodigio. Era el año 1935 y Rabi estaba reflexionando sobre un controvertido artículo, recién publicado por Einstein, Podolsky y Ro-

sen, que trataba de socavar con una paradoja los fundamentos de la teoría cuántica.

Estaba leyendo el artículo, y mi manera de leer un artículo consistía en llamar a un estudiante y explicárselo. En este caso, el estudiante era Loyd Motz, que ahora es profesor de astronomía en Columbia. Estábamos discutiendo sobre algo y, al cabo de un rato, Motz, me dijo que había alguien esperando fuera del despacho y preguntó si podía hacerle entrar. Introdujo a este muchacho. Schwinger tenía entonces dieciséis años. Así que le dije que se sentase en algún lugar, y él se sentó. Motz y yo estábamos discutiendo, y este niño se levanta y zanja el argumento mediante el uso del teorema de completitud, un importante teorema matemático frecuentemente utilizado en teoría cuántica. Y yo dije: «¿Quién demonios es éste?». Bien, resultó que era un novato en el City College, y le estaba yendo muy mal, suspendía sus cursos, no los de física, pero le iba muy mal. Hablé con él un rato y quedé profundamente impresionado. Él había escrito ya un artículo sobre electrodinámica cuántica. Así que le pregunté si quería cambiarse, y dijo que sí.

Rabi se las arregló, con grandes dificultades y con la ayuda de una carta de recomendación de otro gran físico, Hans Bethe [62], para que Julian Schwinger fuese admitido en Columbia.

Schwinger llegó a ser uno de los más famosos teóricos del siglo xx. Durante la segunda guerra mundial trabajó en el Laboratorio de Radiación, establecido en el MIT, el Instituto

Tecnológico de Massachussets, para desarrollar el radar y otras técnicas. Rabi era director asociado y recordaba el hábito de Schwinger de trabajar por la noche y dormir durante el día:

«A las cinco en punto, cuando todo el mundo se iba, veías entrar a Schwinger», decía Rabi. Me contaron una vez que la gente dejaba problemas sin solventar en sus mesas y pizarras y, cuando volvían a la mañana siguiente, encontraban que Schwinger los había resuelto. «Los problemas que solucionaba eran fantásticos», continuaba Rabi. «Daba lecciones dos veces por semana sobre su trabajo en curso. En cuanto Schwinger hacía un progreso, los tipos de alrededor —Dicke y Ed Purcell [dos destacados físicos experimentales, especialmente famosos

por su trabajo sobre magnetismo nuclear)— inventaban cosas como locos. Todo tipo de cosas».

En 1965, mientras era profesor en Harvard, a Julian Schwinger se le concedió el premio Nobel y se convirtió en una leyenda por su sorprendente capacidad en clase para desarrollar cualquier línea de argumento teórico en la pizarra sin esfuerzo aparente y sin notas.

En el Laboratorio de Radiación del MIT nacieron una serie de importantes inventos y descubrimientos y el radar, después de todo, fue más útil que la bomba atómica para derrotar a Alemania y Japón. El logro más importante fue la construcción del magnetrón realizada por John Randall y Harry Boot en Inglaterra. Este instrumento, cuyo diseño parecía desafiar la lógica, fue la primera fuente de radiación de alta intensidad en el rango de longitudes de onda centimétricas requerido para radar aéreo y marino. Su haz podía encender un cigarro y hacer que los faros de los automóviles brillasen a gran distancia. Cuando el dispositivo fue llevado al MIT y examinado por el talento reunido de la comunidad física norteamericana,

el grupo incluía algunos de los mejores físicos nucleares del país. Ellos sabían algo sobre radiación de alta frecuencia por su trabajo en ciclotrones, pero el magnetrón les confundió al principio.

«Es sencillo», dijo Rabi a los teóricos que estaban sentados alrededor de una mesa examinando las piezas desensambladas del tubo. «Es sólo una especie de silbato.»

«Muy bien, Rabi», preguntó Edward U. Condon, «¿cómo funciona un silbato?».

Rabi no pudo encontrar una explicación satisfactoria.

Las historias sobre Schwinger y Rabi están tomadas del libro de Jeremy Bernstein, *Experiencing Science* (Dutton, Nueva York, 1978), y la del episodio del magnetrón está contada en *The Physicists: The History of a Scientific*

*Community in Modern America*, de Daniel J. Kevles (Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1971).

## 13

### Los Buckland echan por tierra un milagro

William Buckland (1784-1856) fue el primer ocupante de la Cátedra de Zoología en Oxford y pasó su extraordinaria excentricidad a su hijo Francis, un zoólogo autor de *Curiosidades de Historia Natural* y durante algunos años inspector de las pesquerías de salmón. Los Buckland hicieron un hábito de comer, con espíritu de curiosidad científica, cualquier animal que se cruzara

en su camino. Francis llegó a un acuerdo con el zoológico de Londres para recibir una pieza de cualquier cosa que muriese allí. Los visitantes de la casa de los Buckland, además de sufrir las insinuaciones del burro mascota y otras criaturas que en general no se encuentran en un salón, corrían el riesgo de que se les ofreciesen manjares tales como ratón *en croûte* o una cabeza de marsopa en lonchas. William mantenía que el asado de topo había sido la cosa más desagradable que había comido hasta que probó los moscardones guisados. Cuando un amigo suyo, el arzobispo de York, le mostró una caja de rapé que contenía el corazón embalsamado de Luis XVI que el prelado había comprado en París en la época de la Revolución, William Buckland manifestó que nunca había comido el corazón de un rey y antes de que se lo pudieran impedir lo había cogido y se lo había tragado.

Nada en el mundo natural era ajeno a los Buckland. Cuando un clérigo local, que también era un naturalista aficionado, llevó con excitación a William Buckland un huevo fosilizado que había desenterrado, William se lo pasó a su hijo de siete años: «¿Qué es esto, Frankie?». «Es una vértebra de ictiosauro», contestó el niño sin dudarle. La señora Buckland compartía el entusiasmo de la familia. Cuando su marido se despertó una noche diciendo: «Querida, creo que las pisadas del *Cheirotherium* son indudablemente similares a las de la tortuga», ella le acompañó inmediatamente escaleras abajo y preparó un Poco de pasta de harina en la cocina mientras William recogía una tortuga del jardín; y, de hecho, para su satisfacción, las impresiones en la Pasta se mostraron casi idénticas a las huellas del fósil.

Frank Buckland recordaba un momento embarazoso cuando volvía a Inglaterra en una diligencia con un extraño. Ambos dormían. Buckland había recogido algunas babosas rojas en Alemania (no está registrado si eran para su cena) y, al despertar, se alarmó al ver una procesión de estas criaturas que hacían su camino majestuoso por la calva de su compañero dormido. Antes que explicarse y disculparse, Buckland creyó prudente dejar la diligencia en la primera parada.

Durante una visita a Italia, a los siempre curiosos Buckland les mostraron una mancha en el suelo de una iglesia en el lugar donde un santo había sido martirizado. Cada mañana, les dijeron, la sangre fresca se renovaba milagrosamente. Inmediatamente William se arrodilló en el suelo y aplicó su lengua a la mancha húmeda. No es sangre, informó a sus anfitriones. Él sabía exactamente lo que era: nada más que orina de murciélago.

Véase, por ejemplo, *The Curious World of Francis Buckland*, de G. H. O. Burgess (John Baker, Londres, 1967).

## \_\_\_\_\_ 14

### Termodinámica de la granja

Walther Nerst, nacido en 1854, fue uno de los magnates alemanes de la física y la química física. Hizo sus contribuciones más famosas en termodinámica (de la que formuló la Tercera Ley) y en electroquímica. En 1920, compró Zibelle, una extensa hacienda en la Prusia Oriental. Había vacas, cerdos, un estanque con carpas y mil acres de tierra que incluían campos de cereales y otros cultivos. Nerst se dedicó a sus nuevos intereses en la agricultura con su determinación característica.

Se cuenta que en una visita de inspección durante una fría mañana de invierno entró en la

vaquería y quedó sorprendido al descubrir el calor que hacía. ¿Por qué estaba tan caliente?, preguntó. Le respondieron que el calor estaba generado sólo por las vacas, como resultado de su actividad metabólica. Nerst quedó estupefacto e inmediatamente deci-

dió vender sus vacas e invertir, en su lugar, en carpas: un hombre que piensa, decía, cría animales que estén en equilibrio termodinámico con su entorno y no malgasta su dinero en calentar el universo. De modo que el viejo sistema de estanques de la hacienda fue poblado con carpas que no calentaban apreciablemente el agua de su estanque.

Tomado de *The World of Walther Nerst: The Rise and Fall of German Science*, de Kurt Mendelssohn (Macmillan, Londres, 1973).

## 15

### Newton pondera

Sir Isaac Newton (1642-1727) fue objeto de muchas leyendas. En la madurez su carácter era agrio y poco generoso; era celoso de sus contemporáneos y ferozmente competitivo. En su interminable disputa con su coetáneo de Hannover, Gottfried Leibniz, sobre quién había dado primero con el cálculo diferencial, fue implacable hasta el punto de ser deshonesto. Un día proclamó exultante que finalmente «había roto el corazón de Leibniz». A John Flamsteed, el primer astrónomo real (1646-1719), también de carácter difícil, se le oyó decir en cierta ocasión: «Soñé que Newton había muerto».

Newton sólo sentía cariño por su sobrina, sin contar a su perrito Diamond. (Cuando el perro tropezó con una vela y provocó un incendio en el que ardieron libros y manuscritos, el único comentario de su dueño fue «¡Oh, Diamond, Diamond, qué poco sabes lo que has hecho!».) Pero a pesar de una infancia alienada y sin padre, el escolar en la Grantham Grammar School de Lincolnshire no era completamente ajeno a las travesuras escolares: «Primero hizo faroles con velas rodeadas de papel ondulado, que utilizaba para ir a la escuela en las mañanas de invierno, y los ató a las colas de cometas en una noche oscura creando un espectáculo que al principio aterrizó extraordinariamente a la gente del campo que pensaba que eran cometas celestes» (hay que tener en cuenta que en aquella época los cometas se consideraban anuncios de sucesos alarmantes).

La historia de la caída de la manzana en Woolsthorpe quizá haya tenido alguna base verdadera, o al menos derivaba del propio Newton y su admirador, Voltaire [168], que la oyó de la sobrina de Newton, Catherine Conduitt. Newton era extraordinario por la intensidad de su concentración cuando estaba trabajando. Su mente solía estar en otro lugar mientras la vida pasaba a su alrededor. Se contaba, por ejemplo, que un día fue encontrado por la doncella en su cocina, quieto ante una olla de agua hirviendo en la que descansaba su reloj mientras que él observaba desconcertado el huevo en su mano. Su sobrino, Humphrey, escribió tras la muerte de Isaac en 1727:

En las escasas ocasiones en que planeaba cenar en el salón [en el Trinity College, Cambridge] giraba a mano izquierda y salía a la calle. A veces, se paraba y descubría su error; y entonces, en lugar de entrar en el salón volvía de nuevo a su habitación.



Y en el diario de Thomas Moore se encuentra lo siguiente:

Anécdota de Newton que muestra su extraordinaria concentración; invitar a un amigo [era el doctor Stukely] a cenar y olvidarlo: llega el amigo y encuentra al filósofo abstraído. Traen cena para uno: el amigo (sin molestar a Newton) se sienta y la come, y Newton, tras recuperarse de su ensimismamiento, mira los platos vacíos y dice: «En realidad, si no fuera por la prueba que tengo ante mis ojos, hubiera jurado que todavía no había cenado».

Incluso ahora que sus muchas hazañas han sido asimiladas en el uso y el conocimiento común, el genio de Newton mantiene la capacidad de provocar odio y asombro. Al contemplar su obra culminante, William Whewell, el erudito victoriano declaró: «Cuando leemos los *Principia* nos sentimos como lo haríamos cuando estamos en una antigua armería donde las armas son de un tamaño gigante y, cuando las miramos, nos preguntamos maravillados qué tipo de hombre era quien pudo utilizar como arma lo que nosotros difícilmente podemos levantar como un peso».

Mark Kac, el matemático polaco-americano, reconocía dos tipos de genios: «Existen», decía, «por una parte los "genios ordinarios" —los

que son simplemente como seríamos usted y yo, aunque sólo fuéramos la mitad de brillantes que ellos— y, por otra parte, los "magos", aquellos con cuyas mentes nunca podemos conectar». Kac identificaba a Richard Feynman [89] como un mago. Cuando le preguntaron al contemporáneo y rival de Feynman, Murray Gell-Mann, cómo abordaba Feynman un problema, él respondió: «Dick hace algo parecido a esto», e imitando a un hombre que con una mano en la barbilla piensa profundamente, remató: «Y entonces da la respuesta». (Quizá el comentario no haya sido totalmente bienintencionado.) Nuestro principal erudito en Newton, Richard Westfall, escribió lo que sigue:

Cuanto más lo he estudiado, más se ha apartado Newton de mí. He tenido *el* privilegio en varias ocasiones de conocer a algunos hombres brillantes, hombres a quienes reconozco sin duda como mis superiores intelectuales. Sin embargo, nunca he encontrado a alguien con quien no estuviera dispuesto a medirme, de modo que pareciera razonable decir que yo era la mitad de capaz que la persona en cuestión, o una tercera parte o una cuarta parte pero, en cualquier caso, una fracción finita. El resultado final de mi estudio de Newton ha servido para convencerme de que con él no hay medida. Para mí él se ha convertido en otro completamente ajeno, uno del minúsculo puñado de genios supremos que han configurado las categorías del intelecto humano, un hombre no reducible finalmente a los criterios por los que entendemos a nuestros afines.

Dos biografías de Newton consideradas definitivas son: *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*, de Richard Westfall (Cambridge University Press, Cambridge, 1980), e *Isaac Newton: Adventures in Thought*, de A. Rupert Hall (Cambridge University Press, Cambridge, 1992).

## 16

### Rutherford encuentra una solución

Ernest Rutherford, más tarde lord Rutherford de Nelson, nació en una granja de ovejas de Nueva Zelanda en 1871. «Siempre en la cresta de la ola, eh Rutherford», como le saludaba uno de sus contemporáneos,

fue responsable *de* una extraordinaria serie de descubrimientos sobre la estructura atómica que le hizo presumiblemente el físico experimental más destacado de su generación. «Bueno, yo hice la ola, ¿no es así?», había sido su respuesta. A. V. Hill [115], el fisiólogo, recordaba que Rutherford le había comentado un día, sin preámbulos: «Acabo de leer algunos de mis primeros artículos y cuando llevaba leídas algunas líneas me dije: «Ernest muchacho, eras un colega condenadamente listo». La modestia no fue nunca una debilidad de Rutherford: era bullicioso, extrovertido y tan bondadoso que daba la impresión de que nunca había experimentado envidia o malicia.

Entre muchas otras consecuencias, el descubrimiento de la radiactividad resolvió un rompecabezas que había atormentado a Charles Darwin [43] en las últimas décadas de su vida: la edad de nuestro planeta, inferida a partir del registro fósil, superaba enormemente el tiempo que se calculaba que era necesario para que la Tierra se hubiera enfriado desde su temperatura (la del Sol) cuando se formó. Dicho cálculo, realizado por el inatacable físico victoriano William Thomson (más tarde lord Kelvin de Largs) [10], parecía poner en peligro toda la teoría de Darwin. Pero el Sol es un horno nuclear y la Tierra esta llena de radiactividad y la desintegración radiactiva de los elementos genera, como Rutherford había demostrado, energía en abundancia para dar cuenta fácilmente del déficit.

En 1904, Rutherford fue invitado a dar una conferencia sobre las nuevas revelaciones ante una distinguida audiencia entre la que se encontraba el formidable lord Kelvin que entonces tenía ochenta años. Su presencia provocaba cierta inquietud en Rutherford. Así es como, según sus propias palabras, manejó la delicada situación:

Para mi alivio, Kelvin se quedó dormido, pero cuando llegué al punto importante vi incorporarse al viejo pájaro, abrir un ojo y echarme una mirada siniestra. Entonces tuve una súbita inspiración y dije: «Lord Kelvin había puesto un límite a la edad de la Tierra, *siempre que no se descubriera ninguna nueva fuente de calor*. Esa profética observación alude a lo que estamos considerando esta noche, el radio». ¡Sea! El viejo me sonrió.

De hecho, todavía dos años más tarde Kelvin expresó dudas acerca *de* que la radiactividad pudiera explicar realmente la energía extra. Otro gran físico, lord Rayleigh, invitó a Kelvin a aceptar una apuesta de cinco chelines a que antes de que hubieran pasado seis meses declararí<sup>a</sup> que Rutherford estaba en lo cierto. Antes del tiempo establecido, Kelvin reconoció su pérdida, la confesó en público ante la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia y pagó sus cinco chelines.

Véase, por ejemplo, la definitiva biografía, *Rutherford Simple Genius*, de David Wilson (Hodder and Stoughton, Londres, 1983).

## La pizarra que desaparece

André Marie Ampère (1775-1836), el extraordinario hombre de ciencia francés cuyo nombre se conmemora en la unidad de corriente eléctrica, abrió el campo del electromagnetismo (o, como él lo llamaba, electrodinámica). Fue un niño prodigio y se decía que en su temprana infancia había memorizado los veinte volúmenes de la *Encyclopédie* editada por D'Alembert y Diderot. Mucho antes de que se pensara en el esperanto, él inventó un lenguaje universal con una nueva

sintaxis y un nuevo vocabulario completos.

Ampère era capaz de una intensa concentración, común a muchos genios, que a menudo se manifiesta en una distracción extrema. Cuando reflexionaba sobre problemas físicos o matemáticos, sacaba un trozo de tiza de su bolsillo y utilizaba cualquier superficie que tuviera a mano como pizarra. Se cuenta que, mientras estaba caminando por París, le vino una idea y buscó ávidamente una superficie sobre la que desarrollar sus consecuencias. Lo que encontró era la parte trasera de un coche de caballos y, en un momento, la había cubierto de ecuaciones. Cuando sus elucubraciones alcanzaban su desenlace, él se sorprendió al ver que su pizarra retrocedía, ganaba velocidad y, antes de

que pudiera reaccionar, desaparecía en la distancia llevándose la solución a su problema.

Thomas Hobbes (1588-1679), el filósofo combativo, hizo incursiones con cierto efecto en la ciencia y formuló, por ejemplo, una ingeniosa (aunque incorrecta) teoría de la propagación de la luz. Pero no se molestaba por las matemáticas hasta que un día, como cuenta John Aubrey en sus *Brief Lives*, su vista cayó sobre un volumen de Euclides abierto en la biblioteca. En la página había una proposición que Hobbes decidió al instante que era imposible. Al leerla fue remitido a otra proposición que, a su vez, le dirigió a otra y así sucesivamente hasta que se convenció de que la primera proposición era correcta después de todo. «Esto», dice Aubrey, «le hizo enamorarse de la geometría», y

con frecuencia he oído decir a mister Hobbes que él tenía la costumbre de trazar líneas en su muslo y en las sábanas y también multiplicar y dividir.

(Hay que admitir que Hobbes no era un gran matemático, o al menos la valoración que daba a sus habilidades guardaba poca relación con los resultados. Estaba convencido de que había resuelto el problema de la cuadratura del círculo [151], que aún burlaba a las inteligencias matemáticas de Europa, y se enzarzó con demasiada impaciencia en una agria disputa sobre la cuestión con el igualmente fatuo pero enormemente superior profesor de matemáticas de Oxford, John Wallis. En su ira, Hobbes descargó toda la potencia de su elocuencia sobre Wallis y su colega de Oxford, Seth Ward, en una extensa filípica: «Así son vuestras maneras», les instruía, «eclesiásticos incívicos, teólogos inhumanos, antidoctrinos de moralidad, colegas iguales en estupidez, egregio par de isacares, miserables vindicadores y traidores a la Academia...».\* El sentido apenas importa, ni hizo que Hobbes ganara la discusión.)

\* «So go your ways, you Uncivil Ecclesiastics, Inhuman Divines, Dedoctors of morality, Unasinous Colleagues, Egregious pair of Issachars, most wretched Vindices and Indices <sup>A</sup>cademiatrum...». El nombre de Isacar, uno de los hijos de Jacob, se

Existen otros muchos ejemplos registrados de trabajo científico escrito sobre superficies diseñadas para otros propósitos. La notable escuela matemática, que brotó de un suelo aparentemente árido en la ciudad *de* Lwów (ahora Lviv) en lo que era entonces la Ucrania polaca en los años veinte del siglo pasado, tenía su punto de encuentro para discusiones en el Café Szocka. Éste fue elegido por sus mesas de mármol ya que eran muy receptivas a la pluma y podían ser limpiadas al final de un día arduo.

Un caso de abstracción atestiguado se refiere a Niels Bohr [79]. Niels y su hermano Harald, un distinguido matemático, fueron atletas notables en su juventud. Harald jugaba al fútbol en la

selección nacional danesa y ganó una medalla de plata en los Juegos Olímpicos de 1908. En su club, Niels jugaba como guardameta.

Entre sus memorables hazañas sobre el terreno se cuenta un partido contra un club alemán durante el cual la mayor parte del juego se desarrollaba en el campo alemán. Repentinamente, sin embargo, «el balón fue rodando hacia la portería danesa y todos esperaban que Niels Bohr saliese y lo atrapase. Pero sorprendentemente él siguió parado en la portería, dedicando su atención a uno de los postes. El balón habría entrado ciertamente si los gritos de un espectador no hubieran despertado a Bohr. Tras el partido, él dio la embarazosa excusa de que repentinamente se le había ocurrido un problema matemático que le absorbió tan intensamente que había hecho algunos cálculos en el poste de la portería».

Ampère y la pizarra se cuenta en *The Human Side of Scientists*, de Ralph E. Oesper (University Publications, University of Cincinnati, Ohio, 1975). La historia sobre Bohr la narra Abraham Pais en su biografía, *Niels Bohr's Times* (Oxford University Press, Oxford, 1991). Para una exposición de las venganzas de Thomas Hobbes con los matemáticos, véase, por ejemplo, *Great Feuds in Science*, de Hal Hellman (Wiley, Nueva York, 1998).

<sup>u</sup>utilizaba entonces para calificar a quienes traicionaban sus ideas por dinero. En cuanto a «Vindices and Indices Academiaturum» es una referencia al título de un libro, *Vindices Academiaturum*, que había publicado Ward con el sobrenombre de Vincex. (*N. del t.*)

## 18

### Gatos y dogmas\*

Como sucede con los animales del mundo del espectáculo, también los que participan en experimentos de comportamiento suelen obtener lo mejor de sus adiestradores. Lewis Thomas [160], investigador y ensayista, habla de uno de estos embarazosos episodios en uno de sus simpáticos ensayos. Alude en primer lugar a «Hans el Listo», el caballo alemán dotado para la aritmética al que su dueño, Herr von Osten, exhibía como un prodigio en 1903. El animal parecía realizar cálculos mentales y daba la respuesta a las preguntas golpeando en el suelo con su casco el número de veces correcto. Aproximadamente una década más tarde se informó de un fenómeno similar en Inglaterra: un caballo llamado «Mahoma» podía decir la hora que marcaba un reloj expuesto ante sus ojos. Cuando una comisión de psicólogos examinó a «Hans el Listo» llegó a la conclusión de que el caballo estaba respondiendo a mínimos y, según coincidían todos, inconscientes movimientos de su dueño que indicaban al sagaz animal cuándo era el momento de dejar de dar golpes.

Ésta es la exposición de Thomas de la historia del gato:

La mente de un gato es un misterio inescrutable más allá del alcance humano porque es la menos humana de todas las criaturas y, al mismo tiempo, como cualquier dueño de un gato atestiguará, la más inteligente. En 1979 se publicó en *Science* un artículo de B. R. Moore y S. Stuttard titulado «El doctor Guthrie y *Felis domesticus* o: tropezar con el gato», un maravilloso informe del tipo de travesuras científicas naturales en estas especies. Hace treinta y cinco años, E. R. Guthrie y G. P. Horton describían un experimento en el que se colocaban gatos en una caja laberíntica con tapa de

cristal y se les adiestraba para encontrar la salida empujando una delgada barra vertical en la parte delantera haciendo con ello que se abriera una puerta. Lo que interesaba a estos investigadores no era tanto que los gatos pudieran aprender a tropezar con la barra vertical, sino que

" El original inglés, «Cats and dogmas», juega con la palabra *dog* = perro. (*N. del t.*)

antes de hacerlo cada animal realizaba un largo ritual de movimientos muy estereotipados, restregando sus cabezas y lomos contra la parte delantera de la caja, haciendo círculos y tocando finalmente la barra. El experimento figuraba como un clásico de la psicología experimental que incluso planteaba en algunas mentes la idea de una ceremonia de superstición por parte de los gatos: antes de que la barra abriera la puerta, era necesario pasar por una mágica secuencia de movimientos.

Moore y Stuttard repitieron el experimento de Guthrie, observaron *el* mismo complejo comportamiento de «aprendizaje», pero luego descubrieron que sólo ocurría cuando un ser humano estaba a la vista del gato. Si no había nadie en la habitación donde estaba la caja, el gato no hacía otra cosa que dormir. La visión de un ser humano era todo lo que se necesitaba para lanzar al animal a una serie de movimientos sinuosos independientemente de la existencia o no de la barra y la puerta. No era una pauta de comportamiento aprendida, era un gato saludando a una persona.

Véase, *Late Night Thoughts*, de Lewis Thomas (Oxford University Press, Oxford, 1984; la edición norteamericana publicada por Viking Press en 1983 se titula, *Late Night Thoughts on Listening to Mahler's Ninth Symphony*).

## 19

### Pero ¿para qué sirve?

Es bien sabido que cuando el canciller del Tesoro, William Gladstone, tras presenciar la demostración que hizo Michael Faraday del entonces recién descubierto fenómeno de la inducción electromagnética, preguntó: «Pero ¿para qué sirve?», Faraday contestó, «No lo sé, pero un día, señor, usted podrá cobrar impuestos por ello». (No obstante, según otra versión, o quizá incluso en una ocasión diferente, se supone que su respuesta había sido: «¿Para qué sirve un recién nacido?».)

Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), uno de los fundadores de la química moderna, encontró una incomprensión similar en Suecia. Se cuenta que el criado a quien había contratado como ayudante de labo-

ratorio fue abordado un día por un grupo de impasibles burgueses de Estocolmo que querían saber qué pasaba en casa de Berzelius. ¿Cuáles eran las obligaciones del ayudante?, preguntaron. «Por la mañana voy a la vitrina y los estantes, y llevo al maestro todo tipo de cosas: polvos, cristales, líquidos de diferentes colores y olores.» «¿Y luego qué?» «Los examina, toma un poco de cada uno y lo pone en una gran vasija.» «¿Y luego qué?» «Luego calienta la vasija y pone todo en vasijas más pequeñas una vez que el contenido de la vasija grande ha hervido durante una o dos horas.» «¿Y entonces qué hace?» «Entonces lo pone todo en un cubo. Luego, a la mañana siguiente, saco el cubo fuera y lo vacío en la alcantarilla.»

Véase, *The Human Side of Scientists*, de Ralph E. Oesper (University Publications, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio, 1975).

## 20

### Abrir las cadenas

El concepto de reacción en cadena —un proceso que se hace cada vez más rápido multiplicando las entidades que reaccionan a medida que avanza— entró en la química en 1913 y en la física unos veinte años más tarde. Una característica de tales reacciones es que empiezan lentamente, a veces tras una pausa marcada, y se aceleran de forma explosiva. El ejemplo más familiar es la fisión nuclear: cuando un neutrón choca con un átomo de uranio ( $^{235}\text{U}$ ) y es capturado, el núcleo se rompe en dos y libera dos o tres neutrones. Éstos, a su vez, actúan sobre los átomos de uranio circundantes y el proceso de fisión se acelera bruscamente. En química se habían observado en el siglo XIX reacciones autocatalíticas con características similares y habían intrigado a luminarias tales como Robert Bunsen, el gran químico alemán.

Max Bodenstein, un destacado químico físico, hizo un notable trabajo en Alemania sobre los mecanismos de los procesos químicos. En 1913 estaba intrigado por una reacción fotoinducida entre el hidróge-

*no* y el cloro que mostraba precisamente una pausa tras la irradiación del recipiente de la reacción, se aceleraba y luego se detenía inexplicablemente. Walter Dux, ayudante de Bodenstein, describió lo que sucedió. Mientras los dos reflexionaban sobre el significado del fenómeno, Bodenstein soltó la cadena de oro de su reloj. Pidió a Dux que sostuviera un extremo, mientras él mismo retorció el otro. «Si damos un impulso a esta cadena», decía, «se propagará a lo largo de toda su longitud, pero si sujetásemos un eslabón o lo quitásemos, el movimiento se detendría». «Quizá», dijo Dux, «esto es lo que sucede en nuestra reacción». «Buena idea. Quizá podríamos llamarlo una *reacción en cadena*; comprobémoslo.»

La idea cuajó rápidamente y empezó a calar en la investigación sobre cinética química, especialmente en la formación de polímeros altos, las moléculas gigantes de fibras y plásticos. Tras la muerte de Bodenstein en 1942, Dux preguntó a su familia por la cadena del reloj, pero resultó que, poco después del experimento, Bodenstein la había donado patrióticamente para el esfuerzo de guerra y la había reemplazado por una cadena de acero. Dux había forjado una réplica de la cadena de oro y la donó a la Universidad de Hannover como recuerdo.

Leo Szilard (1898-1964), el físico húngaro peripatético, que vivió la mayor parte de su vida en habitaciones de hotel y cuyas pertenencias durante todo este tiempo cabían en dos maletas, salió de Berlín con la llegada de Hitler:

En el otoño de 1933, estando en Londres, me mantenía ocupado tratando de encontrar puestos para colegas alemanes que perdieron sus posiciones en sus universidades con la llegada del régimen nazi. Una mañana leí en el periódico acerca de la reunión anual de la British Association donde se informaba de que lord Rutherford había dicho que todo lo que se pudiera decir sobre la liberación de energía atómica a escala industrial era pura palabrería. Siempre me han irritado los pronunciamientos de expertos acerca de que algo no puede hacerse. Ese día estaba caminando por Southampton Row [en Bloomsbury, donde estaba su hotel] y me detuve ante un semáforo. Estaba sopesando si podría demostrarse

que lord Rutherford estaba equivocado. Cuando la luz se puso verde y crucé la calle se me ocurrió repentinamente que si pudiéramos encontrar un elemento que fuera escindido por neutrones y

expulsar un gran número no había suficiente energía disponible. Ni era posible que los núcleos de uranio se hubiesen dividido. Un núcleo no era como un sólido frágil que pueda dividirse o romperse; George Gamow [811 había sugerido con anterioridad, y Bohr había dado buenos argumentos para ello, que un núcleo se parecía mucho más a una gota líquida. Quizá una gota podía dividirse en dos gotas más pequeñas de una forma más gradual, estirándose primero, contrayéndose después, y finalmente desgarrándose antes de partirse en dos. Sabíamos que había fuerzas fuertes que se opondrían a un proceso semejante, igual que la tensión superficial de una gota de líquido ordinario tiende a oponerse a la división en dos más pequeñas. Pero los núcleos diferían de las gotas líquidas en un aspecto importante: estaban cargados eléctricamente y se sabía que esto contrarrestaba la tensión superficial. En ese momento, ambos nos sentamos en un tronco de árbol (toda esta discusión había tenido lugar mientras caminábamos por el bosque nevado, yo con mis esquíes y Lise Meitner haciendo buena su afirmación de que podía caminar igual de rápido sin ellos) y empezamos a calcular en trozos de papel. Encontramos que la carga de un núcleo de uranio era suficientemente grande para superar casi por completo el efecto de la tensión superficial de modo que el núcleo de uranio podría parecerse realmente a una gota muy oscilante e inestable, lista para dividirse a la más mínima provocación como, por ejemplo, el impacto de un solo neutrón.

Pero había otro problema. Tras la separación, las dos gotas se alejarían debido a su repulsión electrostática mutua y adquirirían alta velocidad y con ello una energía muy grande, de unos 200 MeV [megaelectrón-voltios] en total; ¿de dónde podía venir dicha energía? Afortunadamente, Lise Meitner recordaba la fórmula empírica para calcular las masas de los núcleos y encontró que los dos núcleos formados por la división de un núcleo de uranio serían en conjunto más ligeros que el núcleo de uranio original en aproximadamente un quinto de la masa de un protón. Ahora bien, cada vez que desaparece masa se crea energía, según la fórmula de Einstein ( $E = mc^2$ ), y un quinto de la masa de un protón era precisamente equivalente a 200 MeV. Así que ahí estaba la fuente de energía; ¡todo encajaba!

Dos días después viajaba de vuelta a Copenhague con gran excitación. Quería someter nuestras especulaciones —realmente no eran más que eso entonces— a Bohr, que estaba a punto de salir para Estados Unidos. Él sólo podía concederme unos pocos minutos pero apenas ha-

bía empezado a hablarle cuando se dio un golpe en la frente con la mano y exclamó: «¡Oh, qué idiotas hemos sido todos! ¡Esto es maravilloso! ¡Es precisamente como debe ser! ¿Habéis escrito ya tú y Lise Meitner el artículo?». «Todavía no», dije, «pero lo haremos inmediatamente» y Bohr prometió no hablar sobre ello antes de que el artículo estuviese en prensa. Entonces salió a tomar su barco.

Frisch preguntó a un biólogo norteamericano que había en el laboratorio cómo se llamaba el proceso por el que una única célula se divide en dos. «Fisión» fue la respuesta. Y Frisch acuñó el término «fisión nuclear».

Véase, Keith J. Laidler, *The World of Physical Chemistry* (Oxford University Press, Oxford, 1993); Leo Szilard, *The Collected Works of Leo Szilard: Scientific Papers*, B. T. Feld y G. W. Szilard, eds. (MIT Press, Cambridge, Mass., 1972); y Otto Frisch, *What Little I Remember* (Cambridge University Press, Cambridge, 1979). [Hay traducción española, véase [61.1

## De vida y muerte

Isidor Rabi, nacido en Polonia en 1898, creció en un entorno pobre en Nueva York y llegó a ser uno de los más grandes físicos del mundo. Ganó un premio Nobel en 1944 por su descubrimiento de un fenómeno que conduciría finalmente a la espectroscopia por resonancia magnética nuclear, uno de los métodos más potentes para el estudio de la estructura molecular y, más tarde, para generar imágenes de tejido vivo. Esto suponía observar el salto en un campo oscilante de núcleos atómicos que, como se había descubierto, poseían un momento magnético como si fueran minúsculos imanes.

Rabi, que pasó la mayor parte de su vida activa en la Universidad de Columbia en Nueva York, se convirtió tras su premio Nobel en un estadista de la ciencia. Su entusiasmo por el laboratorio parecía haberle abandonado; en cierta ocasión dijo del premio Nobel: «A menos que seas muy competitivo no es probable que trabajes después con el

mismo vigor. Es como la dama de Boston que decía, "¿Por qué tendría

que viajar cuando ya estoy allí?". El premio también te aleja de tu campo porque se abren otros caminos».

Pero parecía que en algún lugar en las profundidades de su mente, Rabi seguía dando vueltas a problemas profundos sobre la verdad científica. Como Einstein, había estado preocupado por el significado

físico de la teoría cuántica. Rabi estaba en su nonagésimo año y así es cómo se acercaba a su fin:

Un día, en diciembre de 1987, un colega entró en mi despacho de la Rockefeller University para informarme de que acababa de ver a Rabi, el cual le había dicho que quería hablar conmigo. Yo sabía dónde estaba Rabi: al otro lado de la calle, en el Memorial Sloan-Kettering's Hospital, y también sabía el porqué: era un enfermo terminal de cáncer. Fui allí inmediatamente suponiendo que quería transmitirme algún mensaje final. Allí estaba, con un extraordinario buen humor. ¿De qué quería hablar? De los fundamentos de la mecánica cuántica que, como decía, le habían preocupado durante décadas y que en estas últimas semanas seguían en su pensamiento. Discutimos durante quizá media hora y luego me despedí de él para siempre. El 11 de enero de 1988, Rabi falleció.

La reminiscencia procede de *The Genius of Science*, de Abraham Pais (Oxford University Press, Oxford, 2000).

## Peligro matemático

George Gamow, el físico [81] que escapó de la Rusia estalinista a Estados Unidos, cuenta la siguiente historia de lo que le puede acontecer a un inocente erudito en tiempos de turbulencia política.

Ésta es una historia que me contó uno de mis amigos que en esa época era un joven



profesor de física en Odesa. Su nombre era Igor Tamm (galardonado con el premio Nobel de Física en 1958). En una ocasión en

que fue a un pueblo vecino, en la época en que Odesa estaba ocupada por los rojos, y estaba negociando con un aldeano cuántas gallinas podía obtener por media docena de cucharas de plata, el pueblo fue ocupado por una de las bandas de Makhno que recorrían el país hostigando a los rojos. Al ver sus ropas de ciudad (o lo que quedaba de ellas), los asaltantes le llevaron frente al Ataman, un tipo barbudo con un gorro de piel alto y negro, con su pecho cruzado por cintas de cartuchos de ametralladora y con un par de granadas de mano colgando de su cinturón.

«¡Tú eres un hijo de puta, un agitador comunista que está socavando nuestra madre Ucrania! El castigo es la muerte.»

«No», respondió Tamm. «Yo soy profesor en la Universidad de Odesa y he venido aquí sólo para conseguir algo de comida.» «¡Basura!», replicó el líder. «¿De qué eres profesor?»

«Enseño matemáticas.»

«¿Matemáticas?», dijo el Ataman. «¡Muy bien! Entonces hazme una estimación del error que se comete al truncar una serie de Maclaurin en el  $n$ -ésimo término. ¡Hazlo y quedarás libre. Falla, y te pegaremos un tiro!»

Tamm no podía creer lo que oía porque este problema pertenece a una rama bastante especial de las matemáticas superiores. Con mano temblorosa, y bajo el cañón de la pistola, consiguió calcular la solución y se la pasó al Ataman.

«¡Correcto!», dijo el Ataman. «Ahora veo que eres realmente un profesor. ¡Vete a casa!»

¿Quién era este hombre? Nadie lo sabrá nunca. Si no murió más adelante, quizás esté dando ahora clases de matemáticas superiores en alguna universidad ucraniana.

Los peligros para los eruditos no desaparecieron con la Revolución. Mark Azbel, un físico teórico que tras años de persecución y prisión alcanzó el santuario de Israel, ofrece otro ejemplo.

Oí una historia sobre esa época del profesor Povzner, que enseñaba un curso en la Academia Militar de Ingenieros. Un día caminaba hacia la clase dispuesto a empezar su lección con una charla rutinaria sobre la primacía rusa en matemáticas para pasar luego a una sesión seria de enseñanza real de matemáticas. Pero en cuanto se puso delante de sus alumnos vio con inquietud que entre la audiencia había un general, el

director de la Academia. Se paró y decidió que mejor sería dedicar toda la lección al tema del temprano genio ruso en matemáticas. Por suerte, era un hombre de mucho talento, bueno para inventar cosas, de modo que, espoleado por la situación, inventó una maravillosa lección sobre las matemáticas rusas en el siglo xii. Se embarcó en vuelos de imaginación durante toda una hora deteniéndose sólo cinco minutos antes del final para interperlar como era su costumbre: «¿Alguna pregunta?».

Vio que uno de los estudiantes había levantado la mano: «¿Sí?»

«Es muy interesante esto de la matemática rusa medieval. ¿Podía decirnos, por favor, dónde podríamos obtener más información sobre ello, qué libros de referencia podríamos consultar? Me gustaría saber más.» Sin tiempo para pensar, el profesor respondió inmediatamente:

«Bueno, ¡eso es imposible! ¡*Todos* los archivos ardieron durante la invasión tártara!».

Cuando la clase había terminado, el general se acercó al conferenciante y dijo: «De modo, profesor ... que todos los archivos ardieron». Sólo entonces se dio cuenta el pobre Povzner de lo que había dicho. La pregunta implícita estaba en el aire: si toda la evidencia de la primacía rusa en esta ciencia había ardido, ¿cómo demonios conocía el profesor la historia de las matemáticas antes de la invasión? Empezaba a asaltarle el pánico cuando,

inesperadamente, el general le sonrió con comprensión, dio media vuelta y se fue. Este oficial de alto rango era una persona inteligente y decente; de lo contrario, el profesor Povzner se hubiera visto en graves dificultades.

Véase, George Gamow, *My World Line* (Viking, Nueva York, 1970) y Mark Ya. Azbel, *Refusnik* (Hamish Hamilton, Londres, 1982).

## 23

### La fortuna favorece al torpe

La fortuna, nos dice Louis Pasteur, favorece a la mente preparada. El físico norteamericano que observó que cuando sus hijos dejaban caer su tostada sobre la alfombra, invariablemente se violaba el principio

maligno de la Naturaleza ya que caían con la mantequilla hacia arriba, no lo descartó como una anomalía estadística. Investigó más y encontró una explicación acorde con las leyes de la física: sus hijos untaban mantequilla en los dos lados de la tostada. La historia de la ciencia está repleta de ejemplos de descubrimiento accidental, resultado de un buen juicio, cuando un resultado experimental anómalo y aparentemente inútil era examinado más detenidamente en lugar de ser descartado.

En el laboratorio de química orgánica, el romper un termómetro siempre fue considerado una infracción grave. Pero cuando Otto Beckmann (1853-1925), que a finales del siglo XIX era un ayudante en el laboratorio de uno de los mandarines de la química alemana, Wilhelm Ostwald, rompió un termómetro precioso, especialmente fabricado por el soplador de vidrio del departamento con un tubo tan largo y uniforme que la temperatura podía leerse con una precisión de una centésima de grado, lo convirtió en motivo de reflexión. Beckmann se preguntó cómo podría construirse un instrumento menos vulnerable con una precisión similar y evitar así tales desastres y escapar a la ira del profesor. El resultado fue el termómetro Beckmann, familiar a todos los químicos (al menos hasta la era de los termómetros electrónicos), que tiene un tubo corto con un depósito de mercurio en la parte superior de modo que la cantidad de mercurio en el bulbo puede ajustarse para seleccionar el estrecho rango de temperaturas escogido.

El resultado más sensacional de un percance con un termómetro supuso una revolución comercial. Los primeros tintes sintéticos fueron preparados a partir de sustancias encontradas en destilados de alquitrán e iniciaron una nueva y gran industria, asociada con el ilustre químico orgánico Adolf von Baeyer [84] y dos discípulos, August Wilhelm von Hoffmann y W. H. Perkin, los cuales establecieron escuelas de química en Inglaterra.

El índigo era un tinte altamente apreciado desde tiempos antiguos. En la India, por ejemplo, unos dos millones de acres se dedicaron al Cultivo de esta planta. El propio Von Baeyer se ocupó del tinte durante veinte años, determinó finalmente su estructura y, por un *tour de force* de habilidad, lo sintetizó a partir de simples materiales de partida en 1883. Pero éste era un proceso complejo con muchos pasos to-

talmente inadecuado para un desarrollo industrial. Una síntesis comercial partiendo de un producto del alquitrán, el naftaleno, fue conseguida por los químicos en la empresa gigante BASF en Baviera durante la década siguiente, pero el coste seguía siendo difícilmente competitivo.

Luego, en 1896, un insignificante trabajador de BASF, llamado Sapper, estaba calentando naftaleno con ácido sulfúrico humeante (un potente brebaje de ácido sulfúrico con trióxido de azufre) y agitándolo al parecer con un termómetro. El termómetro se rompió, derramando el mercurio en la mezcla reactiva, y la reacción tomó un curso diferente: *el* naftaleno se convirtió en anhídrido tánico, el intermediario buscado en la síntesis del índigo. Se deducía que el mercurio, o más bien el sulfato en el que había sido transformado por el ácido sulfúrico, era un catalizador para esta reacción previamente no descubierta. El índigo barato de la BASF llegó al mercado al año siguiente y la industria del índigo indio se vino abajo.

La historia de los colorantes es rica en ejemplos de descubrimiento accidental. Probablemente el primero vino cuando Friedlieb Ferdinand Runge (1794-1867), el químico alemán, intentaba mantener a los perros del vecindario fuera de su jardín en un barrio de Berlín levantando vallas de madera que pintó con alquitrán (creosota) como conservante. Luego, para impedir que los perros levantaran sus patas contra su valla, esparció polvo blanqueador (clorohipoclorito de calcio) alrededor, que difundía un nocivo olor a cloro. Inspeccionando la valla al día siguiente se sorprendió al observar rayas azules en el polvo blanco que seguían de forma demasiado obvia las trayectorias de los chorros de orina canina. Runge investigó y descubrió que el color azul era el resultado de la oxidación por el hipoclorito de algún constituyente del alquitrán. Los perros simplemente habían proporcionado el agua para disolver el principio reactivo. Runge llamó «Kymol» a la sustancia azul. Algunos años más tarde Hoffmann demostró que el compuesto padre del alquitrán era el aminobenceno o anilina, y el «Kymol» fue el primer prototipo sintético de un colorante.

Fue otro accidente el que llevó al descubrimiento de un intermediario importante en muchas síntesis orgánicas: un compuesto de anillo tipo bencénico que contiene azufre, el tiofeno. Victor Meyer (1848-1897), un famoso químico alemán, hacía una demostración cuando

iba a clase a sus estudiantes en la Universidad de Zurich, un bello test para el benceno ideado por Baeyer: la muestra sospechosa de contener benceno era agitada con ácido sulfúrico y un cristal de isatina (el precursor final en la famosa síntesis del índigo por parte de Baeyer). Un color azul intenso revelaba la presencia de benceno. Pero en esta ocasión, en 1882, no apareció ningún color azul. Mayer debió haber quedado desconcertado pero al examinar la cuestión descubrió que, en lugar del tipo normal de muestra de benceno derivado del alquitrán, su ayudante le había pasado un benceno sintético muy puro. Al año siguiente, Mayer había dado con la impureza (no más de un 0,5 por 100) *en el* producto del alquitrán responsable del color azul. Así empezó otro capítulo en la química orgánica.

John Read trabajó con Baeyer durante sus años de formación en torno al comienzo del siglo xx y más tarde con sir William Jackson Pope [fue en Cambridge y, finalmente, llegó a ser catedrático de Química en la Universidad de Aberdeen. Hablaba del «héroe anónimo» —un perezoso ayudante de laboratorio (o *lab-boy*, como solían ser llamados)— en un avance crucial en estereoquímica. Los químicos habían estado tratando infructuosamente de resolver compuestos ópticamente activos con un nuevo método. La actividad óptica, la capacidad de rotar el plano de luz polarizada hacia la derecha o la izquierda, es una propiedad de moléculas con una asimetría intrínseca; es decir, con una estructura que no puede superponerse a su imagen especular. Las reacciones en laboratorio, a diferencia de las que ocurren en organismos vivos, producen una mezcla de ambas formas (antípodos) de tales compuestos, y para separar (resolver) los componentes levógiros de los dextrógiros se requiere ingenio. El método de Pope consistía en hacer reaccionar la mezcla con un reactante asimétrico ya purificado; éste distinguiría las dos formas generando cristales diferentes. El *labboy* vago había olvidado limpiar y lavar un montón

de piezas de vidrio, recubiertas de depósitos pegados, cada una de las cuales representaba un intento fallido de cristalización. Read pidió de nuevo que se limpiaran los detritus, pero el ayudante se tomó su tiempo y, mientras esperaba, la vista de Read cayó sobre una costra blanca en uno de los discos. La examinó con una lupa y vio que era un cristal. Lleno de júbilo lo añadió a una solución del producto de reacción mezclado

y, he aquí, que fue la semilla para la cristalización de su propia forma asimétrica.

Véase, Royston Roberts, *Serendipity: Accidental Discovery in Science* (Wiley, Nueva York, 1989), y John Read, *Humour and Humanism in Chemistry* (G. Bell, Londres, 1947).

## 24

### Distinguir una auténtica vocación

Las hazañas de los alumnos en el laboratorio han sido una fuente de muchas preciadas historias <sup>gr</sup>nguiñolescas. La siguiente fue registrada por John Nelson (1876-1965), catedrático de Química en la Universidad de Columbia en Nueva York durante casi medio siglo.

Como muchos de su generación, Nelson desconfiaba de la capacidad de las mujeres en el laboratorio de modo que, cuando una joven graduada en una facultad para mujeres solicitó una plaza como estudiante de investigación, la invitó a demostrar su competencia práctica realizando una sencilla síntesis orgánica siguiendo las instrucciones del manual de laboratorio. Tenía que preparar bromobenceno a partir de benceno y bromo. Al cabo de una hora Nelson entró en el laboratorio y preguntó cómo iba avanzando. No muy bien, parecía, porque la reacción se negaba a proceder como anunciaba el manual. Nelson observó el aparato, un matraz, en donde el líquido estaba hirviendo enérgicamente bajo un condensador de reflujo (en esencia, un tubo de agua fría que permite que el vapor se condense y el líquido vuelva al matraz y siga hirviendo). El matraz contenía benceno pero, preguntó Nelson, ¿dónde estaba el bromo (lo que habría dado un tinte amarillento al líquido)? En el matraz, fue la respuesta, flotando en el líquido. Nelson observó más de cerca y observó materia sólida blanca agitándose en el líquido en ebullición. Mirando alrededor descubrió una lata etiquetada como bromo y tras preguntar obtuvo la explicación: la estudiante había arrojado en el matraz el material blanco empaqueta-

do, sin haber descubierto que en su interior había un vial de bromo líquido. Nelson la animó a buscar otra carrera. (Justo es añadir que siempre ha habido teóricos de talento y con éxito cuya presencia en el laboratorio presagiaba la muerte de todos los aparatos y el desastre para los experimentos de los colegas.)

Véase, *The Human Side of Scientists* (University Publications, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio, 1975).

## 25

### El principio de Pauli

Wolfgang Pauli (1900-1958) fue uno de los titanes que presidieron la física teórica durante su edad dorada en las primeras décadas del siglo xx. Era célebre no sólo por su devastadora inteligencia, sino también por su grosería indiscriminada, o quizá más adecuadamente su inflexible franqueza. Se hizo conocido en su profesión como «el flagelo del Señor». Según Victor Weisskopf [95], que paso un feliz período como ayudante de Pauli, uno podía hacerle una pregunta sin preocuparse de que la pudiera encontrar estúpida, pues Pauli encontraba estúpidas todas las preguntas. En su estado de humor más complaciente, y cuando aún era un estudiante, Pauli empezaba sus comentarios en la discusión que seguía a una conferencia de Albert Einstein: «¿Sabes?, ¡lo que dice Einstein no es tan estúpido!». Weisskopf recordaba lo que sucedió cuando llegó a Zurich y fue a ver a Pauli a su despacho.

Finalmente, levantó la cabeza y dijo: «¿Quién eres?». «Soy Weisskopf. Usted me invitó a que fuera su ayudante.» El respondió: «Oh, sí, en realidad quería a Bethe, pero él trabaja en teoría del estado sólido, que a mí no me gusta aunque la inicié».

Afortunadamente, Weisskopf había sido advertido por Rudolf Peierls [42], el cual conocía bien a Pauli. Pauli y Weisskopf tuvieron entonces una breve discusión durante la cual, Weisskopf señaló que

sería feliz de trabajar en cualquier cosa excepto en una controvertida

aproximación, que no podía entender, a la teoría de la relatividad. Pauli

había estado reflexionando sobre este mismo tema pero estaba em-

pezando a cansarse de él y por ello asintió. Entonces ofreció al recién

llegado un problema y a la semana siguiente le preguntó qué progresos

había hecho. «Le mostré mi solución», recordaba Weisskopf en

sus memorias, y él dijo: «Debería haber cogido a Bethe después de todo». Weisskopf y Pauli se

hicieron amigos y siguieron siéndolo. Acerca de Peierls, Pauli comentaba: «Habla tan rápido que

cuando tú entiendes lo que está diciendo, él ya está afirmando lo contrario».

Pauli, cuyo nombre está consagrado en el Principio de Pauli, también conocido como el Principio de Exclusión (dos electrones en un átomo no pueden ocupar el mismo estado cuántico) era también famoso por el «Segundo Principio de Pauli»: su aproximación presagiaba la destrucción de cualquier aparato científico o dispositivo mecánico. Lo más curioso es que se encontró que una devastadora explosión en el Departamento de Física de la Universidad de Berna había coincidido con el paso por la ciudad de un tren que llevaba a Pauli a su casa en Zurich. Su manera de conducir un automóvil, animada por incesantes comentarios autolaudatorios, producía tal alarma en sus pasajeros que muchos se negaron a viajar con él en más de una ocasión. A un comentario de queja de su estudiante y colaborador, el físico holandés H. G. B. Casimir [53], respondió: «Haré un trato contigo: no hables de mi manera de conducir y yo no hablaré de tu física». En sus memorias, Casimir reprodujo la siguiente descripción gráfica del «Segundo Principio de Pauli» en acción, recogido por el físico belga Léon Rosenfeld (a quien a Pauli le gustaba describir como «el monaguillo del papa», como también Niels Bohr era llamado a veces):

Heitler, que daba una conferencia sobre la teoría del enlace homopolar, excitó inesperadamente su ira: el caso era que a él le disgustaba fuertemente esta teoría. Apenas había acabado Heitler, Pauli se dirigió a la pizarra en un estado de gran agitación y caminando de un lado a otro empezó irritado a expresar su disgusto mientras Heitler se sentaba en una silla en un extremo de la tarima. «Para grandes distancias», Pauli explicó, «la teoría es ciertamente falsa puesto que tenemos atracción de Van der Waals; a cortas distancias, obviamente, también es comple-

tamente falsa». En este momento había llegado al extremo de la tarima opuesto a donde estaba sentado Heitler. Dio la vuelta y ahora se dirigía caminando hacia él, apuntando amenazadoramente en su dirección con el trozo de tiza que mantenía en su mano: «Und nun», exclamó, «gibt es eine an den goten Glauben der Physiker appellierende Aussage, die behauptet, dass diese Näherung, die falsch ist in grossen Abständen und falsch ist in kleinen Abständen, trotzdem sie in einem Zwischengebiet qualitativ richtig sein soll!». (Y ahora se afirma, apelando a la credulidad de los físicos, que esta aproximación, que es falsa a grandes distancias y es falsa a cortas distancias es, pese a todo, cualitativamente verdadera en una región intermedia.) Ahora estaba muy cerca de Heitler. Éste se recostó repentinamente, el respaldo de la silla se rompió con gran estrépito, y el pobre Heitler se cayó hacia atrás (felizmente sin lastimarse demasiado).

Casimir, que estaba allí, señala que George Gamow fue el primero en gritar: «¡Efecto Pauli!». Y luego añade: «A veces me pregunto si Gamow (un famoso *farceur*) [811] no le había hecho algo a la silla antes de empezar».

Jeremy Bernstein, un físico y el más lúcido e iluminador de los escritores sobre la física y las maneras de los físicos, recuerda en sus fascinantes memorias un incidente singular que tuvo lugar durante el último año de vida de Pauli.

Pauli se había comprometido en una empresa peculiar con su antiguo colaborador Werner Heisenberg [180], otro de los grandes arquitectos de la teoría cuántica. Durante un tiempo, ellos afirmaron que habían resuelto todos los problemas que quedaban por resolver en la teoría de partículas elementales; todo lo reducían a una única ecuación. Cuando mentes más tranquilas examinaron la cuestión, concluyeron que todo era una quimera. El desenlace, para Pauli, llegó en una conferencia que pronunció en la Universidad de Columbia, en la gran sala de conferencias del Laboratorio Pupin. A pesar de que se había intentado mantener la charla en secreto, la sala estaba completamente llena. La audiencia estaba salpicada de pasados, presentes y futuros ganadores del premio Nobel, incluyendo a Niels Bohr [79]. Una vez que Pauli había pronunciado su conferencia se le pidió a Bohr que hiciera un comentario. Entonces ocurrió allí una de las más inusuales y, a su absurda manera, más emotivas manifestaciones de las que he sido testigo. El punto bá-

sico de Bohr era que como teoría fundamental era loca, pero no suficientemente loca. Los grandes avances, como la relatividad y la teoría cuántica, parecen locos a primera vista —especialmente si uno ha sido educado en la física que les precedía—; parecen violar *el* sentido común de un modo fundamental. Por el contrario, la teoría *de* Pauli era simplemente rara, una ecuación de apariencia extraña que te miraba como un jeroglífico. Pauli objetó el juicio de Bohr; él dijo que la teoría era suficientemente loca.

En este momento, estas dos figuras monumentales de la física moderna empezaron a moverse en una órbita circular conjunta alrededor de la gran mesa de conferencias. Cuando Bohr daba la cara a la audiencia desde la parte delantera de la mesa, repetía que la teoría no era suficientemente loca y, cuando era Pauli el que daba la cara al grupo, decía a su vez que sí lo era. Recuerdo que me pregunté qué pensaría de esto cualquier persona del otro mundo —el mundo de los no-físicos—. A [Freeman] Dyson [52] se le pidió un comentario y se negó. Más tarde él me comentó que era como observar la «muerte de un animal noble». Fue profético. Pauli murió no muchos meses más tarde, en 1958, a los cincuenta y ocho años de edad de un cáncer no detectado previamente. Antes de ello había renunciado a la teoría de Heisenberg, como él la llamaba ahora, de la manera más ácida. Uno sólo podía preguntarse si el breve romance de Pauli con ella era una señal de que ya estaba enfermo.

Pauli murió no muchos meses después. No está claro si él fue consciente de que su potencia

intelectual e imaginativa se desvanecía. Pero comentó a uno de sus colaboradores: «Ich weiss viel. Ich weiss zu viel. Ich bin ein Quantengreis». (Sé mucho. Sé demasiado. Soy una persona en su segunda infancia cuántica.) Pauli, como ya se ha dicho, pasó sus últimos días en una habitación de hospital con el número 137, un número mágico de la teoría ondulatoria, y la coincidencia le preocupó.

Para la primera historia véase Victor Weisskopf, *The Joy of Insight: Passions of a Physicist* (Basic Books, Nueva York, 1991). Los recuerdos de Casimir sobre Pauli se cuentan en sus memorias, H. G. B. Casimir, *Hazaphard Reality: Half a Century of Science* (Harper y Row, Londres y Nueva York, 1983). La última historia esta tomada de Jeremy Bernstein, *The Life it Brings: One Physicist's Beginnings* (Ticknot and Fields, Nueva York, 1987).

## 26

### El primer eureka

Arquímedes (287-212 a.C.) fue un extraordinario erudito: científico, inventor y matemático. Era un hijo de Siracusa y supuestamente esta, a emparentado con el rey Herón II. Entre sus muchos inventos prácticos figuraba un tornillo de agua (utilizado para elevar agua para riego), la polea compuesta y varias máquinas de guerra que incluían los legendarios espejos ustorios con los que se suponía que había destruido la flota invasora romana cuando se acercaba a su ciudad.

Una de las distracciones matemáticas de Arquímedes era el «Arenario», que facilitó la serie de multiplicaciones que le permitió calcular el número de granos de arena en la costa siciliana y también el número de ellos que llenaría el modelo del Universo entonces dominante. ( $10^{63}$  era la respuesta.) Según Plutarco, él pidió que a su muerte se grabara en su tumba una esfera circunscrita por un cilindro con una inscripción que daba la diferencia entre los volúmenes interior y exterior a la esfera.

Plutarco, Tito Livio y Valerio Máximo coinciden, aunque los detalles difieren, en que Arquímedes encontró su fin a manos de un soldado romano tras la captura de Siracusa. El general que mandaba las tropas romanas había dado instrucciones para que Arquímedes fuese llevado ante él ileso, pero el erudito, se dice, estaba absorto en un cálculo y no respondió al toque en el hombro y así, el soldado, irritado, le mató.

La historia por la que Arquímedes es ahora recordado es de autenticidad dudosa, pero fue contada por un historiador romano, Vitrubio. La historia dice que el rey Herón pidió a Arquímedes que determinara si el material de una corona que había sido fundida para él era realmente oro puro o si había sido adulterado con plata:

Mientras Arquímedes estaba reflexionando sobre el problema llegó por azar a un lugar de baño, y allí, cuando se estaba sentando en la bañera, notó que la cantidad de agua que rebosaba de la bañera era igual

a la cantidad en que su cuerpo estaba inmerso. Esto le indicó un método de resolver el problema y sin demora saltó alegre fuera de la bañera. Corriendo desnudo hacia su casa decía en voz alta que había encontrado lo que buscaba pues repetidamente gritaba en griego, *heureka, heureka*.

El Principio de Arquímedes, como aún se llama, establece, por supuesto, que el empuje hacia arriba sobre un objeto sumergido es igual al peso del agua desalojada. Así que, cuando la corona

se introduciese en un recipiente lleno de agua, la cantidad de agua desalojada, o el peso aparente de la corona sumergida, daría una medida del volumen del metal; a partir de éste, y el peso de la corona en el aire, se obtendría la densidad del metal y con ello su composición.

Los científicos de épocas posteriores trataron a menudo de reproducir los inventos de Arquímedes, muy en particular los espejos ustorios. El debate sobre si el artificio pudo realmente haber hundido la flota romana duró siglos y muchos sabios famosos expresaron sus opiniones (incluido Descartes, que desechaba la leyenda). Pero luego, en 1747, fue finalmente sometida a la prueba experimental por el gran erudito francés, el Conde de Buffon [118]. Buffon levantó su aparato en París, en lo que ahora es Le Jardin des Plantes (entonces Le Jardin du Roi, del que era director). Alrededor de 150 espejos cóncavos se montaron en cuatro marcos de madera y se ajustaron con tornillos para concentrar la luz reflejada sobre una plancha de madera a unos cincuenta metros de distancia. Una gran multitud observaba cuando el Sol salió de entre las nubes: en pocos minutos se vio salir humo de la plancha y se dirimió la cuestión. Más adelante, ese mismo año, Buffon, con gran aclamación, incendió algunas casas en presencia del propio monarca y recibió los cumplidos no sólo de Luis XV sino también del intelectual Federico el Grande de Prusia.

La fuente de las historias sobre los descubrimientos e invenciones de Arquímedes es Vitrubio en *De Architectura*, libro IX, capítulo 3. Para los experimentos de Buffon, véase Jacques Roger, *Buffon: A Life in Natural History* (Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, 1997).

## 27

### Desdén señorial

Lord Rutherford de Nelson [16], profesor Cavendish de Física en Cambridge, era una figura majestuosa. He aquí cómo descartó una teoría que simplemente no le gustaba. El lugar es el Laboratorio Clarendon en Oxford y el escritor, R. V. Jones [106].

Rutherford venía ocasionalmente desde Cambridge y sus conferencias eran siempre memorables. En el tiempo de las preguntas y tras una de ellas, E. A. Milne [64] [un famoso teórico y cosmólogo] le preguntó por su opinión sobre lo que se conocía como el átomo de Tutin. Esta idea había sido propuesta por un tal doctor Tutin, quien argumentaba que el modelo de Rutherford para el átomo [el sistema planetario, con un núcleo hecho de protones y neutrones, a modo de Sol, y los electrones en órbitas de radios definidos en torno al mismo] era completamente falso pues todo el mundo sabía que si uno hace girar una mezcla de partículas ligeras y pesadas, las pesadas vuelan hacia el exterior mientras que las ligeras se quedan próximas al centro. De modo que, en un átomo, los electrones deberían estar en el centro con los protones en órbita en el exterior. La teoría había conseguido una triste fama porque F. W. Soddy [149], el catedrático de Química, Inorgánica, quien había dado su nombre a los isótopos, había comunicado el artículo de Tutin a la Sociedad Química, la cual se había negado a publicarlo en su revista, por lo que Soddy se había dado de baja en la Sociedad y había anunciado inmediatamente en *Nature* la venta de todos sus volúmenes del *Journal of the Chemical Society*. Milne preguntó a Rutherford cómo podía estar seguro de que Tutin no tenía razón y él sí la tenía. Aún puedo ver a Rutherford, que era un hombre alto, inclinarse hacia Milne, que era pequeño, y decir: «Cuando uno sabe qué es un elefante y qué es una pulga, supone que es la pulga la que salta».



El instinto casi infalible de Rutherford acerca de las partículas elementales se ilustra de nuevo por el siguiente recuerdo durante una entrevista, registrada unos setenta años después del suceso, por M. L. Oliphant:

Estábamos haciendo experimentos con todos los proyectiles posibles para producir transformaciones en los elementos. Era natural tratar de usar hidrógeno pesado [29] y, de hecho, los resultados eran muy interesantes. Los experimentos con agua pesada dieron dos descubrimientos: uno fue el helio-3 y el otro fue el tritio (isótopos de helio e hidrógeno respectivamente).

Sobre sus interacciones con Rutherford en relación con estos descubrimientos dice:

Rutherford tuvo la mayor influencia sobre mí y sobre muchas otras personas en esa época en Cambridge. Fue mi padre científico en todos los sentidos de la palabra. A Rutherford no le gustaba que sus colaboradores pasasen largas horas en el laboratorio. Pensaba que era estúpido sobrepasarse. Pero eso no significaba que Rutherford dejase de trabajar en ningún momento. Un día fuimos a casa sin haber entendido los resultados de un experimento y nuestro teléfono sonó a las tres de la madrugada. Mi mujer me dijo que el profesor quería hablar conmigo. Rutherford dijo: «Lo tengo. Estas partículas de corto alcance son helio-3». Le pregunté qué razones tenía y él respondió: «¡Razones! ¡Razones! ¡Lo siento dentro!».

Oliphant (más tarde sir Mark) llegó a ser catedrático de Física en Birmingham donde creó un notable departamento en el que, entre otros logros importantes, se desarrolló la fuente del radar centimétrico, la cavidad magnetron [12]. Oliphant volvió más tarde a su Australia natal y fue el principal impulsor de la Universidad Nacional Australiana en Canberra. Una de sus empresas menos exitosas fue la construcción de un acelerador de partículas que nunca funcionó y fue finalmente abandonado. Debido a este costoso fiasco, la máquina recibió el apodo de «el Oliphant blanco».

El primer pasaje está tomado de un artículo de R. V. Jones en *The Making of Physicists*, R. Williamson, ed. (Adam Hilger, Bristol, 1987). La entrevista con Oliphant es de 1. y L. Hargittai, *The Chemical Intelligencer*, 6, 50 (2000).

## Un mártir de la ciencia

Plinio *el Viejo*, o Gaius Plinius Secundus, fue el autor de la *Historia Natural*, la más completa exposición de la erudición científica en el mundo antiguo. Encontró su final, como mártir de la curiosidad científica, durante la erupción del Vesubio que destruyó Pompeya y Herculano en el 79 d.C. El desastre fue vívidamente descrito por su sobrino Plinio el Joven. La familia estaba en Misenum, al otro lado de la bahía de Nápoles, y el viejo Plinio estaba al mando de la flota, entonces fondeada en la bahía. Él advirtió una nube grande y rápidamente creciente que ascendía en una columna de humo y que se estaba ramificando «como un pino mediterráneo». «Mi tío», registró el sobrino, «que era un gran erudito, no podía mantenerse alejado de allí». Tomó un barco y lo dirigió hacia la fuente del humo. Cuando el barco se acercaba a Pompeya llovían cenizas calientes

y piedra pómez, pero Plinio no se volvió atrás y ordenó a su timonel que navegase en la creciente oscuridad hasta que el barco quedó atrapado en los bajíos por un viento desfavorable. Su sobrino continúa:

Mi tío decidió salir a la orilla y ver por sí mismo si el mar les permitiría navegar. Pero el mar todavía estaba furioso y contra ellos. Sus esclavos pusieron una plancha para que él se acostara y él pidió y bebió una o dos copas de agua fría. Las llamas y el olor del azufre, que siempre te dice que se acercan las llamas, hicieron correr a los demás. Estas llamas le hicieron despertar. Se puso en pie, apoyado en dos jóvenes esclavos, pero se desplomó inmediatamente. Supongo que los espesos humos habían bloqueado su tráquea y cerrado su esófago, que siempre fue débil y le daba problemas. Cuando ya con luz encontraron su cuerpo dos días más tarde, no había ninguna marca en él.

Fuente, *Pliny: A Selection of his Letters*, traducción Clarence Greig (Cambridge University Press, Londres, 1978).

## El mármol y la fregona

En 1934, los físicos de todo el mundo estaban muy excitados por la transmutación de los elementos. Ya se sabía que los núcleos de algunos átomos pesados podían capturar un neutrón y con ello formar un isótopo nuevo y más pesado [20]. La energía cedida por el neutrón al colisionar con el núcleo era emitida como un rayo gamma —la firma del proceso—. Enrico Fermi (1901-1954), el gran físico italiano, había puesto en marcha un programa para examinar sistemáticamente el comportamiento de una variedad de elementos bajo bombardeo por neutrones. La excitación por lo que había parecido un primer éxito con un elemento ligero (sodio) fue atenuada por un aspecto sorprendente del resultado: la emisión del rayo gamma tenía lugar con un retardo temporal mucho más largo de lo que la teoría permitía. Se necesitaba una prueba mejor de la captura del neutrón. Dos de los jóvenes y brillantes colaboradores de Fermi, Emilio Segré y Edoardo Amaldi, pensaban que habían zanjado la cuestión cuando encontraron que el siguiente elemento que estudiaron, el aluminio, no sólo capturaba un neutrón sino que, al hacerlo, daba lugar a un isótopo radiactivo con

una vida media (medida por la emisión de rayos gamma) de casi tres minutos. Fermi, encantado, informó de los resultados durante una reunión en Londres.

Pero entonces, Segré pilló un catarro y se quedó en casa durante algunos días dejando que Amaldi continuase los experimentos. Para desilusión general, éste no pudo repetir las observaciones originales. Fermi, muy molesto ante la perspectiva de una retractación humillante, cargó su disgusto sobre sus jóvenes ayudantes que ahora estaban obteniendo resultados continuamente erráticos y, según parecía, absurdos. Entonces, otro extraordinario físico joven se unió al laboratorio: Bruno Pontecorvo iba a hacerse famoso veinte años más tarde cuando se pasó a la Unión Soviética llevándose con él una muy valiosa información sobre el desarrollo de armas atómicas. Pontecorvo y Amaldi se propusieron calibrar la eficacia de las activaciones por neu-

trones utilizando un patrón de plata del que se sabía que generaba por captura neutrónica un isótopo con una vida media convenientemente larg<sup>a</sup> y fácilmente medible. Para su asombro y consternación encontraron que los resultados dependían del lugar del laboratorio en que se hacían

las medidas. Así es como lo dice Amaldi: «En particular, había ciertas mesas de madera cerca de un espectroscopio en una habitación oscura que tenían propiedades milagrosas pues la plata irradiada sobre esas mesas ganaba mucha más actividad que cuando era irradiada sobre otra de mármol en la misma habitación».

He aquí un fenómeno que requería investigación. El primer paso consistió en tratar de apantallar el aparato con plomo. Pero el experimento quedó aplazado cuando los colaboradores de Fermi tuvieron que corregir los exámenes de los estudiantes. Fermi, siempre impaciente, decidió continuar por su cuenta. Así es como describió lo que sucedió en una carta a su colega de Chicago en años posteriores, el célebre cosmólogo Subrahmanyam Chandrasekhar:

Te diré cómo llegué a hacer el descubrimiento que supongo que es el más importante que he realizado. Estábamos trabajando muy duro en la radiactividad inducida por neutrones y los resultados que estábamos obteniendo no tenían sentido. Un día, cuando entré en el laboratorio, se me ocurrió que debía examinar el efecto de un trozo de plomo ante los neutrones incidentes. En lugar de mi costumbre habitual, me tomé un gran trabajo para tener la pieza de plomo forjada de forma precisa. Estaba claramente insatisfecho con algo: intenté todas las excusas para retrasar la colocación de la pieza de plomo en su lugar. Cuando finalmente, con cierta renuencia, fui a colocarla en su lugar, me dije: «No, no quiero esta pieza de plomo aquí; lo que quiero es una pieza de parafina». Fue exactamente así, sin ninguna advertencia previa, ningún razonamiento consciente. Inmediatamente tomé una pieza de parafina y la coloqué donde tenía que haber estado la pieza de plomo.

El resultado fue un violento aumento en la activación del blanco. Segré y los otros fueron convocados al laboratorio para ser testigos del sorprendente efecto. Segré escribió más tarde que él pensó que el contador radiactivo se había estropeado antes de convencerse de lo

contrario. Fermi caviló durante la comida que invariablemente hacía en casa con su mujer: si la parafina tenía un efecto tan enorme y la activación también se veía afectada dependiendo de si el blanco descansaba en una mesa de madera o de mármol, entonces quizá los neutrones estaban siendo frenados por colisiones con núcleos de hidrógeno (protones, de la misma masa que los neutrones), que abundaban en la parafina y la madera; y ¿qué pasaba si, contrariamente a la hipótesis dominante incuestionada, eran los neutrones lentos antes que los rápidos los que eran más fácilmente capturados?

Fermi volvió al laboratorio y él y su equipo llevaron su fuente de neutrones y el blanco de plata al estanque del jardín. El hidrógeno, en el agua y en los peces dorados residentes, actuaba igual que en la cera de parafina. Se ensayaron otros elementos ligeros y también funcionaban, aunque ninguno tan bien como el hidrógeno, que tenía el núcleo más ligero de todos y mejor absorbía el momento del neutrón que colisionaba. Inmediatamente se escribió un artículo que fue enviado a la mejor revista de física italiana y abrió un nuevo capítulo en la historia de la física atómica (y del pensamiento que llevó a la bomba atómica). Hans Bethe [62], el famoso teórico, conjeturó que quizás el fenómeno del neutrón lento no se hubiera descubierto nunca si Italia no fuera tan rica en mármol, el cual se utilizaba, incluso, para equipo de laboratorio.

Pero recientemente se ha arrojado nueva luz sobre la historia. Dos físicos italianos descubrieron que el cuidador que había mantenido el laboratorio de física en 1934, y había sido testigo del experimento crítico en octubre de dicho año, estaba aún vivo en 2001, el año del centenario de Fermi. Él recordaba que una limpiadora llamada Cesarina Marani, tras haber fregado el mármol del vestíbulo exterior, había dejado tres cubos de agua debajo de la mesa del laboratorio. Éstos fueron detectados por los jóvenes colaboradores de Fermi y el vapor de agua fue

rápidamente identificado como una fuente del decisivo hidrógeno.

La historia está narrada con todo detalle en el extraordinario libro de Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb* (Simon & Schuster, Nueva York, 1988).

## 30

### El tema de Pitágoras

Pitágoras de Samos (m. 510 a.C.), conocido por todos los escolares por el cuadrado de la hipotenusa, fundó una gran escuela de matemáticas dedicada a fines prácticos tanto como a filosóficos. La fraternidad pitagórica constaba de unos seiscientos devotos, los cuales renunciaban a las ambiciones terrenales y se dedicaban al avance del conocimiento. Pitágoras es visto ahora por los historiadores como una figura en sombras y de identidad dudosa (lo que parece implicar que el teorema de Pitágoras quizá no haya sido descubierto por él, sino por otro erudito del mismo nombre). Pese a todo, Porfirio, el filósofo, escribió una biografía de Pitágoras, supuestamente unos ochocientos años más tarde, llena de detalles circunstanciales. La fama de Pitágoras descansa no sólo sobre sus matemáticas sino también en su descubrimiento de las leyes de la música; es decir, la relación numérica entre los intervalos de la escala armónica. Según la leyenda y la exposición de uno de los seguidores de Porfirio, Jámblico:

Pasó por casualidad por el taller de un braserero donde oyó los martillos que golpeaban una pieza de hierro en un yunque, produciendo sonidos que armonizaban excepto uno de ellos. Pero él reconoció en dichos sonidos el acorde de la Octava, la Quinta y la Cuarta. Vio que el sonido entre la Cuarta y la Quinta [la Cuarta aumentada, como hoy la llamaríamos] era una disonancia y, pese a todo, completaba el sonido mayor entre ellas.

Investigando más, continúa la historia, él estableció que los intervalos entre las notas golpeadas por los diferentes martillos eran proporcionales a sus pesos. Entonces pasó a colgar pesos en una cuerda de tripa y encontró que la misma relación se obtenía entre el peso (o tensión de la cuerda) y la nota que sonaba cuando la cuerda era pulsada. También se dice que había utilizado un monocordio (un instrumento primitivo de una sola cuerda) para demostrar la relación entre

el intervalo musical y la longitud *de* la cuerda y así ligar la música al mundo abstracto de los números. Esto se habría visto como un fuerte apoyo para la doctrina pitagórica de que todos los fenómenos observables están gobernados por las leyes de las matemáticas.

Uno de los principios guía del sistema de Pitágoras era la racionalidad de todas las constantes numéricas de la naturaleza (por ejemplo,  $n$ , la razón entre la circunferencia y el diámetro de un círculo); es decir, debían ser expresables como una razón de dos números enteros y, por ello, el mundo natural podría describirse en todos sus aspectos mediante enteros y razones entre enteros.

Pero Pitágoras estaba equivocado. La historia dice que Hipaso, un joven estudiante de Pitágoras, estaba buscando una expresión racional para la raíz cuadrada de 2 cuando se le ocurrió la demostración de que no podía haber ninguna: que la raíz cuadrada de 2 era, de hecho, irracional. Hipaso debió haber quedado encantado por un descubrimiento tan fundamental, pero Pitágoras se

negó a admitir esta subversión de su *Weltanschauung* e, incapaz de refutar el argumento de Hipaso, eliminó el problema ordenando que éste muriera por ahogamiento. «El padre de la lógica y del método matemático», dice Simon Singh, «había recurrido a la fuerza antes que admitir que estaba equivocado. La negación de Pitágoras de los números irracionales es su acto más desgraciado y quizá la mayor tragedia de la matemática griega. Sólo tras su muerte, los números irracionales pudieron ser resucitados sin peligro».

Es justo decir que los números irracionales aún irritan a algunos matemáticos en la actualidad. Dos rusos de Nueva York, los hermanos Chudnovsky, han calculado  $\pi$  con ocho mil millones de cifras deci-

males y se dirigen hacia un billón con la esperanza de detectar un patrón recurrente.

Véase el fácilmente legible y entretenido libro de Simon Sing, *Fermat's Last Theoreme* (Fourth Estate, Londres, 1997).

## 3 1

### Nuevos usos para los barómetros

Lo que sigue es una pregunta de un examen de física en la Universidad de Copenhague:

«Describa cómo se puede determinar la altura de un rascacielos con un barómetro.»

Un alumno respondió: «Se ata un largo cabo de cuerda al cuello del barómetro y entonces se descuelga el barómetro desde el tejado del rascacielos hasta el suelo. La longitud de la cuerda más la longitud del barómetro será igual a la altura del edificio».

Esta original respuesta irritó tanto al examinador que el estudiante fue suspendido. El estudiante recurrió basándose en que su respuesta era indiscutiblemente correcta y la universidad nombró un árbitro independiente para decidir el caso.

El árbitro juzgó que la respuesta era realmente correcta pero no mostraba ningún conocimiento apreciable de la física.

Para resolver el problema se decidió llamar al estudiante y concederle seis minutos para que pudiera dar una respuesta oral que mostrase al menos una mínima familiaridad con los principios básicos de la física. Durante cinco minutos, el estudiante se sentó en silencio, centrado en sus pensamientos. El árbitro le recordó que el tiempo estaba corriendo, a lo que el estudiante respondió que tenía varias respuestas pero que no sabía cuál utilizar.

Al ser advertido de que debía apresurarse, el estudiante respondió como sigue:

«En primer lugar, se puede llevar el barómetro hasta el tejado del rascacielos, dejarlo caer desde el borde y medir el tiempo que tarda en llegar al suelo. La altura del edificio puede calcularse entonces a partir de la fórmula  $H = 0.5gt^2$ . Pero ¡adiós barómetro!

»O si hay sol, se podría medir la altura del barómetro, ponerlo luego vertical y medir la longitud de la sombra. Luego se podría medir la longitud de la sombra del rascacielos y, a partir de ahí, es una simple cuestión de aritmética proporcional calcular la altura del rascacielos.

»Pero si uno quiere ser muy científico, se podría atar un corto cabo

de cuerda al barómetro y hacerlo oscilar como un péndulo, primero al nivel del suelo y luego en el tejado del rascacielos. La altura se calcula por la diferencia en la fuerza gravitatoria restauradora  $T = 2\pi(l/g)^{1/2}$

»O si el rascacielos tiene una escalera de emergencia exterior, sería más fácil subirla y marcar la altura del rascacielos en longitudes del barómetro, y luego sumarlas.

»Por supuesto, si simplemente se quiere ser aburrido y ortodoxo, se podría utilizar el barómetro para medir la presión del aire en el tejado del rascacielos y en el suelo, y convertir la diferencia de milibares en metros para saber la altura del edificio.

»Pero puesto que continuamente se nos exhorta a ejercer la independencia mental y aplicar métodos científicos, indudablemente la mejor manera sería llamar a la puerta del conserje y decirle "Si usted quiere un bonito barómetro nuevo, le daré éste si me dice la altura de este rascacielos".»

El estudiante era Niels Bohr [79J], el único danés que ganó el premio Nobel de Física.

La historia procede de una fuente anónima en Internet y es errónea en su último punto pues el hijo de Niels Bohr, Aage, ganó el premio en 1975. Lo que precede quizá sea cierto, aunque no se menciona en la biografía definitiva escrita por Abraham Pais. Bohr tenía ciertamente el hábito de pensar con una concentración irrompible antes de dar una respuesta a una pregunta. Así es como el físico James Franck (citado por Pais) recuerda a Bohr en acción:

A veces permanecía sentado ahí casi como un idiota. Su rostro era inexpresivo, sus brazos quedaban colgando y tú no sabías si este hombre podía ver siquiera. Cualquiera pensaría que era un idiota. No denotaba el menor asomo de vida. Entonces, repentinamente, veías un brillo en él, saltaba una chispa y decía: «Ahora lo sé». Es sorprendente, esta concentración ... Tú no has visto a Bohr en sus primeros años. Realmente podía tener un rostro inexpresivo; todos y cada uno de los movimientos se detenían. Ése era el punto importante de concentración. Estoy seguro de que pasaba lo mismo con Newton [15].

Bohr fue, en opinión de muchos, el pensador más profundo de todos en el rarificado mundo de la física teórica. Al hablar, raramente comunicaba sus pensamientos con claridad a los oyentes. Su singular estilo de discurso en las conferencias públicas ha sido vívidamente descrito por su protegido y amigo, Abraham Pais, quien lo explica así:

La razón principal era que estaba sumido en un pensamiento profundo mientras hablaba. Recuerdo un día que, tras haber concluido parte de un razonamiento, dijo «Y... y...», quedó en silencio durante un segundo, luego dijo, «pero...», y continuó. El paso entre los «y» y el «pero» había transcurrido en su mente. Sin embargo, él simplemente se olvidó de decirlo en voz alta y siguió en otra parte más avanzada del camino.

Aquí hay otra descripción de Bohr como conferenciante:

Fue en Edimburgo donde oí por primera vez al más grande, Niels Bohr. Al final de la sesión dedicada a los fundamentos de la mecánica cuántica hizo una contribución breve pero llamativa.

Yo me había abierto paso descaradamente hasta la primera fila porque no quería perderme una sola palabra de lo que el gran hombre iba a decir; me habían advertido de que no era fácil de entender. (Más tarde aprendí que en una gran conferencia internacional con traducción simultánea, cuando Bohr hablaba en «inglés», había otro canal con la traducción simultánea de su charla al ... inglés.) Habló durante algunos minutos con una voz gutural y baja, que era lo más parecido a un profundo susurro, enunciando cada palabra con un énfasis tremendo y puntuando su charla de vez en cuando con un gesto de la mano. Ni siquiera un profano podría haber dejado de advertir la importancia de las conclusiones trascendentales que estaba extrayendo de la sesión del día. Yo no dejé de advertir la importancia pero me perdí el significado; de hecho, no entendí una sola frase.

Cuando se calmaron los aplausos, pregunté a mi vecino, Léon Rosenfeld, un físico de origen belga que hablaba francés, inglés, alemán, danés y «bohr» (pues había trabajado con Bohr en Copenhague como su principal ayudante): «¿Qué ha dicho en su conclusión?». «Ha dicho que hemos tenido una sesión larga e interesante, que todos debemos estar muy cansados, y que es el momento para un refrigerio.»

Bohr, por supuesto, era completamente inconsciente de sus deficiencias para la comunicación. Pais recuerda que Bohr quedó completamente desconcertado cuando un colega soltó una indirecta: «Fíjate», dijo incrédulamente a Pais, «él piensa que soy un mal conferenciante».

Bohr era universalmente amado y reverenciado. Era un hombre de valor moral y honestidad intelectual inflexibles y totalmente privado de vanidad:

Cuando Niels Bohr visitó el Instituto de Física de la URSS, a la pregunta de cómo había conseguido crear una escuela de físicos de primera línea respondió: «Presumiblemente porque nunca me avergonzó confesar a mis estudiantes que soy idiota...».

En una ocasión posterior, cuando su colega E. M. Lifshitz leyó en voz alta una traducción de la charla, la frase tomó la siguiente forma: «Presumiblemente porque nunca me avergonzó declarar a mis estudiantes que son idiotas...».

Esta frase provocó una animada reacción en el auditorio y entonces, Lifshitz, mirando el texto de nuevo, rectificó y pidió disculpas por este lapsus accidental. Sin embargo, P. L. Kapitsa [170] que había estado sentado en la sala muy atentamente señaló que esto no fue un lapsus accidental. Expresaba precisamente la diferencia principal entre la escuela de Bohr y la de Landau a la que pertenecía Lifshitz.

Lev Davidovich Landau [137] fue un gran físico, famoso por su arrogancia y su temeridad política. El curso de física en varios volúmenes escrito por Landau y Lifshitz sigue siendo una biblia para los físicos. Landau fue detenido por sus indiscreciones políticas y probablemente hubiese perdido la vida de no ser por la intercesión de Kapitsa ante Stalin. El Landau cáustico encontró su par en Wolfgang Pauli [25]: tras exponer su trabajo a un escéptico Pauli, preguntó enfadado si Pauli pensaba que sus ideas eran absurdas. «En absoluto, en absoluto», fue la respuesta. Y añadió: «Tus ideas son tan confusas que no puedo decir si son absurdas o no».

Para la biografía de Bohr, véase Abraham Pais, *Niels Bohr's Times* (Oxford University Press, Oxford, 1991). El impotente oyente de la conferencia de Bohr era el físico franco-ruso Anatole Abragam que la escribió en *Time Re-versal: An Autobiography* (Clarendon Press, Oxford, 1989). La historia sobre Bohr y Lifshitz se cita en una publicación rusa, *Physicists Continue to laugh* (MIR Publishing House, Moscú, 1968), y en *A Random Walk in Science*, R. L. Weber, ed. (The Institute of Physics, Londres, 1973).

## El profesor recuerda

El matemático norteamericano Norbert Wiener (1894-1964) era famoso por su deslumbrante intelecto, su vanidad infantil, su legendario desconocimiento del mundo y su distracción. Wiener

pasó la mayor parte de su vida en el Instituto Tecnológico de Massachusetts donde aún circulan historias sobre su extraño comportamiento. Entre las historias que se cuentan con frecuencia acerca de su abstracción está la de su confusión una tarde cuando trataba de encontrar el camino a su casa al poco tiempo de que él y su familia se hubieran mudado de domicilio. Abordando a una niña que se acercaba en dirección contraria, le preguntó si podría dirigirle hacia Brattle Street. La niña se rió: «Sí, papá», dijo, «te llevaré a casa».

Otro ejemplo contado frecuentemente era un encuentro con un estudiante que le buscaba con un problema. Al encontrar al profesor en un ensueño profundo, esperó, pero al cabo de un rato decidió molestarle: «Hola, profesor Wiener», empezó. Wiener saltó: «¡Eso es!», gritó, «¡Wiener!». Más convincente quizá es la imagen de Wiener derecho en el pasillo, con su nariz en un libro. Tenía la costumbre de seguir su camino deslizando un dedo por la pared. En una ocasión, el dedo le llevó por una puerta abierta, recorrió las paredes de un aula donde se estaba impartiendo una lección hasta llegar de nuevo a la puerta, y salió otra vez al pasillo.

Wiener no mencionaba estas proclividades en sus memorias. Abundan las historias, pero un buen retrato del hombre puede encontrarse en un artículo de Steven G. Krantz publicado en *The Mathematical Intelligencer*, **12**, 32, (1990).

## El daltonismo de Dalton

John Dalton (1766-1844), nacido en Manchester, fue un químico que en los últimos años del siglo xviii dio una formulación ..... racional de la teoría atómica de la materia. Sus conclusiones se basaban en cuidadosos experimentos combinando pesos de elementos, de lo que dedujo que los átomos de cualquier elemento eran idénticos y se combinaban en proporciones fijas con los de otros elementos.

Dalton era cuáquero y, por lo tanto, posiblemente debió escandalizar a sus correligionarios sobriamente vestidos al aparecer en las calles de Manchester con su toga doctoral de color escarlata. Pues el caso es que Dalton era ciego para los colores y, deshecho, dio su nombre a esta condición —*el daltonismo*— y a quien sufre .....de ello —un *daltónico*—. Así es como finalmente descubrió su discapacidad y su naturaleza hereditaria:

Siempre fui de la opinión, aunque no soliera mencionarla, de que los nombres de algunos colores eran muy poco razonables. El término *rosa*, en referencia a la flor de dicho nombre, parecía bastante adecuado; pero cuando se utilizaba el término *rojo* en lugar de *rosa* lo consideraba muy inadecuado; para mí debería haber sido *azul*, pues *rosa* y *azul* me parecían muy estrechamente relacionados [el *rosa* en cuestión debía haber sido más próximo al *malva*, pues Dalton habría sido insensible al componente rojo]; mientras que *rosa* y *rojo* apenas tienen cualquier relación.

En el curso de mi dedicación a las ciencias, la de la óptica reclamaba necesariamente atención y me familiaricé muy bien con la teoría de la luz y los colores antes de que apreciara ninguna peculiaridad en visión. Sin embargo, yo no había prestado mucho interés ..... a la discriminación práctica de los colores debido, en cierto modo, a lo que yo imaginaba que era una extrañeza de su nomenclatura. A partir del año 1790, el estudio ocasional de la botánica me obligó a prestar más atención que antes a los colores. Con



respecto a los colores llamados *blanco, amarillo o verde*, admitía sin problemas que se usaba el término

apropiado. *Azul, púrpura, rosa v carmesí parecían bastante menos distinguibles siendo, según mi opinión, todos ellos remitibles a azul. Muchas veces.....he preguntado seriamente a alguien si una flor era azul o rosa, pero, en general, aquellos a quienes preguntaba consideraban que estaba de broma. Pese a todo, nunca medí cuenta de que había una peculiaridad en mi visión.. hasta que accidentalmente observé el color de la flor del Geranium zonale a la luz de una vela en el otoño de 1792. La flor era rosa, pero de día se me aparecía casi azul... celeste. A la luz de la vela, sin embargo, cambiaba de forma .sorprendente: ya no tenía ningún tono.azul sino que era lo que yo llamo rojo, un color que forma un chocante contraste con el azul. [Hubiera parecido esencialmente ...gris negro]. Sin dudar de que el cambio de color sería igual para todos, pedí a algunos de mis ..amigos que observasen el fenómeno; entonces quedé sorprendido. al encontrar que todos ellos coincidían en que el color no era sustancialmente diferente del que tenía a la luz del día, excepto mi hermano, que la veía de la misma forma que yo. Esta observación demostraba claramente que mi visión no era como la ..de otras personas.*

La historia de la ceguera de Dalton para el color tuvo que esperar un siglo.....y medio para su desenlace. La teoría de Dalton era que él veía el mundo a través de un filtro .....azul; que su humor vítreo (la sustancia gelatinosa que hay dentro del globo ocular) sería realmente azul. Por lo tanto, dio instrucciones para que, tras su muerte, su ayudante, Joseph Ransome, extirpara sus ojos y comprobara la conjetura. Ransome hizo lo que se le encargó: abrió un globo ocular y ..derramó...su contenido sobre una lupa, pero el humor vítreo era «perfectamente pelucido». Entonces hizo un .....agujero en el otro ojo y miró a través de él para ser...si rojo y verde parecían idénticos y grises.El... resultado fue negativo y Ransome dedujo que el defecto ....debía estar en el nervio, óptico que conecta la retina con el cerebro.

Los.. globos...oculares mutilados..... fueron depositados entonces en un recipiente con conservante y dejados al cuidado .....de la Sociedad ...Literaria y Filosófica de Manchester. Allí reposaron sin que nadie los tocara hasta que, en... 1995, un grupo ..... de fisiólogos de Cambridge pidió

Permiso a la Sociedad para tomar una pequeña.....muestra de la... retina con el fin de extraer y amplificar el ADN mediante reacción en cadena de la . polimerasa, o PCR (108), y examinar los .....genes (para entonces ya completamente caracterizados) de los tres tipos de conos retinianos implicados en la visión de los colores. (Los conos contienen pigmentos con diferentes sensibilidades a la longitud de onda, una reivindicación de la teoría tricrómica de la percepción del color avanzada a finales del siglo xviii por Thomas Young.) Resultó que Dalton era en realidad un «deutérope», con un defecto en el pigmento óptico sensible a longitudes de onda intermedias (y no, como pensaba Thomas Young, un “protánope» con un defecto en el pigmento sensible a longitudes de 1 onda cortas). Sin duda, Dalton hubiera quedado muy complacido por 'un

resultado obtenido tanto tiempo después de su muerte.

Las elucubraciones de Dalton pueden encontrarse en *Memoirs of the Manchester Literary and Philosophical Society*, **5**, 28 (1798); el informe sobre los defectos genéticos de Dalton es de D. M. Hunt *et al.*, *Science* **267**, 984 (1995).

## 34

### El truco de la garrapata\*

David Keilin (1887-1963) fue un biólogo muy respetado que, aunque nacido en Rusia, pasó la mayor parte de su vida activa en Cambridge. Su fama descansaba en sus tempranos estudios de los insectos parásitos y, más específicamente, en sus investigaciones sobre las hemoproteínas que contienen hierro. La siguiente reminiscencia procede de un afectuoso recuerdo de Keilin por parte de Max Perutz [881].

En 1931, cuando Keilin había sucedido a Nuttall como *Quick Profes sor* de Biología, un anciano profesor llamado Warburton se quejó de que él había sido nombrado antes de que se hubiese instituido el piar de jubilación de la Universidad, por lo que no tenía derecho a pensión y tendría que morir en la pobreza. Cuando Keilin dijo al tesorero de h Universidad que Warburton estaba cerca de los ochenta años y no tenía

\* En el inglés original «The trick of the tick». (*N. del t.*)

pensión, aquél estuvo de acuerdo en que a la vista de la avanzada edad de Warburton la Universidad podía permitirse el ser generosa. ¡No acertó a prever que veinticuatro años más tarde celebraríamos el centésimo cumpleaños de Warburton! En dicha ocasión, él nos contó una historia maravillosa. En sus buenos tiempos, Warburton había sido una autoridad mundial en garrapatas. Un día, cuando todavía no había cumplido treinta años, algunos de sus estudiantes estaban tomando su almuerzo de pan y queso cuando encontraron una garrapata en la mantequilla. Se la llevaron a Warburton que la identificó como una garrapata siberiana. Este descubrimiento iba a provocar una crisis diplomática. Los estudiantes habían comprado su mantequilla en Sainsbury's, sin saber de dónde procedía. Impresionados por las capacidades detectivescas de la entomología que permitía rastrear el origen de la mantequilla hasta Rusia, contaron su historia a un profesor que se la mencionó a un diputado visitante y éste, a su vez, se la contó a un periodista. El resultado fue un titular en uno de los periódicos vespertinos de Londres: «Garrapata Portadora de Enfermedades Importada con Mantequilla Rusa». Se plantearon preguntas en el Parlamento, los carros de caballos de los lecheros que en esa época distribuían también mantequilla en Londres llevaban carteles garantizando a las amas de casa que no llevaban mantequilla rusa, el embajador soviético llamó al ministro de Asuntos Exteriores para protestar por la campaña de difamaciones contra las exportaciones agrícolas de su país y *Pravda* condenó las deliberadas mentiras de Warburton. Años más tarde, parasitólogos rusos que visitaban el Instituto Molteno reprocharon a Keilin el que hubiese consentido convertirse en una herramienta de la propaganda antisoviética y se negaron a creer que Warburton era simplemente un erudito apartado del mundo que casualmente se había encontrado con una curiosidad. Seguro con su generosa pensión, Warburton siguió viviendo con buena salud en Grantchester hasta la avanzada edad de ciento tres años.

M. F. Perutz, «Keilin and the Molteno», en *Selected Topics in the History of Biochemistry: Personal*

## Consuelo en la adversidad

Es sabido que la minusvalía física es un acicate, antes que un obstáculo, para la ambición de saber y descubrir. Stephen Hawking, cosmólogo y actual ocupante de la Cátedra Lucasiana de Matemáticas en Cambridge que en su día ocupó Newton, personifica esta verdad. Consideremos también a Solomon Lefschetz (1884-1972), el admiradísimo topólogo norteamericano que, destinado a ser ingeniero hasta que sus dos manos quedaron seccionadas en un accidente de laboratorio, se orientó en su lugar hacia las matemáticas. A modo de manos, se vio obligado a usar unas pinzas ortopédicas que siempre llevaba enfundadas en guantes negros. Un estudiante era el encargado de incrustarle en la prótesis una barra de tiza al comienzo del día de trabajo y quitar el trozo restante cuando terminaba.

Difícilmente hay ambientes menos propicios para el avance del conocimiento que la prisión y el manicomio. Pese a todo, la ciencia ha florecido a su manera en centros de internamiento y campos de prisioneros, e incluso reclusos en confinamiento solitario han añadido nuevos capítulos al conocimiento humano. Jean Victor Poncelet (1788-1867), un matemático francés, fue quizá el más célebre de estos espíritus indomables. Oficial del Cuerpo de Ingenieros Militares durante las campañas napoleónicas, fue capturado por los rusos en una escaramuza durante la retirada de Moscú en 1812 y encarcelado en un campo en Saratov, junto al río Volga. Allí permaneció aproximadamente durante dos años. Para distraerse orientó su mente hacia su interés de juventud, las matemáticas y, especialmente, la geometría. Tras haber reconstruido, sin libros, los elementos de la disciplina desde el principio, emprendió un programa de investigación sobre proyecciones de formas cónicas. Esto fijó el curso de su más importante trabajo posterior, que continuó tras su liberación, mientras seguía sirviendo como ingeniero militar especialista en fortificaciones. Al final de su vida publicó su obra definitiva, *Aplicaciones del Análisis y de la Geometría*, cuyo primer volumen llevaba el título *Cuadernos de Saratov*.

Otro prisionero notable fue uno de los fundadores de la ciencia geológica. Déodat de Gratet de Dolomieu, el cual dio su nombre a los Dolomita<sup>s</sup>. Dolomieu nació en 1754 en el seno de una familia de militares franceses y estaba destinado al ejército, pero en su lugar ingresó en la Orden Militar y Soberana de los Caballeros de Malta. Evidentemente tenía un temperamento impetuoso pues, en 1768, había matado a un hermano oficial en un duelo. Condenado a cadena perpetua, fue indultado gracias a la intervención del papa, quien consiguió su liberación. Pero el Gran Maestro de la Orden no acogió bien a su turbulento seguidor y Dolomieu fue destinado a la guarnición militar en Metz. Allí tenía tiempo libre para estudiar y, bajo la tutela de un boticario, se dedicó a las ciencias y en particular a la geología con el provecho que pronto fue elegido miembro de la Académie des Sciences.

Mientras estaba en Metz, Dolomieu tuvo la buena fortuna de relacionarse con dos poderosos patronos, el duque de La Rochefoucauld y el príncipe de Rohan. El duque alentó el interés de su joven protegido por la geología y Dolomieu pronto empezó sus estudios de las formaciones rocosas, especialmente las de rocas basálticas. Cuando De Rohan fue nombrado embajador en Portugal llevó consigo a Dolomieu como secretario personal. Sus deberes no eran

evidentemente muy arduos, pues fue durante este período cuando Dolomieu llevó a cabo algunos de sus trabajos más importantes. Recibió con agrado la Revolución, pero su ardor se extinguió abruptamente por el brutal asesinato de La Rochefoucauld. De todas formas, la República le ofreció un puesto en la Escuela de Minas donde (salvo un período, en compañía de otros muchos destacados hombres de ciencia, en la expedición a Egipto de Napoleón) permaneció durante quince años inspeccionando minas y haciendo estudios geológicos. Pero luego fue convocado para asistir a Napoleón en la toma de Malta frente a la Orden de Caballeros y, en el viaje de regreso, su barco fue conducido a Taranto donde fue capturado por los revolucionarios calabreses y entregado a manos de sus enemigos, los Caballeros de Malta.

Durante 21 meses, Dolomieu fue mantenido en confinamiento solitario en Messina y en esas duras circunstancias reflexionó y escribió. Fue finalmente liberado en 1801 y a su regreso a París fue recibido

con demostraciones públicas como lo había sido Arago tras su encarcelamiento por otra potencia hostil [166]. Mientras estaba en prisión, Dolomieu había sido elegido para una Cátedra en el Museo Nacional de Historia Natural en París, pero su salud había sufrido y murió ese mismo año, célibe, de acuerdo con sus votos como miembro de la Orden y a los que nunca renunció.

Quizás el caso más trágico y más extraño de vida de trabajo pasada en confinamiento es el del matemático André Bloch. Nació en Besançon en 1893, siendo uno de tres hermanos de padres judíos. Huérfano a edad temprana, André y el más joven de sus hermanos, Georges, mostraron talentos sobresalientes y ambos obtuvieron plazas por oposición en la Escuela Politécnica de París. Sus estudios fueron interrumpidos por la primera guerra mundial, en la que Georges fue gravemente herido y perdió un ojo mientras que André, que servía como oficial de artillería, cayó herido en un puesto de observación bajo el fuego de los cañones enemigos. Tras varias estancias en el hospital, se le dio una licencia indefinida en 1917 y retomó sus estudios en la Escuela.

Más tarde, en noviembre de ese mismo año, mientras cenaba *en famille* en París, se abalanzó con un cuchillo sobre su hermano Georges y sus tíos y los apuñaló hasta la muerte. Luego salió a la calle, gritando, y fue detenido sin oponer resistencia. Con el país inmerso en una guerra desesperada, el asunto, que después de todo implicaba a dos oficiales del ejército, fue silenciado y el perpetrador fue ingresado en un hospital psiquiátrico, la Maison de Charenton, en las afueras de París. Allí permaneció hasta su muerte por leucemia en 1948.

André Bloch explicó tranquilamente a un doctor del Charenton que no le había quedado otra opción que eliminar a la rama de su familia que se había visto afectada por una enfermedad mental. Las leyes de la eugenesia, insistió, eran ineluctables y su deber era actuar

como lo hizo. Reprendió al doctor por su reacción emocional: «Usted sabe muy bien», declaró, «que mi filosofía está inspirada por el pragmatismo y la racionalidad absoluta. Yo he aplicado el ejemplo y los principios de una célebre matemática de Alejandría, Hipatia». No hay evidencia, por supuesto, de que Hipatia [168] sostuviese nociones tan radicales, ni se estableció si el trastorno de Bloch derivaba de su ex-

periencia en la guerra. Pero en todos los demás aspectos parecía completamente sano y de su celda en el Charenton proceden una serie de importantes comunicaciones matemáticas, principalmente en análisis algebraico, teoría de números y geometría, aunque también escribió un ensayo sobre las matemáticas de las mareas. Un artículo estaba preparado con otro matemático recluido durante algún tiempo en la Maison de Charenton.

Los logros de Bloch son más extraordinarios si se tiene en cuenta que era completamente autodidacta y sólo más tarde estableció contactos, a través de cartas y escasas visitas, con algunos de los matemáticos destacados de la época, los cuales, inicialmente, desconocían que estaban en correspondencia con el interno de un manicomio. También desarrolló un interés especial por la teoría económica y escribió varias cartas al presidente Poincaré (pariente del célebre matemático y físico Jules Henri Poincaré) con sugerencias para la gestión de la economía nacional. Durante la ocupación alemana en la segunda guerra mundial, Bloch tuvo la habilidad suficiente para ocultar su nombre judío y publicar bajo dos seudónimos. En el año de su muerte recibió el premio Becquerel de la Academia de Ciencias. La historia del «matemático de Charenton», como le llamó un prominente psiquiatra francés, recuerda irresistiblemente al cirujano de Crowthorne (sujeto de un libro de dicho título escrito por Simon Winchester y publicado por Penguin Books en 1999), el doctor paranoide que, tras haber asesinado a un inocente transeúnte en una calle de Londres, contribuyó con un saber y dedicación profundos al primer *Oxford English Dictionary* desde su celda en un manicomio durante la última parte del siglo XIX.

Una referencia de Solomon Lefschetz está incluida en un entretenido artículo de Steven G. Krantz en *The Mathematical Intelligencer*, **12**, 32 (1990). Para la vida y obra de Jean Poncelet, véase René Taton en *Dictionary of Scientific Biography*, C. C. Gillespie, ed. (Scribner, Nueva York, 1975), y para la biografía de Déodat Dolomieu, véase Kenneth L. Taylor, también en el *DSB* (1971). Los hechos de la trágica vida de André Bloch están registrados en un absorbente artículo de dos matemáticos franceses, Henri Cartan (cuyo padre, el famoso Élie, mantuvo correspondencia con Bloch) y Jacqueline Ferrand en *The Mathematical Intelligencer*, **10**, 23 (1988).

## \_\_\_\_\_ 36

### Invierno en París: Becquerel y el descubrimiento de la radiactividad

Henri Becquerel (1852-1908) era miembro de una augusta dinastía científica y fue el tercero de la línea que ocupó la Cátedra de Física en el Museo Nacional de Historia Natural en París (en donde más tarde le sucedió su hijo Jean).

En 1896, Becquerel estaba ocupado persiguiendo un espejismo. Como todos los físicos, estaba muy impresionado por el descubrimiento de los rayos X por Röntgen [4]. Si los rayos catódicos al chocar contra un vidrio podían provocar una radiación secundaria, ¿no podría la luz visible hacer lo mismo cuando incidía sobre un material fosforescente? Para poner a prueba esta conjetura totalmente incorrecta, Becquerel escogió como material fosforescente un cristal de un compuesto de uranio. Colocó una cruz hecha de cobre en una placa fotográfica, lo envolvió todo en papel negro, puso el cristal encima y dejó que la luz solar incidiese sobre él. Y, de hecho, cuando se reveló, la placa mostró un área expuesta en la que podía distinguirse claramente el perfil blanco de la cruz.

Becquerel debió quedar encantado con el resultado que parecía confirmar su teoría. Luego, como cualquier experimentador concienzudo, se propuso repetir su observación triunfal. Pero era febrero y el sol no brillaba en París, de modo que Becquerel puso el conjunto —placa fotográfica y cruz de cobre envueltas en papel negro, con el cristal de sal de uranio encima— en un cajón, donde permaneció varios días. Ahora bien, la fosforescencia persiste en general algún tiempo —la esfera de un reloj luminoso sigue brillando en la oscuridad horas después de haber sido expuesta a la luz solar—, así que Becquerel reveló la placa para ver si se había producido un

ennegrecimiento débil, o ésta se supone que era su intención. Sir William Crookes, un físico inglés que casualmente estaba visitando el laboratorio cuando se desarrollaron estos acontecimientos escribió que, tras algunos días de tiempo nublado, su anfitrión reveló la placa porque «estaba cansado

de esperar (o con la previsión inconsciente del genio)». Sea como fuera, lo que vio Becquerel era una imagen no menos intensa que la que habría sido generada, según su deducción, por el efecto de la luz solar.

Becquerel se dio cuenta de que, fuera lo que fuera lo que estaba ennegreciendo sus placas, no tenía nada que ver con la luz solar y pasó a demostrar que otros compuestos de uranio ejercían un efecto similar. Todos salvo uno, y éste era un mineral, la pitchblenda, que manifestó un efecto muchísimo más potente. La conclusión era que este mineral contenía otra sustancia con una radiactividad, como Pierre y Marie Curie [9] la denominaron posteriormente, mucho más alta. Más tarde, Becquerel encontró que podía observar la radiación colocando la fuente cerca de un electroscopio, un sencillo instrumento que responde a una carga electrostática inducida. La radiación de Becquerel cargaba el metal conductor en el electroscopio, lo que significaba que estaba generando iones (partículas cargadas) en el aire que atravesaba. Pese a todo nunca reconoció la trascendencia de su descubrimiento y siguió apegado a la convicción de que lo que había observado era una nueva e inusual forma de fosforescencia que surgía, por así decir, de la emisión (tras ser almacenada en la molécula) de energía en forma de luz visible. Quedó para los Curie el rastrear el origen de las emisiones y para Ernest Rutherford [16], en Cambridge, el identificar su naturaleza.

Una curiosa nota a pie de página sobre el descubrimiento de Becquerel es el hecho largo tiempo olvidado de una observación similar realizada en París cuarenta años antes. Abel Niepce de Saint-Victor consiguió fama por innovaciones en la fotografía, especialmente su invención de la impresión en papel tratado con albúmina. Sus intereses en las propiedades de la luz y en la química del color le llevaron al laboratorio del veterano químico orgánico Michel Eugène Chevreul. Chevreul, director del Museo de Historia Natural, era consejero científico de los talleres de tapicería gobelina e influyó en las teorías de Seurat y la escuela de pintura *puntillista*. (Chevreul tuvo quizá la carrera más larga en la historia de la ciencia, pues estuvo activo hasta su muerte a los 103 años de edad.) Con el aliento de Chevreul, Niepce emprendió un estudio de las sustancias fluorescentes y fosforescentes Y, en 1857, informó de que un dibujo en una cartulina con una solu-

ción de nitrato de uranio produciría su propia imagen en papel sensibilizado (impregnado en cloruro de plata): una especie de película fotográfica primitiva. El truco funcionaba con el dibujo en la oscuridad tanto como a la luz del sol; más aún, lo hacía a una distancia de hasta tres centímetros del papel. Se publicaron varios informes del fenómeno, desde 1857 en adelante, que despertaron considerable interés, y no menos por parte del padre de Henri Becquerel, Edmond. ¿Se había olvidado Henri de Niepce de Saint-Victor en 1896 cuando llevó a cabo su experimento fortuito? ¿Estaba quizá influido por algún recuerdo difuso cuando reveló su placa fotográfica?

El descubrimiento de la radiactividad, como el de los rayos X, suscitó cierto escepticismo. El fisiólogo inglés, sir Henry Dale (1873-1968) recordaba una reunión del Club de Ciencias Naturales de Cambridge en la que el honorable R. J. Strutt, hijo del gran lord Rayleigh, y él mismo un notable físico más tarde, hablaba sobre las observaciones de Becquerel; sus explicaciones provocaron el siguiente comentario de un estudiante, un

futuro teórico de fama: «¡Strutt, si esta teoría de Becquerel fuera cierta violaría la ley de la conservación de la energía!». Este comentario iba al corazón de una cuestión clave [16]. La paradoja sólo se resolvió cuando fue entendida la naturaleza de la radiactividad: la transmutación de un elemento radiactivo en un , elemento inerte (a menudo pasando por otros intermedios radiactivos) hasta que no queda radiactividad (incluso si esto lleva años o milenios). j

Se han dado muchas descripciones del descubrimiento de Becquerel, como, más recientemente, del trabajo anterior de Niepce de Saint-Victor. Véase, por ejemplo, un artículo, «Hasard ou mémoire dans la découverte de la radioactivité», por P. y J. Fournier en *Revue de l'Histoire des Sciences*, 52,

51 (1999). Para la discusión con R. J. Strutt, véase H. H. Dale, *British Medical Journal* 451 (1948).

## 37

### La clave indescifrable

Otto Frisch [20], el físico alemán, estaba en Birmingham, Inglaterra, al comienzo de la segunda guerra mundial preocupado por las posibilidades de conseguir una bomba de fisión nuclear y por la forma de impedir al bando alemán el acceso a las reservas de agua pesada (óxido de deuterio) que podía ser necesaria para construir un arma semejante. Se estableció un comité para estudiar las perspectivas y esta anécdota de Frisch ilustra el nerviosismo de la época.

El informe que Peierls [otro físico emigrado a Birmingham] [42] y yo habíamos enviado a (sir) Henry Tizard por consejo de Oliphant desencadenó la formación de un comité, con (sir) George Thomson [hijo de J. J., el descubridor del electrón] como presidente, al que se le dio el nombre en clave de «Comité Maud». La razón de ese nombre era un telegrama que había llegado de Niels Bohr [79], que terminaba con las misteriosas palabras: «Y recuerdos Maud Ray Kent». Todos estábamos convencidos de que esto era una clave, posiblemente un anagrama, que nos advertía de algo. Tratamos de reordenar las letras de formas diferentes y dimos con soluciones erróneas como «Radio tomado», presumiblemente por los nazis, y «U y D pueden reaccionar», lo que quería señalar que se podía obtener una reacción en cadena utilizando uranio en combinación con agua pesada, un compuesto de oxígeno y el isótopo pesado del hidrógeno llamado deuterio, abreviado D. [Frisch no menciona que se reclutó a un criptógrafo para estudiar el problema y llegó a «Hacer Ur día nt».] El misterio no se aclaró hasta después de la guerra, cuando supimos que Maud Ray había sido institutriz en casa de Bohr y vivía en Kent.

Un malentendido similar llevó a la detención, y casi la muerte, de André Weil, el matemático francés, en Finlandia en 1939. Él y su mujer habían entrado en el país en junio de ese año para visitar a dos amigos matemáticos fineses. El 30 de noviembre, Weil, ahora solo, pues su esposa había partido en un viaje de turismo hacia el norte, fue cap-

turado por la policía. Ese día había estallado la guerra ruso-finesa, habían caído las primeras bombas sobre Helsinki y Weil había buscado un lugar seguro fuera de la ciudad mientras duraba el bombardeo. Terminado éste, fue a su hotel pero se detuvo para volver su mirada miope a lo que resultó ser un grupo de soldados manejando ametralladoras antiaéreas. La ropa de Weil proclamaba que era extranjero y fue detenido inmediatamente bajo la sospecha de espiar para la

Unión Soviética.

En su celda, Weil se consoló con el recuerdo de que Sophus Lie, el gran matemático noruego, había sido también encarcelado como espía mientras visitaba París durante la guerra franco-prusiana en 1870. Una búsqueda de los efectos personales de Weil sacó a la luz una carta en ruso de un matemático, y una segunda que terminaba: «Espero que su ilustre colega mister Bourbaki continuará enviándome las pruebas de su magistral trabajo». Weil era de hecho un miembro del famoso grupo de matemáticos franceses que se reunían en un café de París y publicaban colectivamente bajo el nombre de N. Bourbaki, con la «Academia Poldeviana de Ciencias» como dirección. (Poldevia era un país inventado antes por un grupo de estudiantes bromistas de la Escuela Normal de París.)

Para la policía, semejante galimatías implicaba un mensaje cifrado. Weil era incapaz de acceder a sus anfitriones, pero uno de ellos, el matemático Rolf Nevanlinna, era coronel en la reserva y había sido llamado a filas. Por suerte se encontró cenando una noche con el jefe de la policía de Helsinki que alegremente le reveló que estaban planeando ejecutar a un espía a la mañana siguiente; un espía, de hecho, que decía conocer a Nevanlinna. Con alguna dificultad, el coronel Nevanlinna convenció al policía para que llevara a Weil a la frontera y le expulsara del país en lugar de fusilarle. Era una opción que no se le había ocurrido al guardián de la ley. Weil fue deportado en un vagón de ferrocarril sellado y liberado en un puesto fronterizo sueco. Desde allí se las arregló para llegar finalmente a Inglaterra, donde de nuevo fue detenido por no haberse presentado para cumplir sus deberes militares en Francia. Devuelto para enfrentarse a la policía francesa, pasó algún tiempo en la cárcel (durante el cual tuvo una inspiración matemática y pudo escribir un artículo para ser publicado) y fue luego

juizado por un tribunal militar que se contentó con vestirle de uniforme durante ese período.

El asunto del Comité Maud está narrado por Otto Frisch en *What Little I Remember* (Cambridge University Press, Cambridge, 1979) [Hay traducción española, véase 161]; las tribulaciones en tiempo de guerra de André Weil se describen en sus memorias, *The Apprenticeship of a Mathematician* (Birkhäuser, Basilea, 1992) [En castellano puede leerse: *Memorias de Aprendizaje*, Nivola, Madrid, 2002, que es una traducción del francés *Souvenirs d'apprentissage*]; véase también O. Pekonen en *The Mathematical Intelligencer*, 21. 16 (1999).

## 38

### Doscientos monjes brincando y el diablo en la botella

El descubrimiento de la electricidad en el siglo XVIII causó gran revuelo y atrajo no sólo a estudiosos, sino también al público y a un enjambre de charlatanes. Apareció una gran afición por las diversiones científicas espectaculares. Así, Stephen Gray, por ejemplo, que expuso su trabajo sobre conductores y aislantes ante la Royal Society de Londres en 1720, empezó a hacer demostraciones con sujetos humanos, especialmente con los niños de una fundación benéfica. En una ocasión, Gray «cogió a un pilluelo, le colgó con cuerdas aislantes, le electrificó por contacto con vidrio frotado y sacó chispas de su nariz».

Tales diversiones públicas se pusieron de moda, y con el tiempo llevaron a la creencia de que



las descargas eléctricas podrían tener propiedades terapéuticas e incluso podrían resucitar a muertos recientes (como en *Frankenstein*, la novela de Mary Shelley). Se generaban voltajes considerables girando rápidamente cilindros de vidrio, y luego Peter van Musschenbroek (1692-1761), en Holanda, inventó la famosa botella de Leyden. Ésta era un recipiente lleno de agua, revestido de material conductor tanto por dentro como por fuera. En la parte

superior tenía un tapón atravesado por un alambre y, cuando se ponía en contacto con un objeto cargado (una varilla de vidrio frotada, por ejemplo), por el alambre pasaba la carga que se acumulaba en la botella. Las descargas de semejantes botellas podían alcanzar una potencia considerable. De hecho, Van Musschenbroek advirtió del peligro después de que él mismo experimentara un shock traumático.

Un dispositivo de este tipo fue utilizado por el abate Nollet, electricista de la corte de Luis XV, para llevar a cabo una serie de experimentos reveladores. Nollet era un hombre vano y agresivo que más tarde se enfrascaría en una prolongada polémica con Benjamin Franklin [47], el atractivo norteamericano que se hizo un favorito de la corte real y con ello inflamó los celos de Nollet.

Encargado por Luis XV de demostrar las maravillas de la electricidad, Nollet montó su aparato en el Palacio de Versalles. Allí, un día de 1746, 148 guardias franceses fueron formados en la *Grand Galerie*, y se les ordenó cogerse de la mano con los hombres que tenían a ambos lados. El primero y el último de la fila cogieron luego un cable metálico que estaba conectado al aparato de Nollet. Cuando todo estuvo listo se hizo pasar la carga acumulada por el cable: los 148 guardias saltaron simultáneamente cuando les alcanzó el shock. Esta demostración fue superada cuando un grupo de monjes cartujos de París fueron alineados por Nollet en una hilera de trescientos metros de largo, cada hombre conectado al siguiente por un cable de hierro. Como había sucedido con los guardias, todos saltaron al unísono como un cuerpo de ballet al aplicar la corriente. «Las exclamaciones de sorpresa fueron simultáneas», informó Nollet, «incluso procediendo de doscientas bocas».

El éxito de este rudimentario mecanismo de sincronización llevó a una conclusión importante pues demostraba que la electricidad se transmitía instantáneamente a una distancia de trescientos metros. Se necesitaron otros cien años para que James Clerk Maxwell [44] determinara que la electricidad viaja a la velocidad de la luz.

Seis años después de la exhibición de Nollet, Benjamin Franklin «sacó un rayo del cielo» con una llave unida a un cable que colgaba de una corneta. Al parecer, Franklin se sintió atraído por el estudio de la electricidad a causa de un artículo en el *Gentleman's Magazine* de

Londres que le llegó a Filadelfia; estaba escrito por Albrecht von Hallen un biólogo sueco, y describía una variante del experimento de Stephen Gray utilizando un muchacho como condensador. En este caso, el muchacho estaba de pie sobre un lecho aislante de médula y era cargado mediante una máquina eléctrica. Cuando se le acercaba otra persona se producía una descarga chisporroteante entre ellos y ambos experimentaban un doloroso espasmo agudo. Franklin reflexionó sobre las implicaciones de este fenómeno, imaginó otros experimentos similares y pronto empezó a preguntarse si tales descargas se parecían al relámpago natural.

Los experimentos de Franklin con relámpagos eran terriblemente peligrosos. El más famoso, cuyo objetivo era demostrar el principio del pararrayos, fue realizado en Marly-le-Ville cerca de París. Allí levantó una larga vara de metal y cuando se formaron nubes de tormenta ordenó al conserje local, un soldado retirado, que tocara el metal con un cable cuyo extremo descansaba en una botella de vidrio. Hubo una intensa chispa, un chisporroteo y un zumbido salvajes, y surgió un olor a azufre. El veterano, aterrorizado, dejó caer la botella y corrió a buscar al cura de

la ciudad pues había sacado la conclusión de que había aparecido el diablo en persona. Al año siguiente, un profesor de la Universidad de San Petersburgo, G. W. Richmann, intentó el mismo experimento impulsado por la convicción de que «en estos tiempos incluso el físico tiene una oportunidad de exhibir su fortaleza» y, como era de esperar, murió. El valor práctico del descubrimiento de Franklin fue rápidamente reconocido y le aseguró la devoción de Luis XV y el odio del abate Nollet pues había estado convencido, hasta la llegada de Franklin a París, de que el norteamericano era una figura ficticia, inventada por los muchos enemigos de Nollet —tales como Buffon [118]— sólo para molestarle.

El pasaje sobre los experimentos de Nollet está tomado del libro de Ronald W. Clark, *Benjamin Franklin: A Biography* (Weidenfeld and Nicolson, Londres, 1983). Véase también el excelente artículo de J. L. Heilbron, «Franklin's physics», en *History of Physics*, Spencer W. Weart y Melba Phillips, eds. (American Institute of Physics, Nueva York, 1985).

## 39

### El éxito de la operación y la muerte del paciente

Fue a Francis Bacon (1561-1616) a quien comúnmente se le reconoció el primer intento por formular un «método científico». Para entender la Naturaleza era necesario en primer lugar purgar la mente de preconcepciones. La verdad debía buscarse mediante razonamiento inductivo, manteniendo un escepticismo riguroso e ideando experimentos para poner a prueba todas las inferencias. Fue la dedicación de Bacon al enfoque experimental la que le llevó a su fin.

Francis Bacon era un político astuto que fue ennoblecido por sus servicios a la Corona, pero que se atrajo enemigos, en parte al menos, por sus investigaciones demasiado entusiastas sobre el funcionamiento de la Naturaleza; es decir, por «entrometerse demasiado en la filosofía entonces recibida», como más tarde escribió Robert Hooke [63]. Y así cayó en desgracia; acusado de corrupción, fue privado de sus cargos públicos y desterrado de Londres. Tras la muerte del rey James, Carlos I relajó las restricciones y permitió que Bacon visitara Londres. En una de tales ocasiones, un día nevado de marzo de 1626, Bacon viajaba en una diligencia con el médico del rey; la conversación giró hacia los efectos del frío en la conservación de los alimentos. ¿Podía conservarse la carne en hielo de forma tan efectiva como en sal? Bacon y su compañero decidieron ensayar un experimento: en Highgate, entonces una villa al norte de Londres, detuvieron la diligencia y compraron un pollo a una mujer que lo mató y lo destripó. Los dos hombres rellenaron la carcasa con nieve y la envolvieron en más nieve.

Con el ejercicio, Bacon se enfrió y cayó enfermo. Fue llevado al hogar cercano del conde de Arundel, que estaba ausente sirviendo en la Torre de Londres. Bacon fue acostado, pero la cama, pese a la aplicación de un calentacamas, estaba húmeda. Probablemente Bacon había atrapado una neumonía y escribió una última carta al conde diciendo que, aunque ahora estaba mortalmente enfermo, el experimento con el pollo había «tenido un éxito excelente». Unas horas más tarde moría como un verdadero mártir de la ciencia.

Para una exposición de la vida, obra y muerte de Bacon por Mary Hesse, véase el *Dictionary of Scientific Biography*, vol. I, C. C. Gillespie, ed. (Scribner, Nueva York, 1970).

## El profesor colgante

En la expedición de Ernest Shackleton a la Antártida en 1908 participaron dos intrépidos geólogos que se proponían determinar la posición del polo sur magnético. Ellos eran Edgeworth David, profesor en la Universidad de Sidney, y Douglas Mawson, más tarde catedrático de Geología en Adelaida. En pos de su presa atravesaron glaciares e hicieron observaciones de las formaciones locales. He aquí como describió Mawson lo que sucedió un día, una vez que habían montado la tienda. David tomó su cuaderno de dibujo y fue a registrar el perfil de una hilera de colinas mientras Mawson se quedaba en la tienda para cambiar las placas fotográficas en el cargador de su cámara. Para hacerlo se acurrucó en su saco de dormir con toda la parafernalia fotográfica y estaba trabajando con dificultad cuando

Oí una voz del exterior —una voz suave— que llamaba:

«Mawson, Mawson.»

«¿Qué hay?», dije.

«Oh, estás en el saco cambiando las placas, ¿es así?»

«Sí, profesor.»

Hubo silencio durante un rato. Luego oí al profesor llamando en tono más alto:

«¡Mawson!»

Respondí otra vez. Bien, el profesor oyó por el iónico que yo estaba aún en el saco, así que dijo:

«Oh, ¿aún estás cambiando las placas?»

«Sí.»

Más silencio durante un rato. Al cabo de un minuto, en un tono bastante alto y ansioso:

«¡Mawson!»

Pensé que pasaba algo, pero no podía adivinar lo que él quería. Me estaba cansando de ello y grité:

«¡Eh! ¿Qué pasa? ¿Qué puedo hacer?»

«Bueno, Mawson, estoy en una posición más bien peligrosa. En realidad estoy colgando de mis dedos en el borde de una grieta y no creo que pueda aguantar mucho más tiempo. Tendré que molestarte para que salgas y me ayudes.»

Salí lo más rápidamente que pude. Allí estaba el profesor, asomando sólo su cabeza y colgando del borde de una grieta peligrosa.

El profesor fue izado y la expedición continuó al día siguiente escalando dos glaciares y haciendo quince kilómetros al día con su trineo. Mawson dedujo de la variabilidad de la brújula que ahora estaban prácticamente encima del polo magnético, pero David decidió que deberían continuar hasta la posición estimada, es decir, a otros 25 kilómetros de distancia. Tras un día de marcha forzada plantaron su tienda. Entonces, a la mañana siguiente:

Nos levantamos a las seis a. m. y después de desayunar empujamos nuestro trineo durante tres kilómetros. Luego dejamos nuestro equipo pesado, empujamos durante otros tres kilómetros y plantamos las patas de la brújula vertical para que nos guiara en nuestro regreso, pues la brújula que se movía en un plano horizontal era ahora inútil para señalarnos el camino. Tres kilómetros más allá plantamos las patas del teodolito y tres kilómetros después montamos nuestra tienda e hicimos una comida ligera. Luego caminamos ocho kilómetros en la dirección del polo magnético para situarnos en la posición media calculada para el mismo por Mawson, 72° 25' latitud sur, 155° 16' longitud este. Mawson colocó su cámara para coger a todo el grupo y preparó un disparador que podía

activarse mediante una cuerda que sosteníamos con nuestras manos para hacer la exposición por medio de un obturador de plano focal. Mientras, Mackay [botánico y tercer miembro de la partida] y yo plantamos el mástil de la bandera. Entonces nos descubrimos e izamos la *Union Jack* a las 8.30 p. m. con las palabras que yo mismo pronuncié, de conformidad con las instrucciones del teniente Shackleton. «Por la presente tomo posesión para el Imperio Británico del área que ahora contiene el polo magnético.» Al mismo tiempo activé el dis-

parador de la cámara tirando de la cuerda. Luego dimos tres vivas por Su Majestad el rey.

Probablemente hoy día no se vería nada igual a la conclusión de una búsqueda científica semejante.

Véase *A Geological Miscellany*, G. Y. Craig y E. J. Jones, eds. (Orbital Press, Oxford, 1982; Princeton University Press, Princeton, 1985).

## 41

### Disputa

Las broncas públicas entre científicos son raras hoy día; las animadversiones se expresan por vía de pequeños y discretos menosprecios en las reuniones donde se va a discutir la subvención del rival. En épocas más desinhibidas, las disputas cultas podían constituir los titulares de los periódicos. Así sucedió con los dos paleontólogos norteamericanos más destacados de su tiempo, Edward Drinker Cope (1840-1897) y Othniel Charles Marsh (1831-1899).

El final del siglo xix fue la época culminante de los cazadores de fósiles; Cope, profesor en la Universidad de Pennsylvania, y Marsh, profesor en Yale y presidente de la Academia Nacional de Ciencias, se contaban entre ellos. El entusiasmo de debía, en parte, al debate encendido algunos años antes por la publicación de *El origen de las especies* de Charles Darwin que provocó una búsqueda de pruebas de la evolución a partir de los fósiles y, en parte también, al descubrimiento de restos cada vez más abundantes de dinosaurios. Marsh y Cope habían empezado siendo aliados profesionales, pero luego surgió una violenta desavenencia entre ellos. Los orígenes no están claros, pero lo que no admite dudas es la sinceridad de las opiniones que cada uno de ellos mantenía sobre el carácter y las capacidades del otro. Uno de sus colaboradores contaba la siguiente cavilación de Cope: «Un día... él abrió astutamente el cajón inferior izquierdo de su mesa de estudio

y me dijo: "Osborn, aquí está mi colección de Marshiana. En estos papeles tengo un registro completo de los errores de Marsh desde el principio que quizá me sienta tentado de publicar en el futuro"». La disputa se hizo pública; surgieron acusaciones de caza furtiva e irresponsable robo de especímenes, de plagio y de otras formas de conducta sin escrúpulos y salieron publicadas en la prensa en 1890. La siguiente exposición detalla algunos ejemplos de hasta dónde llegaron los dos profesores:

Cope tenía una extraordinaria memoria visual [que, sin embargo, no siempre le llevó a la conclusión correcta, pues en un dibujo reconstructivo de un plesiosaurio había colocado la cabeza en el extremo equivocado y había sido humillantemente corregido en prensa por Marsh]. Recuerdo que Leonard Stejneger, último conservador jefe de Biología en el Museo Nacional de Estados Unidos, me contaba que Cope estuvo de pie mirando por encima de su hombro a un curioso lagarto pequeño que

el viejo coleccionista, John Xanthus, había enviado desde la Baja California. Stejneger estaba estudiando este lagarto cuando Cope entró en la habitación; de hecho, Stejneger se disponía a plasmar su descripción pues hasta entonces no se conocía nada igual. Cope echó una mirada al espécimen durante unos instantes, se puso su abrigo, caminó hasta la oficina de telégrafos y transmitió una descripción muy precisa de la bestia al *American Naturalist*, atribuyéndose triunfalmente el mérito del descubrimiento.

Además de sus propios esfuerzos, Marsh y Cope empleaban a otros coleccionistas que viajaban por todos los lugares reuniendo fósiles y destruyendo implacablemente el material que no tenían tiempo de recoger antes de la llegada del invierno para que ningún rival tuviera la oportunidad de encontrarlo posteriormente.

Samuel Garman era un protegido de Alexander Asassiz que también se introdujo en el campo. En un viaje llegó a Fort Laramie precisamente cuando el profesor Marsh traía una colección que iba a ser enviada

al Este. Tal como lo recuerdo, ni Marsh ni Garman sabían que Cope estaba en la ciudad. Puesto que había pocas pensiones, Garman se instaló en una litera de la vacía estación.

Una noche a última hora, después de acostarse, oyó que alguien entraba sigilosamente en la habitación. El intruso hizo un examen cuidadoso de las cajas que contenían el material de Marsh. Esto continuó du-

rante algún tiempo y luego la sombra se fue con las manos vacías. Por la mañana llegó Marsh. Garman describió lo que había sucedido y Marsh dijo: «Oh, he previsto esta posibilidad. Ése era Cope. A él le gusta describir cráneos y todos los buenos cráneos que he obtenido esta temporada están en la estufa». Marsh fue entonces a la estufa, abrió la puerta, extrajo un montón de tesoros, los enrolló, subió al tren y se fue al Este con la crema de su captura. Marsh no se atrevía a guardarlos en su pensión, pero los puso a salvo en un lugar donde estaba seguro de que nadie los tocaría... como así fue.

De Thomas Barbour, *Naturalist at Large* (Little, Brown, Nueva York, 1943); véase también, D. R. Wallace, *The Bone Hunters' Revenge* (Houghton Mifflin, Boston y Nueva York, 1999), y Hal Hellman *Great Feuds in Science*, (Wiley, Nueva York, 1998).

## Un hombre de pocas palabras

Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984) fue uno de los gigantes de la física del siglo xx. «No hay Dios y Dirac es su profeta», solía decir Wolfgang Pauli. Fue venerado como teórico de intuición incomparable. Se decía que la elegancia moraba en sus ecuaciones. En una ocasión en que Emilio Segré y Enrico Fermi [29] estaban bromeando sobre sus logros respectivos, Segré desafió a su ilustre colega de esta manera: «Apuesto a que cambiarías el trabajo de toda tu vida por un artículo de Dirac». Fermi reflexionó durante un momento, y luego respondió: «Sí».

Dirac ocupó la Cátedra Lucasiana de Matemáticas en Cambridge, en otro tiempo ocupada por Isaac Newton, y muchas leyendas surgieron a su alrededor. Era un hombre amable, famoso por su extrema economía de palabras. Su vocabulario en la conversación se limitaba en general a «sí», «no», y «no lo sé». En una famosa ocasión, en la discusión tras uno de los seminarios de Dirac, un asistente empezó: «Profesor Dirac, no he entendido muy bien su derivación de... ». Acabada su pregunta siguió un largo silencio. ¿Iba el conferenciante a responder a la pregunta?, preguntó finalmente el presidente de la sesión. «No

Entonces nos sentamos y empezó la entrevista.

«Profesor», digo, «he notado que hay varias letras delante de su apellido. ¿Representan algo en particular?».

«No», dice.

«¿Quiere usted decir que puedo escribirlo como yo quiera?» «Sí», dice.

«¿Estaría bien si yo digo que P.A.M. significa Poincaré Aloysius Mussolini?»

«Sí.»

«Bien», digo yo. «¡Esto va muy bien! Ahora doctor, ¿me diría en pocas palabras en qué consisten sus investigaciones?»

«No.»

«Bueno», digo. «¿Estaría bien si lo pongo de esta forma: "El profesor Dirac resuelve todos los problemas de la física matemática, pero es incapaz de encontrar una forma mejor de calcular el promedio de bateo de Babe Ruth?"»

«Sí», dice.

«¿Qué es lo que más le gusta de América?» «Las patatas.»

¡Eso me chocó! Era nuevo para mí. Entonces seguí: «¿Va al cine?» «Sí.»

«¿Cuándo?»

«En 1920... quizá también en 1930.»

«¿Le gusta leer los cómics del domingo?»

«Sí», dice con un entusiasmo algo más alto de lo normal.

«Esto es lo más importante, doctor», digo yo. «Me demuestra que usted y yo somos más parecidos de lo que yo pensaba. Y ahora quiero preguntarle algo más: me dicen que usted y Einstein son las dos únicas personas realmente cultas y las dos únicas que pueden realmente entenderse el uno al otro. No voy a preguntarle por esto pues sé que usted es demasiado modesto para admitirlo. Pero quiero saber esto: ¿se ha tropezado alguna vez con un tipo al que ni siquiera usted pueda entender?» «Sí.»

«Esto será una gran lectura para los muchachos de la oficina», digo yo. «¿Piensa decirme quién es?»

«Weyl», dice.

Entonces la entrevista llegó a un repentino final pues el doctor sacó

su reloj y yo salté hacia la pueria. Pero él dejó escapar una sonrisa cuando nos despedíamos y sé que todo el tiempo que había estado hablando conmigo estaba resolviendo algún problema que ningún otro podía tocar. ¡Si ese tipo, el profesor Weyl, da alguna vez conferencias en esta ciudad, desde luego que voy a tratar de entenderle! Un tipo debería poner a prueba su inteligencia de vez en cuando.

El Weyl al que aludía Dirac era el matemático alemán Hermann Weyl (1885-1955) que dejó Alemania tras la subida de Hitler al poder en 1933 para ir a Princeton donde se convirtió en un íntimo colega de Einstein. «Roundy» omitió preguntar a Dirac cómo llegó a esas ideas que cambiaron el curso de la física. Si lo hubiera hecho, probablemente habría sido recompensado con la respuesta estándar del maestro: él se tendía en el suelo de su estudio con los pies en alto para que la sangre fluyese a su cabeza.

Inmediatamente después de la elección de Dirac para su cátedra en Cambridge, Niels Bohr [79] preguntó al decano de los físicos británicos, J. J. Thomson [73], si estaba contento con el nombramiento. Thomson respondió con la siguiente parábola. Un hombre entra en una tienda de mascotas para comprar un loro. El precio no importa, pero el pájaro debe hablar. Algunos días más tarde, sin que el loro haya pronunciado una palabra, el hombre vuelve a la tienda para que-

jarse. «Ah», dice el tendero, «debo haber cometido un error. Pensaba que era un hablador, pero ahora veo que era un pensador».

Un episodio bien conocido, que caracteriza a Dirac, se refiere a su encuentro con E. M. Forster. Forster era entonces un viejo solterón que aún vivía en el King's College de Cambridge. Un amigo de Dirac se había sorprendido al encontrar a Dirac leyendo *Pasaje a la India* y pensó que sería interesante juntar a los dos viejos taciturnos. Se concertó un té y se hicieron las presentaciones. Hubo un largo silencio y luego habló Dirac: «¿Qué pasó en la cueva?». Forster respondió: «No lo sé». Tras lo cual ambos quedaron en silencio y a su debido tiempo se despidieron. Es una historia simpática, pero según el físico Rudolf Peierls, que conocía bien a Dirac y le preguntó sobre la ocasión, es <sup>i</sup>nexacta. Tal como la recordaba Dirac, él había preguntado a Forster si había una tercera persona en la cueva. «No», fue la respuesta, y a la pregunta, «¿Qué pasó?», Forster había respondido, «Nada». Pero las memorias, por supuesto, son falibles.

Peierls también recuerda en sus memorias una ocasión en sociedad en casa de los Dirac. Margit Dirac (hermana del físico húngaro Eugene Wigner y a quien Dirac presentó una vez a un visitante con las palabras «¿Conoce usted a la hermana de Wigner?») intentó que un estudiante se sintiese cómodo ante la desalentadora presencia de su silencioso marido. «Paul, ¿tienes estudiantes?», preguntó ella. «Tuve uno una vez», fue la lúgubre respuesta, «pero murió».

El primer pasaje procede de las maravillosas memorias de Leopold Infeld: *Quest: The Evolution of a Scientist* (Gollanzc, Londres, 1941). La entrevista de «Roundy» está sacada del *Wisconsin State Journal*, fechado el 31 de abril [sic] de 1931, y está reproducida en (entre otros lugares) S. S. Schweber, *QED and the Men Who Made It* (Princeton University Press, Princeton, 1994). Los recuerdos de Rudolf Peierls son de su *Bird of Passage* (Princeton University Press, Princeton, 1985).

## 43

### Atacado por el Bulldog

El más famoso espectáculo científico de la era victoriana fue la confrontación pública entre las fuerzas del liberalismo, conducidas por «el Bulldog de Darwin», Thomas Henry Huxley, y las de la reacción, en forma del alto obispo *tory* de Oxford, Samuel Wilberforce, más familiarmente conocido como «Sam el Jabonoso». *El origen de las especies* había aparecido siete meses antes, pero Charles Darwin era ahora un enfermo recluido y no hacía apariciones públicas. Seguía ansiosamente el curso del debate sobre su obra y se mantenía informado por las cartas de sus amigos, especialmente Huxley, Joseph Hooker y sir John Lubbock. Huxley (1825-1895) era el más pugnaz de los discípulos de Darwin; de hecho, él declaró que la controversia era para él lo que la ginebra para un borracho reformado. Su adversario, el obis-

**po**, no era un necio: era instruido en matemáticas y un ornitólogo aficionado, pero sus ideas sobre cuestiones religiosas y políticas eran inflexibles y estaban en poca sintonía con el espíritu liberalizador que entonces se introducía en la Iglesia de Inglaterra.

El choque tuvo lugar en 1860 en la reunión anual de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia, celebrada ese año en Oxford. El miércoles 27 de junio había hablado Richard Owen, el más formidable adversario de Darwin y considerado como el más destacado es-

pecialista en anatomía comparada de la época. Owen había denunciado las pruebas a favor de la evolución del hombre a partir del mono citando sus propios datos anatómicos nuevos sobre el cerebro de los simios. Huxley había replicado brevemente desde la sala. El debate en *el* que intervenía Wilberforce estaba programado para la tarde del sábado y, ante las expectativas de un gran espectáculo, se habían reunido tantos estudiantes y profanos en el nuevo Museo de Historia Natural que hubo que cambiar la sala de conferencias por la gran galería oeste. Unas setecientas personas (algunos decían que un millar) abarrotaban la sala, llenando los pasillos y los huecos de las ventanas. En un lado del estrado estaban Hooker, Lubbock y sir Benjamin Brodie, el médico de la reina y presidente de la Royal Society; en el centro se sentaba el austero presidente de la reunión, el botánico J. S. Henslow (suegro de Hooker) y a su lado estaban el obispo de Oxford y el primer orador, el profesor J. W. Draper de Nueva York.

La conferencia de Draper fue larga y tediosa, y luego Henslow abrió la discusión. No hay registro escrito de lo que siguió, excepto en cartas de algunos de los protagonistas y no todos ellos coinciden ni mucho menos. Huxley se había quejado de cansancio y podría haberse mantenido en silencio si no hubiera sido provocado por la ridícula arrogancia de Wilberforce. La discusión empezó con algunos comentarios sin trascendencia procedentes de la sala. El reverendo Richard Cresswell del Worcester College afirmó que todas las teorías de la evolución humana estaban socavadas por el hecho, advertido por Alexander Pope, de que «el gran Homero murió hace tres mil años». El almirante Fitzroy, que había mandado el *HMS Beagle* cuando Darwin hizo su viaje muchos años antes y ahora estaba casi completamente loco, denunció los trabajos de Darwin. Después de otras intervencio-

nes semejantes surgió un clamor para que hablara Wilberforce. El obispo se levantó y lanzó una diatriba fluida pero intrascendente. En palabras de Hooker: «Sam Oxon se levantó y habló durante media hora con espíritu, fealdad, vaciedad e injusticia inimitables». La audiencia parecía encantada. Luego llegó su frívola perorata cuando preguntó: «Si alguien que estuviera dispuesto a rastrear su ascendencia hasta llegar a un mono como *abuelo*, ¿estaría dispuesto a rastrear su ascendencia hasta una mona por la parte de su *abuela*?». Se dijo que ante esto, Huxley había dado una palmada en su rodilla y murmurado: «El Señor lo ha puesto en mis manos».

Huxley se puso en pie y empezó su réplica. Así es como él mismo recordaba su actuación en una carta a un amigo escrita algunos meses más tarde:

[É]l [Wilberforce] actuó con mal gusto y yo decidí castigarle en parte por eso y en parte porque él decía absurdos pretenciosos, y cuando me levanté fui al grano, ya que yo había escuchado con gran atención la charla del señor obispo pero había sido incapaz de descubrir cualquier hecho o cualquier argumento nuevo en ella excepto, en realidad, la cuestión planteada respecto a mi predilección personal en cuestión de antepasados; que no se me hubiera ocurrido presentar a discusión por mí mismo, pero que estaba completamente dispuesto a enfrentarme al reverendo prelado incluso sobre esa base. Entonces, dije yo, si se me pregunta, «si preferiría a un pobre mono como abuelo, o a un hombre altamente dotado por la naturaleza y poseedor de grandes medios e influencia y que, sin embargo, utiliza dichas facultades y dicha influencia con el mero propósito de introducir el ridículo en una seria discusión científica», afirmo sin dudar mi preferencia por el mono.

Éste era un lenguaje fuerte para dirigirse a un príncipe de la Iglesia y, si éstas fueron realmente las palabras de Huxley, no sorprende que causaran sensación y que la pía lady Brewster (esposa del físico escocés sir David Brewster) sufriera un desvanecimiento. Huxley estaba ciertamente complacido con el efecto que pensaba que había creado:



Tras ello hubo carcajadas interminables entre la gente y escucharon el resto de mi argumento con la máxima atención. Lubbock y Hooker ha-

blaron después de mí con gran ímpetu y entre nosotros callamos la boca al obispo y su bando. Casualmente yo me enconiraba muy bien y dije mis palabras con perfecto buen humor y educación. Te lo aseguro porque se han difundido todo tipo de informes sobre ello, v.g., que yo había dicho que preferiría ser un mono antes que un obispo.

Todos los profesores de Oxford estaban allí y también varios cientos de personas; así que pienso que Samuel se lo pensará dos veces antes de intentar meterse otra vez con hombres de ciencia.

Otras personas que estaban presentes recordaban la escena de forma algo diferente. Huxley no había aparecido de tan buen talante como él decía, sino que estaba «blanco de ira» y demasiado agitado para pronunciar con eficacia. Según Hooker, en la carta que escribió inmediatamente después a Darwin, Huxley decía:

...volvió las tornas, pero no pudo dejar oír su voz sobre una reunión tan grande, ni imponerse a la audiencia; y no aludió a los puntos débiles de Sam ni planteó la cuestión de una forma que arrastrara a la audiencia. La batalla se puso caliente. Lady Brewster se desvaneció, y la excitación aumentó cuando otros hablaron.

Claramente, Hooker se veía a sí mismo, antes que Huxley, como el héroe del día:

Mi sangre hervía, me sentía despreciable; ahora veía mi ventaja, me juré a mí mismo que le rompería la cadera y el muslo a ese Sam Amalakita si mi corazón saltaba de mi boca y pasé mi nombre al presidente dispuesto a recoger el guante ... Ahí estaba yo fastidiado con Sam a mi derecha, y ahí y entonces le di entre salvas de aplausos ... le levanté al primer golpe con diez palabras salidas de su fea boca ... Sam se calló ... no tenía una sola palabra que decir en respuesta y la reunión *se disolvió inmediatamente* dejándote señor del campo tras cuatro horas de batalla. Huxley, que había llevado todo el peso previo de la batalla y que nunca antes (gracias a Dios) me había elogiado, me dijo que estuve espléndido y que antes no sabía de qué material estaba hecho yo. He sido felicitado y he recibido agradecimientos de los abrigos más negros y los linajes más blancos de Oxford.

En cualquier caso, hay acuerdo en que el «Enjabonado Samuel», como a Hooker le gustaba llamarle, había sido vencido y Darwin, aunque presente sólo en espíritu, había prevalecido. Pero mientras la audiencia dejaba la sala, se oyó a la mujer del obispo de Worcester expresar a su compañero su opinión sobre la teoría de la evolución: «Confiemos en que no sea cierta. Pero si lo es, confiemos en que no llegue a ser de conocimiento general».

Para excelentes exposiciones del debate, su escenario histórico y sus secuelas,

véase, por ejemplo, *Darwin* por Adrian Desmond y James Moore (Michael Joseph, Londres, 1991), *Huxley: The Devil's Disciple* por Adrian Desmond (Michael Joseph, Londres, 1994), y *The Huxleys* de Ronald W. Clark (McGraw-Hill, Nueva York, 1968).

## Amortiguando el rotor canino

James Clerk Maxwell fue el mayor genio de la física del siglo xix. Hizo contribuciones revolucionarias en muchas áreas de la disciplina de las que la más célebre es la clarificación de

la naturaleza de la radiación electromagnética. Maxwell, que murió en 1879 a los cuarenta y ocho años, era también un hombre de gran humanidad e ingenio. Su nombre aún tiene un lugar seguro en las antologías del verso cómico. De su obituario en *Nature* procede este ejemplo de su sentido del humor: a Maxwell le gustaba construir ingeniosos modelos, teóricos y prácticos, para ilustrar principios físicos y uno de éstos era una peonza regulable; ésta tenía tuercas para modificar su momento de inercia respecto a sus ejes geométricos de modo que el ángulo de su rotación podía variarse y poner así de manifiesto las matemáticas que gobiernan su estabilidad e inestabilidad

Cuando el profesor Maxwell vino a Cambridge en 1857 para recibir su grado de Master of Arts trajo con él esta peonza desde Aberdeen. Por la tarde, la mostró en una fiesta de amigos en la facultad que dejaron la

peonza girando en su habitación. A la mañana siguiente él estuvo espiando hasta que vio a uno de estos amigos que cruzaba el patio. De inmediato saltó de la cama, puso la peonza de nuevo en marcha y se volvió a meter entre las sábanas. El lector puede aportar el resto de la historia. Sólo hay que añadir que el plan tuvo un éxito completo.

He aquí ahora un ejemplo de cómo Maxwell ponía las leyes de la física en uso compasivo:

Durante la visita del corneta en 1874, cuando lamentablemente la cola del corneta era tema general de conversación, el terrier de Maxwell desarrolló una gran afición a perseguir su propia cola; y aunque cualquiera podía ponerlo en marcha, nadie sino Maxwell podía detenerlo antes de que se cansara. El método de Maxwell para tratar el caso consistía en inducir, con un movimiento de la mano, que el perro diera vueltas en dirección contraria y, tras unas pocas vueltas, volver a invertir el giro, y continuar estas inversiones, reduciendo el número de revoluciones en cada una de ellas hasta que, como un volante con un resorte al que ya no le queda cuerda, llegaba al reposo pasando por oscilaciones que decaen lentamente.

La primera historia de Maxwell es de W. Garnett, *Nature*, 21, 45 (1879); la segunda fue contada en *Nature*, 128, 605, (1931).

## 45

### Némesis en Nancy

R. W. Wood (1868-1955), catedrático de Física en la Johns Hopkins University, fue un líder en el campo de la espectroscopia y también un famoso bromista y *farceur*. Sus aventuras se hicieron legendarias. Alarmaba a los ciudadanos de Baltimore escupiendo en charcos en días húmedos al tiempo que, inadvertidamente, dejaba caer un trozo de sodio metálico lo que provocaba una explosión con una llama amarilla. Escribió versos ingeniosos, una colección de los cuales fue pu-

blicada en un delgado volumen con el título, *Cómo distinguir los pájaros de las flores*, que todavía se imprime de vez en cuando.

Se contaba que cuando, en su juventud, Wood se alojaba en una pensión en París, sorprendió a sus compañeros huéspedes esparciendo copiosas cantidades de un polvo blanco sobre los huesos de pollo que quedaban en los platos tras una cena. A la noche siguiente, cuando se servía

la sopa, Wood sacó un pequeño mechero de alcohol y dejó caer una gota del líquido en la llama. Un destello rojo le provocó una son.. risa de satisfacción: el polvo blanco, explicó a los otros comensales, era cloruro de litio y el destello rojo indicaba que ahora estaba en la sopa. Su sospecha de que la patrona reciclaba los huesos quedó así confirmada. Hay que decir, sin embargo, que lo que era en esencia la misma historia ha sido también atribuida a George von Hevesy [112], el pionero de los marcadores radiactivos: se suponía que él había añadido a los residuos una sal radiactiva y había detectado la radiactividad en la sopa con un contador Geiger. Éste es un test mucho más sensible que la llama de litio ya que, probablemente, hubiese requerido una inaceptable cantidad del cloruro de litio de sabor salado; pero cada uno tiene su especialidad. (Victor Moritz Goldschmidt, un distinguido geoquímico, era famoso por llevar una cápsula de cianuro potásico cuando estaba planeando su huida de la Alemania nazi. Se dice que cuando un amigo del departamento de ingeniería de la universidad mostró curiosidad, Goldschmidt había contestado que el cianuro era para los profesores de química; su amigo, un profesor de mecánica, tendría que llevar una soga.)

Otra de las bromas prácticas de Wood también se llevó a cabo en París cuando descubrió que la patrona, o la portera, que vivía en el piso debajo de su habitación, mantenía una tortuga en un corral en la terraza. Wood se procuró una colección de tortugas de varios tamaños, cogió la mascota de la patrona con un gancho unido al mango de una escoba y la sustituyó por otra de un tamaño ligeramente mayor. Cada pocos días cambiaba la tortuga por otra del tamaño siguiente. La sorprendida patrona contó a Wood este prodigio de la naturaleza y él la animó a consultar a un célebre profesor de la universidad y también a informar a la prensa. Ésta se presentó para inspeccionar a la tortuga que se expandía, y entonces Wood procedió a invertir el proceso y el

animal se contrajo tan misteriosamente como había crecido. No se dice si alguien en París llegó alguna vez al fondo del asunto.

Wood hizo muchas contribuciones importantes a la espectroscopia (incluyendo la construcción de un espectrógrafo con un gran camino óptico adiestrando a su gato para que lo recorriese con el fin de limpiarlo de polvo y telarañas). Pese a todo, hoy es recordado en especial por su participación en uno de los más extraños episodios en la historia de la física. Un físico francés de gran reputación, René Prosper Blondlot, descub<sup>rió</sup> lo que él creía que era una nueva forma de radiación electromagnética. La llamó rayos N por su ciudad natal, Nancy. Los efectos visibles de los rayos N eran evidentes para Blondlot, para sus colegas en Nancy y para otros científicos franceses, pero apenas lo eran en otros lugares. Los rayos N resultaron ser un artificio y sólo perceptibles para quienes estaban predispuestos a creer en ellos. El engaño fue finalmente desenmascarado por Wood en una visita al laboratorio de Blondlot en la Universidad de Nancy en 1903. Ésta es la propia descripción de Wood de cómo desenmascaró al desafortunado Blondlot.

Al leer sus [de Blondlot] extraordinarios experimentos intenté repetir sus observaciones, pero no pude confirmarlas después de dedicarles toda una mañana. Según Blondlot, los rayos eran emitidos espontáneamente por muchos metales. Una hoja de papel, débilmente iluminada, podía utilizarse como detector pues, maravilla de maravillas, cuando los rayos N incidían sobre el ojo aumentaban su capacidad para ver objetos en una habitación prácticamente oscura.

Otros investigadores añadieron leña al fuego. Antes de acabar el año, doce artículos habían aparecido en los *Comptes Rendues* [las actas publicadas de las sesiones de la Academia de Ciencias Francesa]. A. Charpentier, famoso por sus fantásticos experimentos sobre hipnotismo, afirmaba que los rayos N eran emitidos por los músculos, los nervios y el cerebro, y sus increíbles afirmaciones fueron publicadas en los *Comptes* patrocinados por el gran d'Arsonval, la mayor autoridad de

Francia en electricidad y magnetismo.

Blondlot anunció a continuación que había construido un espectroscopio con lentes de aluminio y un prisma del mismo material, y había encontrado un espectro de líneas separadas por intervalos oscuros, demostrando que había rayos N de diferente refrangibilidad [es decir,

que eran dispersados en diferentes grados por un prisma, como el rojo lo es respecto del amarillo, verde, azul y violeta cuando la luz blanca atraviesa un prisma de vidrio] y longitud de onda [de nuevo, por analogía con otras formas de radiación electromagnética, tal como la luz visible, con el violeta en su límite de cortas longitudes de onda, y el rojo en su límite de largas longitudes de onda]. Midió las longitudes de onda. Jean Becquerel [hijo de Henri, el descubridor de la radiactividad] [36] afirmó que los rayos N podían transmitirse por cable. Para comienzos del verano, Blondlot había publicado veinte artículos, Charpentier veinte y J. Becquerel diez, todos ellos describiendo nuevas propiedades y fuentes de los rayos.

Los científicos en todos los demás países eran francamente escépticos, pero la Academia Francesa certificó el trabajo de Blondlot con su aprobación concediéndole el premio Lalande de veinte mil francos y su medalla de oro «por el descubrimiento de los rayos N».

En septiembre (1904) fui a Cambridge para la reunión de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia. Tras la reunión, algunos de nosotros nos juntamos para discutir sobre qué había que hacer respecto a los rayos N. El profesor Rubens, de Berlín, fue el más franco en su denuncia. Se sentía particularmente disgustado porque el káiser le había ordenado ir a Postdam y mostrar los rayos. Tras perder dos semanas en vanos intentos de reproducir los experimentos del francés, estaba muy molesto por tener que confesar su fracaso al káiser. Dirigiéndose a mí dijo: «Profesor Wood, ¿no iría usted a Nancy inmediatamente, para comprobar los experimentos que se están haciendo allí?». «Sí, sí», decían todos los ingleses, «ésta es una buena idea, vaya». Yo sugerí que fuera Rubens el que viajara ya que era la víctima principal, pero él dijo que Blondlot había sido muy cortés al responder a sus muchas cartas pidiéndole información más detallada y no le parecía bien que él tuviera que acometer la tarea de desenmascararle. «Además», añadió, «usted es americano, y ustedes los americanos pueden hacer *cualquier cosa...*».

De modo que visité Nancy y concerté una cita con Blondlot en su laboratorio a primera hora de la tarde. Él no hablaba inglés, y yo elegí el alemán como medio de comunicación pues quería que se sintiese libre para hablar en confianza a su ayudante.

En primer lugar me mostró una tarjeta en la que se habían pintado algunos círculos con pintura luminosa. Él atenuó la luz de gas y llamó mi atención sobre el aumento de su luminosidad cuando se conectaban

los rayos N. Dije que no veía ningún cambio. Él contestó que eso era porque mis ojos no eran suficientemente sensibles y, por tanto, no podía probar nada. Le pregunté si era posible intercalar intermitentemente una pantalla de plomo opaca en el camino de los rayos para que él fuera señalando las fluctuaciones de la pantalla. Él se equivocó casi en un 100 por 100 y advertía fluctuaciones cuando yo no hacía ningún movimiento; eso demostraba mucho, pero no dije nada. Entonces me mostró el reloj tenuemente iluminado y trató de convencerme de que él podía ver las manecillas cuando mantenía una gran lima plana justo por encima de sus ojos. Le pregunté si yo podía sostener la lima, pues había visto una regla de madera plana en su mesa y recordaba que la madera era una de las pocas sustancias que *nunca* emitían rayos N. Él aceptó y yo tanteé en la oscuridad para coger la regla y mantenerla en frente de su rostro. Oh, sí, él podía ver las manecillas perfectamente. Esto también probaba algo.

Pero el test crucial y más excitante estaba por venir. Acompañado por el ayudante, que ahora me estaba lanzando miradas más bien hostiles, entramos en la habitación donde estaba instalado el espectroscopio con las lentes y el prisma de aluminio. En lugar de un ocular, este instrumento tenía un hilo vertical, pintado con pintura luminosa, que podía moverse por la región donde supuestamente estaba el espectro girando una rueda que tenía graduaciones y números en su borde. Blondlot se sentó frente al instrumento y giró la rueda lentamente. Se suponía que el hilo brillaba cuando cruzaba las líneas invisibles del espectro de rayos N. A la luz de una pequeña linterna roja en la habitación oscura, él leyó en la escala

graduada los números correspondientes a varias líneas. Este experimento había convencido a varios visitantes escépticos pues podía repetir sus medidas en su presencia obteniendo siempre los mismos números. Le pedí que repitiera sus medidas, me moví en la oscuridad y retiré el prisma de aluminio del espectroscopio. Él giró la rueda de nuevo y leyó los mismos números que antes. Volví a colocar el prisma antes de que se encendieran las luces y Blondlot dijo a su ayudante que sus ojos estaban cansados. El ayudante había empezado a sospechar y pidió a Blondlot que le dejara repetir la lectura para mí. Antes de que él apagara la luz advertí que colocaba el prisma con mucha precisión en su pequeño soporte redondo, con dos de sus ángulos exactamente en el borde del disco de metal. Tan pronto como la luz se atenuó, me moví hacia el prisma con pasos audibles, *pero no toqué el prisma*. El ayudante comenzó a girar la rueda y de re-

mente dijo precipitadamente en francés: «Yo no veo nada; no hay espectro. Creo que el americano ha hecho algún *dérangement*». Inmediatamente después encendió el gas y fue a examinar el prisma con mucho cuidado. Me miró, pero no manifesté ninguna reacción. Con esto terminó la sesión.

A la mañana siguiente envié una carta a *Nature* dando una exposición detallada de mis descubrimientos sin mencionar, sin embargo, el enojoso incidente al final de la tarde y citando simplemente el laboratorio como «uno en el que se habían llevado a cabo la mayoría de los experimentos de rayos N». La *Revue scientifique*, un semanario de investigación y divulgación científica francés, inició una encuesta pidiendo a los científicos franceses que expresasen sus opiniones sobre la realidad de los rayos N. Se publicaron unas cuarenta cartas de las que sólo media docena apoyaban a Blondlot. La más cáustica, escrita por Le Bel [químico y uno de los fundadores de la estereoquímica] decía: «¡Qué ridículo para la ciencia francesa cuando uno de sus sabios distinguidos mide la posición de las líneas del espectro mientras el prisma reposa en el bolsillo de su colega americano!».

La Academia, en su reunión anual de diciembre y cuando se presentaron el premio y la medalla, anunció que la recompensa se otorgaba a Blondlot «por el trabajo de su vida, tomado en su conjunto».

La intervención de Wood en el asunto de los rayos N fue devastadora, por supuesto, y su carta a *Nature* bastante brutal, pero su exposición, contada a su biógrafo muchos años después del caso, está indudablemente adornada. La historia sobre la demostración fallida de Rubens ante el káiser era una broma, aparentemente iniciada por un profesor en París y negada por el propio Rubens, de modo que la memoria de Wood debió haberle fallado cuando afirmó que se lo había dicho Rubens en Cambridge. No volvió a hablarse de los rayos N, pero Blondlot nunca admitió que eran una ilusión. Se retiró tempranamente de su puesto en la universidad y aparentemente continuó buscando la evasiva radiación en la soledad de su laboratorio privado.

De la biografía de R. W. Wood por William Seabrook, *Dr. Wood, Modern Wizard of the Laboratory* (Harcourt Brace, Nueva York, 1941). Para más información sobre los rayos N, véase, por ejemplo, Irving Klotz, *Diamond Dealers and Feather Merchants: Tales from the Sciences* (Birkhäuser, Basilea, 1986).

## Melodrama de un matemático

Evariste Galois, uno de los grandes genios matemáticos de su tiempo, tuvo una vida breve y trágica ya que murió en un duelo en 1832, a los veinte años de edad. Apasionado e irascible, su genio brusco y su carácter inflexible le mantuvo fuera de las academias francesas y le llevó al borde de la desesperación. Su paranoia había sido alimentada por un episodio desafortunado,

cuando a la edad de diecisiete años envió su trabajo sobre la solución de las ecuaciones quinticas [ecuaciones en las que la incógnita aparece elevada a su quinta potencia y para las que entonces no se conocía solución] a la Académie de Sciences. El recensor era el barón Cauchy, uno de los mandarines de la comunidad matemática francesa, que adivinó en el trabajo de Galois un talento excepcional y sugirió que debería ser presentado al premio de matemáticas de la Academia. Galois rehizo su artículo y lo remitió al secretario de la academia, Joseph Fourier. Pero Galois no recibió el premio, ni siquiera una mención pues Fourier murió antes de que pudiera presentar el manuscrito que, además, nunca fue encontrado. Un artículo posterior, enviado a la Academia fue rechazado por uno de los pioneros del análisis estadístico, Siméon-Denis Poisson, sobre la base de que no era suficientemente claro ni estaba completamente desarrollado aunque «hemos hecho todos los esfuerzos por entender [su] demostración».

Las fervientes convicciones republicanas de Galois, que culminaron en una amenaza contra la vida de Luis Felipe, dieron con él en prisión. Y luego, una relación romántica, o así al menos decían los rumores, le llevó a su muerte prematura. Se supone que la mujer en cuestión fue Stéphanie-Félicie Poterine du Motel, y según la evidencia de nada menos que Alexandre Dumas *pire*, testigo de una disputa en un restaurante, la némesis de Galois fue el prometido de ella, Pécheux d'Herbinville.

El amante ofendido retó a su rival a un duelo, y durante toda la noche anterior el infeliz Galois trató de poner por escrito los resultados de sus investigaciones a fin de que éstas no se perdieran si su presen-

timiento resultase cierto y muriese. Así es como expresaba sus sentimientos en una carta a un amigo:

Pido a mis amigos patriotas que no me reprendan por morir por otra cosa que no es mi país. Muerdo víctima de una infame coqueta y sus dos engañados. Mi vida se extingue entre chismorreos triviales. ¡Oh!, ¿por qué morir por tan poco, por algo tan despreciable? Pongo al cielo por testigo de que sólo bajo la coacción y la fuerza he cedido a una provocación que he tratado de evitar por todos los medios posibles. Lamento haber contado una verdad tan peligrosa a aquellos incapaces de oírla con calma. Me llevaré conmigo a la tumba una conciencia sin mancha, inaccesible a las mentiras, incontaminada con sangre patriota.

Pero luego añade: «¡Adieu! Yo amaba la vida para el bien común. Perdono a los que me han matado, son de buena fe». Son muchos los que han considerado que esto implicaba que la disputa fue en realidad con un colega republicano (a favor de lo cual hay, de hecho, alguna prueba escrita).

Esa noche, Galois garabateó frenéticamente sus ecuaciones, con muchas tachaduras, garabatos neuróticos y apartes —«une femme» y «Stéphanie», y luego las desesperadas palabras, «je n'ai pas le

I

temps»—. A primeras horas de la mañana siguiente, Galois y su contrincante, sin la asistencia de testigos ni de un doctor, se enfrentaron a pistola y a 25 pasos. Galois recibió un tiro en el vientre y murió en el hospital de peritonitis al día siguiente. Sus últimas palabras a su hermano en el lecho de muerte fueron: «No llores; necesito todo mi valor para morir a los veinte años».

Su entierro, en la fosa común del cementerio de Montparnasse, al que asistieron tres mil republicanos, fue ocasión para un motín pues la policía estaba presente y se enfrentó a los acompañantes del cortejo fúnebre, muchos de los cuales creían evidentemente que Galois había sido víctima de una conspiración; es decir, que d'Herbinville y Stéphanie habían

recibido el encargo del gobierno de derribar a su turbulento oponente.

Galois había confiado sus papeles a un amigo, Auguste Chevalier, con el siguiente requerimiento:

Mi querido amigo:

He hecho algunos nuevos descubrimientos en análisis. El primero con-

cierno a la teoría de las ecuaciones quinticas y otras funciones enteras.

En la teoría de las ecuaciones he investigado las condiciones para la solubilidad de ecuaciones por radicales; esto me ha dado la ocasión de profundizar en esta teoría y describir todas las transformaciones posibles de una ecuación incluso si no es resoluble por radicales. Todo esto

se encuentra aquí en tres memorias...

En mi vida me he atrevido a menudo a avanzar proposiciones de las que no estaba seguro. Pero todo lo que he desarrollado aquí ha estado claro en mi cabeza durante un año, y no sería de mi interés dejar abierta la sospecha de que anuncio teoremas de los que no tengo una prueba completa.

Haz una petición pública a Jacobi y Gauss [los principales matemáticos alemanes] para que den sus opiniones, no sobre la verdad, sino sobre la importancia de estos teoremas. Después de eso, espero que algunos puedan encontrar provechoso ordenar esta mezcolanza.

Te abrazo con efusión.

E. GALOIS

La mezcolanza, por supuesto, era el testamento de las notas apresuradamente garabateadas de Galois. Chevalier, junto con el hermano de Galois, pusieron todo su empeño en editar sus caóticos escritos y presentarlos como se les había requerido. Tuvo que pasar una década, sin embargo, antes de que hubiese cualquier respuesta y ésta no llegó de Jacobi o Gauss, sino de un ilustre compatriota de Galois, Joseph Liouville (1809-1882). Cuando las notas llegaron a manos de Liouville, éste reconoció la marca del genio y tras muchas laboriosas interpretaciones envió una versión editada a la principal revista matemática francesa. Hizo que los artículos fueran precedidos por una introducción en la que explicaba que lo que Galois quería decir quedaba a menudo oscurecido por un afán exagerado e imprudente de concisión. Concluye:

Mi celo fue bien recompensado y experimenté un intenso placer en el momento en que, tras haber llenado algunas pequeñas lagunas, vi la perfecta corrección del método por el que Galois demuestra, en particular, este bello teorema.

Los logros de Galois fueron reconocidos inmediatamente y para siempre.

Hay muchas exposiciones de la breve y turbulenta vida de Galois y de su obra. Una de las más accesibles para quienes tienen pocos conocimientos de matemáticas está en el excelente libro de Simon Singh, *Fermat's Last Theorem* (Fourth Estate, Londres, 1997); y véase también, *Theory of Galois*, de Ian Stewart (Chapman and Hall, Londres, 1972).

La voraz curiosidad de Benjamin Franklin (1706-1790) abarcaba todas las ramas de la ciencia y muchas más cosas. Tenía especial interés en las que llegaron a conocerse como fuerzas superficiales e ideó un truco favorito consistente en mover su bastón de paseo sobre una corriente turbulenta. La superficie se quedaba suave de golpe, pues el bastón estaba hueco y cuando lo agitaba soltaba algunas gotas de aceite. He aquí como el fenómeno atrapó su interés mientras estaba en camino hacia Inglaterra como representante diplomático de la Asamblea del Estado de Pennsylvania.

En 1757, estando en el mar en una flota de 96 veleros formada contra Louisbourg [en Nueva Escocia], observé que la estela de dos de los barcos era extraordinariamente lisa, mientras que todas las demás eran erizadas por el viento, que soplaba fresco. Intrigado por esta diferencia, al final se la señalé al capitán y le pregunté qué sentido tenía. «Supongo —dijo—, que las cocinas acaban de vaciar sus aguas grasientas por las sentinas, lo cual ha engrasado un poco los costados de esos barcos», y me dio esta respuesta con un aire de desprecio, como se hace con una persona ignorante de lo que saben todos los demás. Al principio deseché su solución, aunque no podía pensar en otra. Pero repasando lo que había leído antes en Plinio [28], decidí hacer algunos experimentos sobre el efecto del aceite en el agua cuando tuviera la oportunidad.

Algún tiempo más tarde, Franklin observó también un sorprendente efecto del aceite sobre la superficie del agua en el fondo de una lámpara que colgaba en su camarote en el mar. El experimento prometido fue realizado en el Estanque Redondo de Clapham Common de Londres.

Después de mucho tiempo, estando en Clapham donde hay, en el terreno comunal, un gran estanque que un día observé que estaba muy rizado por el viento, fui a buscar aceite y derramé un poco en el agua. Vi que se dispersaba con sorprendente rapidez por la superficie, pero no se producía el efecto de suavizar las olas pues lo había aplicado primero al lado de sotavento del estanque, donde las olas eran más grandes, y el viento devolvió el aceite a la orilla. Entonces fui al lado de barlovento, donde (las olas) empezaban a formarse; y el aceite, aunque no más que una cucharilla de té, produjo una calma instantánea sobre una extensión de varias yardas cuadradas, que se dispersó sorprendentemente y se extendió poco a poco hasta que alcanzó el lado de sotavento, dejando toda esa parte del estanque, quizá de medio acre, tan lisa como un espejo.

Después de esto, me las ingenié para llevar conmigo, siempre que iba al campo, un poco de aceite en la empuñadura superior hueca de mi bastón de bambú y de esta manera podría repetir el experimento cuando se presentase la oportunidad; y encontré que constantemente tenía éxito.

Franklin hizo muchas otras observaciones de este y otros fenómenos relacionados y dedujo algo que está cerca de lo que muchos años más tarde se demostró que era cierto: que el aceite formaba una película sobre el agua de solamente una molécula de espesor.

Para una exposición de la vida, la ciencia y la personalidad de Franklin, que pone sus observaciones en un contexto moderno, véase el fascinante libro de Charles Tanford, *Ben Franklin Stilled the Waves* (Duke University Press, Durham, NC, y Londres, 1989).



He aquí un recuerdo del bioquímico Martin Kamen de sus años de estudiante en la Universidad de Chicago. Jean Picard, el explorador suizo de las profundidades marinas e inventor del batiscafo, estaba visitando aquella Universidad en 1933:

Como antiguo profesor de química orgánica en la Universidad, Picard fue invitado a dar una conferencia una tarde ante sus viejos colegas y los estudiantes en el auditorio del Kent Chemical Laboratory. Llegó con su hermano, el doctor August Picard, un físico que realizaba estudios sobre rayos cósmicos en la estratosfera. Se podría llamar a Jean el «Picard descendente» y a August el «Picard ascendente». El profesor Arthur Compton [quien compartió el premio Nobel de 1927 por sus estudios sobre rayos cósmicos] se sentó junto a August en el fondo de la sala mientras Jean daba una charla sobre uno de sus temas favoritos: explosiones y explosivos. Para asegurarse de que la audiencia conocía lo que se entendía por «ondas de explosión», empezó con gran energía imitando la operación de cavar un agujero en el que plantar un cartucho de dinamita. Al cabo de un rato se detuvo, respirando intensamente por el esfuerzo, y pareció satisfecho con los resultados. Luego siguió cavando más pozos imaginarios a intervalos apropiados hasta que hubo atravesado toda la anchura de la tarima. Finalmente, dijo: «Colocamos cartuchos de dinamita en cada agujero, encendemos el primero y entonces ¡va-boom! ¡Onda de explosión!». Acompañó su frase con un rápido barrido por el escenario, batiendo sus brazos para simular el efecto de una serie de detonaciones rápidas. Recobrándose, volvió a la pizarra y comenzó un discurso erudito sobre el mecanismo de la onda de explosión basado, por desgracia, en una irrelevante teoría clásica de la propagación de las ondas sonoras. Casi inmediatamente, desde el fondo de la sala llegó un grito de August: «¡No!». Al instante, Jean se volvió, apuntó con el dedo en la dirección de August y gritó: «¡Sí!». Siguió una violenta e incomprensible discusión en un alborotado francés entre los dos hermanos por encima de las cabezas de la audiencia estupefacta y embarazada. El profesor Compton trató de mediar y ate-

nuar el acaloramiento, pero fue en vano. La discusión continuó durante unos minutos y luego fue cortada súbitamente por Jean, que dio su espalda al auditorio y con los brazos cruzados clavó la mirada en tono sombrío en sus garabatos en la pizarra. Luego, dejando caer lentamente sus brazos a los costados volvió el rostro a la audiencia y, con un gesto que indicaba el esfuerzo de soportar a todo tipo de idiotas, dijo: «Sigamos».

Habló de una manera fascinante sobre la fabricación de explosivos y, en particular, sobre cómo se usaba el fulminato de mercurio para llenar cápsulas detonantes. Dijo que antiguamente este material altamente peligroso se almacenaba en pilas en una mesa frente a la que se sentaba un operario y seleccionaba una cápsula vacía, la cual llenaba presionando un poco de fulminato con vigoroso esfuerzo. «Así», comentó Jean con pena infinita, «murieron muchos, ¡pero no todos!». Acabó asegurándonos que ahora se tomaban más precauciones en estos procedimientos, con operarios que se movían lentamente y con gran cuidado. Ilustró sus palabras andando de puntillas por la tarima con un dedo en sus labios, murmurando «Shhh».

M. Kamen, *Radiant Science, Dark Politics* (University of California Press, Berkeley, 1985).

## El precio del pecado

Dejar botellas de preparados de laboratorio sin etiquetar es una ofensa contra los dioses de la investigación. El fisiólogo inglés, A. S. Parkes, famoso por su trabajo sobre fertilidad animal y

humana, relataba cómo una transgresión semejante llevó a un avance que cambió el rostro de este campo de estudio.

En el otoño de 1948, mis colegas, el doctor Audrey Smith y míster C. Polge [en el Instituto Nacional para Investigación Médica en Londres], intentaban repetir los resultados que [otros] habían obtenido sobre el uso de la levulosa [azúcar de fruta, ahora llamada fructosa] para prote-

ger los espermatozoos de las aves de corral conira los efectos de la congelación y la descongelación. Los esfuerzos tuvieron poco éxito y va\_rias soluciones quedaron guardadas en la nevera en espera de inspiración. Algunos meses más tarde se reanudó el trabajo con el mismo material y se obtuvieron de nuevo resultados negativos con todas las soluciones excepto una que conservaba la motilidad pa agitación de los espermatozoides] casi por completo en espermatozoos de aves de corral congelados a  $-79^{\circ}\text{C}$ . Este curiosísimo resultado sugería que cambios químicos en la levulosa, posiblemente causados o ayudados por el crecimiento de moho que había ocurrido durante el almacenamiento, habían producido una sustancia con sorprendentes poderes para proteger células vivas contra los efectos de la congelación. Sin embargo, los tests mostraban que la misteriosa solución no sólo no contenía ningún azúcar anormal, sino que de hecho no contenía ningún azúcar en absoluto. Mientras tanto, otros tests biológicos habían mostrado que no sólo se conservaba la motilidad después de la congelación, sino que, en alguna medida, también se conservaba el poder fertilizante. En este punto, con cierto nerviosismo, se pasó una pequeña cantidad (10-15 ml) de la solución milagrosa que quedaba a nuestro colega el doctor D. Elliot para que hiciera un análisis químico. Él informó que la solución contenía glicerol, agua ¡y una buena cantidad de proteína! Entonces se comprendió que, al mismo tiempo que se estaban poniendo a prueba las soluciones de levulosa, se había utilizado la albúmina de Mayer —el glicerol y la albúmina del histólogo— en el curso del trabajo morfológico sobre los espermatozoos, y que se había guardado en la misma nevera. Obviamente existió cierta confusión con las diversas botellas, aunque nunca descubrimos exactamente lo que había sucedido. Los tests con nuevo material mostraron muy pronto que la albúmina no jugaba ningún papel en el efecto protector, y nuestro trabajo a baja temperatura se concentró en los efectos del glicerol para proteger células vivas contra los efectos de las bajas temperaturas.

Visto en retrospectiva, el descuido de la técnica de laboratorio es bastante sorprendente: si este trabajo hubiera sido realizado por bioquímicos, no sólo las soluciones habrían sido adecuadamente etiquetadas sino que nadie habría soñado en experimentar con soluciones de azúcar almacenadas que contenían un visible crecimiento de moho. El glicerol (nada más que glicerina), como los bioquímicos también hu-

bieran sabido, no se congela a  $-79^{\circ}\text{C}$ , y por eso las células no son dañadas por cristales de hielo cuando se devuelven a temperatura ambiente. Gracias a este sublime caso de descuido, el uso de glicerol, al igual que lo que ahora se denomina un crioprotector, inició una nueva era en la inseminación artificial y el estudio de la fertilidad.

Por supuesto, esto no debería verse como justificación de semejantes actos de delincuencia profesional; los cuales rara vez tienen un resultado tan feliz. Un ejemplo embarazoso salió a la luz en 2001. Tras el desastre de «las vacas locas» en Gran Bretaña, surgieron temores a nuevas enfermedades humanas. Las ovejas son propensas al *scrapie* o prurito ovino —inocuo para los seres humanos pero causa supuesta de la EEB (encefalopatía espongiforme bovina)— a través de la alimentación del ganado derivada de restos de ovejas. ¿No podría haber aparecido un prurito mutante, infeccioso para los humanos como la EEB? Un laboratorio público fue

encargado de determinar si las ovejas ya portaban un agente similar al de la EEB. Las pruebas en serie de pasta de cerebro de ovejas comenzaron en 1987, utilizando como control pasta de cerebro de vaca que contenía el agente de la EEB. Al cabo de tres años resultó que el material del cerebro de las ovejas estaba abundantemente contaminado con cerebros de vaca. ¿Fue un simple caso de mal etiquetado de las muestras? Las acusaciones, desmentidos y contraacusaciones no han establecido la verdad.

La exposición de A. S. Parkes se encuentra en *Proceedings of the 3rd International Conference on Animal Reproduction*, Cambridge, 25-30 de junio de 1956.

## 50

### Amar un enzima

Arthur Kornberg es uno de los grandes bioquímicos de nuestro tiempo. Su premio Nobel en 1959 llegó por su trabajo sobre la síntesis del ADN. El sello distintivo de su aproximación a la ciencia ha sido siempre el aislamiento de materiales altamente puros a partir de tejidos biológicos y el meticuloso análisis de sus funciones en los detalles más mínimos. Tituló sus memorias *For the Love of Enzymes*. He aquí un episodio que él ha narrado de su aprendizaje en el laboratorio en Nueva York de su mentor, el bioquímico español Severo Ochoa.

La purificación de un enzima era (y a menudo lo sigue siendo) una ardua empresa que implicaba generalmente una larga sucesión de tratamientos que, por ejemplo, daban algunos componentes insolubles (generalmente las proteínas indeseadas extraídas del tejido), mientras que otros materiales permanecían en solución. La presencia del enzima se reconocía por su actividad en la reacción que catalizaba en la célula, de modo que, cuantos más componentes contaminantes se eliminaban, más aumentaba la actividad con relación a la proteína total en la preparación. 1

Ahora [en diciembre de 1946] estábamos completando una preparación a muy gran escala partiendo de varios cientos de hígados de paloma. Cuatro de nosotros ... habíamos trabajado durante varias semanas para llegar al último paso en el que sucesivas adiciones de alcohol daban finalmente el precipitado que, por los ensayos a pequeña escala, creíamos que contendría al enzima en el estado de pureza adecuado. Solo teníamos que completar algunos detalles para cerrar un artículo que habíamos preparado para su publicación.

Una noche a última hora, Ochoa y yo estábamos disolviendo la fracción enzimática final que había sido recogida en muchas botellas de cristal en centrifugadoras. Yo acababa de verter los contenidos de la última botella en un cilindro de medida que contenía toda la fracción de enzima. Entonces rocé y volqué una de las botellas vacías y tambaleantes en la mesa abarrotada. Esa botella golpeó a otra y el efecto dominó alcanzó al cilindro con el enzima. Cayó y todo el precioso material se derramó por el suelo. Se había perdido para siempre. Ochoa trató de tranquilizarse, pero yo me quedé terriblemente afectado. Cuando llegué en metro a casa una hora después, Ochoa había llamado varias veces de lo preocupado que estaba por mi seguridad.

A la mañana siguiente, de vuelta al laboratorio eché un vistazo al fluido residual de la última fracción. Podría haberlo descartado porque en nuestros ensayos había sido inactivo. Sin embargo, lo había salvado y almacenado en el congelador a  $-15^{\circ}\text{C}$  y ahora advertí que el fluido previamente claro se había vuelto turbio. Recogí el material sólido, lo disolví y

examiné su actividad. «¡Santo Toledo!», grité. Esta fracción

tenía el grueso de la actividad enzimática y era varias veces más pura que la mejor de nuestras preparaciones previas. Severo vino corriendo a compartir mi alivio y placer, muy divertido por el «Santo Toledo».

¿Por qué salve y examiné la fracción que suponíamos que era inactiva? Porque el entusiasmo y el optimismo de Ochoa eran contagiosos. Más que envolverme con una inteligencia cegadora, Ochoa me enseñó que, con una ética de incesante trabajo experimental, las cosas buenas suceden finalmente. Creí que lo serían para mí como lo habían sido para él.

Él podría haber añadido que fue también una cuestión de prudencia y precaución.

A. Kornberg, *Journal of Biological Chemistry*, 276, 10 (2001).

## 51

### El duende de la puerta de al lado

El Instituto para Estudio Avanzado en Princeton ha albergado en diferentes ocasiones a eruditos muy famosos —Albert Einstein, por supuesto, incluido—. Tiene reputación de ser lejano y enrarecido, sin estudiantes y con poca comunicación con el mundo académico exterior. Ésta es una estampa de la vida en el Instituto; los protagonistas son un joven físico, Andrew Lenard, y C. N. (Frank) Yang, un famoso teórico que había compartido el premio Nobel de Física en 1957 con su compatriota Tsung-Dao Lee, profesor de la Universidad de Columbia en Nueva York. (Cuando se anunció el premio, en el pequeño restaurante chino cercano, donde ellos acostumbraban a comer juntos todas las semanas, colocaron un anuncio en el escaparate que decía: «Coma aquí, gane el premio Nobel».) Parece que en general había poco contacto entre los miembros junior del Instituto y los mayores que deberían haberles servido de inspiración.

Suerte para Andrew Lenard, entonces, que un día [en 1966], Yang llamara por casualidad a su puerta para entrar a charlar. Yang quería sa-

ber en qué estaba trabajando Lenard y por eso le habla sobre el problema de la estabilidad de la materia [la profunda cuestión de por qué la materia, que está compuesta de átomos que son espacios casi enteramente vacíos entre partículas fundamentales muy separadas, es sólida y estable]. Yang piensa que esto es curioso. «Muy interesante», dice. «O es un problema trivial o es un problema muy difícil.»

Así que Yang vuelve a su despacho —que es precisamente la puerta de al lado— y Lenard empieza a oír unos golpecitos en la pared. Se da cuenta de que es Frank escribiendo en su pizarra. Sigue así durante un rato —*tap, tap, tap*—, tiza dando contra pizarra, y Lenard ya no piensa más en ello.

Luego de repente, se detienen los golpes como si el pobre hubiera sufrido un ataque cardíaco. Silencio mortal.

Pocos minutos más tarde, Yang asoma su cabeza de nuevo por el despacho de Lenard: «Es difícil», dice, y desaparece.

La reacción de Yang recuerda a la del matemático aplicado sir Harold Jeffreys cuando era consultor de las ICI (Imperial Chemical Industries). En una de sus visitas, los físicos de la compañía expusieron con exhaustivo detalle un problema en el que esperaban que podría ayudar-

les. Jeffreys escuchó pacientemente en silencio total. Cuando la presentación terminó había más silencio y entonces él habló: «Bueno, me alegro de que sea su problema y no el mío», y rápidamente se despidió.

La conversación Yang/Lenard está tomada de Ed Regis, *Who Got Einstein's Office* (Simon and Schuster, Londres, 1988) [Hay traducción española: *¿Quién ocupó el despacho de Einstein?*, Anagrama, Barcelona, 1992.]

## 52

### El solucionador de problemas

Freeman Dyson, uno de los más admirados físicos teóricos y matemáticos aplicados de nuestro tiempo, se ha descrito a sí mismo como un «solucionador de problemas» queriendo decir probablemente, con

mucha modestia, que su punto fuerte es resolver, más que concebir, *owit*

las cuestiones profundas de la física. (También ha escrito amplia y lúcidamente sobre *el* progreso de la ciencia y el futuro de nuestra especie. Pinta con trazo grueso creyendo, por ejemplo, que, enfrentados a una extinción final por «muerte térmica», deberíamos pensar en desplazar nuestro planeta a una órbita más hospitalaria, y quizás incluso llevarlo a un «universo paralelo» —suponiendo que éstos existan—; pues el confinamiento dentro del universo que conocemos, dice Dyson, le produce claustrofobia.)

En sus memorias, Dyson revive el idilio de sus primeros años entre los patricios de la comunidad de la física teórica en Estados Unidos en el período inmediatamente posterior a la segunda guerra mundial. En 1948, al final de su período de trabajo con Hans Bethe [62] en la Universidad de Cornell, el joven Dyson entró en el Instituto para Estudio Avanzado en Princeton. Mientras tanto, Bethe había conseguido que asistiera a la escuela de verano de física que se celebraba anualmente en la Universidad de Michigan en Ann Arbor, un acontecimiento de cinco semanas de duración en el que los jóvenes físicos podían escuchar lecciones de las luminarias de su campo y también interrogarles y discutir con ellos. Dos semanas antes del inicio de la escuela, Dyson conoció a Richard Feynman [89] que le hizo saber que él se dirigía en coche a Albuquerque en Nuevo México y le invitó a acompañarle.

Durante cuatro días, Dyson y Feynman hablaron y discutieron. Sus filosofías de la física eran antagónicas: Dyson creía en las ecuaciones, Feynman buscaba una imagen que la mente pudiera captar; tenía una visión casi mística de la unidad de la naturaleza y la ley física —el tipo de unidad que Einstein persiguió infructuosamente durante las últimas cuatro décadas de su vida—, mientras que Dyson meramente quería una teoría que funcionase dentro de sus límites establecidos. Feynman desconfiaba de las matemáticas de Dyson, y Dyson recelaba de la intuición de Feynman. Feynman había formulado una imagen intuitiva de lo que llegó a conocerse como electrodinámica cuántica: las reglas que gobiernan la interacción de partículas, para la que desarrolló los famosos diagramas de Feynman y que ahora son una herramienta habitual de todos los físicos de partículas. Julian Schwinger [12], por otra parte, era conocido por haber construido una elaborada y, para la mayoría de las partes interesadas, impenetrable teoría matemática de

tales procesos e iba a exponer sus resultados en la escuela de verano de Ann Arbor. Dyson

completó su viaje en un autobús de Greyhound dispuesto a oír a Schwinger. Entonces le abordó en privado. Schwinger fue complaciente:

Pude hablar con él extensamente y de estas conversaciones, más que de las conferencias, aprendí cómo se había forjado su teoría. En las conferencias, su teoría era un diamante tallado, brillante y resplandeciente. Cuando hablé con él en privado, lo vi en bruto, es decir, del modo como él mismo lo vio antes de que empezara a tallarlo y pulirlo. De esta forma fui capaz de captar mucho mejor su forma de pensar.

Llené centenares de páginas con cálculos, trabajando en varios problemas sencillos con los métodos de Schwinger. Al final de la escuela de verano sentí que entendía la teoría tan bien como cualquier otro podía entenderla, con la posible excepción de Schwinger. Eso era lo que yo había venido a hacer a Ann Arbor.

Al despedirse, Dyson siguió su viaje hacia el oeste en un autobús de Greyhound, con estancias en Utah y California, y luego, en su camino de vuelta al este, llegó el *coup de foudre*:

Subí a un autobús de Greyhound y viajé sin parar durante tres días y tres noches hasta Chicago. Esta vez no tenía a nadie con quien hablar. Las carreteras tenían demasiados baches para poder leer de modo que me sentaba y miraba por la ventanilla y, poco a poco, me sumí en una tranquila placidez. Al tercer día, mientras atravesábamos Nebraska, algo sucedió repentinamente. Durante dos semanas yo no había pensado en física, y ahora llegaba súbitamente a mi consciencia como una explosión. Las imágenes de Feynman y las ecuaciones de Schwinger empezaban a ordenarse en mi cabeza con una claridad que nunca antes habían tenido. Por primera vez era capaz de reunirlos. Durante una hora o dos ordené y reordené las piezas. Luego supe cómo encajaban todas. No tenía lápiz ni papel, pero todo estaba tan claro que no necesitaba escribirlo. Feynman y Schwinger estaban simplemente considerando el mismo conjunto de ideas desde dos lados diferentes. Reuniendo sus métodos, uno tendría una teoría de la electrodinámica cuántica que combinaba la precisión matemática de Schwinger con la flexibilidad práctica de Feynman. Finalmente habría una teoría directa de la

zona media [así es como Dyson llamaba al estado de la materia entre la gran escala, la de objetos como los cuerpos celestes cuyo comportamiento está gobernado por la gravitación, y la más pequeña, la de las evasivas partículas subatómicas de corta vida que se dan en colisiones de alta energía y en los núcleos atómicos dominada por la llamada fuerza nuclear fuerte]. Representó una tremenda suerte para mí que yo fuera la única persona que había tenido oportunidad de hablar extensamente con ambos, Schwinger y Feynman, y comprender realmente lo que estaban haciendo. En la hora de la iluminación di gracias a mi maestro Hans Bethe que lo había hecho posible. Durante el resto del día, mientras observábamos cómo el Sol descendía sobre la pradera, yo estaba esbozando en mi cabeza la forma del artículo que iba a escribir cuando llegara a Princeton.

El siguiente informe de Dyson, el virtuoso matemático, en realidad procede de las memorias de Jeremy Bernstein. Bernstein llegó como joven físico teórico al Instituto para Estudio Avanzado en Princeton en 1957 y estuvo trabajando con Marvin Goldberger (conocido como Murph), más tarde presidente del Instituto de Tecnología de California pero que entonces aún hacía ciencia a pie de obra. Estaban tratando con un problema sobre interacciones electromagnéticas entre partículas fundamentales.

Era a primera hora de la mañana para lo habitual en el Instituto, ya que la mayoría de la gente trabajaba de noche y no se les veía hasta después del mediodía. Murph había llegado a una

ecuación integral de aspecto desagradable. No importa mucho cuál era, excepto que era muy desagradable. Había dividido los términos en dos grupos; uno estaba etiquetado  $B(x)$ , por « $x$  buenos», y el otro estaba etiquetado  $H(x)$ , por « $x$  horribles». Estábamos ante la pizarra, observando los  $x$  horribles, cuando Dyson entró con su taza de café matutina. Estudió nuestra ecuación. Murph preguntó: «Freeman, ¿has visto alguna vez algo parecido a esto?». Dyson dijo que no, pero que se sentía particularmente fuerte esa mañana. Copió nuestra ecuación y desapareció. En aproximadamente veinte minutos estaba de vuelta con la solución. Fue redescubierta más tarde por otras personas y lleva sus nombres pero yo vi lo que me parecía, y me sigue pareciendo, un incomprensible truco de prestidigitación. Durante años he observado a Dyson resolver mu-

chos tipos diferentes de problemas matemáticos y no puedo imaginar lo que se debe sentir siendo capaz de pensar con esa rapidez y claridad en matemáticas. ¿Le parecerá que todos los demás se mueven a cámara lenta? Es algo que por supuesto no puede enseñarse, al menos en mi caso. Pero he aprendido bastantes matemáticas para obtener placer y deleite cada vez que lo veo.

De *The Life it Brings*, de Jeremy Bernstein (Ticknor and Fields, Nueva York, 1987). Las memorias de Freeman Dyson tienen el título, *Disturbing the Universe* (Harper and Row, Nueva York, 1987) [Hay traducción española: *Trastornando el Universo*, Fondo de Cultura Económica, México, 1984.]

## El Puente de la resonancia

Hendrik Casimir, un distinguido físico holandés y durante muchos años director de investigación en la compañía Philips en Eindhoven, recorrió durante sus años de formación los grandes centros europeos de la física teórica. Como todos los que trabajaban con él, Casimir se hizo devoto de Niels Bohr [79]. Aquí recuerda un ejemplo del pícaro sentido del humor del gran hombre.

Cerca del Instituto de Bohr hay una extensión de agua —dudo en llamarlo lago o estanque— de unos tres kilómetros de largo y entre ciento cincuenta y doscientos metros de ancho, el Sortedamso. Está cruzada por varios puentes. Un día, Bohr me llevó a dar un paseo a lo largo del lago y al cruzar uno de los puentes dijo: «Mira, te voy a mostrar un curioso fenómeno de resonancia». El parapeto del puente estaba construido de la siguiente manera: unos pilares de piedra, de aproximadamente un metro veinte de altura y separados tres metros, estaban unidos por su parte superior por firmes barras de hierro (o más probablemente, tubos) introducidas en la piedra; a mitad de camino entre cada dos pilares había un anillo de hierro anclado en la mampostería del puente, y había dos pesadas cadenas, una a cada lado, suspendi-

das entre grilletes soldados a la barra superior próximos a los pilares de piedra y a dicho anillo. Bohr agarró una cadena cercana a la barra superior y la hizo oscilar y, para mi sorpresa, la cadena al otro extremo de la barra superior también empezó a oscilar. «Un notable ejemplo de resonancia», dijo Bohr. Yo estaba muy impresionado, pero de repente Bohr se echó a reír. Por supuesto, la resonancia no tenía nada que ver con eso; las fuerzas de acoplamiento eran extraordinariamente pequeñas y las oscilaciones estaban fuertemente amortiguadas. Lo que sucedía era que Bohr,

cuando movía la cadena estaba rotando la barra superior, que atravesaba los pilares de piedra pero no estaba fija, y de ese modo había movido las dos cadenas simultáneamente. Yo estaba alicaído por haber mostrado tan poco sentido práctico, pero Bohr me consoló diciendo que Heisenberg también había caído; incluso había dado toda una conferencia sobre resonancia.

El puente llegó a ser conocido en el Instituto de Bohr como el «Puente de la resonancia». Casimir utiliza la historia como una ilustración no sólo del sentido del humor de Bohr sino también de su fuerte sentido práctico. «Cuando era joven —dice Casimir—, había realizado bellos experimentos sobre tensión superficial y había construido la mayoría de los aparatos con sus propias manos, y su comprensión de los órdenes de magnitud iba desde el núcleo atómico hasta problemas de ingeniería de la vida diaria.»

De *Haphazard Reality: Half a Century of Science*, de H. G. B. Casimir (Harper and Row, Londres y Nueva York, 1983).

## 54

### Una libación de laboratorio

A. R. Todd, más tarde sir Alexander, y aún más tarde lord Todd de <sup>T</sup>rumpington, solía ser conocido en Cambridge, donde ocupaba la Cátedra de Química Orgánica, como lord «Todd Todopoderoso». Era famoso por muchos *tours de force* de determinación de estructuras, muy en especial la de los nucleótidos —los ladrillos que se empalman para formar las largas cadenas de ADN (y de ARN) [88]—. Todd era un escocés desenfadado (nacido en 1907 en Glasgow) y considerado un hombre algo autoritario. Un chascarrillo de uno de sus colegas decía:

¿No crees que es singular  
que un tipo corriente como Todd deletree, por favor,  
su nombre con dos *d*,  
cuando basta con una para Dios?\*

Y una coplilla (aproximada) de Cambridge decía:

Alexander Todd cree que él es Dios;  
pero Nevill Mott sabe que él no.\*\*

Como cualquier joven y ambicioso químico orgánico de su generación hizo una estancia en Alemania. En 1945 fue enviado allí de nuevo, esta vez en uniforme, para hacer un informe sobre el estado de la química en aquel país desmoralizado y postrado. Encontrándose en Frankfurt, donde había trabajado veinte años antes, fue a curiosear en el Instituto de Química. Inspeccionó su viejo laboratorio y luego dio un paseo por el edificio.

Durante este recorrido bajé al sótano donde solía estar el almacén que distribuía los productos químicos y los equipos. Seguía estando allí y seguía funcionando como en los viejos días, con un montón de estudiantes haciendo cola para comprar o tomar cosas prestadas. Lo que realmente me sorprendió fue ver que la figura con bata blanca tras el mostrador era el



mismo herr Müller que había sido el dependiente durante mi primera estancia. Así que me puse en la cola de los clientes y, a su debido tiempo, llegué al mostrador. Müller levantó la vista, me

\* Do you not think it is odd / That a commonplace fellow like Todd / Should spell, if you please, / His narre with two d's, / When one is sufficient for God? \*\* Alexander Todd / Thinks he's God; / But Nevill Mott / Knows he's not.

miró en silencio durante aproximadamente un minuto y luego, en su típico dialecto de Frankfurt, dijo: «Buen Dios, quien lo hubiera creído: es herr Todd». Y con eso bajó el postigo que había sobre el mostrador, salió por la puerta lateral, me cogió de ambas manos y dijo: «¡Venga, venga! ¡Esto pide un trago!». Así que entré y me senté en uno de los dos taburetes del almacén. Müller, mientras, tomó dos vasos de precipitados de un aparador, puso una generosa cantidad de alcohol de laboratorio en cada uno de ellos, lo diluyó con una cantidad aproximadamente igual de agua destilada [un líquido que tenía un sabor metálico curiosamente amargo], me pasó uno y luego se sentó en el otro taburete. Brindamos varias veces por nosotros y los viejos días con esta espantosa poción y luego, Müller empezó a hablar del laboratorio y sus habitantes. «Herr Todd», dijo, «en nuestros días teníamos químicos como Dios manda, ¿eh? Recuerde: von Braun, Borsche y los demás! ¡Ah, las cosas han cambiado! Sabe usted, algunas de las personas que los nazis enviaron aquí eran tan pequeñas que apenas podías verlas».

De las memorias de Alexander Todd, *A Time to Remember: The Autobiography of a Chemist* (Cambridge University Press, Cambridge, 1983).

## 55

### La máquina tragaperras da un premio gordo

Un ejemplo extraordinario de cómo la inspiración puede venir inesperadamente de una fuente extraña lo cuenta el genetista Salvador Luria (1912-1991). Italiano, expulsado de su país por las leyes antisemitas de Mussolini, encontró refugio en la Universidad de Indiana donde inició el estudio de la genética de bacteriófagos. Ésta resultó ser una decisión muy fructífera, y Luria, junto con un pequeño grupo de otros pioneros, incluyendo a Jim Watson [88], su estudiante, y al líder espiritual del movimiento, Max Delbrück de California, establecieron los fundamentos de la genética molecular tal como hoy día se ha desarrollado.

Luria había estado estudiando el destino de las bacterias infectadas por un bacteriófago (un virus que ataca a una bacteria y se multiplica en su interior, hasta que su numerosa progenie revienta la célula y se dispersa, lista para atacar más bacterias); había notado que en sus discos de gel de agar-agar nutriente unas pocas colonias de bacterias sobrevivían al ataque. Evidentemente eran mutantes y la pregunta ahora era si estas bacterias habían sido transformadas por la acción del bacteriófago o si aparecían por mutaciones espontáneas ocasionales que las volvían resistentes al ataque.

Luché con el problema durante varios meses, principalmente en mi cabeza, y también ensayé varios experimentos, ninguno de los cuales funcionaba. La respuesta me vino finalmente en febrero de

1943 en el impropio escenario de un baile de la facultad en la Universidad de Indiana algunas semanas después de que me hubiese trasladado allí como profesor.

Durante una pausa en la música me encontré cerca de una máquina tragaperras observando a un colega que introducía monedas. Aunque perdía la mayor parte de las veces, de vez en cuando obtenía un premio. No siendo yo un jugador, estaba bromeando con él sobre sus inevitables pérdidas cuando, repentinamente, obtuvo un pleno, unos tres dólares en monedas, me echó una mirada asesina y se fue. Inmediatamente empecé a pensar sobre la numerología real de las máquinas tragaperras; al hacerlo se me ocurrió que las máquinas tragaperras y las mutaciones bacterianas tenían algo que enseñarse unas a otras.

Lo que Luria había captado repentinamente es que el premio gordo no podía predecirse, ni siquiera si uno sabía que en promedio ocurriría, digamos, una vez cada cincuenta tiradas. De manera análoga, si las mutaciones bacterianas fueran sucesos aleatorios, una colonia resistente a los fagos surgiría a intervalos impredecibles. La progenie de los supervivientes, siendo todos resistentes, daría lugar a racimos de colonias florecientes en el disco de cultivo. Si, por el contrario, era la acción del bacteriófago la que generaba algunas bacterias resistentes, mientras mataba al resto, entonces sus colonias estarían dispuestas sobre los discos de cultivo de una manera aleatoria, de acuerdo con las leyes de las distribuciones estadísticas aleatorias. Luria resume:

Darme cuenta de la analogía entre los premios de la máquina tragaperras y los racimos de mutantes fue un momento excitante. Dejé el baile en cuanto pude (no tenía automóvil propio). A la mañana siguiente fui temprano a mi laboratorio, una habitación que compartía con dos estudiantes y dieciocho conejos. Monté la prueba experimental de mi idea: varias series de cultivos idénticos de bacterias, cada uno iniciado con muy poca cantidad de ellas. Fue un duro domingo que pasé esperando a que crecieran mis cultivos. Todavía no conocía a casi nadie en Bloomington, de modo que pasé la mayor parte del día en la biblioteca, incapaz de centrarme en cualquier libro. Al día siguiente, lunes por la mañana, cada cultivo contenía exactamente mil millones de bacterias. El paso siguiente consistía en contar las bacterias resistentes a los fagos en cada cultivo. Procedí a mezclar todos los cultivos con fagos en una única placa de prueba. Luego tenía de nuevo un día de espera pero al menos estaba ocupado dando clase. El martes fue el día del triunfo. Encontré una media de diez colonias resistentes por cultivo, con montones de ceros y, como esperaba encontrar, varios plenos. También había diseñado mi control. Había tomado muchos cultivos individuales y los había reunido, luego había dividido de nuevo la mezcla en pequeñas proporciones y había contado las colonias resistentes en cada porción. Éxito total: esta vez, el número de colonias resistentes era de nuevo aproximadamente el mismo, pero los números individuales estaban distribuidos al azar y no había plenos.

Así quedó establecido el principio de la mutación espontánea. La técnica se hizo famosa como el «test de fluctuación». Permitía determinar la frecuencia de mutaciones espontáneas y proporcionó una explicación de cómo podía surgir una propiedad como la resistencia a los antibióticos.

De la autobiografía científica de Salvador Luria, *A Slot Machine, a Broken Test Tube* (Harper and Row, Nueva York, 1985).

## Derribando a Venus

El siguiente pasaje pertenece a una carta de J. Robert Oppenheimer, director del proyecto de la bomba atómica en Los Álamos, a Eleanor Roosevelt:

Muy poco antes del ensayo de la primera bomba atómica, la gente en Los Álamos estaba naturalmente en un estado de tensión. Recuerdo una mañana en que casi todos los miembros del proyecto estaban al aire libre observando un objeto brillante en el cielo a través de vidrios, binoculares y cualquier otra cosa que pudieran encontrar, y el cercano Kirtland Field nos informó que ellos no tenían interceptadores que les hubieran permitido entrar en el radio de acción del objeto. Nuestro director de personal era un astrónomo y un hombre de cierta sabiduría humana y, finalmente, vino a mi despacho y preguntó si no deberíamos dejar de intentar derribar a Venus. Cuento esta historia sólo para poner de manifiesto que ni siquiera un grupo de científicos está a salvo de los errores de la sugestión y la histeria.

Oppenheimer (1904-1967) fue un notable físico teórico, poseedor de un intelecto científico de formidable amplitud. La mayoría de las historias que se cuentan de él lo pintan como un personaje intimidador. Evidentemente también tenía un lado atractivo. He aquí una estampa de Martin Kamen, quien, cuando era un joven científico pos-doctoral en la Universidad de California en Berkeley, entabló amistad con él.

«Oppie», como se le conocía afectuosamente, me llevó una vez a una fiesta de Año Nuevo que daba en la ciudad Estelle Caen, pianista y hermana del popular columnista de prensa Herb Caen. De camino hacia allí, Oppie comentó que no estaba seguro de la dirección pero sabía que su apartamento estaba en Clay Street y que el número estaba formado por dos cifras de dos dígitos divisibles por siete: 1428, 2128, 2821, o algo así. De modo que recorrimos Clay Street mirando todas

las casas del trayecto hasta que encontramos el apartamento de Estelle en el 3528.

El primer pasaje se cita en *The Making of the Atomic Bomb*, de Richard Rhodes (Simon Schuster, Nueva York, 1986); el segundo es de *Radiant Science, Dark Politics* (University of California Press, Berkeley, 1985).

## Ninguno tan ciego

F. A. Lindemann, nacido en Alemania en una familia de origen alsaciano pero educado en Inglaterra, fue un protegido de Walther Nernst [14], el gran químico-físico alemán. En 1919, cuando tenía treinta y tres años, fue nombrado para la Cátedra de Filosofía Experimental (también conocida como Física) en Oxford. Se había ganado un gran reconocimiento por su trabajo sobre aviones militares durante la primera guerra mundial; lo más espectacular es que concibió una teoría sobre cómo recuperar el control tras entrar en barrena —un riesgo letal para los primeros aviadores—. Para poner a prueba su razonamiento, él mismo aprendió a volar y



la discusión de cuestiones filosóficas) Roy Harrod, entonces estudiante, estaba presente y uno de los filósofos era su tutor, H. W. B. Joseph, un bien conocido personaje de Oxford. La exposición de Harrod es una perfecta ilustración del abismo que separaba a las dos culturas de C. P. Snow, y que se manifestaba más ampliamente en Oxford; no sin razón celebrada como «el Hogar de las Causas Perdidas» (para lo cual véase también [71]).

Según Harrod, Lindemann hizo una exposición modélica, clara y fluida, adoptando «la actitud de que nosotros éramos presumiblemente personas de gran intelecto, de modo que si nos daba lúcidamente el punto esencial, nosotros lo captaríamos y apreciaríamos su contenido». Entonces, J. A. Smith, catedrático de Filosofía Metafísica, tomó la palabra. Con sus blancos mechones sueltos y su bigote caído componía una figura majestuosa, de pie y relajado ante la chimenea. Smith, para asombro de Harrod, se proponía demostrar que la Teoría de la Relatividad era falsa. Afirmó que incorporaba una hipótesis demostrablemente incorrecta (no identificada por Harrod). Pero los científicos de la audiencia sabían que, cualquiera que fuese esta hipótesis, no formaba parte de la teoría y contradijeron en voz alta a Smith, quien «pareció extraordinariamente irritado. Golpeó su pipa contra la chimenea y se sentó».

Harrod estaba consternado. Sabía que Lindemann había discutido la relatividad con el propio Einstein y con una galaxia de físicos famosos. «Si hubiera habido un error técnico, ¿lo habrían pasado por alto todos estos genios? ¿Le correspondía a un profesor no matemático y no científico del Magdalen College ... detectar un error técnico? Esta idea parecía reflejar una actitud mental totalmente alejada de la realidad, completamente provinciana e increíblemente complaciente.» Parecía que Smith estaba como enclaustrado «en un remoto refugio de los Grandes». ¿Era entonces el hombre que iba a dirigir el fu-

turo de los jóvenes destinados a heredar la dirección del país y del imperio? Pero lo peor estaba por llegar, pues ahora Joseph se preparaba para retar a Lindemann:

Él [Joseph] había entrado en la habitación con una cartera de colegial colgada de los hombros; a juzgar por su destaralada apariencia, podría haber sido su propia cartera de la escuela ... Para consternación de su audiencia procedió a extraer de la cartera un grueso fajo de papeles manuscritos. Manteniendo en equilibrio un par de *pince-nez* en el extremo de su nariz, se disponía a leer sus papeles. Nos preparamos para una larga sesión.

En un aspecto, Joseph coincidía con J. A. Smith; parecía que, como en la situación anterior, se proponía demostrar que la Teoría de la Relatividad era «errónea». Pero no procedió, como Smith, a un nivel técnico...

Joseph tenía la idea *de* que ciertas palabras que son de uso común expresan una genuina aprehensión de la mente. Esa tarde en particular estaba muy interesado en palabras tales como «mayor que», «menor que», «antes», «después», «simultáneamente», «movimiento relativo a». Lo que se quería decir con estas palabras se basaba en una aprehensión intelectual definida. No habría que importar en ellas significados diferentes que violaban estas aprehensiones originales. Éstas estaban allí, como señales del poder de la mente de captar ciertas cosas. Y así continuó, en una argumentación larga y elaborada, para mostrar que entre las potencias originales de la mente para captar ciertas cosas, potencias señaladas por el uso de palabras, potencias que uno sólo podría desafiar usando las palabras en sentidos que eran manifiestamente impropios, estaba el conocimiento de la mente de que el espacio era euclídeo. Por consiguiente, la Teoría de la Relatividad tenía que ser errónea.

Los estudiantes, por seleccionados que sean para los grandes escaños del saber, no siempre captan bien las cosas. Por el New College circulaba una coplilla sobre Joseph:

Había un viejo llamado Joseph

de quien nadie sabe si él sabe  
si sabe lo que sabe, lo que supongo que explica el estado mental de  
Joseph.\*

\* There was an old person called Joseph / Whom nobody knows if he knows if / He knows what he knows, which accounts I suppose / For the mental condition of Joseph.

Tenían razón al pensar que la cuestión de lo que él sabía o no sabía era esencial para la personalidad interna de Joseph. Pero el punto importante sobre él era todo lo contrario a lo que sugería la coplilla. Lo que era peculiar era el altísimo grado de seguridad con que él *sabía* algunas cosas. Por ejemplo, él sabía absoluta e inquebrantablemente que el espacio en el que vivimos es de hecho euclídeo.

Su discurso duró mucho tiempo. Mientras continuaba, uno sentía que la superficie suavemente pulida de sus frases debía realmente ser interminable y, pese a todo, terminaron de hecho y nadie sabía muy bien por qué. Todas las miradas se volvieron al profesor Lindemann. ¿Qué demonios iba a decir? Él había tenido largas discusiones con Einstein, Max Planck, Broglie y otros grandes hombres de pensamiento. Pero supongo que nunca antes había oído algo parecido a esto. Era un producto de internadero de Oxford. Había sido directamente desafiado. Le habían dicho que la Teoría de la Relatividad era completamente errónea, y que esta gran cadena de razonamientos había sido amañada.

Hay otro comentario que hacer sobre Joseph. Su artículo contra la relatividad le debía haber costado un arduo trabajo y llevado mucho tiempo. Pero no mostraba el más mínimo signo de haber intentado alguna vez comprender cuáles eran las consideraciones teóricas, o cuáles habían sido los resultados experimentales que habían llevado a estos distinguidos físicos a sentir la necesidad de exponer estas pesadas teorías de la relatividad del espacio y del tiempo. Era evidente que, en el sentido ordinario del lenguaje, él no sabía nada sobre la Teoría de la Relatividad. Puesto que era tan evidente para él que la conclusión alcanzada era falsa, sobre bases filosóficas totalmente diferentes y suficientes, no tenía necesidad de molestarse con las razones por las que ciertas personas habían sido inducidas a elaborar tal teoría. En realidad, yo iría más lejos. Tengo dudas de si Joseph, quien tenía una capacidad intelectual muy limitada a pesar de sus extraordinarias acrobacias lingüísticas, habría sido capaz alguna vez de comprender la Teoría de la Relatividad.

Así que ¿qué iba a hacer el profesor Lindemann? Él continuó con su estilo previo de frases breves. Reiteró ciertos puntos. Dio algunas ilustraciones adicionales. Luego, con las comisuras de los labios vueltas hacia abajo y una expresión irónica en su cara, dijo: «Bien, si usted supone realmente que tiene una inspiración privada que le permite saber lo que...». Pero eso era precisamente lo que afirmaba Joseph. Cuando el profesor Lindemann hacía una pausa en sus comentarios,

Joseph empezaba de nuevo. Y así cada vez. El «Prof» nunca llegó realmente a entender su argumento; no se había tocado ninguno de los puntos de interés real en relación con la relatividad; todo el juego debía haberle parecido perfectamente fútil. Nada menos que esta distinguida audiencia estaba escuchando y él no estaba ganando ni mucho menos el debate.

Supongo que algunas de las personas instruidas presentes debieron haber contribuido algo a la discusión. Si así fue, ello se ha borrado completamente de mi memoria. El foco se centraba en la interacción Lindemann-Joseph.

Me mezclé entre la audiencia cuando finalmente salieron de la habitación. Los Grandes Wykehamistas\* estaban jubilosos; un profesor científico había sido triturado; se había probado que la Teoría de la Relatividad era falsa. Pero yo era reacio a unirme a su júbilo. Yo ya había tenido una experiencia infeliz con Joseph. A diferencia de estos Wykehamistas, había leído mucha filosofía en mi escuela (Westminster), y había llegado a Oxford lleno de teorías y ávido por aprender más. Mis discusiones con Joseph no habían conducido a nada más que frustración. Él había mostrado con éxito que yo era incapaz de

expresar mis pensamientos en un inglés claro y que a veces lo que yo había escrito para él no significaba nada en absoluto. Pero él parecía totalmente indiferente a lo que yo había tratado de decir, o a las ideas que había detrás de mis palabras, igual que había sido totalmente indiferente a la cuestión de cuáles fueron las consideraciones teóricas y los hechos empíricos que habían llevado a la Teoría de la Relatividad. Así que tuve una cierta sensación de compañerismo con el desafortunado profesor Lindemann. Recuerdo que me dirigí a un viejo amigo, N. A. Beechman, un hombre de Balliol Greats, después presidente de la Unión, y más tarde aún ministro de la Corona. Él tenía una cierta sagacidad mundana como la que es necesaria para los que se interesan en política. Le pregunté: «¿Quién tenía razón?». Él respondió inmediatamente: «Por supuesto el profesor Lindemann tenía razón».

El asunto llevó a Roy Harrod a cuestionarse lo que había estado haciendo, leyendo a los grandes, «la coronación de todos los estudios humanos» tal como se consideraba en Oxford. «El profesor Linde-

\* Miembros del Winchester College. (*N. del t.*)

mann», concluye, «quedó en mi pensamiento después de esa tarde como una especie de símbolo del avance libre del espíritu humano».

El pasaje está tomado de la biografía de Lindemann por Roy Harrod, *The Prof.' A Personal Memoir of Lord Cherwell* (Macmillan, Londres, 1959).

## 58

### Levantando a los muertos

El descubrimiento de la electricidad inculcó en la mente de algunos biólogos la idea de que de algún modo estaba implicada en los procesos vitales. Por esto es por lo que Luigi Galvani (1737-1798), profesor en la Facultad de Medicina de Bolonia, estaba tratando de hacer que una preparación fisiológica de ancas de rana, con sus nervios ciáticos y parte de la médula espinal, reaccionara a un estímulo eléctrico.

Mientras estaba preparando uno de estos experimentos, un ayudante tocó accidentalmente el nervio con un escalpelo y quedó sorprendido al ver que el músculo respondía con una contracción compulsiva. Pronto se vio que el efecto ocurría sólo cuando los dedos del ayudante (presumiblemente húmedos) tocaban los clavos de hierro que sujetaban la hoja del escalpelo al mango de hueso, de modo que se cerraba el circuito entre nervio y tierra. Galvani decidió entonces examinar los efectos de la electricidad atmosférica que Benjamin Franklin y otros habían utilizado durante las tormentas para cargar una botella de Leyden [38]. Galvani ensartó una ristra de ancas de rana con ganchos de latón colgados a lo largo de una verja de hierro de su jardín, y quedó sorprendido al verlas retorcerse sin ningún estímulo externo. (Arraigó la historia de que el experimento fue una consecuencia del intento de Galvani de preparar una nutritiva sopa de ancas de rana para su mujer inválida; de hecho, ella era la hija de un eminente fisiólogo y probablemente participaba en las investigaciones de su marido.) Galvani llegó a la conclusión de que había descubierto un «fluido eléctrico», análogo quizá a la fuente del «magnetismo animal»

que Franz-Anton Messmer (que dio su nombre al mesmerismo) y otros se proponían demostrar en Francia.

En 1791, Galvani publicó sus observaciones y la interpretación que les había dado en un libro titulado *De Viribus Electricitas*, y su fama se difundió rápidamente para irritación de los espíritus más críticos. Entre éstos destacaba un profesor de la Universidad de Pavía, un físico escéptico llamado Alessandro Volta (1745-1827). Volta repitió la observación de Galvani, pero reconoció que su explicación era absurda: la electricidad se generaba por la unión del hierro y el latón, separados por una solución conductora de fluido fisiológico en los músculos. Volta advirtió, además, que el par bimetálico podría continuar produciendo un bajo nivel de corriente eléctrica sin ninguna carga externa y pasó a unir en serie una sucesión de tales pares separados por fajos de papel empapado en solución salina. Esto constituyó la pila voltaica, pronto adoptada por Humphry Davy [123] en Londres, quien la utilizó para producir la electrólisis del agua (la descomposición química del H<sub>2</sub>O en hidrógeno y oxígeno gaseosos, liberados en los electrodos).

Galvani, evidentemente un hombre de imaginación limitada, nunca abandonó su creencia en la electricidad animal. Llegó a sentirse amargado por el rechazo de su teoría, la muerte de su mujer y la persecución política que tuvo que soportar, ya que él se oponía abiertamente al sometimiento por parte de Napoleón del norte de Italia que, como República Cisalpina, se convirtió en una satrapía francesa. Pero al final, sus ideas sobre la electricidad fueron vigorosamente, aunque erróneamente, promovidas por su discípulo y sobrino Giovanni Aldini. Aldini llegó al extremo de recoger cabezas humanas recién cortadas al pie de la guillotina e insertar electrodos en los cerebros. Esto, informó, provocaba muecas, retorcimiento de los labios y apertura de los ojos. Volta, por su parte, evitaba esta teatralidad y consiguió un amplio reconocimiento. Exhibió su batería en la Academia de Ciencias de París en presencia del propio emperador, quien comprendió su potencial y recompensó a su inventor con una medalla de oro. Más tarde se convirtió en un respetado político y hombre de Estado. El nombre de Volta se conmemora en la unidad de potencial eléctrico, el voltio, y el de Galvani en el galvanómetro y, por encima de todo, en el expresivo verbo galvanizar.

La historia de Galvani y Volta se ha contado con frecuencia. Una exposición vívida y breve se encuentra en *The Scientific Traveler: A Guide to the People, Places and Institutions of Europe*, por Charles Tabford y Jacqueline Reynolds (Wiley, Nueva York, 1992); para más detalles véase J. F. Fulton y

Cushing, *Annals of Science*, 1, 593 (1936).

## 59

### Vibriones en Viena

El test de aglutinación fue durante muchas décadas uno de los pilares de la inmunología clínica y de laboratorio. Consistía en añadir a una suspensión de bacterias desconocidas, digamos, un antisuero contra una especie de bacteria conocida. Si se formaba una masa sólida y se hundía en el fondo del tubo, entonces quedaba establecida la identidad de la bacteria. Los cultivos de bacterias desconocidas se ponían a prueba con diversos antisueros preparados por animales inmunizados tales como conejos o a veces cabras o caballos. Una preparación de un animal podía servir como antisuero estándar durante años. El test fue descubierto en el laboratorio de Max Gruber en Viena por su estudiante inglés, H. E. Durham. Durham recordaba:

Fue una memorable mañana de noviembre de 1894, cuando todos estábamos preparados



con cultivo y suero proporcionados por Pfeiffer para poner a prueba su reacción de diagnóstico *in vivo*. El profesor Gruber me llamó: ¡Durham! Kommen Sie her, schauen Sie an!». Antes de poner nuestras primeras inyecciones de suero y vibriones [bacilos del cólera] él había colocado un espécimen bajo el microscopio y allí se mostraba la aglutinación. Algunos días más tarde teníamos que hacer nuestras mezclas en pequeños recipientes de cristal esterilizados; sucedió que ninguno estaba esterilizado, de modo que tuve que hacer uso de tubos de ensayo estériles; éstos contenían una mezcla de cultivo y suero que había quedado allí durante algún tiempo y entonces grité, «Herr Professor! Kommen Sie her, schauen Sie an!». ¡El fenómeno de sedimentación estaba ante sus ojos! Así, había dos técnicas disponibles, la microscópica y la macroscópica.

La aglutinación en tubo de ensayo fue vista entonces sólo porque Durham no había tenido disponible ninguno de los recipientes estándar estériles. El crédito por el descubrimiento fue impugnado por el bacteriólogo alemán Richard Pfeiffer, el cual proporcionó los materiales para utilizar en la inoculación.

La historia está registrada en el libro *The Art of Scientific Investigations*, 3.ª edición, de W. J. B. Beveridge (Heinemann, Londres, 1960).

## 60

### Ahogando el teléfono

R. V. Jones [106] fue un físico, finalmente catedrático de Física en la Universidad de Aberdeen, que hizo notables contribuciones a la investigación operacional durante la segunda guerra mundial. También era famoso por las ingeniosas bromas que gastaba a sus colegas. La que sigue fue ideada en Oxford en los años anteriores a la guerra con la connivencia de dos amigos. Ésta es la descripción que hizo el propio Jones de lo que sucedió.

Llamé por teléfono al alojamiento de Gerald Touch. Antes de que alguien pudiera responder, colgué y repetí la operación varias veces para crear la impresión de que alguien estaba tratando de marcar el número pero que algo no funcionaba. Tras este período de iniciación, marqué el número de nuevo y oí una voz que reconocí como perteneciente a un estudiante muy capaz en química —de hecho, ese año él había ganado la Beca Senior de química en toda la Universidad—. Volviendo a la lengua que era mi segundo idioma, el *cockney* que procedía de mis primeros días de escolarización, expliqué que era el ingeniero de teléfonos y que acababa de recibir una queja de un abonado que estaba tratando de marcar el número y no lo había conseguido, pero, por los síntomas que describió diría que o bien su dial iba demasiado rápido o que había una fuga a tierra en alguna parte en el extremo receptor de la línea. Añadí que enviaríamos a un hombre por la mañana para comprobar si estaba

aislado, pero era posible que el fallo pudiese resolverse simplemente con la conversación telefónica siempre que pudiésemos asegurarnos de cuál era. Algunas sencillas pruebas mostrarían si era así, y si la víctima tuviese la amabilidad de ayudarnos con estas pruebas, quienquiera que fuera la persona que quería comunicar podría hacerlo esa misma tarde. ¿Nos ayudaría entonces la víctima con las pruebas? Inmediatamente, por supuesto, él expresó su disposición para hacerlo y le expliqué que tendría que hacerle esperar mientras iba a por el manual apropiado para que pudiéramos seguir la secuencia correcta de pruebas.

Advertí que él estaba tan firmemente «enganchado» que incluso podía permitirme hacer payasadas y le convencí de que cantara en voz alta al teléfono con el pretexto de que sus gránulos de carbón se habían

atascado. Para entonces, por supuesto, todos los residentes de la casa habían sido alertados y observaban con cierta diversión el resto de la actuación. Le dije que su último esfuerzo había limpiado el micrófono y que ahora estábamos preparados para rastrear la fuga a tierra.

Le expliqué que pondría una señal de prueba y que cada vez que él oyese la señal querría decir que esa prueba concreta había salido bien. La señal apropiada estaba generada simplemente aplicando mi propio receptor al micrófono, lo que producía un graznido tremendo. Como también le había pedido que escuchase muy atentamente, quedó casi ensordecido la primera vez que lo hice. Luego le pedí que colocara el receptor en la mesa delante de él y lo tocara. Yo podía oír, por supuesto, el ruido de su dedo haciendo contacto, e inmediatamente repetí el graznido. Cuando él cogió el receptor le dije que el test había sido satisfactorio y que ahora debíamos intentar algunos otros. Seguidamente le hice pasar por una serie de payasadas que incluían el hacerle sostener el receptor por el cable y alejarlo de su cuerpo lo más posible, al mismo tiempo que descansaba primero sobre una pierna y luego sobre la otra. Cuando ya le había dado tiempo para alcanzar cada posición, transmitía oportunamente el graznido y así le mantuve absorto oyéndolo. Tras esta serie de tests le dije que nos estábamos acercando a la fuente del problema y que todo lo que necesitábamos ahora era una buena «tierra».

Cuando él preguntó cuál podría ser, yo dije: «Bien, ¿tiene usted un cubo de agua?». Respondió que trataría de encontrar uno y en un minuto o dos volvió con el cubo. Cuando dijo: «Bien, ¿qué hacemos ahora?», yo le indiqué que colocara el cubo sobre la mesa delante del teléfono y metiera su mano en el agua para asegurarse de que estaba bien conectado a tierra y luego tocase de nuevo el teléfono. Cuando hizo

esto oyó oportunamente el graznido apropiado; y cuando cogió de nuevo el receptor le respondí que ahora sólo quedaba una prueba final y lo tendríamos resuelto. Cuando preguntó cuál era le dije que cogiera el receptor suavemente por el cordón, lo mantuviese sobre el cubo y luego lo introdujese lentamente en el agua. Él estaba dispuesto a hacerlo cuando Gerald Touch, que estaba rodando por el suelo aguantándose las carcajadas, pensó que la broma ya había ido lo suficientemente lejos. Aunque no quería abandonar el juego, él pensaba que deberíamos impedir que nuestra víctima hiciese algún estropicio y empezó a quejarse diciendo que poner el teléfono en el agua lo dañaría irremediablemente. Nuestra víctima me dijo entonces: «Lo siento mucho por el test, estoy teniendo alguna dificultad. Hay un tipo aquí que es físico y dice que si pongo el teléfono en el agua se estropeará». No me resistí a decirle: «Oh, es un físico, señor. Les conocemos: piensan que lo saben todo sobre electricidad. Siempre están tratando de arreglar los teléfonos por sí mismos y los rompen. No se preocupe por él, señor, todo está aquí en mi libro». Se oyó una gran carcajada al otro extremo del teléfono mientras la víctima decía a Gerald Touch: «¡Ja, Ja!, ¿Oyes eso? El ingeniero ha dicho que vosotros los físicos estáis siempre rompiendo teléfonos porque pensáis que lo sabéis todo sobre ellos. Voy a hacer lo que él me dice». Cuando intentó poner el teléfono en el agua, Gerald Touch le cogió por las muñecas para tratar de impedirselo. Se enzarzaron en una prueba de fuerza sobre el cubo y, puesto que la víctima era más fuerte, estaba a punto de ganar. Oí la voz de Gerald Touch diciendo: «Es Jones, idiota», y nuestra víctima, con gran deportividad, estalló en carcajadas.

Jones tenía una especial predilección por las bromas telefónicas, y cuenta una de ellas perpetrada por un amigo alemán, el físico Carl Bosch,

quien hacia 1934 estaba trabajando como estudiante de investigación en un laboratorio que daba a un bloque de apartamentos. Sus estudios revelaron que uno de los apartamentos estaba ocupado por un corresponsal de periódico, así que telefoneó a esta víctima pretendiendo ser su propio profesor. El «profesor» anunció que acababa de perfeccionar un dispositivo de televisión que permitiría al usuario ver a quien hablase en el otro extremo de la línea. El periodista se mostraba incrédulo, pero el «profesor» se ofreció a hacerle una demostración; todo lo que el periodista tenía que hacer era adoptar alguna postura y la voz del

teléfono le diría lo que estaba haciendo. El teléfono estaba, por supuesto, a la vista directa del laboratorio y así las poses del periodista fueron descritas fielmente. El resultado fue un efusivo

artículo al día siguiente en el periódico y, posteriormente, una desconcertante conversación entre el verdadero profesor y el periodista.

La primera historia es de las memorias de R. V. Jones de su carrera durante la guerra, *Most Secret War* (Hamish Hamilton, Londres, 1978); la segunda está tomada de una conferencia de Jones reimpresa en *Bulletin of the Institute of Physics*, de junio de 1957, p. 193 (también hay detalles de ella en sus memorias).

## 61

### Problemas en el laboratorio

A juzgar por su impacto sobre la vida y la felicidad humanas, el descubrimiento de la insulina fue quizá el suceso más trascendental en la historia de la ciencia moderna. Hasta la tercera década del siglo xx, un diagnóstico de diabetes —que un doctor atento podía hacer con frecuencia a partir de las manchas blancas de azúcar seco que salpicaban los zapatos o el bajo de los pantalones de un paciente masculino—presagiaba una muerte temprana y miserable. Ésta sólo podía retrasarse por una dieta de hambre no menos angustiada para la mayoría de los pacientes que la propia enfermedad.

La ruta hacia la insulina estuvo plagada de incidentes, rencores y engaños. La recompensa de un premio Nobel en 1923 a dos de los actores principales, Frederick Banting (1891-1941) y John Macleod (1876-1935), enojó a otros que sentían (con cierta justicia) que sus esfuerzos habían sido menospreciados u olvidados. Uno de éstos fue Nicolás Paulesco, un fisiólogo rumano que hizo la observación crítica que relacionó la diabetes con la escasez de un componente activo en el Páncreas: descubrió que los altos niveles de azúcar en la sangre y la orina de perros, convertidos en diabéticos por la extirpación del páncreas, disminuían cuando a los animales se les inyectaban extractos pancreáticos. El trabajo de Paulesco quedó interrumpido durante cua-

tro años por la invasión austrohúngara antes del final de la primera guerra mundial y, para cuando volvió a él, Banting, Macleod, Best y Collip, que investigaban en Toronto, estaban cercando a su presa.

Un joven médico alemán, George Zuelzer, consiguió lo que parecía ser un resultado espectacular cuando inyectó extracto pancreático en un paciente moribundo; pero su trabajo, realizado también en condiciones desesperadamente desfavorables, quedó suspendido por la guerra. Sus pretensiones de reconocimiento fueron ridiculizadas por un fisiólogo alemán más famoso, Oscar Minkowski, que había sido el primero en establecer la relación entre el azúcar y el páncreas. Se decía que había sido alertado de la presencia de azúcar en la orina de un incontinente perro pancreatomizado cuando, durante el verano, las moscas se arremolinaban en los charcos del suelo del laboratorio. Con frecuencia se ha asegurado la veracidad de esta historia, y nada menos que por una autoridad como el célebre fisiólogo norteamericano W. B. Cannon; pero Minkowski negaba haber hecho su descubrimiento por un golpe de azar semejante. En cualquier caso, Minkowski, a quien su superior le había encargado la tarea de estudiar la función del páncreas en la descomposición de las grasas, reconoció los síntomas mostrados por el perro pancreatomizado como los de la diabetes mellitus. La respuesta de Minkowski a la pretensión de reconocimiento de Zuelzer fue que también él lamentaba no haber llegado a descubrir la insulina.

La victoria final fue para el grupo de investigación del Departamento de Fisiología de Macleod en la Universidad de Toronto. Banting fue el espíritu impulsor y recibió el apoyo, inicialmente escaso pero posteriormente entusiasta, de Macleod. Charles Best, un estudiante del departamento, se unió como ayudante de Banting, y James Collip, un bioquímico, fue contratado y encargado de aislar el evasivo factor activo en el jugo pancreático. Best y Collip estaban absolutamente convencidos de que deberían haber compartido el premio Nobel, mientras que Banting, hombre de carácter intransigente y paranoide, pensaba que el logro era especialmente suyo y no perdió ninguna oportunidad de insultar y difamar a Macleod. Mucho de este lodo perduró y con frecuencia, y equivocadamente, se ha dicho que Macleod había contribuido poco al descubrimiento y les había robado el crédito a los demás. Es probable que el reparto del botín, que dejó tanta amargura, fuera razo-

nableme<sup>nte</sup> equitativo, aunque muchos sostenían que Best había sido injustame<sup>nte</sup> excluido (y pronto fue recompensado con muchos premios y honores), mientras que Macleod, para ira de Banting, resaltaba los méritos de Collip. De hecho, anunció que compartiría su mitad del premio con Collip y así escribió a un amigo: «Creo que he conseguido que la gente de aquí comprenda que su contribución al trabajo en conjunto era comparable a la de Banting». Banting, mientras tanto, había anuncia<sup>do</sup> su intención de compartir el dinero del premio con Best.

El incidente más dramático en la búsqueda de la insulina ocurrió en enero de 1922. Michael Bliss, autor del estudio definitivo sobre la historia de la insulina, lo describe como «uno de los más notables enfrentamientos personales en la historia de la ciencia». Tras muchos fracasos desalentadores, Collip había conseguido finalmente preparar un extracto de gran actividad que, probablemente, era insulina pura. (Inmediatamente después, se vio incapaz de repetir su preparación y pasó mucho tiempo antes de que lo lograra de nuevo.) Así es como Banting recordaba la célebre disputa unos veinte años más tarde:

El peor golpe llegó una tarde hacia finales de enero. Collip se había hecho cada vez menos comunicativo y finalmente, tras una ausencia de una semana, entró en nuestra pequeña habitación aproximadamente a las cinco y media de la tarde. Se detuvo en la puerta y dijo: «Bien, colegas, lo he conseguido».

Me volví y respondí: «Bueno, felicidades. ¿Cómo lo hiciste?». Collip replicó: «He decidido no decíroslo».

Su rostro estaba blanco como una sábana. Hizo ademán de irse. Yo le cogí con una mano del abrigo y casi levantándole le senté en la silla. No recuerdo todo lo que se dijo pero sí el haberle replicado que tenía suerte de ser tan pequeño porque de lo contrario «le daría de lo lindo». Él nos dijo que había hablado de ello con Macleod y que Macleod estaba de acuerdo con él en que no debía decirnos cómo había purificado el extracto.

Charles Best lo recordaba de forma diferente:

Una tarde de enero o febrero de 1922, mientras estaba trabajando solo en el Edificio Médico, el doctor J. B. Collip entró en la pequeña habi-

tación donde Banting y yo teníamos una jaula de perro y algunos aparatos químicos. Me anunció que dejaba nuestro grupo y que pretendía sacar una patente a su nombre sobre la mejora de nuestro extracto pancreático. Esto me pareció una extraordinaria jugada, de modo que le pedí que esperase hasta que apareciera Fred Banting y, para asegurarme de que lo hacía, cerré la puerta y me senté en una silla que coloqué delante. Al cabo de poco tiempo, Banting regresó al Edificio Médico y recorrió el pasillo hasta nuestra pequeña habitación. Le expliqué lo que Collip me había dicho y Banting pareció tomarlo con mucha calma. Sin embargo, pude sentir cómo se encendía su genio y

pasaré por alto los sucesos posteriores. Banting estaba muy irritado y Collip tuvo suerte de no sufrir ningún daño serio. Yo tenía miedo de que Banting hiciera algo que los dos tuviéramos que lamentar mucho más tarde y puedo recordar cómo lo retuve con todas mis fuerzas.

Michael Bliss conjetura que Collip y Macleod estaban muy ofendidos por las correrías de Banting durante las semanas precedentes cuando, al parecer, había tratado de realizar ensayos clínicos prematuros con material impuro y posiblemente peligroso preparado por él mismo y por Best. Bliss escribe:

Supongo que Collip y Macleod estaban poco acostumbrados a la conducta de Banting durante las últimas semanas, en particular por la ruptura de Banting del espíritu de la colaboración al tratar de obtener él mismo y Best el extracto para el primer ensayo clínico. Y, según parece, Banting se había apropiado de algunas de las mejoras de Collip para obtener dicho extracto. Banting había mostrado desconfianza hacia ellos; ahora, ellos no tenían ninguna razón para confiar en él. La purificación del extracto era trabajo de Collip, no de Banting y Best. Collip y Macleod quizá pensaron que Banting estaba tratando de robar crédito a Collip ya que si él conociese el proceso para hacer el extracto lo reclamaría como suyo. Quizá creyeran, tras el incidente del 11 de enero [cuando habían sabido de las actividades a escondidas de Banting], que Banting no era digno de confianza pero no que tratara de adelantarse al resto del equipo solicitando una patente. La paranoia engendró paranoia. Así que Collip y Macleod decidieron no decir a Banting y Best el secreto de cómo hacer un extracto antidiabético efectivo.

En años posteriores, Banting y Collip se reconciliaron y ambos rindieron<sup>n</sup> tributo a la contribución del otro al gran descubrimiento. De hecho, en 1941, Banting, que estaba comprometido en trabajos de guerra para el gobierno canadiense, pasó la última noche de su vida *con* Collip en Montreal antes de que el bombardero que iba a trasladarle a Inglaterra se estrellase, muriendo todo el pasaje.

Para una cautivadora exposición de la historia de la insulina, véase Michael Bliss, *The Discovery of Insuline* (Macmillan, Londres, 1987).

## El niño es padre del hombre

Jeremy Bernstein, en su ensayo *El jardín de ciencia de un niño*, ha recogido los recuerdos infantiles de varios físicos teóricos que revelan cómo se inició su curiosidad por los números.

El gran teórico Hans Bethe (ocupado a sus noventa años en la física teórica, que para él es la más interesante de todas las ocupaciones humanas) cuando le preguntaron si tenía algún recuerdo temprano de las matemáticas respondió:

Oh, sí; muchos. Estaba interesado en los números desde una edad muy temprana. Cuando tenía cinco años le dije a mi madre un día que íbamos de paseo: «¿No es extraño que si un cero viene detrás de un número significa mucho pero si está delante no significa nada?». Y un día cuando tenía aproximadamente cuatro años, Richard Ewald, un profesor de fisiología que era el jefe de mi padre, me preguntó en la calle: «¿Cuánto es 0,5 dividido por 2?». Yo respondí: «Querido tío Ewald, no lo sé», pero la siguiente vez que le vi corrí hacia él diciéndole: «Tío Ewald, es 0,25». Yo entonces ya conocía los decimales. Cuando

tenía siete años aprendí las potencias, y llené todo un libro con las de 2 y de 3.

Stanislaw Ulam era un matemático polaco (1909-1984) que pasó la mayor parte de su vida activa en Estados Unidos y cuyas ideas matemáticas fueron cruciales para la construcción de la bomba de hidrógeno. La siguiente historia procede de su cautivadora autobiografía, *Aventuras de un matemático*:\*

Yo tuve curiosidad matemática muy pronto. Mi padre tenía en su biblioteca una maravillosa serie de libros alemanes de tapas blandas: *Reklam*, se llamaban. Uno era el *Álgebra* de Euler. Lo ojeé cuando tenía quizá diez u once años, y me provocó una sensación misteriosa. Los símbolos parecían signos mágicos. Me pregunté si algún día los comprendería. Esto contribuyó probablemente al desarrollo de mi curiosidad matemática. Descubrí por mí mismo cómo resolver ecuaciones cuadráticas. Recuerdo que lo hacía con una increíble concentración y un esfuerzo casi doloroso y no completamente consciente. Lo que hacía equivalía a completar el cuadrado en mi cabeza sin lápiz ni papel.

El siguiente pasaje procede de la biografía de Enrico Fermi [29] escrita por su amigo, el físico Emilio Segre:

Fermi me contó que uno de sus grandes esfuerzos intelectuales fue su intento por entender —cuando tenía diez años— lo que se quería decir con que la ecuación  $x^2 + y^2 = r^2$  representa un círculo. Alguien debió señalarle el hecho, pero él tenía que descubrir su significado por sí mismo.

Este descubrimiento, el del sistema de coordenadas polares a cargo de un niño de diez años, debe contarse ciertamente como una hazaña prodigiosa.

Y así es como Freeman Dyson [52] rememoraba para Bernstein uno de sus recuerdos más antiguos:

Me contó que, de niño, una tarde en que le estaban acostando para que hiciera la siesta —no estaba seguro de que edad tenía exactamente, pero no llegaba a los diez años— empezó a sumar números como  $1 + 1/2 + 1/4 + \dots$  y se dio cuenta de que esta serie sumaba 2. En otras palabras, había descubierto por sí mismo la noción de serie infinita convergente.

\* Hay traducción española: Nivola, Madrid, 2002.

Bernstein señala también que Einstein, que siempre estuvo insatisfecho con su propia capacidad matemática, concibió una demostración del teorema de Pitágoras (el cuadrado de la hipotenusa) por sí mismo cuando tenía doce años. Esta hazaña, no obstante, queda eclipsada por la precoz proeza de Paul Erdős, el húngaro exageradamente excéntrico, para quien cada minuto no dedicado a las matemáticas era un minuto perdido; él podía multiplicar mentalmente números de tres cifras a los tres años, manipular cuadrados y cubos a los cuatro y, para cuando tenía diez años, había concebido 37 demostraciones del teorema de Pitágoras.

Todas las historias anteriores se encuentran en la recopilación de Jeremy Bernstein, *Cranks, Quarks, and the Cosmos* (Basic Books, Nueva York, 1993), excepto la última, para la cual puede consultarse la biografía de Erdős por Paul Hoffman, *The Man Who Loved Only Numbers: The Story of Paul Erdős and The Search for Mathematical Truth* (Fourth Estate, Londres, 1998).

## La treta de Hooke

Se sabe de científicos que se quejan de la falta de franqueza de sus colegas siempre a la búsqueda de patentes o simplemente de prioridades. Las cosas eran mucho peor en la antigüedad. Los filósofos naturales de la Ilustración trataban de salvaguardar sus afirmaciones sobre un descubrimiento, a la vez que minimizaban el riesgo de errar en público, depositando sus observaciones fechadas en un archivo u ocultándolas en un mensaje cifrado. Robert Hooke (1635-1703), contemporáneo de Isaac Newton, era un formidable erudito, amigo de (entre otros) Christopher Wren, y fue él quien diseñó el monumento en Pudding Lane en la ciudad de Londres para señalar *el* lugar donde comenzó el Gran Incendio de 1666.

Hooke era habitualmente celoso en guardar lo que ahora llamaríamos su propiedad intelectual y desconfiaba de sus contemporáneos. Su nombre está consagrado en la Ley de Hooke de la Elasticidad, la

cual establece que la extensión de un material elástico es directamente proporcional a la fuerza de estiramiento aplicada. El interés de Hooke en la elasticidad derivaba en parte de su invención del reloj de resorte. En 1665, Hooke formuló una descripción cifrada de su invención en la forma: «la Verdadera teoría de la Elasticidad, y una particular <sup>E</sup>xplicación en varias Disciplinas en las que puede encontrarse: Y la manera de calcular las velocidades de cuerpos movidos por ellos. *ceiinossttuu*». Esto último era un anagrama, como Hooke desveló dos años después cuando estuvo seguro de sus resultados y satisfecho de que pudieran aplicarse a su volante de resorte:

Hace aproximadamente dos años yo publiqué esta teoría en un anagrama al final de mi libro de las descripciones de los helioscopos, viz *ceiinossttuu*, es decir, *Ut tensio sic vis*; es decir, la potencia de un muelle está en la misma proporción que la tensión. Es decir, si una potencia estira o dobla un espacio, dos doblan dos, y tres doblarán en tres, y así sucesivamente. Ahora, como la teoría es muy corta, también la forma de ensayarla es muy fácil.

Para una exposición de la obra de Hooke y de sus intelectuales contemporáneos, véase *Ingenious Pursuits*, de Lisa Jardine (Little, Brown, Londres, 1999).

## Conoce a tu adversario

J. G. Crowther (1899-1983) era un periodista y divulgador científico que parecía haber conocido durante su vida a todos los científicos de cierta talla. En las memorias de su vida entre científicos cuenta historias de encuentros durante las dos guerras mundiales. La siguiente, pensaba él, quizá fuera apócrifa pero en cualquier caso era muy apropiada. E. A. Milne (1896-1960), el matemático y cosmólogo de Oxford,

ofreció sus servicios al Ministerio de la Guerra, y recibió un documento ciclostilado

informándole de que sus servicios serían requeridos si

fuera necesario. Milne, a la vista de sus servicios en la primera guerra mundial, y la eminencia alcanzada desde entonces, estaba enojado por lo que consideraba una respuesta descortés. Utilizó sus contactos para hacer llegar su desaprobación a la atención de los escalones más altos del Ministerio de la Guerra. Tras ello recibió una invitación, firmada por un general de brigada, para acudir al Ministerio. Milne llegó despotricando. Dijo al general, que escuchaba tranquilamente su diatriba, que el Ministerio de la Guerra debería saber que la guerra sería una guerra científica. En ese caso, ¿era la forma en que le habían tratado la mejor forma de utilizar la ciencia y a los científicos eminentes?

El general esperó a que Milne se quedara sin aire, y entonces preguntó: «¿Ganó usted el premio Adams [de matemáticas] en su año?». «No», respondió Milne enfadado, «pero ¿qué tiene que ver eso ahora?». «Yo lo hice», dijo el general.

Y ésta es su segunda historia de un interlocutor subestimado (en 1918):

Un día, dos altos oficiales americanos aparecieron en el HMS *Excellent* (el centro de artillería del Almirantazgo en el puerto de Portsmouth). Las autoridades no habían informado de sus nombres por adelantado. Fueron encomendados a Richmond [H. W. Richmond, famoso matemático], el cual les trajo a nuestro despacho y empezó a explicarles en el lenguaje más simple posible lo que estábamos haciendo. La experiencia le había enseñado a no suponer que los oficiales visitantes sabían de matemáticas, de modo que empezó evitando el uso del cálculo infinitesimal. Los dos americanos escucharon cortésmente, y de cuando en cuando hacían comentarios muy razonables. Llegados a un punto, Richmond dijo con su suave voz: «¿Conocen quizá el cálculo infinitesimal?». El más alto de ellos, un hombre de mediana edad y modales agradables, sonrió ligeramente y dijo: «Sí, conocemos el cálculo infinitesimal».

Richmond suspiró aliviado y dijo que ahora podrían continuar. Entró en materia con más profundidad y los comentarios de los americanos se hicieron aún más inteligentes. Al cabo de un rato, Richmond levantó la vista y dijo: «¿Son ustedes quizá matemáticos?». El americano más alto sonrió divertido y respondió: «Me llamo Veblen». Yo estaba sentado a cuatro metros y aún pude ver a Richmond saltar de su silla murmurando una serie de «Oh» inarticulados. Él y Oswald Veblen

trabajaban en el mismo campo de las matemáticas y había pasado media hora tratando de explicarle la solución de ecuaciones diferenciales sin utilizar el cálculo infinitesimal.

Oswald Veblen (1880-1960), distinguido por sus estudios en varias ramas de la geometría, llegó a ser más tarde director del Instituto para Estudio Avanzado en Princeton que en su día acogió a Einstein.

Hay otros ejemplos de confusiones cómicas de este tipo. Glenn Seaborg, premio Nobel de Química en 1951 por su trabajo sobre elementos transuránicos (elementos radiactivos más pesados que el uranio formados por bombardeo nuclear), fue consejero científico de una serie de presidentes norteamericanos. En una ocasión, un agresivo interrogatorio por parte de un comité del Congreso culminó en una pregunta retórica de un senador de mal carácter: «¿Qué sabe usted del plutonio?». Seaborg pudo responder que fue él quien había descubierto el elemento.

Las dos historias contadas por I. G. Crowther son de sus memorias, *Fifty Years with Science* (Barrie and Jenkins, Londres, 1970). Para la última historia, véase Glenn Seaborg, *A Chemist in the White House: From the Manhattan Project to the End of the Cold War* (American Chemical Society, Washington DC, 1988).



## La chispa divina viene de noche

Muchos científicos han experimentado el flash trascendental de la revelación mientras se relajaban o se encontraban entre el sueño y la vigilia. Un caso cautivador fue el del fisiólogo austriaco Otto Loewi (1823-1961), catedrático de Farmacología en la Universidad de Graz y recordado principalmente por su descubrimiento de la transmisión química del impulso nervioso. En 1936, este hallazgo le valió el premio Nobel, que compartió con su amigo inglés Henry Dale [36]. En esa época, una cuestión fundamental en neurobiología era si los impulsos nerviosos son impartidos a los músculos que controlan por me-

dio de un mediador químico, ya que Dale ya había demostrado que una sustancia encontrada en el cuerpo, la acetilcolina, podía estimular la acción de un nervio; por ejemplo, podía frenar el latido de un corazón exactamente igual que lo hacía la estimulación del nervio vago que controla el músculo cardiaco.

Loewi se había quedado dormido una noche leyendo una novela cuando se despertó sobresaltado, consciente de que una revelación deslumbrante había sucedido en su mente. Buscó un lápiz y tomó nota de su esencia. Pero cuando se despertó a la mañana siguiente no pudo reconstruir su gran idea ni, para su pesar, interpretar su nota. Todo ese día estuvo sentado en su laboratorio esperando en vano que la visión de todos los aparatos familiares sacudiesen su memoria y tratando de entender, sin éxito, lo que había garabateado. Esa noche Loewi se fue a la cama disgustado, pero de madrugada se despertó con la idea danzando una vez más en su mente. Esta vez tuvo más cuidado al plasmarla por escrito.

Al día siguiente fue a su laboratorio y en uno de los más claros, más simples y más definidos experimentos en la historia de la biología obtuvo la prueba de la mediación química de los impulsos. Preparó dos corazones de rana que se mantenían latiendo gracias a una solución salina. Estimuló el nervio vago de uno de los corazones, haciendo así que dejara de latir. Luego, retiró la solución salina del corazón y la aplicó al otro. Para su gran satisfacción la solución tenía el mismo efecto en el segundo corazón que la estimulación del vago había tenido en el primero: el músculo latiente era llevado al reposo. Éste fue el comienzo de muchas investigaciones en muchos países en todo el mundo sobre la intermediación química, no sólo entre nervios y músculos y las glándulas a las que afectan sino también entre los propios elementos nerviosos.

La sustancia liberada en la solución por el nervio estimulado era lo que ahora se conoce como un neurotransmisor y, de hecho, era acetilcolina.

El descubrimiento de que el corazón podía mantenerse latiendo durante muchas horas fue un feliz accidente: Sidney Ringer (1835-1910), un médico del University College Hospital de Londres y farmacólogo a ratos libres, había trabajado durante muchos años con co-

razones de rana extirpados, que, suspendidos en solución salina fisiológica, latían durante media hora a lo sumo. Pero un día, un corazón siguió latiendo, aparentemente de forma indefinida. Ringer estaba perplejo; al principio pensó que podía ser un efecto estacional en la fisiología del corazón anfibio, pero en una investigación posterior descubrió que esa vez la preparación de la solución salina había sido cosa de su joven ayudante que había utilizado agua del grifo en lugar de agua destilada. Más tarde, Dale escribiría:

como me explicó el propio Filder [el «mozo de laboratorio» descuidado], a quien conocí cuando era anciano, él no veía por qué tenía que gastar todo el tiempo destilando agua para el doctor Ringer, quien no advertiría ninguna diferencia si la solución salina se hacía directamente con agua *del* grifo.

Ringer preguntó a la New River Head Company, que en aquellos días suministraba el agua a la zona norte de Londres, qué iones contenía su agua corriente y fue así como se descubrió la naturaleza esencial de los iones calcio en fisiología. (Los iones son los componentes cargados, positivos y negativos, en los que se disocian las sales, tales como la sal común, cloruro sódico, o, en este caso, el cloruro cálcico, cuando se disuelven en agua.) El medio utilizado en experimentos fisiológicos se conoce todavía como «solución de Ringer».

En cuanto a Otto Loewi, dado que era judío, fue expulsado de su país tras el *Anschluss* y encontró refugio en Nueva York, no sin antes ser arrestado por las tropas de asalto austriacas y encarcelado. Esperando lo peor, y preocupado por la seguridad de su mujer y sus hijos, lo que atormentaba a Loewi por encima de todo era la idea de que sus más recientes resultados de laboratorio no estaban preparados para su publicación y se perderían para siempre si fuera fusilado. Se las arregló para garabatear una breve exposición de su trabajo y sobornó a un carcelero para que la enviara por correo a una revista científica. Conseguido esto, experimentó un «alivio indescriptible». No fue fusilado: su influyente amigo, sir Henry Dale, le sacó de la prisión amenazando con un boicot de los científicos austriacos y Loewi y su familia se reunieron finalmente en Norteamérica.

Loewi no fue ni mucho menos el único científico judío salvado *in extremis* por Henry Dale. En 1932, un año antes de que Hitler llegase al poder, Dale asistió a una conferencia en Alemania y quedó impresionado por una charla sobre la manipulación de acetilcolina liberada de los nervios por un producto vegetal (descubierto por Loewi) llamado fisostigmina. El orador era un joven fisiólogo llamado Wilhelm Feldberg. Al año siguiente, Feldberg fue expulsado de su puesto en la Universidad de Berlín bajo las leyes raciales y estaba desesperado por encontrar un puesto en Gran Bretaña o en Norteamérica. Al oír que un emisario de la Fundación Rockefeller estaba en Berlín para ayudar a quienes estaban en apuros, se apresuró a concertar una entrevista.

Él [el representante de Rockefeller] era muy agradable pero dijo algo parecido a esto: «Debe comprender, Feldberg, que han sido despedidos tantos científicos famosos a los que debemos ayudar que no sería honrado despertar ninguna esperanza de encontrar un puesto para una persona joven como usted». Luego, para tranquilizarme agregó: «Pero al menos déjeme apuntar su nombre. Nunca se sabe». Y cuando deletreé mi nombre para él, dudó y dijo: «Creo que he oído hablar de usted. Déjeme ver». Volviendo atrás las páginas de su diario dijo de repente, encantado [con] él mismo: «Aquí está. Tengo un mensaje para usted de sir Henry Dale a quien conocí en Londres hace unos quince días. Sir Henry me dijo que, si por azar encuentra a Feldberg en Berlín y ha sido despedido, dígame que quiero que venga a Londres a trabajar conmigo. ¿Así que es usted? ¡Perfecto!», dijo calurosamente. «Hay al menos una persona de la que ya no tengo que preocuparme.»

Feldberg desarrolló una brillante carrera en el Medical Research Council de Londres sólo concluida a los ochenta y nueve años de edad por un episodio grotesco y desafortunado. Feldberg había hecho un descubrimiento accidental: menos diestro en el laboratorio que antaño, golpeó una lámpara de lectura que cayó sobre el abdomen de un conejo anestesiado. El calentamiento de éste dio como resultado una brusca subida del azúcar en sangre. Feldberg recibió una beca para estudiar este fenómeno puesto que podía tener cierto interés fisiológico.

En esta fase, un grupo de activistas de los derechos de los animales se infiltró en su laboratorio. Haciéndose pasar por un equipo de televi-

sión, pidieron y recibieron permiso para filmar un programa sobre su investigación. Ayudado por un técnico anciano, Feldberg ya no estaba en plenas facultades y fue filmado dejando de anestesiar a un conejo e incluso en un momento apareció él mismo dando cabezadas mientras inyectaba al animal. Cuando las fotografías se mostraron en un periódico de difusión nacional estalló un escándalo y, envuelto en mucha acritud y bochorno, Feldberg se retiró finalmente. Murió un año más tarde.

La historia del gran descubrimiento de Otto Loewi procede de W. B. Cannon, *The Way of Investigator* (Norton, Nueva York, 1945); los recuerdos de Wilhelm Feldberg se encuentran en *The Pursuit of Nature: Informal Essays on the History of Physiology*, A. L. Hodking, ed., et al. (Cambridge University Press, Cambridge, 1977).

## 66

### Siguiendo el ejemplo

Benjamin Silliman fue un famoso estudioso y profesor de la Universidad de Yale durante la primera mitad del siglo xix. Creó los laboratorios de química de la Universidad y se convirtió en uno de los más destacados químicos de su tiempo en el país. Aquí describe un incidente exasperante que ocurrió cuando encargó al fabricante local de instrumentos una docena de retortas. Como sólo tenía una muestra rota, envió ambas piezas para indicar exactamente lo que necesitaba:

A su debido tiempo me llegaron, de la fábrica de East Haverford, una docena de retortas de vidrio verde, cuidadosamente embaladas y perfectas, salvo que todas estaban quebradas por el cuello exactamente donde estaba rota la muestra: y el cuello quebrado y la bola yacían como reyes decapitados en sus ataúdes. La imitación más que china proporcionaba una curiosa ilustración del estado de la fabricación de vidrio químico en este país, o más bien en Connecticut; no es probable que el mismo error hubiera ocurrido en Filadelfia o Boston.

Véase, J. F. Fulton y E. H. Thomson, *Benjamin Silliman, Pathfinder in American Science* (Schuman, Nueva York, 1947).

## 67

### Ciencia para supervivencia

La ciencia, ya sea como actividad racional, ya como parodia absurda, continuó en los campos de exterminio de la Alemania nazi y salvó algunas vidas. En Auschwitz, los prisioneros con estudios de química eran reclutados para trabajar en los laboratorios de la factoría Buna Rubber, el Departamento de Polimerización. Entre ellos se incluía un hombre que iba a convertirse en un gran escritor y cronista de la resistencia en el campo, Primo Levi. Cuando el «kapo», el

prisionero encargado de la barraca de Levi, anunció que se convocaba a los químicos a presentarse voluntarios para trabajo de laboratorio, Levi, ya medio muerto de hambre y trabajo agotador, fue uno de los que aceptó el nuevo destino. Fue llevado a presencia de herr doktor ingenieur Pannwitz:

«Wo sind Sie geboren?» Se dirige a mí como *Sie*, la forma cortés de tratamiento. Doktor ingenieur Pannwitz no tiene sentido del humor. Maldito sea, no está haciendo el más mínimo esfuerzo por hablar un alemán ligeramente más comprensible.

Obtuve mi título en Turín en 1941 —*summa cum laude*— y mientras lo digo tengo la firme sensación de no ser creído, de ni siquiera creerlo yo mismo; basta con mirar mis manos sucias y llenas de llagas, mis pantalones de convicto cubiertos de barro. Pero aquí estoy, el licenciado en ciencias de Turín; de hecho, en este momento concreto es imposible poner en duda mi identidad, pues mi reserva de conocimientos de química orgánica, incluso tras una inercia tan larga, responde a las preguntas con inesperada docilidad. Y aún más, este sentido de lúcida euforia, esta excitación que siento caliente en mis venas, lo reconozco, es la fiebre de los exámenes, *mi* fiebre de *mis* exámenes, esa movilización espontánea de todas mis facultades lógicas y todo mi conocimiento que tanto me envidiaban mis amigos en la Universidad.

El examen va bien. Como poco a poco advierto, pareceo crecer en estatura. Ahora él me está preguntando sobre qué tema escribí mi tesis. Tengo que hacer un esfuerzo violento para rememorar esa secuencia de recuerdos tan profundamente enterrados: es como si estuviera tratando de recordar los sucesos de una encarnación anterior.

Algo me protege. Mis viejas «Medidas de la constante dieléctrica» son de especial interés para este rubio ario que vive tan seguro: me pregunta si sé inglés y me muestra el libro de Gatterman. Pienso que es absurdo e imposible que aquí, al otro lado del alambre de espino, exista un Gatterman alerta exactamente igual al que estudié en Italia en mi cuarto curso, en casa.

Ahora termina: la excitación que me mantenía alerta durante toda la prueba desaparece de golpe y, atontado y aplanado, observo la limpia piel de su mano escribiendo mi destino en la página en blanco con símbolos incomprensibles.

He aquí otro ejemplo de una vida salvada por la ciencia:

[Paul] Langevin [un distinguido físico francés] me contó cómo sobrevivió su hija en Auschwitz. Esto se debió a un oficial de la S.S. que era biólogo y deseaba librarse de ser enviado al frente oriental. Convenció a las autoridades alemanas de que podría valer la pena tratar de aclimatar plantas de caucho rusas en la fría Polonia. Le permitieron montar un laboratorio y crear un jardín en Auschwitz para este fin. Para que le ayudasen en el trabajo reclutó a algunos biólogos que estaban entre los prisioneros y cuya duración de vida normal antes de entrar en las cámaras de gas era de dos semanas.

Uno de éstos era una bióloga judía de cierto nivel. Cuando se repasó la lista de prisioneros se advirtió el nombre de Hélène Langevin. Ella declaró que era bióloga, de modo que fue escogida. La hija de Langevin estuvo en el campo más de dos años pero sobrevivió al haber mejorado ligeramente las condiciones de aclimatación a causa de la planta de caucho.

La primera historia es de *If This is a Man*, de Primo Levi (Penguin Books, Londres, 1979). [Hay traducción española: *Si esto es un hombre*, Muchnik, Madrid, 1987]; J. G. Crowther, en *Fifty Years with Science* (Barrie and Jenkins, Londres, 1970), cuenta la segunda.

## El acoso de J. J. Sylvester

James Joseph Sylvester era un erudito merecedor de un lugar en la historia de su disciplina como matemático de excepcional brillo y versatilidad. También fue un abogado titulado, un lingüista y un hombre de letras que escribió poesía y publicó un tratado sobre *Las leyes del verso*. Nació en humildes circunstancias en el East End judío de Londres y hablaba con un marcado acento *cockney*. Fue probablemente el antisemitismo lo que le negó una posición académica en Inglaterra, aunque fue elegido Fellow de la Royal Society cuando aún no había cumplido treinta años; y así, en 1841, cuando tenía veintisiete años, embarcó para América para aceptar un nombramiento de profesor en la Universidad de Virginia. La lucidez e ingenio de las lecciones de Sylvester sobre matemáticas puras y aplicadas le ganó una inmediata popularidad entre los estudiantes más aventajados, pero el antisemitismo pronto levantó su cabeza: el periódico de la iglesia local deploró la influencia que un judío y, para colmo, un inglés, que presumiblemente reprobaba la esclavitud, podría ejercer sobre la juventud cristiana. Sylvester fue expuesto a los insultos de unos pocos estudiantes gamberros, especialmente dos hermanos a quienes había reprendido por su ignorancia. El claustro se negó a censurar a los hermanos por miedo a las revueltas estudiantiles que pudiera provocar. Las cosas llegaron a su punto culminante después de que Sylvester hubiera recibido amenazas de violencia:

Sylvester compró un bastón-espada el cual llevaba cuando fue abordado por los hermanos. El más joven iba armado con un pesado palo.

Dio la casualidad de que un íntimo amigo del doctor Dabney [el clérigo que narró la historial se estaba acercando al lugar en el momento del encuentro. El hermano más joven se puso enfrente del profesor Sylvester y exigió una disculpa instantánea y humilde.

Casi inmediatamente golpeó a Sylvester, tirándole su sombrero, y luego dio un golpe con su palo en la cabeza descubierta del profesor.

Sylvester sacó su espada-bastón y se lanzó directo hacia él golpeándole justo sobre el corazón. Con un aullido desesperado, el estudiante

cayó en los brazos de su hermano gritando "¡Estoy muerto! ¡El me ha matado!». El amigo del doctor Dabney apremió a Sylvester para que se fuera del lugar y que, sin siquiera esperar a recoger sus libros, partiera para Nueva York y tomara un barco para Inglaterra.

Mientras tanto fue llamado un cirujano para atender al estudiante, que estaba lívido y bañado en sudor frío, en un completo colapso y aparentemente moribundo susurrando sus últimas oraciones. El cirujano no abrió su chaleco, cortó su camisa e inmediatamente afirmó que no estaba herido en absoluto. La fina punta de la espada-bastón había dado en una costilla y había rebotado sin penetrar.

Cuando se aseguró de que la herida no era mucho más que una picadura de mosquito, el hombre moribundo se levantó, se ajustó su camisa, se abrochó el chaleco y salió andando, aunque tembloroso aún por el shock nervioso.

Sylvester no había zarpado para Inglaterra, sino que permaneció en Nueva York donde tenía perspectivas de un trabajo en el Columbia College (ahora Universidad de Columbia). Pero el Consejo de la Universidad de Virginia, desestimando al Claustro, negó a Sylvester una carta exculpatoria. Tras un año entero sin empleo en Nueva York, volvió a Londres para ganarse la vida ejerciendo como abogado. George Halsted, su posterior estudiante y admirador norteamericano — pues Sylvester volvió finalmente al país como profesor en la Johns Hopkins University en Baltimore— escribió lo que sigue:

Los cinco artículos producidos en el año 1841, antes de la partida de Sylvester para Virginia, anuncian algunos de sus mayores descubrimientos. Luego se produce repentinamente una parada total de esta maravillosa productividad. Ni un artículo, ni una palabra están fechados en la Universidad de Virginia. Hasta 1844, este pájaro herido no vuelve a gorjear débilmente y, en realidad, pasa toda una década antes de que la canción brote otra vez con el vigor melodioso que gana a un mundo en espera.

Si Sylvester perdió lo que suelen ser los años más productivos de un matemático, C. S. Peirce, el filósofo norteamericano, pudo en cualquier caso comentar que sus poderes lógicos «nunca habían sido igualados por más de dos o tres entre todos los hijos de los hombres». En

sus últimos años, Sylvester se convirtió en una figura admirada en el

escenario científico británico, un escritor prolífico y un orador pum, co muy demandado.

La historia está tomada de un absorbente artículo de Lewis S. Feuer en *The Mathematical Intelligencer*, 9, 13 (1987).

## 69

### El americano tranquilo

John Bardeen (1908-1991) ganó dos premios Nobel de Física: en 1956 y de nuevo en 1972. Era un hombre grande y sereno con maneras elegantes y una voz suave. Para los estudiantes que asistían a sus clases en la Universidad de Illinois era «John el Susurrante». Compartió su primer premio Nobel con dos colegas de los Bell Telephone Laboratories, uno de ellos su amigo de toda la vida, Walter Brattain y el otro el jefe de la sección, William Shockley. Bardeen, que había asimilado la mecánica cuántica durante sus días como estudiante de investigación en Princeton, se dio cuenta, cuando contemplaba el comportamiento de un semiconductor, de que una corriente eléctrica experimentaría una perturbación en la interfaz entre dos regiones cristalinas microscópicas. (Un semiconductor tiene una conductividad eléctrica entre la de un conductor, tal como un metal, y la de un aislante.) Tales interfaces se dan en cristales que contienen impurezas y el análisis teórico de Bardeen demostraba cómo cambiaría la densidad de corriente (la concentración de electrones) en esta región. El resultado de esta teoría, y de los experimentos guiados por ella, fue el transistor.

La mujer de Bardeen recordaba cuando su marido volvió del trabajo una tarde de 1948. Aparcó el coche detrás de la casa y entró en la cocina donde ella estaba preparando la cena. «Como usted sabe, su voz era siempre muy queda. Dijo: "Hoy hemos descubierto algo".» En 1956, una mañana en la que él estaba haciendo huevos revueltos para

desayunar, oyó por la radio la noticia de que a él y a sus colegas se les había concedido el premio Nobel.

Tras el premio Nobel, el compañerismo del grupo se deterioró pues Shockley estaba evidentemente celoso de la originalidad y el ingenio teórico de Bardeen y decidió negarle la libertad para seguir sus propias inclinaciones. (Más tarde, Shockley se hizo tristemente famoso por su vociferante defensa del determinismo eugenésico y la afirmación de la superioridad de la raza caucásica. Consecuente con estas ideas fundó un banco de esperma para premios Nobel, de modo que la reserva genética norteamericana pudiera rejuvenecerse con una herencia intelectual y moralmente superior.) Bardeen dejó Bell para pasar el resto de su vida en la Universidad de Illinois. Fue allí donde, en colaboración con dos de sus estudiantes, formuló una explicación del fenómeno de la superconductividad que había intrigado a los teóricos desde cincuenta años antes

[177]. Esto le valió a Bardeen su segundo premio Nobel, el cual compartió con sus dos jóvenes colaboradores. Bardeen habló con su colega de facultad, Charles Slichter, acerca del descubrimiento:

Bardeen le detuvo un día en el vestíbulo del edificio de física en la Universidad de Illinois; era la mañana siguiente a que Bardeen, Cooper y Schrieffer hubieran decidido que tenían la teoría BCS. Slichter informa: «Era evidente que tenía algo que quería decir, pero simplemente se quedó de pie allí. Yo esperé. Finalmente habló. "Bueno, creo que hemos explicado la superconductividad"». «Aunque Bardeen era tímido en muchas cosas», dice Slichter, «si había algo realmente grande que él hubiera hecho, quería contarlo».

La productividad científica de Bardeen sólo terminó con su muerte. La otra gran pasión de su vida era el golf. Slichter habla de que

de toda la vida en el club le inquirió un día:

«Oye, John, hace tiempo que quería preguntarte: ¿A qué te dedicas?». Slichter pregunta: «¿Puedes imaginar eso? Creo que si yo hubiera ganado dos premios Nobel como había hecho John, me las hubiera arreglado para para sacarlo en algún momento de cualquier conversación».

sid su compañero de golf

De Gloria B. Lubetkin en *Physics Today*, **45**, abril, p. 23 (1992).

## Resolviendo lo insoluble

Robert Bunsen y Gustav Kirchhoff sobresalen como gigantes en la historia de la química. El monumento más importante de Bunsen es la ciencia de la espectroscopia: el análisis de las líneas o bandas a longitudes de onda características que forma la luz emitida o absorbida por elementos y compuestos químicos (para una de sus posteriores aplicaciones prácticas véase [45]). Ideó el famoso mechero que lleva su nombre para generar una llama pálida y casi incolora a través de la que pueden verse los colores de los espectros. Bunsen (nacido en Gotinga en 1811) era un soltero afable y muy querido pero de hábitos desaliñados: la mujer de uno de sus colegas en la Universidad de Heidelberg decía que ella quería besarle pero que, antes, hubiera necesitado lavarle. Kirchhoff, amigo y colaborador de Bunsen, compartió buena parte del gran trabajo sobre análisis espectral y siguió contribuyendo a muchas ramas de la química-física. Bunsen y Kirchhoff ocupaban laboratorios contiguos en el edificio de física, *el Friedrichsbau*.

Sus pequeños comienzos a mediados del último siglo [el xix] están marcados por el nombre de Kirchhoff rayado en la ventana de lo que ahora es la habitación privada del ayudante senior. Desde esta ventana se puede divisar la llanura del Rin hacia la agitada Mannheim, como Bunsen y Kirchhoff hicieron una noche cuando se desató allí un incendio y fueron capaces de adivinar, por examen espectroscópico de las llamas, que había bario y estroncio presentes en la masa que ardía. Pero la misma ventana también da sobre el Neckar a los Heiligenberg, a lo largo de las pendientes por las que discurre el «Camino de los Filósofos», el principal entre los muchos senderos que se adentran por las colinas boscosas que rodean la ciudad y que los dos amigos solían atravesar en sus «constitucionales» paseos diarios. Es sabido que Bunsen dijo que fue durante tales paseos cuando le vinieron sus mejores ideas. Un día se le ocurrió: «Si pudimos determinar la naturaleza de las sustancias que ardiere

en Mannheim, ¿por qué no podríamos hacer lo

mismo con el Sol? Pero la gente diría que debíamos estar locos si soñábamos en algo así». Todo el mundo sabe ahora cuál fue el resultado, pero debió haber sido un gran momento aquel en que Kirchhoff pudo decir: «Bunsen, *me he vuelto loco*», y Bunsen, captando lo que ello significaba, respondió: «Yo también, Kirchhoff».

Se había descubierto que la luz del Sol, cuando se examina en un espectroscopio (un sencillo instrumento en el que un prisma dispersa la luz en sus componentes del arco iris) estaba interrumpida por un gran número de finas líneas negras. En 1802, el químico inglés William Hyde Wollaston (principalmente conocido ahora por las lupas bicónicas que empuña Sherlock Holmes en las ilustraciones contemporáneas) quedó sorprendido al encontrar siete de estas interrupciones en el espectro solar; diez años más tarde, con mejor óptica, Joseph Fraunhofer, en Alemania, detectó no menos de trescientas de estas líneas de Fraunhofer, nombre con el que llegaron a conocerse. Bunsen y Kirchhoff encontraron que las longitudes de onda de un par de las líneas más prominentes coincidían precisamente con las líneas en la parte amarilla del espectro emitido por una llama de sodio. Pasaron a identificar las huellas de muchos otros elementos en el espectro solar y su técnica condujo más tarde al descubrimiento de un elemento previamente desconocido abundante en el Sol: el gas noble helio.

Para entender la trascendencia de la historia, y la razón de la excitación de los dos amigos, hay que recordar que un influyente filósofo y matemático, Auguste Comte, había señalado algunos años antes que la composición del Sol sería una de las cuestiones que permanecerían para siempre más allá del alcance de la ciencia. Dicha observación de que el Sol y, como más tarde se demostró por el mismo método, las estrellas más remotas, estaban compuestos por los mismos elementos que la Tierra, fue un hito en la historia de la ciencia.

El pasaje sobre Bunsen y Kirchhoff es de un artículo anónimo publicado en *Nature*, 65, 587 (1902).

## 7 1

### Un escéptico confundido

Logan Pearsall Smith era un hombre de letras, no un científico, pero se convirtió en cuñado de Bertrand Russell. Durante sus años de estudiante en Oxford hizo amistad con Benjamin Jowett, el formidable *master* de Balliol College y catedrático de Griego. Jowett tenía ideas firmes sobre el objetivo de una universidad y fue el primer defensor del sistema tutorial. Veía la investigación como una amenaza para el orden dominante y no podía distinguir ninguna virtud en ella tal y como revela esta conversación con Logan Pearsall Smith. El reflejo de rodilla fue descubierto por dos neurobiólogos alemanes; los reflejos, definidos como impulsos transmitidos al sistema nervioso central y «reflejados» a un músculo para inducir un movimiento involuntario, eran en esa época una preocupación importante para los fisiólogos.

Recuerdo una ocasión, cuando estaba con él en Malvern [probablemente en 1885], en que pronuncié sin querer la ominosa palabra. «¡Investigación!», exclamó el *master*. «¡Investigación!», dijo. «Una mera excusa para la holgazanería; nunca ha conseguido y nunca conseguirá ningún resultado del más mínimo valor.» Ante esta sentencia tan categórica yo protesté; después de lo cual se me conminó a que si conocía algún resultado de valor, lo nombrara sin demora. Mis ideas sobre el tema no eran en absoluto profundas y, en



cualquier caso, es difícil dar ejemplos de un enunciado general en el momento que nos lo piden. Lo único que me vino a la cabeza era el reciente descubrimiento, que había leído en alguna parte, de que al golpear secamente la rótula de un paciente, él daría una patada involuntaria y por el vigor o falta de vigor de esta «sacudida de rodilla», como se denominaba, podía formarse un juicio de su estado general de salud.

«No creo una palabra de eso», replicó Jowett. «Dame un golpe en la rodilla».

Yo era extremadamente reacio a realizar este acto irreverente sobre su persona, pero el *master* insistió enojado y el estudiante no podía hacer otra cosa que obedecer. La pequeña pierna reaccionó con un vigor

que casi me alarmó y, creo yo, debió desconcertar considerablemente al anciano y eminente adversario de la investigación.

Logan Pearsall Smith, *Unforgotten Years: Reminiscences* (Constable, Londres, 1938; Little, Brown, Boston, 1939).

## 72

### Experimento erróneo, conclusión correcta

Durante el apogeo de la física atómica en los años treinta del siglo xx, uno de los físicos más emprendedores fue Ernest Orlando Lawrence (1901-1958), quien construyó en Berkeley, en California, el primer ciclotrón: un instrumento para acelerar partículas cargadas, en particular protones, a lo largo de una trayectoria espiral. Los protones alcanzaban unas altas velocidades sin precedentes y suficientes para escindir con frecuencia los núcleos del blanco sobre el que incidían. El primer ciclotrón fue el precursor de los aceleradores gigantes de hoy situados en túneles subterráneos de kilómetros de diámetro. Lawrence era un hombre de energía demoníaca e impaciencia incontrolable. Había razones para creer (correctamente, como resultó más tarde) que los deuterones —los núcleos del recientemente descubierto hidrógeno pesado o deuterio, que contienen un neutrón además del protón— serían agentes destructivos mucho más efectivos; por ello, Lawrence ansiaba tener en sus manos algo de esta sustancia que, casualmente, un colega en el Departamento de Química, G. N. Lewis, estaba produciendo en forma de agua pesada.

Lawrence siguió preguntando a Lewis cuánta agua pesada tenía hasta que, aproximadamente a primeros de marzo, Lewis pudo mostrarle todo un centímetro cúbico. Era suficiente para acelerar, pero en este trance Lewis no se comportó como un físico. Preocupado por si había fabricado un veneno, dio toda la muestra a un ratón. No le hizo ni bien ni mal al ratón, pero a Lawrence casi le produjo una apoplejía. «¡Este fue el cocktail más caro que haya tomado nunca un ratón o un hombre!», se quejaba.

En realidad, Lewis pensaba que el ratón había mostrado signos de intoxicación. Pero, de hecho, el agua pesada es inocua. Mucho más tarde, en los años posteriores a la segunda guerra mundial, la radiactividad entró en el mundo de los biólogos. Los compuestos biológicos que incorporan isótopos radiactivos [20] se hicieron indispensables para el estudio de las reacciones fisiológicas. (Su uso se basa en el hecho de que los isótopos de cualquier elemento son idénticos en términos químicos, ya que tienen el mismo número de electrones fuera del núcleo; entonces, una pequeña proporción de un isótopo radiactivo en el compuesto bajo estudio actuará como una etiqueta mediante la que podrá observarse el progreso de la sustancia en un organismo biológico.) Los compuestos bioquímicos radiactivos son ahora algo estándar pero en los primeros días sólo

estaban disponibles para unos pocos investigadores.

Puede decirse que el nuevo campo de la medicina atómica empezó realmente en la Universidad de California donde la radiactividad artificial se hizo disponible por primera vez para investigación biológica y médica. Observando a todos los jóvenes que trabajaban alrededor del ciclotrón, bombardeando nuevos blancos y midiendo las radiaciones con contadores Geiger y cámaras de niebla Wilson, pronto me contagié de la excitación de los primeros experimentos. Se sabía muy poco de los efectos biológicos de los rayos de neutrones producidos por el ciclotrón, y éste parecía un lugar importante para empezar a trabajar.

Para las exposiciones a rayos de neutrones en Berkeley hicimos un pequeño cilindro de metal para alojar a una rata de modo que pudiera colocarse cerca del ciclotrón. Después de colocar a la rata en posición, pedimos al equipo que pusiera en marcha el ciclotrón y lo desconectase de nuevo al cabo de dos minutos. Esta exposición de dos minutos era arbitraria, puesto que no teníamos ninguna base para calcular qué dosis produciría un efecto observable en el animal. Una vez que habían pasado los dos minutos nos arrastramos hasta el pequeño espacio entre las D (los electrodos semicirculares por los que discurre la trayectoria espiral que siguen las partículas aceleradas) del ciclotrón de 37 pulgadas, abrimos el cilindro y encontramos que la rata estaba muerta. Todos se amontonaron para mirar la rata, y nació un saludable respeto por la radiación nuclear. Hoy día, por supuesto, las medidas de protección frente a la radiación son una parte integral de todos los programas de

investigación en energía atómica, pero pienso que este incidente con nuestra primera rata jugó un gran papel en el excelente *record* de seguridad de la Universidad. De hecho, no hemos tenido ningún caso de cataratas por radiación entre los trabajadores del primer ciclotrón. Más tarde descubrimos que la muerte de la rata había sido resultado de la asfixia y no de la radiación. Pero puesto que nuestro fallo en airear adecuadamente la cámara de la rata había producido un efecto tan saludable sobre el equipo, preferimos no dar amplia circulación al informe *post mortem*.

John H. Lawrence, el escritor, registra que los físicos, en busca apresurada de resultados, eran siempre reacios a dejar sus instrumentos para experimentos con animales y consideraban a los biólogos y médicos visitantes como una molestia. Él cree que esta opinión pudo haberse intensificado cuando se acercó demasiado al ciclotrón con un par de alicates inadvertidamente guardados en su bolsillo. El campo magnético hizo que los alicates salieran disparados y quedasen pegados a las D, donde estuvieron durante tres semanas.

El primer pasaje es de Nuel Pharr Davis, *Lawrence and Oppenheimer* (Jonathan Cape, Londres, 1969). Los recuerdos de Lawrence están en *California Monthly*, núm. de diciembre (1957), reproducido en *Science with a Smile*, de Robert L. Weber (Institute of Physics, Bristol y Filadelfia, 1992).

## Los viejos soldados nunca mueren

Fue Ernest Rutherford [16] quien declaró que los científicos (que para él significaba los físicos) nunca se hacían viejos, pues a diferencia de la menos afortunada mayoría de la población que no

tiene laboratorios en los que jugar, conservan durante toda su vida el placer infantil de la exploración. He aquí una estampa del patrón de Rutherford, J. J. Thomson, famoso por muchos descubrimientos, muy especialmente el del electrón. A su muerte en 1940, a los ochenta y cuatro años de

edad, su obituarista, el teórico alemán Max Born (1882-1970), más catedrático de Física en Edimburgo, recordaba: tarde

Fue el nombre del profesor J. J. Thomson el que me llevó a Cambridge en 1906...

Más de quince años después, en una visita a Cambridge, me encontré al hijo de Thomson [más tarde sir George Paget Thomson y él mismo un físico laureado con el premio Nobel], que me llevó al Cavendish y al cuarto del sótano en donde «J. J.» estaba trabajando rodeado de las habituales y complicadas estructuras de aparatos, tubos de vidrio y cables. Fui presentado: «Padre, aquí está un antiguo discípulo tuyo que estudió contigo hace años...». La cabeza gris, inclinada sobre un tubo de vacío que brillaba, se levantó durante un minuto: «¡Qué tal! Ahora, mire aquí, éste es el espectro de...», y al momento estábamos inmersos en el ámbito de la investigación, olvidando el abismo de años, guerra y posguerra, que había entre este reencuentro y la época en que nos conocimos por primera vez. Así era Thomson en el Cavendish: la ciencia personificada.

Thomson retuvo aparentemente su disposición competitiva a lo largo de su vida. Cuando F. W. Aston, que desarrolló el espectrógrafo de masas para la medida de las masas atómicas, se quejaba de que Thomson no creería en la evidencia a favor de un nuevo isótopo, Rutherford le dijo que en realidad debería estar agradecido. «Si Thomson la creyera», dijo, «el chaval te la habría birlado».

Véase el obituario de J. J. Thomson por Max Born, en *Nature*, **146**, 356 (1940).

## 74

### Un caso de inanición nocturna

A las dos en punto de una madrugada de 1940, Andrew Nalbandov, un fisiólogo de la Universidad de Wisconsin, se dirigía a casa tras una fiesta. Su camino le hacía pasar por el laboratorio y, al mirar, se sor-

prendió de que las luces del animalario estuvieran encendidas. Nalbandov había estado luchando durante algún tiempo con un problema intratable: intentaba descubrir la función de la glándula pituitaria (que ahora sabemos que es la fuente del grupo de hormonas esenciales que controlan un abanico de actividades corporales). La pituitaria, o hipófisis, como se le suele llamar, está situada justo debajo del cerebro y es difícil de obtener quirúrgicamente. Todos los intentos de extirpar la pituitaria de los animales, en particular de las gallinas, habían llevado a su muerte en cuestión de días, de modo que no había posibilidad de ver si, y de qué manera, los animales podrían sufrir disfunciones cuando se les privaba de la pituitaria. Nalbandov describe sus dificultades:

Ni la terapia de reemplazamiento ni ninguna otra precaución servían y yo estaba a punto de aceptar la idea de A. S. Parkes [49] y R. T. Hill, quienes habían hecho operaciones similares en Inglaterra, de que las gallinas hipófisis-sectomizadas sencillamente no podían vivir. Me resigné a hacer unos pocos experimentos a corto plazo y abandonar el proyecto

global cuando, repentinamente, un 98 por 100 de un grupo de aves hipófisis-sectomizadas sobrevivieron durante tres semanas y muchas vivieron hasta seis meses. La única explicación que pude encontrar era que mi técnica quirúrgica había mejorado con la práctica. Aproximadamente en esta época, cuando estaba listo para iniciar un experimento a largo plazo, las aves empezaron a morir otra vez y en algunas semanas, tanto las aves recién operadas como las que habían vivido varios meses, habían muerto. Esto, por supuesto, desmentía la eficiencia quirúrgica. Continué con el proyecto puesto que ahora sabía que podían vivir en algunas situaciones que, sin embargo, se me escapaban. Aproximadamente en esa época tuve un segundo período de éxito durante el que la mortalidad era muy baja. Pero, a pesar de cuidadosos análisis de los registros (se consideró y eliminó la posibilidad de enfermedad y muchos otros factores), no aparecía ninguna explicación. Puede imaginarse cuán frustrante era ser incapaz de sacar provecho de algo que obviamente estaba teniendo un profundo efecto en la capacidad de estos animales para resistir la operación. Una noche, después de una fiesta que terminó a última hora, volvía a casa en coche por un camino que pasaba por el laboratorio. Aunque eran las 2 a.m., las luces del animalario estaban encendidas. Pensé que algún estudiante descuidado se las había dejado y me detuve para apagarlas. Algunas

noches más tarde advertí otra vez que las luces habían estado encendidas toda la noche. Al investigar resultó que el conserje suplente, cuyo trabajo era asegurarse a media noche de que las ventanas quedaban cerradas y las puertas bloqueadas, prefería dejar encendidas las luces del animalario para poder encontrar la puerta de salida (pues los interruptores no estaban cerca de la puerta). Posteriores comprobaciones mostraron que los dos períodos de supervivencia coincidían con las ocasiones en las que el conserje suplente estaba ocupando el puesto. Los experimentos controlados demostraron pronto que todas las gallinas hipófisis-sectomizadas mantenidas en la oscuridad morían, mientras que las gallinas iluminadas durante dos períodos de una hora por la noche vivían indefinidamente. La explicación era que las aves en la oscuridad no comen y desarrollan hipoglucemia [bajo nivel de azúcar en sangre] de la que no se pueden recuperar, mientras que las aves que están iluminadas comen lo suficiente para prevenir esta carencia. Desde entonces ya no sufrimos ninguna dificultad para mantener las aves hipófisis-sectomizadas el tiempo que quisiéramos.

Así se inició un nuevo capítulo en la historia de la investigación sobre hormonas.

La historia se cuenta en el libro de W. I. B. Beveridge, *The Art of Scientific Investigations* (Heinemann, Londres, 1960).

## 75

### Afortunado encuentro furtivo

Max Born [731, uno de los fundadores de la teoría cuántica, fue expulsado de su cátedra en Gotinga después de que el gobierno nazi promulgara sus leyes raciales en 1933 y, finalmente, encontró amparo en Edimburgo. Fue un encuentro fortuito con Rutherford [161 el que le abrió esta vía de escape:

En 1927 había acudido a un congreso internacional en Como. Durante una conferencia que no encontró interesante, y mientras estaban mostrando algunas diapositivas, aprovechó la oscuridad para escabullirse del auditorio. Cuando

comprobaba el pasillo exterior para asegurarse de que nadie le había visto observó a otra persona que salía sigilosamente por otra puerta y comprobaba también que no había nadie alrededor. Era Rutherford, quién se rió y dijo a Born: «Tampoco usted lo puede aguantar, demos un paseo por el lago». De este modo pasaron el resto del día y éste fue el inicio de su amistad que llevó a Rutherford a invitar a Born a Cambridge en 1933. Más tarde, Born se trasladó de Cambridge a Edimburgo. Esta historia es un simple ejemplo de cómo el azar decidió el destino de muchos en estos tiempos difíciles.

Según George Gamow [81], una de las primeras cosas que encontró el ya traumatizado ojo de Born cuando bajó del tren con su equipaje en Cambridge, fue un cartel proclamando *Born para ser colgado*. \* Hubo que explicarle que esto era simplemente un anuncio de una obra en un teatro local.

De *Niels Bohr: Memoirs of a Working Relationship* por Stefan Rozental (Christian Ejlers, Copenhagen, 1998).

## La conciencia desobediente de Eddington

De entrada, las teorías de la Relatividad Especial y General de Einstein no fueron ni mucho menos universalmente aceptadas por físicos y astrónomos. Sus adversarios eran básicamente aquellos que no se atrevían a descartar el éter, el medio a través del cual se suponía que se propagaban las ondas luminosas; otros no podían tragar el principio de que el propio tiempo era relativo, o que no podía superarse la velocidad de la luz. Uno de los más fervientes prosélitos de Einstein en este turbulento debate era el más destacado astrónomo británico de la época, sir Arthur Stanley Eddington (1882-1944).

\* *Born* significa 'nacido' en inglés. (*N. del t.*)

Eddington era terriblemente tímido aunque nada modesto. Su ilustre pupilo, Subramanyam Chandrasekhar, recordaba haber oído una conversación entre Eddington y otro astrónomo, Ludwig Silberstein: Silberstein creía tener una firme comprensión de la teoría de Einstein y felicitaba a Eddington por ser una de las únicas tres personas en el mundo que la entendía. Al ver que Eddington dudaba, Silberstein le preguntó por qué mostraba esa falsa modestia. «En absoluto», fue la respuesta, «estoy tratando de pensar quién podría ser el tercero». Eddington era, además, cuáquero y pacifista y sentía una fuerte simpatía personal por Einstein cuya condena del militarismo alemán al principio de la primera guerra mundial le había expuesto al oprobio general. En este contexto debe apreciarse la determinación de Eddington por demostrar que Einstein tenía razón.

También Einstein estaba deseoso de que las predicciones de su teoría fueran sometidas al test experimental (más para convencer a los escépticos que por su propia tranquilidad, pues no tenía ninguna duda de su corrección). Una predicción verificable era que la luz sería curvada por la gravedad; la forma más directa de demostrarlo sería observando la desviación de la luz procedente de una estrella cuando pasaba cerca del Sol. Las estrellas casi alineadas con el Sol se hacían visibles durante un eclipse total del mismo, y un eclipse así estaba previsto para el 29 de mayo de 1919. Gracias en parte a la iniciativa de Eddington se prepararon dos expediciones británicas para hacer observaciones: una a Sobral, en Brasil, y la otra, dirigida por el propio Eddington, a la Isla del Príncipe, en la costa occidental de África.

Pero la cosa no era tan sencilla como parecía al principio, pues el poderoso Laplace [145], a principios del siglo XIX, y un astrónomo alemán llamado Georg von Soldner, un poco más tarde, habían predicho, basados en la mecánica newtoniana, que la luz (considerada de naturaleza corpuscular) sería desviada por un campo gravitatorio. (El trabajo de Soldner quedó olvidado hasta que el enemigo de Einstein, el cada vez más antisemita y desquiciado Philipp Lenard, lo redescubrió en 1920 y lo utilizó en sus diatribas contra su *bête noir*.) El modelo newtoniano predecía una desviación de 0,875" —las unidades aquí son segundos de arco, de los que hay 3.600 en un grado—, mientras que Einstein predecía una desviación de 1,75" corrigiendo un

cálculo anterior que le había llevado a un valor prácticamente indis. tinguible de la respuesta newtoniana. Pero tales desviaciones estaban muy cerca del límite de precisión de las técnicas de medida de la época. ¿Podrían los telescopios instalados en Sobral y Príncipe distinguir fiablemente entre aproximadamente 0,9" y aproximadamente 1,8". Obviamente Eddington pensaba que sí podían.

Las condiciones fueron más favorables en Brasil. El mejor de los dos telescopios que había allí dio una desviación media de 1,98" —un poco alta para Einstein— y el telescopio menor dio 0,86", que prácticamente no difiere del valor newtoniano. En Príncipe, el cielo había estado cubierto y sólo dos de las dieciséis placas fotográficas que pudieron exponerse durante el eclipse mostraron imágenes de estrellas medibles, aunque no muy claras. La desviación media inferida era de 1,61", con un generoso margen de error (desviación estándar) de 0,3". Los resultados se presentaron en una reunión extraordinaria de la Royal Society y la Astronomical Society, convocada con este fin el 6 de noviembre de 1919 y presidida por sir J. J. (Joseph) Thomson [73], presidente de la Royal Society. El astrónomo real, sir Frank Dyson, habló en primer lugar e hizo el siguiente informe.

Las placas astrográficas [placas fotográficas obtenidas por un cierto tipo de telescopio] dieron 0,97" para el desplazamiento en el borde cuando se determinaba el valor de la escala a partir de las propias placas, y de 1,40" cuando se tomaba el valor de la escala a partir de las placas de prueba [fotografías de las mismas estrellas tomadas anteriormente por la noche]. Pero las placas mucho mejores dieron para el desplazamiento en el borde un valor de 1,98", frente al valor 1,75" predicho por Einstein. Además, para estas placas el acuerdo en estrellas individuales era el máximo que podía esperarse.

Tras un cuidadoso estudio de las placas estoy dispuesto a decir que no puede haber duda de que confirman la predicción de Einstein. Se ha obtenido un resultado muy definido acerca de que la luz se desvía de acuerdo con la ley de gravitación de Einstein.

Dyson no había hecho ninguna mención de los datos recogidos *en* Príncipe. Pero Eddington, que habló a continuación, no dejó aparte los resultados de Príncipe y, de hecho, si se descarta la respuesta del teles-

*copio* de Sobral menos avanzado, la media de los valores restantes —*el* incómodamente alto 1,98" de Sobral y el poco preciso 1,61" de Príncipe— es exactamente lo que exigía la teoría de Einstein. En este momento habló el profesor Silberstein: otro intento de verificar la Teoría *de* la Relatividad, basado en una predicción del desplazamiento hacia el rojo de la luz procedente de estrellas lejanas, había fracasado: ¿por qué habría que confiar entonces en los dudosos datos de luz curvada que descansan en medidas en el límite mismo de precisión? Eddington no tenía una respuesta convincente. (La anomalía del desplazamiento hacia el rojo se resolvió más adelante: un desplazamiento hacia el rojo se produce debido al cambio en la frecuencia de oscilación de la

radiación emitida por un objeto que se aleja y hay una analogía precisa con la disminución del tono de un pitido de un tren que se aleja.)

Éste es un recuerdo de uno de los miembros de la expedición a Príncipe:

Tal como se nos presentaba el problema había tres posibilidades. Podría no haber desviación en absoluto; es decir, quizá la luz no estaba sometida a la gravitación. Podría haber una «semi-desviación», lo que significaría que la luz estaba sometida a la gravitación como Newton había sugerido y obedecía a la simple ley newtoniana. O podría haber una «desviación plena», confirmando la ley de Einstein en lugar de la de Newton. Recuerdo a Dyson explicando todo esto a mi compañero Cottingham, quien sacó la idea básica de que cuanto mayor fuera el resultado más excitante sería. «¿Qué significado tendría si obtuviésemos una desviación doble?» «Entonces», dijo Dyson, «Eddington se volvería loco y tú tendrías que volver solo».

Apenas puede haber dudas de que una preocupación importante de Eddington era reconstruir las relaciones entre los científicos occidentales y los alemanes, agriadas por los excesos patrióticos de la primera guerra mundial. Un gran número de luminarias germanas (aunque no, por supuesto, Einstein) habían firmado la denominada declaración Fulda en 1914, exculpando a su país de cualquier responsabilidad por la guerra y afirmando su solidaridad con su ejército. Éste y otros sucesos posteriores habían provocado una explosión de ira chauvinista en las revistas científicas (como *Nature*) en Gran Bretaña, Francia y

Estados Unidos. Los informes de la expedición causaron un gran revuelo en la prensa — «Revolución en la Ciencia. Las Ideas Newtonianas Derrocadas» fue el titular en *The Times*—, y Einstein se convirtió al instante en un héroe. Por supuesto, hubo medidas en eclipses posteriores que dieron resultados ambiguos y contradictorios, pero para entonces ya era demasiado tarde para discutir. Las mejores mentes profesionales se habían decidido y la percepción pública estaba firmemente establecida: la Teoría de la Relatividad debía ser verdadera. Evidentemente, la conciencia de Eddington le molestó un poco. Mucho más tarde reconoció que había estado un poco sesgado pero, en su nota necrológica de su aliado Dyson, escribió:

El anuncio de los resultados despertó un intenso interés público y la Teoría de la Relatividad, que durante años había sido coto de unos pocos especialistas, saltó a la fama. Además, no carecía de trascendencia internacional, pues oportunamente puso fin a las exageradas habladurías sobre un boicot a la ciencia alemana. Al ponerse a la cabeza en la comprobación y finalmente verificación de la teoría del «enemigo», nuestro observatorio nacional mantuvo vivas las mejores tradiciones de la ciencia; y quizá aún hoy sea necesaria esta lección para el mundo.

Una acción quizá técnicamente equivocada y más que censurable para los puristas pero hecha por los motivos más virtuosos.

La historia y las citas están tomadas de un artículo sobre «Relativity and eclipses» de J. Earman y C. Glymour, *Historical Studies in the Physical Sciences*, 11, 49 (1980).

La carrera de Fritz Houtermans es material para una obra de ficción. Era alemán de nacimiento pero creció y estudió en Viena. Según su amigo Otto Frisch [201, Houtermans era un físico con una compren-

sión profunda de la teoría cuántica. Desarrollaba su trabajo teórico en los cafés de Viena en los cuales se hizo legendaria su prodigiosa capacidad para beber café. Su reputación en ascenso le llevó a Alemania, a uno de los grandes centros de la física teórica en Gotinga. Houtermans tenía una cuarta parte de judío de modo que, aunque declaraba orgulloso su ascendencia —«cuando vuestros ancestros aún vivían en los árboles», diría a sus colegas arios, «los míos ya estaban haciendo cheques»—, no estaba bajo amenaza de persecución racial por los nazis. Sin embargo, era un comunista comprometido y durante muchos años miembro del partido, y esto habría puesto en peligro su vida. Por ello se marchó a Inglaterra, donde trabajó en los laboratorios EMI y estuvo a punto de descubrir el láser (el medio, conseguido por primera vez en 1960, de generar luz de una única longitud de onda con una intensidad muy alta). Pero la vida en Inglaterra no era de su gusto y se quejaba especialmente del olor del cordero hervido. Se trasladó de nuevo, esta vez para satisfacer su vieja ambición de trabajar en la Unión Soviética. Encontró empleo en el Instituto Físico-Técnico de Jarkov, que entonces acogía a un brillante grupo de físicos, con el gran Lev Landau [137] entre ellos.

Pero el Gran Terror de Stalin se abatió pronto sobre ellos; como muchos de sus camaradas soviéticos, Houtermans fue detenido y sufrió las terribles privaciones de una prisión de la NKVD. Las llamadas en su favor de los físicos en Occidente fueron desestimadas. Houtermans fue acusado de espiar para Alemania y fue torturado. Finalmente tuvo que elegir entre la muerte y la confesión, de modo que confesó e identificó a sus contactos alemanes como los señores Scharnhorst y Gneisenau, generales muertos hacía tiempo que dieron sus nombres a barcos de guerra alemanes. Sus interrogadores no detectaron el engaño, pero sus amigos del exterior pudieron imaginar en qué circunstancias se había extraído la confesión.

Probablemente, Houtermans habría muerto de hambre en prisión de no haber sido salvado por la oportuna firma en 1939 del pacto Ribbentrop-Molotov entre Alemania y la Unión Soviética. Preguntado sobre dónde quería ser enviado tras su liberación, Houtermans optó por Inglaterra pero sus anfitriones soviéticos le despacharon en su lugar a Alemania y le dejaron en brazos de la Gestapo. Fue rescatado

gracias a la intervención del valeroso Max von Laue [112], cuya resuelta y pública oposición al régimen nazi le distinguía de otros líderes de la ciencia alemana. Houtermans fue liberado de la cárcel y puesto a trabajar en el laboratorio privado en un barrio periférico de Berlín de un físico, inventor y millonario bien conocido, Manfred von Ardenne. Durante este período, Houtermans fue enviado en varias visitas breves a sus viejos lugares en la Ucrania ocupada por los nazis, con un encargo de la marina alemana para descubrir qué habían estado haciendo los laboratorios soviéticos. A su regreso envió paquetes de comida a sus amigos de Jarkov y se comprometió en un peligroso juego para proteger a judíos y otros fugitivos.

El laboratorio de Von Ardenne formaba parte del proyecto de bomba atómica alemana y Houtermans, en una visita a Suiza, envió un telegrama a Inglaterra advirtiendo de que los físicos alemanes se habían embarcado en un programa de desarrollo. Fue en Berlín donde Houtermans casi encontró su Waterloo una vez más. Él era un fumador en cadena (un hábito que finalmente acabó con él) y en 1945 se estaba haciendo muy difícil encontrar tabaco en Alemania. De modo que Houtermans se acercó a Abraham Esau, la cabeza administrativa del proyecto de la bomba atómica, y le convenció de que el tabaco de Macedonia era rico en agua pesada [72] requerida para la fabricación de aquel artefacto. En consecuencia, se consiguió y se envió a Houtermans un saco de tabaco como material con prioridad de guerra. Pero cuando todo había sido consumido,



Houtermans se superó y pidió otro envío. Esta vez se levantaron sospechas y se plantearon preguntas; la Gestapo instruyó a Von Ardenne para despedir a Houtermans e inmediatamente se procedió a su detención. Una vez más, Laue, con alguna ayuda de otros físicos destacados, se arregló para sacar a su amigo libertino, a quien se le permitió trasladarse al instituto de física en Gotinga. Pocos meses después la guerra terminó y Houtermans quedó finalmente a salvo.

Houtermans siguió trabajando en Gotinga durante siete años en los que sus intereses se desplazaron hacia la radiactividad natural (geológica); pero estaba sometido a las restricciones impuestas a los científicos por las potencias ocupantes. Por ejemplo, se impuso un límite máximo a las resistencias permitidas para uso en los laboratorios. Este límite era de  $10^9$  ohmios, y un indignado Houtermans protestó diciendo que incluso un lápiz tenía una resistencia más alta. En 1962 recibió una llamada para ocupar la Cátedra de Física en la Universidad de Berna. En este remanso desarrolló un vigoroso programa de investigación, pero cuatro años más tarde murió de cáncer de pulmón a los sesenta y tres años de edad.

Exposiciones fragmentarias de Houtermans, el hombre, y su tempestuosa carrera pueden encontrarse en las memorias de Otto Frisch, *What Little I Remember* (Cambridge University Press, Cambridge, 1979) [Hay traducción española, véase [6]1; en las de George Gamow, *My World Line* (Viking Press, Nueva York, 1970); y en la autobiografía de Hendrik B. G. Casimir, *Hazaphard Reality* (Harper and Row, Nueva York, 1983). Una interesante biografía breve de Houtermans, escrita por I. B. Khriplovich, apareció en *Physics Today*, **45**, 29 (1992).

## 78

### Pelar y perecer\*

En los primeros años del siglo xx se hizo evidente para los nutricionistas que la mayoría de los alimentos contienen sustancias en traza esenciales para la vida. Casimir Funk [163], un bioquímico polaco, les dio el nombre de *vitaminas*, de «vital amina». Fue un nombre equivocado pues cuando se determinó la estructura de varias vitaminas resultó que no eran aminas en absoluto. La primera de estas sustancias en ser descubierta fue la que ahora se conoce como vitamina **B<sub>1</sub>**, o tiamina. Salió a la luz por un feliz accidente.

El beri-beri es una enfermedad degenerativa que lleva a una muerte temprana. Ha devastado poblaciones a lo largo de la historia y, a finales del siglo xix, una epidemia de esta enfermedad barrió las Indias Orientales Holandesas. En 1886, el gobierno de Holanda destacó a un

\* En el inglés original «Polish and perish». (*N. del t.*)

pequeño equipo de expertos para investigar. Dos de ellos eran científicos, se llamaban Clemens Winkler y Cornelis Pekelharing e iban acompañados de un joven doctor del ejército, Christiaan Eijkman (1858-1930). En esa época dominaba la teoría, promulgada por los padres de la microbiología, Louis Pasteur [172] y Robert Koch [155], de que las enfermedades eran producidas por gérmenes y, por tanto, los

holandeses supusieron que el beri-beri era causado por una infección bacteriana. Durante dos años trabajaron agotadoramente para aislar una bacteria y finalmente se persuadieron de que habían tenido éxito. Winkler y Pekelharing volvieron a casa, dejando a Eijkman para concluir las cosas pendientes antes de unirse a ellos. Pero Eijkman empezó a inquietarse. En el hospital militar que era su base había estado trabajando con gallinas afectadas de lo que parecía ser la misma enfermedad, pero ninguno de sus esfuerzos por transmitir la supuesta infección de aves enfermas o muertas a aves sanas dio resultado. Y un examen minucioso tampoco reveló ninguna bacteria o parásito.

Eijkman empezaba a preguntarse si él y sus colegas no estarían después de todo siguiendo una vía falsa, cuando una observación casual vino en su ayuda: la enfermedad que había hecho estragos en la población de aves de corral durante todo ese verano y el otoño amainó abruptamente. Eijkman buscó cambios en el tratamiento de las gallinas y pronto descubrió que en el período crítico había llegado al hospital un nuevo cocinero. El cocinero era responsable de alimentar a las gallinas tanto como a los pacientes; pero él no quería gastar su arroz hervido con las gallinas, de modo que compró una partida de arroz barato con cáscara. Eijkman dividió sus gallinas en dos grupos: las del primer grupo enfermaron rápidamente pero pudieron curarse cuando se les administraba arroz con cáscara, y las del segundo grupo crecieron. Eijkman dedujo que las gallinas estaban siendo envenenadas por una sustancia tóxica en el arroz y que las cáscaras contenían un antídoto, pero fue Pekelharing quien hizo la deducción correcta: la cáscara de arroz contenía un «principio activo» que prevenía el beriberi. La vitamina fue aislada en 1912 por Frederick Gowland Hopkins, un reputado bioquímico de Cambridge. Tuvieron que pasar 18 años antes de que Eijkman y Gowland Hopkins (para entonces Pekelharing había muerto) compartieran el premio Nobel por su trabajo.

Véase C. Eijkman, en *Nobel Prize Lectures in Physiology and Medicine 1922-1944* (Elsevier, Amsterdam, 1965).

## Tabaco y cuantos

Aunque la teoría cuántica tuvo sus orígenes en el trabajo de Albert Einstein sobre el efecto fotoeléctrico (por el cual, y no por la relatividad, recibió el premio Nobel), su indeterminación era algo que Einstein nunca pudo aceptar. Éste fue el origen de su célebre afirmación de que el Señor no juega a los dados. Si el Universo estaba gobernado por el azar, decía, él sería antes un crupier en un casino de juego que un físico. Einstein [161] no estaba solo en su disgusto epistemológico. En 1913, dos futuros ganadores del premio Nobel, el entonces ayudante de Einstein, Otto Stern [6] y Max von Laue [112], mientras subían al Ütliberg cerca de Zurich, se estrecharon las manos en un juramento, despectivamente bautizado por Wolfgang Pauli [25] como el *Ütlischwur* (una alusión al *Rüttelschwur* del Guillermo Tell, el juramento que condujo a la unión de los cantones suizos): «Si este absurdo de Bohr se probase finalmente que es correcto, dejaremos la física». (Por supuesto, no lo cumplieron.)

Los esfuerzos incansables durante décadas de Niels Hendrik David Bohr (1885-1962) para convencer a Einstein, no eran diferentes de los de un sacerdote luchando con un hereje por la salvación de su alma. Abraham Pais, amigo, discípulo y biógrafo de Bohr, recuerda el siguiente encuentro, que tuvo lugar en el despacho de éste.

Una vez que estuvimos dentro, Bohr me pidió que me sentara («Siempre necesito un origen para el sistema de coordenadas») y pronto empezó a caminar furiosamente alrededor de la mesa ovalada que había en el centro de la habitación. Luego me preguntó si yo podía anotar algunas frases que surgieran durante su paseo. Habría que explicar que, en tales sesiones, Bohr nunca pronunciaba una frase completa. Con frecuencia se detenía en una palabra, la invocaba, la imploraba, para encontrar la continuación. Eso podía seguir durante muchos minutos.

En ese momento la palabra era «Einstein». Allí estaba Bohr, casi corriendo alrededor de la mesa y repitiendo: «Einstein... Einstein...». Hubiera sido una curiosa visión para alguien que no conociera a Bohr. Al cabo de un rato caminó hacia la ventana, miró afuera, repitiendo continuamente: «Einstein... Einstein».

En ese momento, la puerta se abrió muy suavemente y Einstein entró de puntillas.

Me hizo señas llevándose un dedo a los labios para que me estuviese quieto, con una pícara sonrisa en su cara. Unos pocos minutos después iba a explicar la razón de su comportamiento. Su doctor le había prohibido comprar tabaco. Sin embargo, el doctor no le había prohibido robar tabaco... y esto era precisamente lo que se proponía hacer. Siempre de puntillas se fue derecho hacia el tarro de tabaco de Bohr, que estaba sobre la mesa frente a la que yo estaba sentado. Mientras tanto, Bohr, sin enterarse, estaba ante la ventana, murmurando «Einstein... Einstein...». Yo no sabía qué hacer, especialmente porque en ese momento no tenía la menor idea de lo que quería Einstein.

Entonces Bohr, con un firme «Einstein», se dio la vuelta. Allí estaban cara a cara, como si Bohr le hubiese conjurado. No hace falta decir que, por un momento, Bohr se quedó sin habla. Yo mismo, que lo había visto venir, tuve, instantáneamente, una sensación extraordinaria, por tanto, podía entender perfectamente la reacción de Bohr. Un instante después, el hechizo se rompió cuando Einstein explicó su misión y pronto estallamos en carcajadas.

Véase Abraham Pais, *Niels Bohr's Times* (Oxford University Press, Oxford, 1991).

## 80

### El médico rural, su cautivo y el profesor

La historia de la fisiología —y, por supuesto, de la medicina— está repleta de ejemplos de audaz autoexperimentación [85]. Menos a menudo, los temerarios experimentadores han utilizado a miembros de su familia como conejillos de indias cautivos. Edward Jenner [143], *el*

médico rural a quien se le reconoce el descubrimiento de los medios de vacunar contra la viruela, fue quizá uno de los más famosos de todos los que se comprometieron en tales prácticas dudosas. He aquí un ardío y notablemente imprudente ejemplo en el que la curiosidad científica se antepone al interés paterno. Condujo en 1894 a un descubrimiento seminal en fisiología:

El doctor George Oliver, un médico de Harrogate, ocupaba su ocio invernal en experimentos con su familia, utilizando aparatos ideados por él mismo para realizar medidas clínicas. En uno de estos experimentos estaba aplicando un instrumento para medir el grosor de la arteria radial [en el brazo]; y tras haber puesto a su joven hijo, que merece un recuerdo especial, una inyección de un extracto de la glándula suprarrenal preparado a partir de material suministrado por el cocinero local, Oliver pensó que había detectado una contracción o, según quienes sean los que han transmitido la historia, una expansión de la arteria radial. Como quiera que fuera, viajó a Londres para comunicarle al profesor Schäfer [catedrático de Fisiología en la University College, más tarde transformado en sir

Edward Sharpey-Schäfer] lo que creía que había observado, y le encontró enzarzado en un experimento en el que se estaba registrando la presión sanguínea de un perro. Como era habitual, el profesor se mostró incrédulo sobre la historia de Oliver y muy impaciente por la interrupción. Pero Oliver no tenía prisa y sólo pidió que una dosis de su extracto suprarrenal, el cual sacó de su bolsillo, se lo inyectara en una vena cuando hubiera terminado el propio experimento de Schäfer. Y así, tan sólo para convencer a Oliver de que todo era absurdo, Schäfer le puso la inyección y entonces quedó sorprendido de ver el ascenso del mercurio en su manómetro arterial hasta el punto de que el flotador registrador casi se salió del miembro distal.

Así se descubrió la sustancia extraordinariamente activa formada en una parte de la glándula suprarrenal y conocida como adrenalina.

Este relato está tomado de una conferencia, «Accident and opportunism in medical research», de Sir Henry Dale, reimpressa en *British Medical Journal*, 'l. 451 (1948).

## 81

### Susurros del vacío

Ya a una edad avanzada, Andrei Sajarov, el venerado físico, padre de la bomba de hidrógeno soviética e infatigable disidente, dijo a un entrevistador: «¿Sabe qué es lo que más me gusta en la vida? Es la emisión de radio de fondo, es decir, el apenas detectable reflejo de procesos cósmicos desconocidos que terminaron hace miles de millones de años». Esta radiación fue descubierta, o al menos públicamente reconocida, en 1965, pero su existencia había sido predicha unos veinte años antes. Fue otro ruso, el físico emigrado George Gamow (1904-1968), quien formuló la teoría de lo que llegó a conocerse como el big bang —el momento en que el universo se creó a partir de la nada—. Edwin Hubble, en el observatorio del Monte Wilson en California, había descubierto el famoso desplazamiento hacia el rojo de la luz procedente de estrellas remotas, lo que le indicó que el Universo se está expandiendo. A partir del ritmo de dicha expansión, Gamow calculó lo que habría sucedido en el tiempo cero, cuando la masa de la materia que ahora constituye el Universo manó de su punto de origen. La creación de toda esta materia habría estado acompañada de la liberación de un torrente de radiación envolvente. A medida que el Universo se inflaba, esta radiación se extendía y su densidad de energía disminuía.

Quedó para los colaboradores de Gamow, Ralph Alpher y Robert Herman [137] (el hombre que se resistió a la petición de Gamow de que cambiara su nombre por Delter) el cálculo de la energía que hoy tendría dicha radiación. La respuesta (teniendo en cuenta que ingenieros y astrónomos expresan la energía de la radiación en términos de la temperatura de un cuerpo caliente idealizado que emite un flujo de energía similar) era de 2,7 grados en la escala Kelvin (que se mide a partir del cero absoluto de temperatura, en donde todo el movimiento se detiene). Su artículo sobre el tema se publicó en una revista de física, y no de astronomía, y pasó desapercibido. Jeremy Bernstein, que ha escrito con lucidez sobre el episodio, achaca esto al consabido desprecio de los físicos por la cosmología y que fue expresado con fran-

queza en las palabras del físico ruso Lev Landau [137]: «Los cosmólogos suelen estar equivocados, pero nunca dudosos».

Pasamos ahora a los laboratorios de la Bell Telephone Company en New Jersey, durante

décadas uno de los principales centros de investigación gracias a la ilustrada práctica de la compañía de contratar a los mejores científicos y darles libertad para desarrollar sus propias ideas, incluso cuando éstas no guardaban relación evidente con objetivos prácticos. En la Bell ya se había hecho un descubrimiento de importancia trascendental para la astronomía; en efecto, en 1929 se le confió a un ingeniero, Karl Jansky, la tarea de rastrear las fuentes de ruido en la recepción de señales de radio de onda corta para buscar así la forma de suprimirlas. Jansky construyó una antena sensible en el tejado del laboratorio en Holmdel y pronto identificó las tormentas, próximas y remotas, como una fuente principal, pero tras ello aún quedaba un pitido continuo cuya intensidad variaba con un ciclo diurno. Finalmente descubrió que el pitido procedía del centro de la Vía Láctea y con ello prefiguró la ciencia de la radioastronomía.

La Bell no siguió con el tema, pero treinta años más tarde las ideas de los ingenieros de radio se volvieron hacia los satélites de comunicaciones y, como punto de partida, decidieron hacer rebotar señales de microondas (es decir, radiación de longitudes de onda desde aproximadamente un centímetro hasta un metro) en un globo meteorológico. Para recibir las señales se construyó una gigantesca antena parabólica, pero se acordó que cuando hubiera cumplido su objetivo inmediato podría utilizarse como radiotelescopio para observaciones astronómicas. Las partes interesadas eran dos físicos, Arno Penzias y Robert Wilson. Se había calculado la intensidad del ruido de fondo en la radiación de microondas de fuentes conocidas, pero Penzias y Wilson descubrieron para su desagrado que el nivel de ruido registrado en su antena era bastante más alto. La temperatura del fondo ubicuo era de unos 2,7 grados. Intentaron todo lo que sabían para eliminarlo. Para empezar se desalojaron algunas palomas que se habían instalado en el pabellón de la antena y se eliminó la consiguiente corteza incrustada de «depósito dieléctrico blanco». Esto no resolvió el problema, ni pudo descubrirse ninguna otra fuente de ruido: no procedía de la ciudad cercana de Nueva York ni era un residuo de la radiación liberada

por ensayos de bomba nuclear. Penzias y Wilson estaban derrotados. Pero entonces intervino el destino: un día de 1964, Penzias estaba charlando por teléfono con un amigo astrónomo del Instituto de Tecnología de Massachusetts que le preguntó cómo iba su trabajo. Penzias le contó su lastimera historia y entonces su amigo recordó una conversación con un colega en el Instituto Carnegie de Pittsburgh, el cual le había contado que, durante una visita a la Universidad Johns Hopkins de Baltimore, había asistido por casualidad a una conferencia de un joven astrónomo de Princeton, llamado P. J. E. Peebles. Peebles era un estudiante de Robert Dicke, un profesor que tenía un interés especial en la radiación cósmica de fondo predicha. Él no había leído los artículos de Gamow ni los de Alpher y Herman, pero había cubierto el mismo territorio por sí mismo y había montado una antena en el tejado de su departamento en la Universidad de Princeton para ver lo que podía detectar. (Como en cierta ocasión observó un sabio comentarista de las costumbres de los científicos, «dos meses en el laboratorio pueden ahorrar a veces una hora en la biblioteca».) El amigo de Penzias sugirió que él y Dicke podían estar pisando un mismo terreno.

Dicke y Peebles reconocieron inmediatamente que Penzias y Wilson habían cobrado su pieza sin saberlo. Pero éstos no estaban impresionados, sobre todo porque Wilson había aprendido la cosmología que sabía de Fred Hoyle, el astrónomo británico que había propuesto la teoría del estado estacionario del Universo y no aceptaba el big bang; el nombre despectivo que él mismo había inventado para la idea de Gamow. En cualquier caso, en julio de 1965, los dos grupos publicaron sus artículos en la misma revista: el de Penzias y Wilson simplemente informaba de sus observaciones y no extraía conclusiones, mientras que Dicke y sus colegas establecían las bases teóricas para identificar la radiación con el fondo cósmico de microondas. En 1978, Penzias y Wilson fueron galardonados con el premio Nobel.

Pero, señala Jeremy Bernstein, la evidencia a favor de la radiación cósmica de fondo precedió realmente a la teoría pues, en 1941, un astrónomo llamado Andrew McKellar había examinado las longitudes *de* onda de la luz que llegaba de una constelación que llevaba la firma de un compuesto orgánico, el cianógeno. El análisis del espectro reveló

*que* la temperatura de este gas era de 2,3 grados. En un libro de texto estándar<sup>er</sup> sobre los espectros de las moléculas publicado unos años más tarde. otro premio Nobel, Gerhard Herzberg, señaló este resultado comentando que su significado era cuestionable. Herzberg no había leído los artículos de Gamow ni de Alpher y Herman que explicaban su significado; y éstos tampoco habían leído el libro de Herzberg.

La conclusión que se podría extraer de la saga de la radiación cósmica *de* fondo, vista ahora como una inevitable reivindicación de la teoría del big bang, es que los científicos muy raramente abandonan sus confortables madrigueras.

Una buena exposición del episodio y su trasfondo se encuentra en la colección de escritos de Jeremy Bernstein, *Cranks, Quarks, and the Cosmos* (Basic Books, Nueva York, 1993).

## 82

### Las piedras mentirosas del Monte Eivelstadt

Esta célebre causa tuvo lugar en el siglo xviii y le proporcionó el ridículo más espantoso a un erudito alemán de la Universidad de Würzburg. El doctor Johann Beringer no sólo era un miembro de su claustro sino que también era muy amigo del príncipe-obispo a quien asistía como médico personal. Beringer era también paleontólogo aficionado y recogía fósiles. En 1725, algunos jóvenes le ofrecieron una colección de hallazgos procedentes de un lugar próximo a la ciudad en el Monte Eivelstadt. Los especímenes eran falsos: piedras grabadas con imágenes de una amplia variedad de animales y plantas modernos. A medida que la colección crecía, la excitación de Beringer aumentaba Y, en 1726, publicó un libro donde describía sus descubrimientos. Éstos no se limitaban a plantas y animales:

Aquí había claras descripciones del Sol y la Luna, de estrellas y de cometas con sus colas encendidas. Y finalmente, como el prodigio supre-

mo que ordena la reverenda admiración de mí mismo y de mis colegas examinadores, había magníficas tablillas grabadas en caracteres <sup>l</sup>atinos, árabes y hebreos con el inefable nombre de Jehová.

El lugar había sido «asaltado», por supuesto, por los traviesos estudiantes. Finalmente, Beringer, hurgando en Monte Eivelstadt, encontró el espécimen culminante, una piedra que llevaba su propio nombre. El sabio afectado pidió una investigación y pronto se <sup>est</sup>ableció que los ayudantes voluntarios habían sido contratados por dos de los colegas de Beringer de la Universidad que le encontraban insufriblemente arrogante y habían decidido desinflar un poco su <sup>po</sup>mposidad. Pero alarmados por el éxito exagerado del engaño, habían tratado de advertir a su víctima de que no publicara su libro porque las piedras podían ser fraudes. Seguro en su autoestima, él no prestó atención a los bastante obvios indicios. Se decía que Beringer dedicó gran parte del resto de su vida a recoger copias de su libro (un destino compartido más de doscientos años después por un profesor polaco que había publicado un libro sobre genética justo antes de que

esta ciencia fuera proscrita por el régimen comunista, esclavo de las absurdas doctrinas del charlatán ruso Lysenko [86]).

Véase *The Lying Stones of Dr. Johan Bartholomew Adam Beringer-being his Lithographiae Wurceburgensis*, traducido y editado por Melvin E. Jahn y Daniel J. Woolf (University of California Press, Berkeley, 1963).

## 83

### La mente de un matemático

John (Jáncsi o Johnny para sus amigos) von Neumann fue uno de los miembros de un extraordinario grupo de físicos y matemáticos húngaros que surgió en Budapest en los años posteriores a la primera guerra mundial. Sus intereses eran excepcionalmente amplios: sus contribuciones a la física teórica, a los conceptos matemáticos en los que se basa el computador moderno, a muchas áreas de las matemáticas pu-

ras, a la teoría de juegos e incluso a la economía, son prodigiosas. Tuvo una participación clave en el Proyecto Manhattan y en toda una serie de otras empresas militares norteamericanas. Supervisó la construcción en la Universidad de Princeton del computador más rápido del mundo en los años posteriores a la segunda guerra mundial, el «Johnniac», del que decía en broma: «No sé hasta qué punto será realmente útil. Pero en cualquier caso podremos obtener mucho crédito en el Tibet codificando *Om Mane Padme Hun* (el tantra que significa "Oh, tú, flor de loto") cien millones de veces en una hora. Superará con creces a todos los rodillos de rezos de los budistas». Su amigo y colaborador, Hermann Goldstine, declaró que Von Neumann no era humano, sino un semidiós que «había hecho un estudio detallado de los seres humanos y podía imitarlos perfectamente». Johnny von Neumann murió en 1957, a los cincuenta y cinco años de edad.

Abraham Pais, que mantuvo estrechas relaciones con la mayoría de los grandes físicos de la época, escribió de Von Neumann:

En mi vida he conocido a hombres incluso más grandes que Johnny, pero ninguno tan brillante. No sólo brillaba en matemáticas sino que también hablaba con fluidez varios idiomas y estaba especialmente bien versado en historia. Una de sus habilidades más notables que pronto advertí era su absoluta potencia memorística.

Este atributo se ilustra en el siguiente recuerdo de Herman Goldstine:

Puedo decir que, una vez leído un libro o un artículo, Von Neumann era capaz de volverlo a citar *verbatim*; además, podía hacerlo años más tarde sin vacilar. También podía traducirlo sin perder velocidad de su lengua original al inglés. En una ocasión puse a prueba su habilidad pidiéndole que me recitara el inicio de *Historia de dos ciudades*. Acto seguido, sin ninguna pausa, empezó a recitar el primer capítulo y continuó hasta que le pedí que lo dejase al cabo de diez o quince minutos. [De hecho, Von Neumann no estaba solo entre los grandes matemáticos en cuanto a potencia memorística. Tres siglos antes, Gottfried Leibniz [15], podía recitar a edad avanzada toda la *Eneida*, que no había releído desde su infancia.] En otra ocasión, le observé dar clases sobre un material escrito en alemán unos veinte años antes; incluso utili-

zó exactamente las mismas letras y símbolos que había en el original. El alemán era su lengua materna; parece que concebía sus ideas en alemán y luego las traducía a la velocidad del rayo al inglés. Frecu<sup>ente</sup>mente le observaba escribir y le vi preguntar en ocasiones cuál era la correspondencia inglesa de alguna palabra alemana.

Von Neumann también podía calcular mentalmente con velocidad y precisión sobrenaturales. He aquí de nuevo a Goldstine:

Una vez, un excelente matemático se detuvo en mi despacho para discutir un problema que le había estado preocupando. Tras una discusión bastante larga e infructuosa, dijo que se llevaba a casa una calculadora de mesa y evaluaría esa noche algunos casos especiales. Al día siguiente llegó al despacho con un aspecto muy cansado y ojeroso. Al preguntarle la razón dijo triunfalmente que había calculado cinco casos especiales de complejidad creciente durante una noche de trabajo; había terminado a la 4.30 de la madrugada.

Esa misma mañana, más tarde, vino inesperadamente Von Neumann en un viaje de consulta y preguntó cómo iban las cosas. Entonces llamé a mi colega para discutir el problema con Von Neumann, quien dijo: «Calculemos algunos casos especiales». Estuvimos de acuerdo, cuidando de no hablarle del trabajo numérico realizado la madrugada anterior. Entonces él fijó la vista en el techo y quizá en cinco minutos calculó mentalmente cuatro de los casos laboriosamente evaluados con anterioridad. Cuando él había calculado durante cinco minutos el quinto caso, el más difícil, mi colega anunció repentinamente en voz alta la respuesta final. Von Neumann quedó completamente perturbado y rápidamente volvió, con un ritmo más acelerado, a sus cálculos mentales. Al cabo de quizá otros cinco minutos dijo: «Sí, es correcto». Luego mi colega se fue, y Von Neumann pasó quizá otra media hora de considerable esfuerzo mental tratando de comprender cómo alguien había encontrado un modo mejor de tratar el problema. Finalmente se le informó de la situación y recuperó su aplomo.

Las citas están tomadas de *The Genius of Science*, de Abraham Pais (Oxford University Press, Oxford, 2000), y *The Computer*, de Herman Goldstine (Princeton University Press, 1980).

## 84

### El viejo melón

Adolf von Baeyer (1835-1917) fue un coloso en la gran era de la química orgánica en el siglo XIX y uno de los fundadores de la disciplina en la que la supremacía alemana se mantuvo indiscutida. Su laboratorio *en* Munich era La Meca para los aspirantes a químico de todo el mundo, uno de los cuales, John Read [23], más tarde profesor en Aberdeen, ofreció algunas estampas de la vida allí en su libro *Humour and Humanism in Chemistry*. Lo que sigue está tomado de una reseña de Read en *Nature* y basado en una memoria sobre Baeyer y su época escrita por uno de sus colegas alemanes. En la época de los sucesos aquí registrados, Baeyer había entrado en un área nueva de la química orgánica; sus amores se concentraban en aquel momento en dos sustancias, ambas importantes y versátiles intermediarios en síntesis orgánica:

Por medio de un «Kunstgriff» [un golpe maestro] del que Baeyer estaba muy orgulloso [tratamiento con amalgama de sodio en presencia de bicarbonato sódico], la dicetona era reducida a quinitol. A la primera visión de los cristales de la nueva sustancia, Baeyer, ceremoniosamente se quitó el sombrero.

Hay que explicar aquí que el famoso sombrero negro verdoso del maestro interviene constantemente en la narración del profesor Rupe. El «alte Melone» [el melón, como se denomina a un sombrero hongo en Alemania] era para Baeyer lo que la famosa empuñadura de espada era para



Paracelso: se decía que ésta contenía el mercurio vital de los filósofos medievales; el primero ciertamente consagraba a uno de los más agudos intelectos químicos del mundo moderno ... La cabeza de Baeyer iba normalmente cubierta. Sólo en momentos de euforia o excitación anormal «el chef» [el jefe] se quitaba el sombrero: excepto en tales ocasiones, su reluciente cabeza permanecía en eclipse permanente.

Cuando, por ejemplo, se encontró que el análisis del importante diacetilquinitol era correcto, Baeyer levantó su sombrero en un silencio exultante. Poco después se preparó el primer dihidroxibenceno, calentando dibromohexametileno con quinolina: Baeyer corría excitado de un lado a otro del laboratorio, blandiendo el «alte Melone» y exclamando: «Jetzt

baben wir das erste Terpen, die Stammsubstanz der Terpene!» [«Ahora hemos obtenido el primer terpeno, la sustancia base de los terpenos», es decir, una importante clase de compuestos en la naturaleza y la base de muchas drogas]. Tal es la imagen entre bastidores de la espectacular entrada del maestro en sus famosas investigaciones de los terpenos.

Incidentes de este tipo parecen intrascendentes, pero su <sup>acu</sup>mulación arroja bastante luz sobre la personalidad de este gran químico. No hay duda, por ejemplo, de que a veces el jefe era excesivamente impulsivo. Una mañana entró precipitadamente en el laboratorio privado y, con el cigarro apagado (un indicio en sí mismo de su anormal estado emocional), levantó dos veces el viejo «Melone» y exclamó: «Señores [la audiencia estaba compuesta por Claisen y Brüning], acabo de saber por E. [Emil] Fischer que él ha conseguido la síntesis completa de la glucosa. Esto anuncia el fin *de* la química orgánica: acabemos con los terpenos y sólo quedarán los olores («Schmierens»)» [el término despectivo «Smierchemie» era utilizado por los químicos orgánicos para designar a la química fisiológica, o bioquímica como hoy se la conoce].

Baeyer prefería el uso de aparatos sencillos y la introducción en su laboratorio de cualquier dispositivo con sabor a complejidad tenía que emprenderse con gran tacto. Los primeros agitadores mecánicos, movidos por turbinas de agua, fueron introducidos a escondidas una tarde. A la mañana siguiente, «der Alte» los contempló en perfecto orden de trabajo. Por un momento fingió ignorarlos: luego los contempló de mala gana, sin aire de desafío; a continuación llegó el primer comentario, tan ansiosamente esperado: «Geht denn das?» [«¿Está funcionando?»]. «Jawhol, Herr Professor, ausgezeichnet, die Reduktionen sind schon bald fertig.» [«Excelentemente, las reducciones casi están terminadas.»] El «Herr Professor» quedó finalmente tan impresionado que dio el paso excepcional de llamar a la «Frau Professor» [pues así eran tratadas las esposas de los catedráticos]. «Die Lydia», como era llamada en el laboratorio, observó en silencio durante un rato el aparato que sonaba alegremente; luego pronunció estas inolvidables palabras: «Damit müsste man gut Mayonnaise machen können!».\* El punto de vista personal es importante.

De hecho, esto podría haber sido la génesis del robot de cocina. De la recensión de

John Read, *Nature*, **131**, 294 (1933).

\* «¡Con esto se podría hacer una buena mayonesa!». (N. del t.)

## Medicina fuerte

Los químicos de la compañía farmacéutica alemana C. H. Boehringer und Sohn iban tras un vasoconstrictor (un agente que hace que los vasos sanguíneos dilatados se contraigan) para mitigar los síntomas del resfriado común. Si pudiera encontrarse un compuesto que atravesase las superficies mucosas, cuando se introdujese en la nariz podría contraer los pequeños vasos y desbloquear el conducto nasal. Helmut Stähle había sintetizado una serie de compuestos afines

(familiares para los químicos orgánicos como derivados de la imidazolina) que esperaba que pudieran servir para este propósito. Un día de 1962 se entregaron muestras al director médico de la compañía, el doctor Wolf. Por una feliz casualidad, la secretaria del doctor Wolf, frau Schwandt, había pillado un fuerte catarro, y pensando que poco daño le haría probar una pizca de la nueva sustancia, que era de un tipo considerado en general inocuo, aspiró un poco de solución diluida por su nariz. Frau Schwandt bostezó visiblemente y cayó en un profundo sueño del que no pudo despertarse hasta el día siguiente. Naturalmente la alarma fue grande; se llamó a un médico y descubrió que la presión sanguínea del conejillo de indias humano había caído de forma precipitada. Felizmente, frau Schwandt no sufrió ningún daño duradero y el producto químico llegó finalmente al mercado con el nombre de Clonidina. Resultó que actuaba sobre el sistema nervioso periférico y encontró un amplio uso como tratamiento para la hipertensión y una amplia gama de otros trastornos.

Hay, por supuesto, innumerables ejemplos registrados (véase también [80] y [134]) de experimentos heroicos llevados a cabo por fisiólogos, farmacólogos y médicos sobre sí mismos y sus colegas. Uno de ellos llevó al descubrimiento de un tratamiento radicalmente nuevo para el alcoholismo, que nunca podría haber sido resultado de un plan premeditado. El protagonista principal del drama fue un farmacólogo, el jefe de investigación de una empresa farmacéutica danesa, Erik Jacobsen. Los hechos se desarrollaron durante la segunda guerra mundial.

Era costumbre de Jacobsen y sus colegas, incluyendo a los técnicos, probar ellos mismos todas las sustancias nuevas, sintetizadas para posible uso como medicinas. Jacobsen y su amigo, Jens Hald, estaban interesados en un compuesto conocido como disulfiram, que se utilizaba en forma de un ungüento para tratar sarnas, una afección causada por un parásito de la piel, endémica en ese período de grandes privaciones en toda la Europa ocupada. Hald tenía la idea, basada en lo que se sabía de la actuación de las medicinas, de que también podría ser útil para matar parásitos intestinales. Tras algunos resultados esperanzadores en experimentos con conejos, que no mostraban ningún efecto dañino ni siquiera por dosis masivas, Jacobsen y Hald tomaron una ración de píldoras de disulfiram durante algunos días y concluyeron que el compuesto era realmente inocuo. Luego, un día, Jacobsen decidió tomarse una cerveza con el bocadillo del almuerzo, el cual consumió mientras estaba sentado en la biblioteca en compañía de sus colegas. Al final del almuerzo, Jacobsen se sintió mareado, débil y su cabeza zumbaba. Sus síntomas pasaron lentamente y se recuperó lo bastante como para volver al trabajo. Descartó la intoxicación por la comida como causa de su malestar ya que su mujer y sus hijas no mostraron síntomas tras comer lo mismo. Algunos días más tarde almorzó en un restaurante con el director comercial de la compañía. Bebieron un aperitivo y Jacobsen volvió al laboratorio mostrando, para alarma de sus colegas, un rostro muy enrojecido al tiempo que de nuevo su cabeza empezó a zumbear y se sintió mal. Al final de la semana volvió a suceder:

Ese viernes, mientras un farmacólogo amigo daba una charla informal durante el almuerzo, Jacobsen bebió una cerveza y comió el bocadillo de albóndigas que había preparado su mujer. Inmediatamente después tuvo otro ataque y se fue pronto a casa. Era un trayecto de varios kilómetros y mientras iba tambaleándose en su bicicleta a través de las estrechas calles de Copenhague se preguntaba: «¿Podrían ser esas albóndigas?». Inquirió a sus hijas sobre qué habían tomado para almorzar. Albóndigas, igual que su padre. Ellas se encontraban bien; las albóndigas no podían ser responsables.

Algunos días más tarde, Jacobsen se encontró a Hald en el pasillo y discutieron el experimento del disulfiram: Hald confesó que había tenido las mismas experiencias que Jacobsen. Las sospechas recayeron sobre las píldoras de

disulfiram. Los dos llevaron a cabo más ensayos masivos sobre sí mismos y otro colega y, entonces, para estar doblemente seguro de su conclusión, Jacobsen tomó una ración de píldoras antes de inyectarse una pequeña cantidad de alcohol. El efecto fue espectacular: la presión sanguínea de Jacobsen descendió de forma alarmante, casi a cero, y estuvo a punto de morir. Ahora estaba claro que el alcohol reaccionaba con el disulfiram, o más bien con un producto de su descomposición en *el* cuerpo, para formar un producto altamente tóxico. Poco después de esta experiencia disuasoria recibió una visita casual de un amigo químico que, inmediatamente, identificó el olor del aliento de Jacobsen como acetaldehído, el primer producto, y tóxico, de la oxidación del alcohol que normalmente sufre rápidamente una oxidación posterior para convertirse en ácido acético (como cuando se forma vinagre a partir del vino). Era la incorporación de acetaldehído la principal responsable de los efectos desagradables que Jacobsen y Hald habían experimentado.

Las posdata de la historia es que Jacobsen relató sus aventuras con *el* disulfiram en una conferencia pública. Él no sabía que entre la audiencia había un periodista y se sorprendió al ver contada la historia al día siguiente en el principal periódico de Copenhague. Fue leída por un psiquiatra cuya especialidad era el tratamiento de la adicción al alcohol por terapia de aversión, una medida desagradable y raramente exitosa. El psiquiatra se puso en contacto con Jacobsen y pronto se utilizó el disulfiram, como aún se utiliza, para tratar a los alcohólicos crónicos. Jacobsen sugirió un nombre para los preparados de disulfiram: «Antabuse».

Quizá el exponente más famoso de autoexperimentación fue el biólogo J. B. S. Haldane, célebre por su trabajo en fisiología, genética y bioquímica, sin olvidar su capacidad matemática y su conocimiento de los clásicos griegos y latinos; sobresale, además, por su inquebrantable creencia en el comunismo, sus tempestuosas relaciones con el sistema académico y su gusto por los conflictos. Fue uno de los pocos hombres de su generación que disfrutó con la primera guerra mundial Y se sentía privilegiado por haberla sufrido. Haldane era quizá único entre los fisiólogos en evitar el uso de animales en la investigación en

favor de los experimentos sobre sujetos humanos, sobre todo él mismo Aprendió primero la práctica de su padre, John Scott Haldane, catedrático de Fisiología en Oxford, que consiguió fama por sus trabajos sobre los efectos de gases en las minas los cuales salvaron muchas vidas; incluso en una ocasión respiró una mezcla de aire y monóxido de carbono hasta que la mitad de la proteína respiratoria en su sangre, la hemoglobina, había quedado secuestrada por el monóxido de carbono. Esto pudo haberle matado. Cuando aún era un muchacho, J. B. S. acompañaba a su padre al fondo de las minas, sirviendo como discípulo, ayudante y, en bastantes ocasiones, como conejillo de indias. Ésta es su narración de una de estas excursiones, cuando él y su padre fueron bajados en una cubeta grande y se arrastraron por un túnel estrecho:

Al cabo de un rato llegamos a un lugar donde el techo estaba aproximadamente a unos dos metros y medio y, por tanto, un hombre podía ponerse de pie. Uno de los del grupo encendió su lámpara de seguridad. Ésta se llenó de una llama azul y a continuación se extinguió con una pequeña explosión. Si hubiera sido una vela hubiera desencadenado una detonación y probablemente habríamos muerto. Pero, por supuesto, la rejilla de la lámpara de seguridad mantuvo la llama en el interior. El aire próximo al techo estaba lleno de metano, o grisú, que es un gas más ligero que el aire, de modo que el aire que había a ras de suelo no era peligroso.

Para demostrar los efectos de respirar grisú, mi padre me dijo que me pusiese de pie y recitase el monólogo de Marco Antonio en el *Julio César* de Shakespeare que empieza: «Amigos, romanos, compatriotas». Pronto empecé a jadear, y aproximadamente al llegar a «el noble Bruto» mis piernas cedieron y me derrumbé en el suelo donde, por supuesto, el aire era bueno. De esta manera aprendí que el grisú es más ligero que el aire y que respirarlo es peligroso.

El padre de Haldane era un asesor del Almirantazgo sobre temas de buceo y había transformado las prácticas de seguridad submarina y los procedimientos utilizados para descompresión. En 1908, cuando tenía quince años, J. B. S. ya se había permitido un buceo.

Inmediatamente después hubo una continuación cuando John Scott Haldane fue invitado a tomar parte en un viaje de prueba de un nuevo submarino del Almirantazgo. Necesitaba un ayudante y explicó a su familia

que, puesto que el buque estaba en una lista secreta, su elección estaba limitada. Viendo que su marido estaba muy preocupado por el ayudante, la señora Haldane preguntó sin darle importancia: «¿Por qué no llevas a Boy? (como llamaban a su hijo familiarmente)». «¿Tiene la edad suficiente?», respondió John Scott Haldane volviéndose hacia su hijo para preguntarle: «¿Cuál es la fórmula de la soda-lime?». J. B. S. cantó la fórmula. Inmediatamente después hizo su primer viaje en un submarino.

Cuando llegó la gran guerra, Haldane se alistó en el Black Watch y se lanzó a la lucha con gran entusiasmo como jefe de un pelotón en Francia. Fue herido varias veces y emprendió una serie de aventuras desautorizadas y temerarias. Luego, en 1915, el primer ataque con gas tomó al ejército británico totalmente por sorpresa. El canciller, lord Haldane, telegrafió a su hermano en Oxford pidiendo consejo, y J. S. partió inmediatamente para Francia. Descubrió que noventa mil máscaras de gas que se estaban distribuyendo a los soldados eran de un tipo que él creía ineficaz. Inmediatamente hizo llamar a su colega, el profesor C. G. Douglas de Oxford, y reclutó a su hijo de las trincheras. Junto con un puñado de voluntarios, los tres hicieron turnos para sentarse en una cámara en cuyo interior se bombeaba gas de cloro. J.

B. S. escribió:

Teníamos que comparar los efectos de varias cantidades sobre nosotros mismos, con y sin mascarillas. Irritaba los ojos y producía una tendencia a jadear y toser cuando era respirado. Por esta razón tenían que utilizarse fisiólogos entrenados. Un soldado ordinario probablemente refrenaría su tendencia a jadear y toser si estuviese manejando una ametralladora en una batalla, pero podía no hacerlo en un experimento de laboratorio en donde nada apartaba su mente de sus propias sensaciones. Un fisiólogo experimental tiene más autocontrol. También era necesario ver si uno podía correr o trabajar duro con las mascarillas, por lo que dentro de la cámara de gas teníamos una especie de rueda que se giraba a mano, por no mencionar los *sprints* de cincuenta metros que se hacían con mascarillas en el exterior.

«No hubo daños duraderos», continuaba Haldane, «porque todos sabían cuándo detenerse, pero él quedó con la respiración débil e in-

capaz de correr durante <sup>aproximadamente</sup> un mes». En este estado gresó a su regimiento y participó en la batalla de Festubert, donde fue herido dos veces. El biógrafo de Haldane sugiere que el resultado de estos pocos días de experimentación en la cámara de gas salvó miles de vidas y quizá evitó un colapso inmediato del frente.

Haldane regresó al servicio de su país precisamente antes de la segunda guerra mundial, cuando un nuevo submarino, el *Thetis*, se hundió mientras hacía pruebas en el Mersey llevando a la muerte a 99 hombres, marineros y civiles. Haldane fue invitado a investigar los problemas asociados con el engranaje de escape instalado en los submarinos británicos. Esto llevó a una serie de peligrosos experimentos que requerían la exposición a altas presiones y altas concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono durante largos períodos. Haldane estaba siempre eufórico ante el peligro, disfrutó enormemente del trabajo y quizá incurrió en cierto

exhibicionismo. Uno de sus ayudantes era un joven cirujano naval, el teniente Kenneth Douglas:

Corrió muchos y graves riesgos en mi presencia en varias ocasiones y esta crítica [que él estaba actuando para la galería], aunque quizá tuviera algo de veracidad, era completamente injusta. En una ocasión, respiró oxígeno a cien pies [cuatro atmósferas absolutas] en un baño rodeado de bloques de hielo. De forma un tanto temeraria sugirió que yo, como ayudante suyo, también respirase oxígeno para permitir una descompresión inmediata si fuera necesaria. El resultado de esto fue que tanto el profesor húmedo y congelado como el doctor naval tuvieron envenenamiento por oxígeno al mismo tiempo y sólo la buena suerte hizo que yo no tuviera convulsiones y Haldane no se ahogara. En otra ocasión, Haldane sufrió varias convulsiones en mis brazos en el tanque presurizado en donde estaba sumergido con un traje de buzo mientras yo estaba en una plataforma por encima de él.

El trabajo de Haldane dio como resultado apreciables cambios *en* las técnicas de escape submarino y una considerable expansión en las de guerra submarina. De hecho, él se había interesado por los efectos del dióxido de carbono en el cuerpo mucho tiempo atrás y había realizado experimentos sobre sí mismo, diseñados para hacer que su acidez aumentara enormemente al impedir la eliminación del dióxido *de*

carbono generado metabólicamente. Lo hizo comiend<sup>o</sup> tres onzas de bicarbonato sódico pero, luego, para mantener su esta<sup>do</sup> acidificado sin tener que beber ácido clorhídrico, perturbó su equilibrio ácido-al. calino consumiendo una onza diaria de cloruro de amonio durante varios días. El envenenamiento ácido provocó la falta de aliento, la cual persistió durante algunos días tras el final del experimento. Este resul- tado llevó a un tratamiento para una situación llamada tetania en niños pequeños, causada por una excesiva alcalinidad, que a veces es mortal,

Para la historia de la Clonidina, véase la exposición de H. Stähle en *Chroni. cles of Drug Discovery*, E. S. Bindra y D. Lednicer, eds. (wiley, Nueva York, 1982). El descubrimiento del Antabuse y otras historias de autoexperimenta. ción se describen en *Who Goes First?*, de Lawrence K. Altman (Random Hou. se, Nueva York, 1987). Para las experiencias del imponente <sup>J. B.</sup> S. Haldane, véase la excelente biografía de Ronald Clark, *J. B. S. (Hodde' and Syoughton* Londres, 1968), del que se han tomado las citas anteriores; el experimento de Haldane con el dióxido de carbono se nana en uno de sus brill<sup>antes</sup> ensayos so. bre ciencia publicados en el *Daily Worker* y recogidos bajo el título, «Possible Worlds» (Chatto and Windus, Londres, 1927, y frecuentemen<sup>te</sup> reimpresso).

## 86

### Una tragedia rusa

En los años sombríos que siguieron a la primera guerr<sup>a</sup> mundia<sup>l</sup> y la Revolución, el régimen soviético ideó una nueva clas<sup>o</sup> de sabios: el científico «campesino» o «descalzo» que, trabajando en «laboratorios rústicos», aportaría la sabiduría popular para tratar los problemas que agobiaban a la agricultura soviética. Las privaciones crecieron hasta que, en 1929, Stalin dictó la desastrosa política de colectivización de las granjas. Se abandonaron los métodos tradicionales de cultivo y, agravadas por las sequías, las hambrunas barrieron el territorio matando, según estimaciones, a ocho millones de perso<sup>nas</sup>. Buscan& desesperadamente rápidos remedios y temiendo por os propias ca<sup>be</sup>zas, los *apparatchiks* de la administración eran presa del pánico): se

entregaban a cualquier charlatán ignorante que se presentaba con una receta mágica para mejorar

las cosechas.

El más implacable, tenaz y convincente de los charlatanes era un campesino ucraniano, Trofim Denisovich Lysenko, quien se <sup>o</sup>ngoció con Stalin y durante las dos décadas siguientes tendió una garra de hierro no sólo sobre la agricultura del país, sino sobre toda la biología. En particular, denunció la ciencia biológica practicada en las academias, y especialmente la genética, como una impostura burguesa y fascista que debía ser expurgada despiadadamente. La biología en la Unión Soviética y su imperio quedó arruinada durante una generación y muchos de los estudiosos destacados fueron detenidos y fusilados o se les dejó morir en prisión. La víctima más ilustre fue Nikolai Vavilov, el más destacado agrónomo del país y, en la época de la ascensión de Lysenko, presidente de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas.

Lysenko era, según todos los informes, una presencia hipnótica, intensa y locuaz, de aspecto delgado y taciturno. Así es como lo describió el autor de un artículo en *Pravda* publicado aproximadamente en la época en que alcanzó notoriedad por primera vez y, evidentemente, antes de que hubiera estudiado las artes de la demagogia:

Si hay que juzgar a un hombre por la primera impresión, Lysenko da la sensación de un dolor de muelas; Dios le dé salud, pero tiene un porte abatido. Es mezquino en palabras y de rostro insignificante; todo lo que uno recuerda es su aspecto adusto arrastrándose por la tierra como si, cuando menos, estuviera dispuesto a cargarse a alguien. Sólo una vez este científico descalzo dejó caer una sonrisa, y eso ocurrió al mencionar el pastel de cerezas de Poltava con azúcar y crema amarga.

Vavilov fue detenido en una expedición para recoger plantas en Ucrania. Así es como sucedió:

Vavilov y sus compañeros fueron primero a Kiev. De allí fueron en automóvil a Lvov y a Chernovitsy. Desde allí, en tres automóviles abarrotados, Vavilov y un numeroso grupo de especialistas locales siguieron hacia las estribaciones montañosas para estudiar y recoger plantas. Uno de los automóviles no pudo seguir por la difícil carretera y se vol-

vió atrás. En el camino, los ocupantes se encontraron con un automóvil ligero en el que iban hombres con ropas de paisano: «A dónde ha ido el coche de Vavilov?», preguntó uno de ellos. «Le necesitamos urgentemente.» «La carretera no está bien, vuelvan con nosotros a Chernovitsy. Vavilov estará de vuelta a las seis o siete p.m., y ésa será la forma más rápida de encontrarle.» «No, debemos encontrarle ahora; ha llegado un telegrama de Moscú; se le reclama inmediatamente.»

Por la tarde los otros miembros de la expedición volvieron sin Vavilov. Se lo llevaron tan rápidamente que sus cosas quedaron en uno de los automóviles. Pero avanzada la noche, tres hombres con ropas de paisano vinieron a por ellas. Uno de los miembros de la expedición empezó a revolver las bolsas apiladas en el rincón de la habitación, buscando la de Vavilov. Cuando fue localizada se encontró que contenía un gran fajo de espelta, una variedad local de trigo semisilvestre recogida por Vavilov. Más tarde se descubrió que era una especie nueva. Así, en su último día de servicio a su país, el 6 de agosto de 1940, Vavilov hizo su último descubrimiento botánico-geográfico. Y, aunque era un descubrimiento modesto, no puede omitirse en la historia de la ciencia. Pocos científicos que lo leyeron en un volumen en memoria de Vavilov publicado en 1960 podían haber conjeturado que la fecha de este hallazgo es una de las que los científicos de todo el mundo siempre recordarán con dolor y amargura.

Vavilov, olvidado, murió de hambre en una prisión más de dos años después. El poder de Lysenko creció e intentó extender su influencia maligna también a las ciencias físicas. Los químicos vacilaron pero los físicos se mantuvieron firmes. Finalmente, Stalin llegó a darse cuenta

de que su protegido no era todo lo que él había supuesto y al final se dejaron oír las voces de la cordura; pero el sucesor de Stalin, Khrushchev, un hijo de la tierra, no estaba interesado en las opiniones de los científicos. Aleksandr Nesmeyanov, químico y presidente de la Academia de Ciencias Soviética, ha contado que él e Igor Kurchatov, la ilustre cabeza del proyecto de bomba nuclear soviético, trataron infructuosamente de amonestar al primer ministro.

En una ocasión en que I. V. Kurchatov y yo entablamos una conversación sobre la situación imposible de la biología, ya que estaba siendo suplantada por la pseudociencia, decidimos solicitar una audiencia con

Khrushchev y hablarle de ello. El encuentro no empezó de la mejor manera. Kurchatov habló a Khrushchev sobre las ganancias que Estados Unidos había obtenido del cereal híbrido y de cómo nosotros estábamos perdiendo mucho por no utilizar la genética moderna en nuestra ciencia. Khrushchev empezó a ponerse nervioso y extrajo de su mesa un par de largas espigas. Empezó a agitarlas en dirección a nosotros y a decirnos que ése era nuestro cereal y que nosotros no entendíamos nada de agricultura. Nos aconsejó que nos atuviésemos a nuestra física y nuestra química y dejásemos en paz la biología. Después de eso, se mostró visiblemente aburrido mientras le hablábamos del pobre estado de la biología en nuestro país y de los errores de Lysenko.

A mi regreso de la reunión recibí una llamada telefónica de Khrushchev. Me dijo: «Camarada Nesmeyanov, deje en paz a Lysenko o, si no, rodarán cabezas». Ése fue el final de la historia, y me ocupé de otras cosas. Seguí asistiendo al Consejo de Ministros, donde había más interacción que antes y también más situaciones desagradables. Es posible que a veces no fueran intencionadas pero, en otros casos, era inequívoco que Khrushchev pretendía interferir en los asuntos de la Academia con *el* pretexto de dar instrucciones para la mejora de nuestras actividades. Cada vez se hacía más claro que él estaba aplicando el dicho: «Para que marche el reloj, hay que agitarlo». Esta «agitación» era la única manera de Khrushchev de interferir en nuestros asuntos, y la aplicó cada vez con más frecuencia. Luego, a finales de 1960 sucedió un incidente. Khrushchev criticó la actuación insatisfactoria de la Academia de Ciencias y dijo que la razón era que ésta trabajaba con moscas pequeñas. [Khrushchev se refería aquí a las moscas de la fruta, el objeto de estudio más gratificante para los genetistas occidentales, que había sido señalado por Lysenko como objeto de mofa especial.] En este momento yo me levanté, y para horror de los miembros del Politburó declaré que también era importante investigar estas moscas pequeñas. Era algo inaudito y sin precedentes decir algo que contradijese los puntos de vista de Khrushchev, y yo añadí: «Es posible reemplazar al presidente de la Academia por alguien más apropiado para este puesto, M. V. Kel'dysh, por ejemplo». «Así lo creo yo también», dijo Khrushchev. Luego siguió la reunión. A mí sólo me quedaba «esperar».

En la época de Stalin un comentario semejante hubiera sido suicida, pero Nesmeyanov salió indemne. En cuanto a Lysenko, la caída de

Khrushchev le privó finalmente de su último patrón todopoderoso. Fue despojado de sus títulos y autoridad y pasó sus últimos años en un pequeño laboratorio de un instituto agrícola, desacreditado y vilipendiado, pero se ahorró el destino de sus muchas víctimas.

El primer pasaje está tomado de Zhores A. Medvedev, *The Rise and Fall of T. D. Lysenko* (Columbia University Press, Nueva York, 1969); la exposición de Nesmeyanov procede de una entrevista con Emiliya G. Perevalova, *Chemical Intelligencer*, 6, 32 (2000).

Cuando Jorge I subió al trono de Inglaterra tenía como mayor fuente de orgullo que Newton se contara ahora entre sus súbditos. Desde aquellos tiempos, la ciencia se ha identificado cada vez más con el prestigio nacional. Esto es algo que tienen muy presente los gestores científicos más políticamente conscientes.

Mientras los científicos norteamericanos durante la guerra fría se hicieron muy hábiles para obtener fondos haciendo sonar alarmas sobre el progreso soviético, hay evidencia de que sus homólogos rusos no les iban a la zaga en explotar la guerra fría con propósitos similares. Así, el representante Melvin Price [presidente de un subcomité del Congreso sobre investigación y desarrollo] narra la siguiente conversación con un físico soviético en el laboratorio de Dubna:

Cuando estuvimos hace dos años en el Laboratorio de Dubna nos preguntaron cómo habíamos conseguido el dinero para construir nuestros aceleradores. Les explicamos el proceso legislativo que hay que seguir para recibir dinero destinado a nuestro programa. Él dijo: «No es así como yo lo entiendo». Y siguió: «Entiendo que lo obtuvieron diciendo que los rusos tienen un sincrotrón de diez mil millones de electrón-voltios y nosotros necesitamos un sincrotrón de veinte mil millones de electrón-voltios, y así es como ustedes consiguen su dinero». Yo respondí:

«Puede haber algo de eso». Y pregunté: «Cómo consiguieron ustedes su dinero?». El dijo: «De la misma manera». Price contaba esta historia a John Williams, director de la división de investigación de la AEC, quien comentó: «Ésta es, por supuesto, una historia muy auténtica».

El sincrotrón es una máquina diseñada para acelerar protones a velocidades inmensas (más recientemente se ha utilizado para impulsar electrones a velocidades próximas a la de la luz, ya que entonces generan radiación de alta intensidad útil para un gran abanico de experimentos en muchas áreas de la ciencia). La instalación tiene la forma de un túnel circular subterráneo de varios kilómetros de diámetro. El Laboratorio Dubna es la sede de la investigación nuclear soviética y de proyectos de aceleradores de partículas. El acelerador de Dubna era en esa época tan desastrosamente infructuoso que sus usuarios le apodaban el «Acelerador en Memoria de Stalin».

Robert Wilson, un destacado experto norteamericano en el diseño de aceleradores, tuvo un mejor argumento cuando compareció ante un comité del Senado. «¿Qué haría este costoso proyecto por la defensa de Estados Unidos?», le preguntaron. «Nada», fue la respuesta, «pero hará que valga la pena defender Estados Unidos».

La conversación entre Price y los científicos soviéticos está registrada en *The*

*of Pure Science*, de Daniel S. Greenberg (New American Library, Nueva York, 1967).

## Estirón en el hilo de la vida

El descubrimiento de la estructura del ADN por Francis Crick y James Watson fue uno de los capítulos más espectaculares en la historia de la ciencia y mucho más en la exuberante narración del propio Jim Watson. En 1952, Watson tenía veinticuatro años y era un investigador visitante en el Laboratorio Cavendish de Cambridge. La información experimental que pudiera guiar a Watson y Crick era exigua, y ellos



eran conscientes de que no estaban solos en su búsqueda de la estructura. El trabajo en el King's College de Londres no avanzaba por el antagonismo<sup>o</sup> mutuo entre los protagonistas, Maurice Wilkins y Rosalind Franklin; la competencia importante, tal como lo veía Watson, venía de California, donde residía el formidable Linus Pauling, considerado por consenso como el más destacado químico estructural del mundo. Por una feliz casualidad, Watson estaba compartiendo un despacho con el hijo de Pauling, Peter, que era un estudiante graduado en el Cavendish. Las conversaciones, tal como las recuerda Watson, trataban principalmente de chicas, pero:

Un rostro feliz no es nada comparado con la sonrisa que traía Peter una tarde de mediados de diciembre cuando entró en el despacho y puso los pies sobre la mesa. En su mano llevaba una carta de Estados Unidos que había recogido de vuelta a Peterhouse para el almuerzo.

Era de su padre. Además de los habituales asuntos familiares, traía la temida noticia de que Linus tenía una estructura para el ADN. No se daban detalles de lo que iba a hacer, así que cada vez que Francis y yo nos pasábamos la carta aumentaba nuestra frustración. Francis empezó a pasear de un lado a otro de la habitación, pensando en voz alta, confiando en que con un gran esfuerzo intelectual podría reconstruir lo que había hecho Linus. Puesto que Linus no nos había dado la respuesta, si nosotros la anunciáramos al mismo tiempo deberíamos obtener el mismo reconocimiento.

Pero cuando subimos a tomar el té y hablamos con Max [Perutz I y John [Kendrew] de la carta no habíamos sacado nada que mereciese la pena. Bragg [el director del laboratorio] entró un momento, pero ninguno de nosotros deseaba informarle de que los laboratorios ingleses estaban a punto de ser humillados de nuevo por los americanos. Mientras mordisqueamos galletas de chocolate, John intentó animarnos con la posibilidad de que Linus estuviera equivocado. Después de todo nunca había visto las fotografías de Maurice y Rosy [las fotografías de difracción de rayos X del King's College]. Sin embargo, nuestro corazón nos decía lo contrario.

Y ahora el desenlace: en febrero, Pauling completó su artículo y envió una copia del manuscrito a Cambridge. Para entonces Watson estaba en un estado de extremo nerviosismo.

Legaron dos copias a Cambridge, una para sir Lawrence [Bragg] y la otra para Peter. La primera reacción de Bragg al recibirla fue dejarla de lado. Ignorando que Peter había recibido también una copia, vacilaba en llevar el manuscrito al despacho de Max. Allí lo vería Francis, que emprendería otro proyecto inútil. Según el programa en curso sólo quedaban ocho meses de soportar la risa de Francis. Siempre, claro está, que lo terminase en el tiempo previsto. Luego, durante un año o más, Crick marcharía al exilio en Brooklyn en el Instituto Politécnico, donde iba a trabajar), e imperarían la paz y la serenidad.

Mientras sir Lawrence deliberaba sobre si era prudente apartar la mente de Crick de su tesis, Francis y yo escudriñamos la copia que Peter nos trajo después de comer. Al cruzar la puerta, el rostro de Peter daba a entender que había novedades importantes y sentí un vacío en el estómago pensando que todo estaba perdido. Viendo que ni Francis ni yo podíamos soportar por más tiempo la tensión, nos dijo en seguida que el modelo era una hélice de tres cadenas, con los enlaces azúcar-fosfato en el centro. Esto era tan sospechosamente parecido a nuestro intento frustrado del año pasado que me pregunté si no podríamos haber disfrutado ya del reconocimiento y la gloria por un gran descubrimiento de no haber sido contenidos por Bragg. Sin dar tiempo a que Francis pidiera el manuscrito, lo saqué del bolsillo exterior del abrigo de Peter y empecé a leerlo. Sin gastar más de un minuto en el resumen y la introducción, pasé a las figuras que mostraban los emplazamientos de los átomos esenciales.

En seguida noté que algo estaba mal...

El modelo de Pauling era inconsistente con los datos experimentales, disponibles para

Watson y Crick pero no para Pauling; pero, lo que es peor, era químicamente imposible. Hornero hubiera asentido. Sólo en cuestión de semanas, Watson y Crick encontraron un modelo de estructura tan convincente en cada detalle que apenas cabían dudas de que fuera correcto.

La humillación de un laboratorio inglés a la que se refiere Watson está relacionada con la estructura de la cadena polipeptídica, la ristra de aminoácidos ligados de los que están construidas las proteínas. Se sabía por las imágenes de difracción de rayos X que la queratina (la sustancia del cabello y las uñas y la capa exterior de la piel), una proteína insoluble, tenía una estructura regular, casi con certeza algún tipo de hélice. Varios la-

laboratorios habían tratado de deducir qué estructuras ordenadas podía adoptar una cadena polipeptídica, y Bragg, Perutz y Kendrew habían publicado conjeturas que pronto se demostró que estaban muy equivocadas.

Fue Pauling quien las puso en su lugar. En 1948 era un profesor visitante en Oxford, un lugar húmedo y desesperanzado en el período de austeridad de posguerra. Pauling pilló un grave resfriado, al que siguió una infección de los senos nasales, y él mismo se puso en cama. «El primer día leí historias de detectives», escribió más tarde, «y simplemente trataba *de* no sentirme miserable. Y lo mismo el segundo día. Pero me aburría con eso, de modo que me dije: "¿Por qué no pienso en la estructura de las proteínas?"». Tomó papel, lápiz y una regla y esbozó la estructura lineal de la cadena polipeptídica. Pauling había dedicado buena parte de su vida a determinar e interpretar las longitudes de los enlaces químicos entre átomos de carbono y nitrógeno, de oxígeno y carbono y otros, y los ángulos entre dichos enlaces. Por ello fue capaz de recuperar estos números de su enorme memoria. Cortó la cadena y la enrolló y, tomando también en consideración que el átomo de hidrógeno unido a cada nitrógeno formaría un puente de hidrógeno (una interacción secundaria débil pero esencial) con un átomo de oxígeno de otra unidad repetida a lo largo de la cadena, buscó maneras de producir una estructura regular.

Pauling encontró pronto una conformación helicoidal que parecía muy convincente. Llamó a su mujer y le pidió que le trajera su regla de cálculo y así pudo valorar la geometría de su hélice. Se necesitaban dieciocho unidades peptídicas (residuos aminoácidos, como se denominan) para que la estructura se repitiera y estos residuos formaban cinco vueltas de la hélice. Pauling estaba complacido y excitado, y olvidó sus aflicciones. Se mantuvo callado sobre este descubrimiento, que no parecía encajar de momento con los datos experimentales, en particular con un espacio crítico entre los elementos estructurales aparente en las fotografías de difracción de rayos X. Pero la papiroflexia de Pauling le había llevado a la estructura que se haría famosa como la hélice alfa. Bragg y sus colegas no la habían encontrado porque se restringieron a pliegues de la cadena que llevaban a un número entero de unidades aminoácidas en cada vuelta de hélice. Cuando Pauling dio con la estructura, que tenía 18 unidades para cinco giros de la hélice, el grupo de Cambridge quedó avergonzado.

Max Perutz ha descrito su reacción al ver impreso el trabajo de Pauling mientras ojeaba revistas en la biblioteca un sábado por la mañana, muy poco tiempo después de que él y sus colegas hubieran publicado su propio artículo. Pero allí seguía la anomalía de rayos X. Perutz, atónito, como él dijo, por la revelación de Pauling, había ido en bicicleta a casa para comer. Luego, pensando en el hueco y también en la aparente contradicción con las imágenes de difracción de rayos X, recordó súbitamente una visita que había hecho al hombre que las había obtenido: William Atsbury en Leeds. Perutz comprendió de repente que el montaje de Atsbury habría impedido la observación de la mancha de rayos X en la región que exigía la estructura de Pauling.

Con loca excitación, volví en bicicleta al laboratorio y busqué un pelo de crin de caballo que había guardado en un cajón. Lo pegué en la cabeza de un goniómetro [un aparato para el ajuste preciso de ángulos] a un ángulo de  $31^\circ$  con el haz de rayos X incidente; en lugar de la placa plana de Atsburry coloqué alrededor una película cilíndrica que recogería todas las reflexiones con ángulos de Bragg [los ángulos entre la línea del haz de rayos X incidente y los rayos difractados correspondientes a las diversas regularidades de la estructura] de hasta  $85^\circ$ .

Al cabo de dos horas revelé la película con el alma en vilo. En cuanto encendí la luz encontré una fuerte reflexión a  $1,5 \text{ \AA}$  (1 Å, o Angstróm, es la unidad de longitud, igual a una cienmillonésima de centímetro, en la que normalmente se expresan las distancias en la escala interatómica), exactamente como exigía la hélice alfa de Pauling y Corey.

El lunes por la mañana, Perutz se presentó a su director, sir Lawrence Bragg, con pena y triunfo al mismo tiempo. Cuando Bragg le preguntó cómo le había venido la idea del experimento, Perutz respondió que todo se debía a que su fracaso de no ver lo que Pauling había visto le había enfurecido. La réplica de Bragg fue: «¡Me gustaría que yo te hubiese enfurecido antes!». Éste fue el título elegido por Perutz para el libro en el que relata la historia.

La versión de James D. Watson del descubrimiento de la estructura del ADN procede de su libro, ahora clásico, *The Double Helix* (Weidenfeld and Nicolson, Londres, 1968) [hay traducción española: *La doble hélice*, Salvat, Bar-

celona, 1987], y los recuerdos de Max Perutz están en *I Wish Made You Angry Earlier* (Cold Spring Harbor Laboratory Press/Oxford University press, Oxford, 1998). Véase también una entrevista a Linus Pauling de I. Hargittai en *Chemical Intelligencer*, 4, 34 (1996).

## 89

### Lo trivial y lo profundo

Richard Feynman insistía en que, para él, la física era un juego y que no tenía mejor razón para abordar un problema que el hecho de que le presentase un desafío intelectual o picase su curiosidad. Su primer puesto académico fue en la Universidad de Cornell, donde llegó en 1945 como joven profesor y que, frecuentemente, fue confundido como un estudiante más. Aquí expone a continuación lo impredecible que puede ser el resultado de una investigación.

Menos de una semana después [de su llegada a Cornell] yo estaba en la cafetería y un tipo, haciendo el tonto, lanzó un plato al aire. Vi cómo oscilaba el plato mientras iba por el aire y advertí cómo giraba el medallón rojo de Cornell grabado en el plato. Era completamente obvio para mí que su velocidad de giro era más rápida que la oscilación.

No tenía nada que hacer, de modo que empecé a imaginar el movimiento del plato dando vueltas. Descubrí que cuando el ángulo era muy pequeño, la velocidad de rotación del medallón era el doble que la de oscilación del plato: dos a uno. ¡Resultó una ecuación complicada! Entonces pensé, ¿existe alguna manera fundamental de ver, considerando la fuerza o la dinámica, por qué es dos a uno?

No recuerdo cómo lo hice, pero finalmente calculé cuál es el movimiento de las partículas materiales y cómo se compensan todas las aceleraciones para hacer que salga dos a uno.

Aún recuerdo que fui a ver a Bethe [621] y le dije: «Eh, Hans. He notado algo interesante. Aquí el plato gira así, y la razón de dos a uno es...» y le mostré la aceleración.

Él dijo: «Feynman, eso es muy interesante, pero ¿qué importancia tiene? ¿Por qué lo haces?».

«Ah», repliqué. «No tiene ninguna importancia. Sólo lo hago por diversión.» Su reacción no me desanimó. Me había hecho a la idea de que iba a disfrutar de la física y hacer lo que me gustaba.

Seguí calculando ecuaciones de oscilaciones. Luego reflexioné sobre cómo empiezan a moverse las órbitas del electrón en relatividad. Luego viene la ecuación de Dirac en electrodinámica. Y luego la electrodinámica cuántica. Y antes de que me diera cuenta (todo pasó en muy poco tiempo) estaba «jugando» —en realidad, trabajando— con el mismo viejo problema que tanto me gustaba, el problema en el que había dejado de trabajar cuando fui a Los Álamos [a trabajar en la bomba atómica]: mis problemas tipo tesis; todas estas cosas maravillosas y anticuadas.

No costaba esfuerzo. Era fácil jugar con estas cosas. Era como descorchar una botella: todo fluía sin esfuerzo. ¡Casi traté de resistirme! No tenía importancia lo que estaba haciendo, pero finalmente la tuvo. Los diagramas y todo aquello por lo que gané el premio Nobel procedían de esas nimiedades con el plato oscilante.

Así avanzó Feynman desde el plato oscilante hasta las más exóticas fronteras de la física teórica. Sus biógrafos pintan un cuadro que difiere sólo en un aspecto: en realidad Feynman no estaba contento cuando llegó a Cornell, pues hasta entonces, la inspiración sobre lo que iba a hacer le había eludido.

Feynman era un teórico sin igual, pero sus audaces escauceos ocasionales en la ciencia experimental no siempre tuvieron éxito. Su ilustre mentor en Princeton, John Archibald Wheeler, recuerda el resultado de una iniciativa experimental, suscitada por una discusión sobre una cuestión aparentemente elemental como las que tan a menudo ponen a prueba a las mentes más profundas en física:

Había un problema en el curso elemental de mecánica que nos llevó a pensar sobre el familiar aspersor de césped. Éste tiene forma de esvástica y lanza cuatro chorros de agua. El retroceso hace girar los brazos del aspersor. Pero ¿dónde actúa el retroceso? ¿No actúa en el punto donde la corriente de agua cambia súbitamente de la trayectoria que llevaba a una dirección perpendicular? Supongamos entonces que *el* brazo chupa agua en lugar de expulsarla. Por supuesto, nos decíamos unos a otros, hay un cambio idéntico en dirección y, por lo tanto, una

reacción equivalente. Por supuesto el aspersor girará de nuevo cuando el agua sea aspirada por los brazos en lugar de ser expulsada. Oh, no, no lo hará. Oh, sí, lo hará. Pasamos mucho tiempo discutiendo ambas alternativas con nuestros colegas. Conforme transcurrían los días, más colegas de todos los despachos del pasillo tomaban posición. El debate se hizo cada vez más animado. Ningún argumento teórico bastaba para calmar las discrepancias. La situación pedía un experimento.

Feynman hizo un aspersor en miniatura de 15 centímetros con tubo de vidrio y lo empalmó a un tubo de goma flexible. Comprobó que funcionaba bien como aspersor. Luego colocó todo el artefacto en el cuello de una garrafa de vidrio llena de agua. Puso este conjunto en el suelo del laboratorio del ciclotrón, donde había una llave de salida de aire comprimido. Hizo pasar el aire comprimido a través de un segundo agujero en el corcho que tapaba la garrafa. ¡Ah!, un ligero temblor cuando se aplicó la presión por primera vez, y el agua empezó a fluir hacia atrás a través del aspersor en miniatura. Pero mientras el flujo seguía no había reacción. Entonces aumentó la presión del aire. Más flujo de agua hacia atrás. Otra vez un temblor momentáneo al principio de esta maniobra pero no había un par de fuerzas continuado. Bien, más presión. ¡Y más! ¡Boom! El recipiente de vidrio explotó. Toda la habitación del ciclotrón se llenó de agua y trozos de vidrio. Desde entonces, Feynman fue desterrado del laboratorio.

Wheeler no aclara si los físicos de Princeton llegaron a alguna conclusión sobre la proposición que Feynman pretendía demostrar.

El primer pasaje procede de las memoria orales de Feynman editadas por Edward Hutchings, *Surely You're*

*Joking, Mr Feynman: Adventures of a Curious Character* (Norton, Nueva York, 1985) [Hay traducción española: *¿Está Ud. de broma, señor Feynman?*, Alianza, Madrid, 2003]; el recuerdo de Wheeler es de *Most of the Good Stuff: Memories of Richard Feynman*, Laurie M. Brown y John S. Ridgen, eds. (American Institute of Physics, Nueva York, 1993).

## El flogisto condenado a las llamas

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), «d'immortelle mémoire», es considerado generalmente como el fundador de la química moderna. Introdujo el principio de la medida precisa, en especial por el peso, de los reactantes y productos de las reacciones químicas; fue esta meticulosa adhesión a la evaluación cuantitativa, antes que la mera observación, lo que le llevó a muchos de sus grandes descubrimientos. Era un hombre de notable vanidad, altivez y no poca concupiscencia. Rico de nacimiento, se casó con una mujer aún más rica, bella e inteligente, pero fue su pertenencia a las codiciosas Fermiers Généraux, la asociación de arrendatarios de impuestos que imponían los tributos sobre un gran abanico de mercancías, lo que le llevó finalmente al cadalso.

Lavoisier no dudaba en atribuirse el trabajo de los demás y en pocas ocasiones reconocía los esfuerzos de sus contemporáneos. En cualquier caso, fue él quien (entre muchos otros logros) definió las diferencias entre elementos y compuestos, y quién comprendió (incluso compartiendo el descubrimiento con Joseph Priestley en Inglaterra y Karl Wilhelm Scheele en Suecia) la importancia del oxígeno, al que bautizó con un nombre tomado del griego que significaba «generador de ácido» (un nombre inapropiado, por supuesto, perpetuado en el alemán corriente como *Sauerstoff*, o sustancia agria). Lavoisier formuló el principio de conservación de la materia y acabó con la teoría del flogisto que había dominado la química durante medio siglo.

El flogisto era una creación de George-Ernst Stahl en Alemania. Era un fluido imponderable que impregnaba las sustancias combustibles; cuando éstas ardían, se liberaba en un movimiento arremolinado que se manifestaba como una llama. Y así, Priestley —un devoto tenaz de la teoría hasta el día de su muerte— dedujo que cuando las sustancias ardían en aire, el flogisto se escapaba dejando un residuo inerte que no soportaría más combustión ni, de hecho, vida; a este gas (nitrógeno) le llamó «gas desflogistizado». Pero Lavoisier demostró que las sustancias quemadas en aire u oxígeno realmente ganaban

peso en una medida predecible; y que a algunas (el óxido rojo de mercurio, por ejemplo, que había investigado gracias a Priestley) se les podía hacer ceder oxígeno de nuevo. Lavoisier estaba alborozado por su victoria sobre Priestley y organizó una curiosa diversión en una de las famosas *soirées* en su casa de París a la que asistió la flor y nata *de* la ciudad.

Su vanidad era tal que con frecuencia le hacía parecer ridículo. Por ejemplo, en 1789, inmediatamente después de la toma de la Bastilla, Lavoisier concibió un juicio paródico de la teoría del flogisto. Invitó a un grupo distinguido y representó este juicio ante ellos. Lavoisier y algunos otros presidían el Tribunal, y la acusación fue leída por un joven apuesto que se presentó bajo el nombre de «Oxígeno». Luego, el defensor, un hombre muy viejo y ojoso, que estaba caracterizado para parecerse a Stahl, leyó su apología. El tribunal deliberó y sentenció a la teoría del flogisto a morir quemada, tras lo cual la mujer de Lavoisier, vestida con la túnica blanca de una sacerdotisa, arrojó ceremonialmente el libro de Stahl a la hoguera.

Lavoisier no duró mucho tiempo tras este absurdo episodio. Cuando los jacobinos llegaron al

poder fue detenido, juzgado y, según los informes publicados, enviado a la guillotina bajo la rúbrica: *La République n'a pas besoin des savants* (aunque ahora hay dudas sobre la verdad de este santificado artículo de fe). Un contemporáneo de Lavoisier, el matemático Joseph-Louis Lagrange, observó que «bastó un instante para segar esa cabeza; pero quizá un siglo no será suficiente para producir otra igual». Testigos de la ejecución en masa en que murió Lavoisier atestiguan que se comportó con nobleza. Uno comentó: «No sé si vi el último papel de un actor cuidadosamente representado, o si mi juicio anterior sobre él era erróneo y realmente ha muerto un gran hombre».

Habría que añadir que Lavoisier no fue el único hombre de ciencia que cayó víctima de la Revolución. Un distinguido astrónomo, Jean Sylvain Bailly, que hizo un plano de las trayectorias de los satélites de Júpiter, fue acusado de complicidad en el ataque por la milicia a una multitud que se manifestaba pacíficamente en el Campo de Marte en 1791. Como diputado por París podría haber compartido la responsa-

bilidad de la masacre. En cualquier caso, fue enviado a la guillotina. Otro académico que murió en prisión, probablemente envenenado mientras esperaba la ejecución fue un matemático, el marqués de Condorcet, y también perecieron muchas luminarias menores.

La descripción de la farsa de Lavoisier está tomada de *History of Analytical Chemistry* de Ferenc Szabadváry (Gordon and Breach, Londres, 1960); véase también la notable biografía escrita por Bernadette Bensaude-Vincent, *La Lavoisier* (Flammarion, París, 1993).

## 91

### La brújula errante

Hans Christian Oersted (1777-1851) era catedrático de Física en la Universidad de Copenhague cuando ensayó una experiencia de cátedra que cambió el curso de la física. Oersted estaba fascinado por el magnetismo y no sostenía el punto de vista dominante según el cual el magnetismo y la electricidad eran fenómenos no relacionados —fluidos, como Ampère [17] los había llamado—. Él pensaba que más bien eran fuerzas irradiadas por todas las sustancias, que perfectamente podrían interferir entre sí; de hecho, estaba bien establecido que la brújula de un barco sobre el que había caído un rayo invertía a veces su polaridad. Por lo tanto, él conjeturó que si cerca de una brújula se colocaba un alambre delgado por el que circulase una corriente eléctrica, ésta podría hacer que la brújula se desviase.

Por razones nunca aclaradas, Oersted decidió poner a prueba su hipótesis en una de sus clases públicas ante un auditorio en lugar de intentarlo primero en privado. Había dudado, confesó más tarde, pues la prudencia sugería que el experimento podría no haber funcionado y él hubiera quedado en ridículo; pero un impulso le hizo seguir adelante. Oersted hizo pasar la corriente a través de un delgado hilo de platino hasta que se puso al rojo. La brújula estaba directamente debajo, pero antes de que pudiera moverla a lo largo del hilo, la aguja se desvió. El

efecto fue pequeño y probablemente invisible para una audiencia que se mostró apática; pero Oersted estaba sorprendido: la corriente que fluía en la dirección del eje de la aguja se había desviado hacia un lado. ¿Cóm<sup>o</sup> era posible?

Oersted caviló durante tres meses antes de meterse en el laboratorio. Finalmente, tras muchos

experimentos, infirió que la corriente eléctrica estaba generando una fuerza magnética y formuló la regla, que iba a hacerse famosa, según la cual una corriente eléctrica genera una fuerza magnética perpendicular a su dirección. Doce años más tarde, Michael Faraday en Inglaterra y Joseph Henry en Norteamérica pusieron de manifiesto el fenómeno recíproco de que un campo magnético variable induce una corriente eléctrica en un circuito próximo. Quedó para James Clerk Maxwell [44] el explicarlo todo.

Véase, por ejemplo, Hans Christian Oersted en *Dictionary of Scientific Biography*, C. C. Gillespie, ed. (Scribner, Nueva York, 1980).

## 92

### Liberación por el fuego

Miriam Rothschild, la famosa zoóloga autodidacta que ha escrito de forma cautivadora sobre sus pasiones —en particular en el libro *Flukes, Fleas and Cuckoos* (1952)—, ha contado cómo se liberó de la tiranía de sus tempranos estudios sobre trematodos, que son gusanos parásitos microscópicos. Esto sucedió al comienzo de la segunda guerra mundial cuando Miriam Rothschild formaba parte del personal de la Estación Biológica Marina en Plymouth. Como voluntaria encargada de la prevención de ataques aéreos, ella había sugerido que se instalasen equipos contra incendios en el laboratorio. El director había vacilado: él opinaba que no iba a haber bombardeos de ciudades en esta guerra, y aunque los hubiera, Plymouth quedaría excluida de ellos. Pues todos sabían que los tanques de almacenamiento de petróleo estaban vacíos, los muelles no tenían importancia y la ciudad estaba en

cualquier caso alejada de las trayectorias de vuelo de los bombarderos alemanes. El ataque aéreo llegó puntualmente, los tanques de almacenamiento, que no estaban vacíos en absoluto, empezaron a arder y el laboratorio también fue alcanzado.

Quando amaneció y hubo luz suficiente para ver —pues de hecho no funcionaba la luz artificial— me quedé en mi habitación para evaluar los daños. Ante mis ojos había una vista increíble. La puerta había desaparecido y la habitación parecía estar vacía excepto por una enorme pila de minúsculas esquivras de vidrio en el suelo. Y, eligiendo delicadamente su camino entre los residuos, el único superviviente: mi andarríos amaestrado.

¿Dónde estaban mis cuadernos y manuscritos? ¿Dónde estaban los dibujos etiquetados? ¿Dónde estaban los cultivos de huéspedes intermedios (de los gusanos parásitos), los pececillos infectados, los centenares de caracoles infectados aislados? ¿Dónde estaba el microscopio, el Cambridge Rocker, la Camera Lucida, las lupas, las tazas de lavado, los tubos, los estantes, las jarras? Habían desaparecido. Siete años de trabajo se habían esfumado, pulverizados con una tonelada de vidrio.

Durante tres días no sentí nada excepto un vago dolor de espalda. Estaba aturdida. En blanco.

Un avión alemán de reconocimiento apareció entre los tanques de petróleo que aún ardían, volando entre las nubes de humo, y desapareció sin ser importunado. ¿Íbamos a sufrir inmediatamente otro ataque? Desde luego, el fuego proporcionaba un blanco perfectamente visible. Pero nada sucedió.

A la mañana siguiente descubrí que mi andarríos había muerto, posiblemente de un shock retardado o alguna lesión interna debida a la explosión. ¿Había muerto con grandes dolores? Me sentí profundamente perturbada cuando lo vi yaciendo en silencio entre los trozos de vidrio: era una crítica

inequívoca a la raza humana. Lo sentí por él.

Al día siguiente caí presa de una sensación de excitación y exaltación sin sentido. Sin darme cuenta me había convertido poco a poco en un apéndice de los ciclos vitales de mis trematodos. En esa época no tenía un ayudante, lo que significaba que no podía permitirme estar enferma unos días, y mucho menos unas vacaciones o un fin de semana libre. Estaban todos esos huéspedes intermedios a los que había que atender, alimentar y criar; todos aquellos caracoles que alimentar;

montones de bellas *cercariae* efímeras [las larvas parásitas] que contar, dibujar y describir; todas esas conchas que medir; todos esos patrones similares a llamas parpadeantes que descubrir, y mi camada de gaviota por acompañar desde el huevo hasta el ser adulto. Todo ello había significado 16 implacables horas al día. Incluso veía *cercariae* en las nubes y células llama palpitando en mis sueños.

Ahora, de repente, era libre.

Empaqueté mis bolsas y dejé Plymouth para no volver nunca como investigadora. No sabía que las mariposas y los campos floridos iban a sustituir a las *cercariae* y al turbulento Océano Atlántico. Pero, temporalmente al menos, las Fuerzas Aéreas Alemanas me habían liberado.

De Miriam Rothschild, en *The Scientist*, julio de 1987; reproducido en *From Creation to Chaos: Classic Writings in Science*, Bernard Dixon, ed. (Balckwell, Oxford, 1989).

## 93

### ¿Cuán pequeño es pequeño?

Durante los años treinta, Leo Szilard rumió sobre la perspectiva de una reacción nuclear en cadena [20] y la posibilidad, por consiguiente, de una bomba atómica; y de cuando en cuando sufría un paroxismo de ansiedad. En 1939 se encontró con Isidor Rabi [21] en Washington para discutir sus temores. Rabi contó a Szilard que esa misma idea le había sido comentada por el gran físico italiano Enrico Fermi [29], también por entonces en Estados Unidos, pero que, sin embargo, no había mostrado ninguna inclinación por seguir hablando del tema. Szilard insistió en llamar a Fermi inmediatamente.

«Fermi no estaba», recordaba Szilard más tarde, «de modo que le dije a Rabi que por favor hablase con Fermi y le dijese que estas cosas debían de mantenerse en secreto porque era muy probable que si se emitían neutrones [de la fisión de uranio] podría llevar a una reacción en cadena desembocando en la posible construcción de bombas. Unos

días más tarde fui de nuevo a ver a Rabi, y le dije: "Hablaste con Fermi". Rabi contestó: "Sí, lo hice". Pregunté: "¿Qué dijo Fermi?". Rabi afirmó: "Fermi dijo, ¡Chorradas!". Así que yo volví a preguntar: "¿por qué dijo ¡Chorradas!?", y Rabi respondió: "Bueno, no lo sé, pero el está aquí y podemos preguntárselo". Fuimos al despacho de Fermi, y Rabi le espetó: "Oye, Fermi, yo te conté lo que pensaba Szilard y tu dijiste ¡Chorradas! y Szilard quiere saber por qué dijiste ¡Chorradas!". Fermi respondió: "Bueno, hay una remota posibilidad de que puedan emitirse neutrones en la fisión del uranio y, entonces, por supuesto si puede formarse una reacción en cadena". Rabi siguió: "¿Qué entiendes tú por una remota posibilidad?", y Fermi comentó: "Bueno, un 10 por 100". Rabi comentó: "10 por 100 no es una remota posibilidad si significa que podemos morir de ello. Si tengo neumonía y el doctor me dice que hay una remota posibilidad de que pueda morir, y ésta es de un 10 por 100, me echaré a temblar"».

A partir de esta reunión, Szilard se dio cuenta de qué forma tan diferente podían ver él y Fermi la



misma evidencia científica. «Ambos queríamos ser conservadores», recordaba Szilard más tarde, «pero Fermi pensaba que lo conservador era quitarle importancia a la posibilidad de que esto pudiera suceder y yo pensaba que lo conservador era suponer que sucedería y tomar las debidas precauciones».

Como sabemos, pronto se demostró que Szilard tenía razón. Sus biógrafos creen que la diferencia en perspectiva de los dos revela su forma de ver la vida. «Dicho de forma simple, la ciencia era la vida de Fermi, mientras que para Szilard la ciencia era una empresa ineluctablemente unida a las sensibilidades política y personal.» De hecho, las personalidades de ambos eran difícilmente reconciliables. Cuando, por ejemplo, Fermi estaba supervisando la construcción de la primera pila atómica en una cancha de squash en Chicago en donde iba a ponerse a prueba una reacción en cadena, él exhortó a su personal. En mangas de camisa se unió a la tarea de levantar pesados bloques de grafito que formaban parte del montaje. Pero, para gran enfado de Fermi, no hubo forma de convencer a Szilard, que era contrario a cualquier tipo de esfuerzo físico, para que participara. Este episodio creó una brecha duradera entre los dos científicos.

Véase, *Genius in the Shadows: A Biography of Leo Szilard, the Man Behind the Bomb*, por William Lanouette y Bela Szilard (Scribner, Nueva York, 1993); *Leo Szilard: His Version of the Facts*, Spencer Weartt and Gertrude Weiss Szilard, eds. (MIT Press, Cambridge, Mass., 1978); *Rabi: Scientist and Citizen*, por John S. Ridgen (Basic Books, Nueva York, 1987).

## 94

### Viendo chispas

En alemán, un radiotransmisor es un emisor de chispas, ya que el descubrimiento de las ondas de radio estuvo en realidad asociado a la aparición de chispas. En 1886, Heindrich Hertz, cuyo nombre se consagra en la unidad de frecuencia (el número de ciclos por segundo en una oscilación electromagnética) era un joven profesor de la Universidad Técnica de Karlsruhe, un remanso de conocimiento, donde tenía que dar clases de materias tales como meteorología para granjeros. Hacía todo lo que podía, con mínimos recursos y poco optimismo, para tener en marcha un programa de investigación. Su interés se centraba en la radiación electromagnética y especialmente en la exploración de la teoría de Maxwell [44]. En el verano de ese año, Hertz se casó y el día de su gran descubrimiento, el 1 de noviembre de 1886, su mujer, que se interesaba por su trabajo, estaba a su lado.

Hertz había modificado una bobina de inducción para generar chispas de gran intensidad en el espacio comprendido entre dos pequeñas esferas colocadas en los extremos de varillas metálicas. Éste era un montaje bastante habitual para demostraciones experimentales de descargas eléctricas, pero Hertz había modificado el aparato para estudiar los efectos del cambio de configuración del circuito: utilizaba varillas largas con esferas más grandes en los extremos que actuaban como condensadores para almacenar carga. Tenía un dispositivo para regular la longitud de la chispa y un reostato (un conductor de resistencia variable) con el que podía variar el voltaje a través del espacio entre las esferas. Cuando redujo la resistencia a cero para anular el

voltaje entre las esferas y cortar la producción de chispas, observó con

sorpresa que éstas seguían saltando aunque eran muy débiles. En la

mesa de laboratorio, cerca de su aparato, había otra bobina de metal cuyos extremos terminaban en esferas separadas por la distancia que podía cruzar una chispa. Mientras Hertz manejaba la bobina de inducción se quedó asombrado al ver —o quizá lo hizo su mujer— no sólo la descarga brillante en el espacio entre las esferas cuyo voltaje estaba variando, sino también minúsculas y débiles chispas que atravesaban el espacio entre las esferas de la bobina inerte que estaba a alguna distancia. Fue puro azar y, como Hertz escribió más tarde: «Hubiera sido imposible llegar a estos fenómenos sólo con ayuda de la teoría».

Hertz se dio cuenta de que esta observación extraña e inexplicable implicaba algo completamente nuevo. No le llevó mucho tiempo descubrir que lo que su detector estaba captando era una oscilación de la corriente en el espacio del circuito primario donde se producían las chispas y midió esta frecuencia con un espejo giratorio: un estroboscopio primitivo. Las investigaciones de Hertz le mostraron que lo que estaba observando no era un efecto de inducción como había supuesto inicialmente, sino que era una radiación que atravesaba la habitación y llegaba a la bobina detectora. Tenía una longitud de onda muy larga pero viajaba a la velocidad de la luz. Éste fue el origen de la radio y todo lo que salió de ello. Hertz no vivió para ver la revolución tecnológica que siguió a su descubrimiento: fue recompensado con un nombramiento para un puesto mejor, la Cátedra de Física en la Universidad de Bonn, y allí murió a los treinta y seis años de una septicemia. Esto es lo que escribió a sus padres no mucho antes de morir:

Si me sucediera algo, no lloréis por mí; más bien debéis estar orgullosos y considerar que estoy entre los especialmente elegidos y destinados a vivir poco tiempo pero sí el suficiente. No deseé elegir este destino, pero puesto que me ha sucedido, debo estar contento; y si me hubiese tocado elegir, quizá yo mismo lo hubiese escogido.

Esto recuerda las palabras de Enrico Fermi [29], que murió prematuramente unos setenta años más tarde: él no se preocupaba demasiado, afirmaba, porque la mayor parte de las cosas que era capaz *de* conseguir ya las había conseguido.

La observación de Hertz de las ondas de radio es un ejemplo de descubrimiento simultáneo, una ocurrencia muy común a lo largo de la historia de la ciencia. Ese mismo año, Oliver Lodge, en Inglaterra, también halló evidencia de una radiación electromagnética semejante. Pero en lugar de escribir un artículo se fue de vacaciones a los Alpes para practicar la escalada con la intención de preparar su trabajo y publicarlo a su vuelta. Fue demasiado tarde: cuando Lodge regresó a Londres se encontró con que le aguardaban noticias sobre el artículo de Hertz. Parece que el genial Lodge no se molestó demasiado.

Véase los recuerdos de Heinrich Hertz por su hermana, Johanna Hertz, *Heinrich Hertz: Memoirs, Letters, Diaries* (San Francisco Press, San Francisco, 1977); también *Heinrich Hertz: A Short Life*, de Charles Susskind (San Francisco Press, San Francisco, 1995).

## Una tragedia victoriana, una secuela del siglo xx

Philip Gosse fue un biólogo del siglo xix, figura respetada y miembro de la Royal Society, que se había esforzado seriamente por entender la teoría de Darwin. También era un sobresaliente

divulgador de historia natural en sus escritos y conferencias públicas. Figura de inflexible rectitud victoriana, no tenía tiempo para la frivolidad y apenas siquiera para su familia. Una entrada en su diario dice: «Recibida golondrina verde de Jamaica. E. nacimiento de un hijo».

Como cristiano fundamentalista, miembro de la austera secta de los Hermanos de Plymouth, Gosse se sentía profundamente molesto por la evidente contradicción entre el registro fósil y la cronología bíblica. Tras varios años de angustia llegó a una solución para este y otros problemas planteados por los descubrimientos científicos y, en 1884, publicó los frutos de sus elucubraciones en un libro que tituló *Omphalos*, el término griego antiguo para el ombligo. De hecho, una de las preocupaciones de Gosse había sido el espinoso problema de si

Adán, quien a diferencia de sus descendientes no nació de una mujer, poseía este rasgo anatómico. La teoría de Gosse consistía en esencia en que la creación divina había sido diseñada para incorporar la apariencia de pre-existencia. Había así un tiempo verdadero o «diacrónico» y, además, la escala temporal espúrea de Dios o «pocrónica», en la que reposaban los fósiles que Gosse había estudiado tan decididamente. La historia del recibimiento que tuvo el libro está contada por el hijo de Gosse, Edmund, novelista y hombre de letras (e hijo único de Philip, cuya venida al mundo había merecido una entrada tan críptica en el diario).

Para gran indignación de mi padre, la teoría fue resumida por una pren-

sa apresurada en términos bastante vagos, más o menos así: que Dios ocultó los fósiles en las rocas para tentar a los geólogos a la infidelidad.

En verdad, ésta era la conclusión lógica e inevitable de aceptar literalmente la doctrina de un súbito acto de creación; resaltaba el hecho de que cualquier salto en el curso de la Naturaleza sólo podía concebirse sobre la hipótesis de que el objeto creado daba un falso testimonio de procesos pasados que nunca habían tenido lugar. Por ejemplo, es cierto que Adán poseía cabello, dientes y huesos cuya formación habría requerido muchos años, pero fue creado ya adulto simplemente ayer. Es cierto —aunque sir Thomas Browne lo negara— que mostraba un *omphalos*, pero ningún cordón umbilical le había unido nunca a una madre.

Nunca se editó un libro con mayores pronósticos de éxito que las de este curioso, obstinado y fanático volumen. Mientras esperaba a que se publicase, mi padre vivía en una fiebre de incertidumbre. Este *Omphalos*, pensaba él, iba a poner fin al torbellino de especulación científica, lanzando la geología en brazos de las Escrituras y haciendo que el león paciese con el cordero. No era sorprendente, admitía, que se hubiese experimentado un desacuerdo creciente entre los hechos que la geología saca a la luz y las sentencias directas de los primeros capítulos del Génesis. Nadie tenía la culpa. Mi padre, y sólo mi padre, poseía el secreto del enigma; sólo él tenía la llave que podía abrir suavemente el candado del misterio geológico. La ofrecía, con gesto entusiasta a ateos y cristianos por igual. Ésta iba a ser la panacea universal; éste sería el sistema de terapéutica intelectual que no podía sino curar todas las enfermedades de la época. Pero, ¡ay!, ateos y cristianos por igual lo

leyeron, rieron y lo dejaron de lado.

En el curso de ese invierno triste, mientras el correo empezaba a traer cartas privadas, pocas y frías, y recensiones públicas, muchas y desdeñosas, mi padre buscó en vano la aprobación de las iglesias, y en vano la aquiescencia de las sociedades científicas, y en vano la gratitud de esos «miles de personas pensantes» que él estaba seguro de recibir. Cuando su reconciliación de las frases de las Escrituras con las deducciones geológicas no fue bien recibida en ninguna parte, cuando Darwin siguió en silencio y el joven Huxley se mostró desdeñoso, e incluso Charles Kingsley, de quien mi padre había esperado un agradecimiento instantáneo, escribió que él no podía «abandonar la laboriosa y lenta conclusión de veinticinco años de estudio de la geología, y creer que Dios había escrito en las rocas una mentira enorme y superflua», cuando todo esto sucedió o dejó de suceder,

una penumbra, fría y triste, se abatió sobre nuestras tazas de té de la mañana. Era lo que los poetas entienden por una penumbra «espesa»; se hacía más densa día a día mientras la esperanza y la autoconfianza se evaporaban en tenues nubes de disgusto. Mi padre no estaba preparado para un destino semejante. Había sido el mimado del público, el favorito constante de la prensa y ahora, como a los ángeles de las tinieblas,

tan aplastante derrota le abrumó con ruina.\*

Él no pudo recuperarse de la sorpresa de haber ofendido a todo el mundo con una empresa que había emprendido por la causa de la reconciliación universal.

La imagen de un Dios taimado que intenta engañar a la humanidad hace una extraña reaparición un siglo después. El abad Georges Lemaitre (1894-1966), además de sacerdote católico era también un respetado físico teórico. Su principal interés estaba en la cosmología, y fue él quien por primera vez formuló explícitamente la idea del universo en expansión que llevó a la teoría de su formación en el big bang [81]. Lemaitre, un belga, fue a dar clases en la Universidad de Gotinga donde estudiaba Victor Weisskopf, un distinguido físico austriaco

\* «So huge a rout / Encumbered him with ruin». John Milton, *El Paraíso perdido*, libro VI. (N. del t.)

que emigró a Estados Unidos <sup>in</sup>mediatamente antes de la <sup>seg</sup>unda guerra mundial. El tema de Lemaitre era la edad de la Tierra [16]; él y otros la habían calculado a partir de la abundancia de ciertos <sup>el</sup>ementos, productos de la desintegración radiactiva de elementos padres con semividas muy largas (una medida de cuánto duran los átomos de un elemento radiactivo antes de su transformación en el elemento hijo) [149].

El abad Lemaitre nos dijo que tales <sup>i</sup>nvestigaciones habían <sup>r</sup>evelado que la Tierra tenía unos 4.500 millones de años.

Cuando nos sentamos con él después de su charla, alguien le preguntó si creía en la Biblia. Él dijo: «Sí, cada palabra es <sup>ve</sup>rdadera». «Pero —continuamos nosotros—, ¿cómo puede decirnos que la Tierra tiene 4.500 millones de años si la Biblia dice que tiene 5.800 años <sup>aprox</sup>iadamente?» Él, supongo que medio en broma, contestó: «No hay <sup>c</sup>ontradicción», «¿Cómo que no?», casi gritamos. Él explicó que Dios hizo la Tierra hace 5.800 años con todas las sustancias radiactivas, los fósiles y demás indicios de una edad mayor. Lo hizo para tentar a la humanidad y poner a prueba su creencia en la Biblia. Entonces preguntamos: «¿Por qué está tan interesado en averiguar la edad de la Tierra si no es la edad real?», y él respondió: «Sólo para convencerme de que Dios no cometió ni un solo error».

El pasaje sobre Philip Gosse procede de Edmund Gosse, *Father and Son: A Study of Two Temperaments* (Heinemann, Londres, 1907, y muchas veces reimpresso). Los recuerdos de Victor Weisskopf están narrados en *The Joy of Insight: Passions of a Physicist* (Basic Books, Nueva York, 1981).

Max Planck fue una figura trágica. Cuando Adolf Hitler se hizo con el poder en Alemania, Planck era el científico más respetado e influyente del país. Era él quien había iniciado la revolución en la física con *el*

descubrimiento de que la energía radiante está cuantizada: es decir, existe en forma de paquetes definidos, o cuantos. Planck, una figura ascética, el último de una línea de pastores luteranos, se hizo amigo de Albert Einstein con quien tocaba música de cámara. Su hijo mayor cayó luchando en la primera guerra mundial, sus adoradas hijas gemelas murieron ambas de parto y su hijo menor fue ejecutado en las últimas semanas de la segunda guerra mundial acusado de participar en el golpe contra la vida de Hitler el año anterior.

Cuando Hitler se convirtió en canciller y promulgó las leyes raciales (de Nuremberg), Planck era presidente del Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft (ahora el Max-Planck-Gesellschaft) —la organización fundada, con la bendición del káiser, para promover el progreso científico a través de su red de institutos de investigación que abarcaba todas las ramas de la ciencia—. Consternado por el despido de los judíos entre quienes estaban muchos de sus amigos, Planck se encontró ante un penoso dilema. Una protesta pública podría dar como resultado su propia expulsión de la posición de poder dentro del sistema académico, y por ello consideraba —erróneamente, como creían algunos de sus colegas más rectos, y especialmente los judíos expulsados— que su deber era mantenerse en calma, aferrarse a su presidencia y tratar de proteger lo que podía salvarse de la física alemana. Einstein no pudo perdonarle y nunca volvió a comunicarse con él. Pero en mayo de 1933, cuando estaba empezando el éxodo judío, Planck pidió una audiencia con Hitler y supuestamente trató de amonestarle. Ésta es la narración del propio Planck de la entrevista, escrita catorce años después

del suceso:

Después de que Hitler se hiciera con el poder, yo, como presidente del Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, tenía la obligación de presentar mis respetos al Führer. Pensé que podía aprovechar esta oportunidad para decir unas palabras en favor de mi colega judío, Fritz Haber, sin cuyo procedimiento para la conversión del nitrógeno atmosférico en amoníaco, la última guerra se habría perdido muy pronto. [Haber, un ferviente patriota bautizado judío, premio Nobel y arquitecto del programa de guerra durante la gran guerra, fue despojado de todo lo que más quería y perseguido en Alemania.] Hitler respondió con las palabras: «Yo no tengo nada contra los judíos. Pero los judíos son todos comunistas, y éstos son

mis enemigos, contra quienes se dirige mi lucha». A mi observación de que hay muchas clases de judíos, tanto valiosos para la humanidad como sin valor, y que entre los primeros hay viejas familias de la mejor cultura alemana y que habría que distinguir entre ellos, él respondió: «Eso no es cierto. Un judío es un judío; todos los judíos actúan de la misma forma. Donde hay un judío se juntan inmediatamente otros judíos de todo tipo. Debería haber una obligación por parte de los propios judíos de trazar una línea entre tipos diferentes. Ellos no lo han hecho y por ello tengo que proceder contra todos los judíos por igual». A mi comentario de que sería autodestructivo que los judíos valiosos fueran obligados a emigrar porque necesitábamos urgentemente sus trabajos científicos o de lo contrario serían otros países los que se beneficiarían de su valor, se negó a hacer más comentarios, se perdió en generalidades y finalmente concluyó: «Dicen que a veces sufro de debilidad nerviosa. Esto es una calumnia. Yo tengo nervios de acero». A continuación dio una palmada violenta en sus rodillas, empezó a hablar todavía más deprisa y tuvo tal arrebató de ira que no tuve otra opción que quedarme en silencio e irme.

Por desgracia, se han arrojado algunas dudas sobre la exactitud de la narración de Planck. Cuando la expuso en 1947, él tenía ochenta y nueve años, acababa de salir de una enfermedad que estuvo a punto de costarle la vida y, de hecho, murió algunos meses después. Los acontecimientos

que ocurrieron durante el período más tortuoso de su vida quizá estaban confusos en su mente. En cualquier caso, sus amigos recordaban de forma muy diferente los informes que hizo de la visita inmediatamente después de que tuviera lugar. Dudaban de que Planck hubiera tratado de abordar la peligrosa cuestión de los judíos y pensaban que, en cualquier caso, Planck no había encontrado a Hitler con humor para escuchar a un intelectual anciano al que rápidamente dio la espalda. Hay fotografías del desdichado Planck en un estrado adornado con la esvástica en una sesión de la Academia Prusiana de Ciencias. Se le vio levantar su brazo lentamente, dejarlo caer, y finalmente levantarlo tristemente con el saludo nazi.

La narración de Planck de su encuentro con Hitler se publicó (en alemán) en *Physikalische Blätter*, 3, 143 (1947). Para una biografía de Planck véase J. L. Heilbron, *The Dilemmas of an Upright Man* (University of California Press, Berkeley, 1986).

97

## Mariposa en Beijing

El fenómeno del caos —la aparición de pautas a partir de la aleatoriedad— ha afectado en años recientes a casi todas las áreas de la ciencia. Las irregularidades en procesos físicos y biológicos (de hecho, incluso en procesos económicos) fueron siempre consideradas como algo que desafiaba el análisis teórico y en consecuencia eran rehuidas por los teóricos. La turbulencia en los flujos fluidos era un problema práctico que había preocupado tanto a ingenieros como a fisiólogos y los físicos llevaban mucho tiempo molestos por las transiciones aparentemente aleatorias entre el flujo de agua estacionario y el discontinuo en un grifo que gotea. Las ideas que hay tras la teoría del caos habían sido vagamente prefiguradas en años anteriores, pero los inicios de la disciplina pueden datarse adecuadamente en 1961, y el lugar fue el MIT, el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Edward Lorenz era un meteorólogo formado como matemático; su interés era la predicción del tiempo a largo plazo y había reconocido muy pronto que cualquier sistema de ecuaciones con el objetivo de simular el cambio temporal de una pauta climática solamente se haría manejable con la llegada de los computadores de alta velocidad. Lorenz había comprado una de las primeras máquinas disponibles comercialmente y había escrito un programa rudimentario para el cambio en una pauta climática basado en doce ecuaciones. Su computador vomitó una interminable serie de mapas del tiempo sucesivos.

Lorenz suponía, como hacían todos los demás, que la evolución del clima sería determinista: que el estado de la atmósfera en cualquier instante determinaría unívocamente su estado en cualquier instante posterior de modo que la aproximación de una predicción dependería sólo de la precisión con que pudiera definirse en estado de partida. El computador de Lorenz generaba predicciones en forma de datos numéricos que luego podían transformarse en una forma gráfica. La revelación llegó un día cuando Lorenz decidió examinar más de cerca una parte de la salida numérica y así, para ahorrar tiempo, rei-

nició la <sup>co</sup>mputación en un punto a mitad de la serie anterior. Luego se fue a tomar un café.

A su regreso, Lorenz quedó sorprendido al ver que la <sup>pred</sup>icción de su programa se había desviado <sup>su</sup>stancialmente del resultado <sup>an</sup>terior. Pero entonces cayó en la cuenta de que había una diferencia en-

tre los dos <sup>exp</sup>erimentos. La precisión de los valores iniciales que <sup>ha</sup>bía dado a la máquina era

menor la segunda vez que la primera: en lugar del 0,506127, por ejemplo, para una de las variables que definían el clima, él había dado 0,506. Pero la diferencia era sólo de una parte en cinco mil, mucho menor de lo que Lorenz podía imaginar que afectaría al resultado. Una parte en cinco mil equivaldría a no más que un soplo de aire infinitesimal. Lorenz podía muy bien haber <sup>su</sup> puesto que su computador se estaba comportando de forma errática. En lugar de ello, continuó su observación y descubrió que el fenómeno matemático era real: por pequeña que fuera la diferencia entre los valores de partida, las predicciones divergirían hasta que, al cabo de un rato, cualquier similaridad entre ellas habría <sup>d</sup>esaparecido. Así es como lo cuenta James Gleick en su libro sobre caos:

Pero por razones de intuición matemática que sus colegas sólo llegarían a entender más tarde, Lorenz sintió una sacudida: algo no encajaba <sup>f</sup>ilosóficamente. La importancia práctica podía ser asombrosa. Aunque las ecuaciones eran una caricatura del clima de la Tierra, él tenía fe en que captaban la esencia de la atmósfera real. Ese primer día decidió que la predicción del tiempo a largo plazo estaba condenada al fracaso.

“Comprendí», concluía Lorenz, «que *cualquier* sistema físico que se comportara de forma no periódica sería <sup>i</sup>mpredecible». Su conclusión se mantuvo cuando, años más tarde, se programó un computador muchísimo más potente para modelar el clima no ya con doce, sino con no menos de medio millón de ecuaciones. Así nació *el* «efecto mariposa»: el batido del ala de una mariposa en Beijing sería suficiente para cambiar el clima en Nueva York un mes después.

Edward Lorenz, no obstante, no se paró ahí. Descubrió sistemas de ecuaciones mucho más sencillos que generaban divergencia, de acuerdo con lo que llegó a conocerse como el efecto de <sup>d</sup>ependencia *de las*

condiciones iniciales». Su intuición le decía que las desviaciones en los resultados vistos en ciclos de computación repetidos deberían ser recurrentes, que debería aparecer una pauta de cambio, y así se demostró de hecho. Las magnitudes fluctuantes de una variable, cuando se representaban en una gráfica tridimensional, se distribuirían alrededor de un foco, lo que llegó a conocerse como «el atractor de Lorenz». Tales imágenes han entrado ahora en el repertorio de los diseñadores gráficos. Así es como salió a la luz el fenómeno del caos, pero Lorenz publicó sus resultados en revistas meteorológicas, que los científicos de otras disciplinas no leían, y se necesitaron años para que la importancia de sus observaciones calara en muchas áreas en las que ahora son un lugar común. Entre éstas se incluyen el flujo de líquidos en las mareas, olas y tuberías (y no menos en arterias y venas), los latidos del corazón, las fluctuaciones de las poblaciones animales y muchas más.

Gleick cita las palabras de un físico: «La relatividad acabó con la ilusión newtoniana de espacio y tiempo absolutos; la teoría cuántica acabó con el sueño newtoniano de un proceso de medida controlable; y el caos acaba con la fantasía laplaciana [145] de la predecibilidad determinista». Ésta es una verdad mucho más profunda que la observación de un psiquiatra, Ernest Jones, la cual expone que la psique del hombre ha sufrido sólo tres golpes dolorosos: los dados por Galileo, por Darwin y por Freud.

Véase el notable libro de James Gleick, *Chaos-Making a New Science* (Viking, Nueva York, 1987; Heinemann, Londres, 1988). [Hay traducción española: *Caos: la creación de una ciencia*, Seix Barral, Barcelona, 1998.]

## La cocinera sabe más

Debemos la idea de datación por radiocarbono al químico Willard Libby (1908-1980). El carbono, que es un constituyente de todos los compuestos que intervienen en los procesos de la vida, contiene una

pequeña proporción de un isótopo radiactivo [149]. Cuando muere un organismo, el metabolismo cesa y ya no hay más movimiento de todos estos compuestos de carbono, de modo que el isótopo radiactivo no es reemplazado y se desintegra. En consecuencia, la cantidad de <sup>14</sup>C radiactividad detectada en la sustancia del animal o planta muertos (madera o algodón, por ejemplo) da una medida de cuánto tiempo llevan en ese estado. Esta técnica revolucionó la práctica de la arqueología y le valió a Libby el premio Nobel en 1960. El recuerdo que sigue procede

del bioquímico norteamericano Daniel Koshland, entonces un estudiante investigador:

Recuerdo una tarde de sábado en la que Frank Westheimer [un distinguido químico y supervisor de investigación de Koshland] entró corriendo en el laboratorio y dijo: «Ven conmigo. Te necesitamos en una reunión». Yo le seguí obedientemente para encontrar a Frank, Bill Libby, George Whelan, otros dos profesores y algunos estudiantes graduados y posdoctorados reunidos en una habitación. El problema que se nos presentó era que Libby quería saber cómo reducir a cenizas un pingüino. Alguien había dicho a Libby que debería tener una muestra moderna y verificada de composición de carbono para comparar con sus antiguas muestras de datación por carbono y que para ello debería reunir animales del Polo Norte, el Polo Sur, el Ecuador, etc.

El pingüino había sido traído de la Antártida y estábamos encargados de transformar todo el carbono de la carne, el pico, las garras, las plumas, etc., en CO<sub>2</sub>. Las primeras respuestas del grupo eran las obvias, tales como ácido sulfúrico humeante, aqua regia [una mezcla de ácidos nítrico e hidroc্লórico], ácido nítrico humeante, soluciones de cromato y así sucesivamente. Cada sugerencia era descartada por recomendación de alguno cuya experiencia le decía que no podía funcionar. Finalmente, frustrado, el grupo se separó para cenar. Varios días más tarde me encontré casualmente con Libby y le pregunté qué se había decidido. Libby dijo que no se había encontrado ninguna solución química pero que había mencionado el problema a su mujer. Ella señaló que todos los materiales del cuerpo estaban sintetizados a partir de una

fente común y, por ello, sugirió que cocinásemos el pingüino y recogiéramos la grasa que, por supuesto, podía oxidarse fácilmente para dar CO<sub>2</sub>. Seguimos su consejo y el problema se solucionó. Tanto este plato imaginativo como el intercambio de ideas entre profesores y es-

tudiantes durante el transcurso de varias horas son ejemplos típicos de lo que hacía tan excitante en esa época la atmósfera en Chicago.

pe D. E. Koshland, *Annual Reviews of Biochemistry*, **65**, 1 (1996).

## Química en la cocina: el descubrimiento de la nitrocelulosa



La nitrocelulosa, que llegó a conocerse como algodón pólvora, fue descubierta (como también lo fue el ozono) por un químico alemán, Christian Friedrich Schönbein (1799-1868). Fue nombrado profesor en la Universidad de Basilea en 1829 y la historia, a menudo repetida (aunque su veracidad exacta ha sido cuestionada), dice que hizo su descubrimiento en la cocina de su casa.

El laboratorio de la Universidad cerraba cada día para comer, pero Schönbein, un experimentador ávido e impaciente, continuaba a veces su trabajo en casa. Se dice que en una de estas ocasiones, un matraz en el que estaba calentando una mezcla de ácidos sulfúrico y nítrico se rompió y el líquido corrosivo se derramó sobre la superficie de trabajo de su mujer. Aterrorizado por el disgusto que cualquier estropicio podría causar, cogió el primer objeto que encontró a mano para empañar el vertido. Fue el delantal de algodón de su mujer que lavó apresuradamente bajo el grifo y colgó a secar cerca de la estufa. Siguió una explosión y deflagración sin humo y el delantal desapareció, sin dejar ninguna traza.

El episodio pudo haber puesto en peligro la tranquilidad doméstica de Schönbein, pero pronto le llevó a la fama y la fortuna. Fue invitado a hacer una demostración del nuevo explosivo en el Woolwich Arsenal en Londres y aprovechó la ocasión para obsequiar a la reina Victoria y el príncipe Alberto con un par de faisanes, el primero de ellos cazado con cartuchos llenos de algodón pólvora.

Véase, por ejemplo, *The Big Bang: A History of Explosives*, de G. I. Brown (Sutton, Strod, 1998).

## 100

### El fósil viviente

En 1938, tres días antes de Navidad, la joven conservadora del pequeño East London Museum de la costa oriental de Sudáfrica estaba preparando una exposición de fósiles. Su nombre era Marjorie Courtenay-Latimer. Esa mañana su trabajo fue interrumpido por una llamada telefónica desde el puerto donde acababa de atracar un barco pesquero de arrastre con una captura que incluía tiburones y otros peces. Los pescadores del barco había suministrado a miss Courtenay-Latimer peces de muchas especies para la colección del museo. Ahora se le habían acumulado muchos especímenes de capturas anteriores que había que preparar y ella quería acabar de montar su exposición de fósiles antes de Navidad. Por ello no tenía ningunas ganas de acumular más peces. «Pero pensé en lo bien que todos los de Irvin y Johnson se habían portado conmigo, y estando cerca la Navidad, pensé que lo menos que podía hacer era bajar a los muelles para desearles un feliz año.»

Así que miss Courtenay-Latimer subió a bordo del barco y echó un vistazo a los peces, esponjas, algas y otros restos que había en la cubierta. Allí, sobresaliendo del montón, había un extraño pez azul. «Retiré las capas de lodo para dejar al descubierto el pez más bello que había visto nunca. Era un pez de metro y medio, azul malva salpicado de motas blanquecinas; tenía un brillo azul verdoso plateado iridiscente. Estaba cubierto de duras escamas y tenía cuatro aletas a modo de patas con una extraña cola de perrito. Era un pez muy bello —más parecido a un adorno chino— pero yo no sabía qué era.» Así hablaba miss Courtenay-Latimer recordando cómo se le había presentado el celacanto sesenta años antes. También el capitán del pesquero había quedado sorprendido por su atractivo exótico; había intentado morderle la mano cuando lo examinó en la red, y al principio había pensado en devolverlo al mar para que viviese.

Miss Courtenay-Latimer lo quería para su museo, pero la conservación planteaba un problema. El propietario del almacén frigorífico local no alojaría a la criatura por miedo a que los indicios de putrefac-

ción, ya perceptibles, contaminasen sus existencias, ni tampoco ayudaría el guardián del tanatorio. Los químicos de la ciudad sólo pudieron encontrar un poco de formol que se mostró insuficiente para la conservación; así que, como último recurso, cuando el pez empezaba a exudar aceite, se le llevó a un taxidermista. Miss Courtenay-Latimer estaba convencida de que había dado con algo extraordinario y le sorprendió su parecido con un pez fósil —lo que por supuesto no podía ser, ya que había estado vivo—. Inmediatamente escribió, adjuntando un dibujo de su pez, al doctor J. L. B. Smith, profesor de química pero ictiólogo de vocación, en la Rhodes University de Grahamstown. Ella conocía a Smith, que era conservador honorario de peces para todos los pequeños museos de historia natural de la costa. Pero Smith estaba fuera y no encontró la carta hasta dos semanas más tarde cuando las partes putrefactas del pez ya se habían descompuesto (para la lógica consternación de Smith y los biólogos de todo el mundo).

Cuando Smith recibió la carta observó con perplejidad el dibujo. «No conocía», escribió más tarde, «ningún pez de nuestros mares, ni de ningún otro mar, como éste; se parecía más a un lagarto».

Y entonces pareció que explotaba una bomba en mi cerebro, y más allá de ese esbozo y el papel de la carta, estaba mirando una serie de criaturas pisciformes que desfilaban por una pantalla, peces que ya no existen, peces que habían vivido en oscuras épocas pasadas y de los que sólo se conocen restos fragmentarios en rocas.

Cuando Smith llegó a East London y vio y acarició el pez, se volvió a su descubridora y declaró: «Chica, este descubrimiento estará en boca de todos los científicos del mundo». Los peces de tipo celacanto se habían originado hacía unos cuatrocientos millones de años y se habían adaptado y sobrevivido hasta nuestra propia era sin que se sospechara. Smith llamó a la especie *Latimeria chalumnae* en honor de Marjorie Courtenay-Latimer. Pasarían otros cinco años, con la segunda guerra mundial de por medio, antes de que saliera a la luz un segundo espécimen. Cuando Smith recibió la noticia de las Islas Comores, sólo mediante una petición personal al primer ministro, doctor Malan, pudo conseguirse un avión de la Fuerza Aérea de Sudáfrica para ir a por el pez antes de que se descompusiera.

La historia del celacanto está muy bien contada por Samantha Weinberg en *A Fish Caught in Time: The Search for the Coelacanth* (Fourth Estate, Londres, 1999), y la narración del propio J. L. B. Smith, *Old Fourlegs: The Story of the Coelacanth* (Longmans, Green, Londres, 1956), es una especie de clásico.

## 101

### El sonido de la física

Richard Feynman [89] es uno de los pocos científicos posteriores a Einstein que han causado impresión en la conciencia de la gente. Esto es en buena parte resultado de los dos libros de recuerdos transcritos y *obiter dicta* que captaron la imaginación popular. He aquí un extracto de uno de ellos, que da una idea del espíritu desbordante que impregnaba su ciencia y su vida.

Feynman era muy poco cuidadoso con los compromisos y difícilmente apuntaba

direcciones y números de teléfono. En 1957 había sido invitado a tomar parte en una conferencia sobre gravitación que se iba a celebrar en la Universidad de Carolina del Norte.

Aterricé en el aeropuerto un día después del inicio de la conferencia (no pude hacerlo el primer día), y salí a la parada de taxis. Dije al encargado: «Quisiera ir a la Universidad de Carolina del Norte».

<¿A cuál se refiere —dijo él— a la Universidad Estatal de Carolina del Norte en Raleigh, o a la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill?»

No hace falta decir que no tenía la menor idea. «¿Dónde están?» pregunté, pensando que ambas deberían estar próximas.

«Una está al norte de aquí, y la otra al sur, aproximadamente a la misma distancia.»

No tenía nada que me mostrara cuál era, y no había nadie más que llegara un día más tarde a la conferencia como era mi caso.

Eso me dio una idea. «Oiga», le dije al encargado, «la reunión importante empezó ayer, de modo que muchas de las personas que asisten a la reunión pasarían ayer por aquí. Déjeme que se los describa: parece"

rían tener la cabeza en las nubes, y hablarían unos con otros, sin prestar atención a dónde iban, diciéndose cosas como «G-mu-nu. G-mu-nu».\*

Su rostro se iluminó. «Ah, sí», dijo. «¿Usted se refiere a Chapel Hill!» Llamó al próximo taxi que estaba esperando en línea. «Lleve a este señor a la Universidad en Chapel Hill».

«Gracias», dije, y fui a la conferencia.

De Richard Feynman, Edward Hutchings, ed., *Surely you're Joking Mr. Feynman! Adventures of a Curious Character* (Norton, Nueva York, 1985). [Hay traducción española, véase [89].]

## 102

### Gran guiñol

La controversia de la generación espontánea se remonta al nacimiento mismo de la ciencia biológica. Estuvo viva durante siglos y ocasionalmente estalló en disputas apasionadas. Pero hacia el siglo xvii había adquirido una dimensión religiosa, pues la idea de que la vida podía aparecer espontáneamente a partir de la materia inerte era contraria a la enseñanza cristiana, la cual sostenía que Dios había ensamblado personalmente un espécimen de cada especie que podría procrear y morir a su debido tiempo. La discusión fue zanjada para fines prácticos por Louis Pasteur a finales del siglo xix, aunque las voces disidentes no fueron finalmente silenciadas hasta que hubieron pasado otros cincuenta años.

A comienzos del siglo mx, el debate se centró en gran medida sobre los parásitos tales como las tenias que, según dictaba el sentido común, sólo podían originarse en la materia en putrefacción en el interior del intestino. Luego, en la cuarta y quinta década del siglo, se demostró la transmisión de parásitos o sus huevos entre huéspedes de especies diferentes. En 1854, Friedrich Küchenmeister (1820-1890),

\* Ésta es la forma coloquial de designar las componentes  $g_{\mu\nu}$  del tensor métrico. (*N. del t.*)

un médico de Dresde que se había interesado especialmente por los parásitos, motivado en gran

parte por un tenaz ardor religioso empeñado en entender el propósito divino, descubrió el ciclo vital de la tenia. Su método fue particularmente horripilante.

Küchenmeister había estudiado los denominados gusanos vejiga (o cisticercos) encontrados en cerdos, vacas y algunos otros animales. El nombre provenía de las burbujas en las que se enquistan. Se habían detectado en músculos, sin que pareciesen causar problemas al animal, y cuando se examinaban al microscopio mostraban similitudes con la cabeza de la tenia. Küchenmeister tomó gusanos vejiga de los músculos de varias especies de animales y alimentó con ellos a otros animales; cuando, tras un intervalo de tiempo suficiente, éstos fueron diseccionados se encontró que albergaban gusanos. Él sospechó también que las tenias humanas procedían de la ingesta de cerdo; una prueba de ello era la alta incidencia de tenia entre los carniceros de cerdo locales y sus familias.

En 1885, decidido a poner a prueba su hipótesis, Küchenmeister tuvo una idea genial: pidió permiso para ensayar un experimento sobre un criminal condenado. En aquellos días la higiene dejaba mucho que desear y, unos días antes de la fecha prevista para la ejecución,

Küchenmeister había advertido que la carne de cerdo que estaba cenando contenía gusanos vejiga cocinados. Dirigiéndose rápidamente al carnicero consiguió una pieza de carne del mismo animal. Sacó algunos gusanos vejiga y los mezcló en una sopa tibia y un pudín negro, los cuales fueron ofrecidos al condenado (sin lo que ahora se llamaría consentimiento informado). El hombre consumió dos raciones y tres días más tarde se encontró con el verdugo. Küchenmeister abrió el cadáver, examinó la vísceras y encontró tenias jóvenes en desarrollo unidas a la pared intestinal. Cinco años después se le ofreció a Küchenmeister otra oportunidad de confirmar su resultado. Esta vez se le dio acceso al prisionero cuatro meses antes de la ejecución. El resultado fue gratificante: cuando se le abrió, el intestino del criminal mostró una tenia de metro y medio de largo. Los hallazgos, importantes como eran, causaron una amplia revulsión en la comunidad de los biólogos.

Un recensor del informe publicado, citando a Wordsworth, decía de Küchenmeister que era

Alguien capaz de mirar y estudiar las plantas Sobre la tumba de su madre.\*

Otros buscadores de la verdad más escrupulosos han infligido peores abusos en sus propios cuerpos, como cuando en 1767 John Hunter, famoso anatomista escocés y cirujano de Jorge III, se inyectó pus de las llagas de un paciente de gonorrea en su propio pene para determinar cómo se transmitía la enfermedad. Hunter fue desafortunado porque su paciente evidentemente también tenía sífilis y nunca recobró su salud. Además extrajo la falsa conclusión de que sífilis y gonorrea eran dos aspectos de una misma enfermedad y así retrasó la venereología durante muchos años. Sólo un siglo después se identificaron los agentes de las enfermedades venéreas y la prueba final se obtuvo una vez más sólo por una suspensión del principio ético. En 1885, un bacteriólogo alemán, Ernst von Bumm, cultivó la bacteria de la gonorrea y, para asegurarse, inoculó el cultivo en una mujer sana. Cuatro años después, Albert Neisser, en Breslau, mientras buscaba la espiroqueta que causa la sífilis, inyectó secreciones sifilíticas a cuatro personas sanas. Cuando esto se conoció fue causa de un escándalo público y Neisser fue adecuadamente censurado y multado.

Pero el delito de Neisser fue menos atroz que el desalmado estudio de sífilis de Alabama, el cual persistió durante cuarenta años en el siglo xx: un gran número de pacientes, todos ellos negros (pues la sífilis era normalmente considerada en los estados sureños como «una

enfermedad de negros» y se sostenía que tenía un componente genético) recibieron sólo placebos, para que así pudiera seguirse el progreso de la enfermedad hasta que sobrevenía la muerte.

Los detalles de los descubrimientos de Friedrich Küchenmeister están en W. D. Foster, *A History of Parasitology* (Livingstone, Edimburgo, 1965); véase también, *Parasite Rex: Inside the Bizarre World of Nature's Most Dangerous Creatures*, de Carl Zimmer (The Free Press, Nueva York, 2000). Para una historia de la autoexperimentación, véase Lawrence K. Altman, *Who Goes First?* (Random House, Nueva York, 1987).

\* «One that would peep and botanize / Upon his mother's grave» son los versos exactos de Wordsworth en «A Poet's Epitaph». (*N. del t.*)

— 103

## El papel de pared matemático

Sophie (o Sofya) Kovalevsky fue una matemática de gran talento. Su nombre aparece en los libros de texto actuales en el teorema de Cauchy-Kovalevsky de las ecuaciones diferenciales y también hizo notables contribuciones a la mecánica y la física, especialmente a la teoría de la propagación de la luz en sólidos cristalinos. Su vida es materia de una novela romántica.

Sophie Kovalevsky nació en 1850 dentro de la nobleza rusa y era hija del general de artillería Korvin-Krukovsky. Pero un tío suyo fue quien encendió por primera vez su interés por las matemáticas:

Más que nada, él amaba comunicar las cosas que había logrado leer y aprender en el curso de su larga vida.

Fue durante tales conversaciones cuando tuve ocasión de oír por primera vez ciertos conceptos matemáticos que me causaron una fuerte impresión. Mi tío hablaba de «la cuadratura del círculo», de la asíntota —esa línea recta a la que una curva se aproxima constantemente sin alcanzarla nunca— y de otras muchas cosas que eran completamente ininteligibles para mí y que, pese a todo, parecían misteriosas y profundamente atractivas al mismo tiempo. Y a todo esto, reforzando aún más el impacto que me produjeron estos términos matemáticos, el destino añadió otro suceso completamente accidental.

Antes de nuestro traslado al campo desde Kaluga, toda la casa fue repintada y empapelada. El papel de pared había sido encargado en Petersburgo, pero no se había calculado muy bien la cantidad necesaria y por ello faltaba papel para una habitación.

Al principio se intentó encargar más papel de pared en Petersburgo, pero con la laxitud campesina y la característica inercia rusa todo quedó pospuesto indefinidamente, como suele suceder en tales situaciones. Mientras tanto pasaba el tiempo y aunque todos estaban intentando, decidiendo y disponiendo, la redecoración del resto de la casa se concluyó.

Finalmente se decidió que sencillamente no valía la pena molestarse en enviar un mensajero especial a la capital, a quinientas *verstas*

de distancia, para un simple rollo de papel de pared. Considerando que todas las demás habitaciones estaban arregladas, la de los niños podría decorarse muy bien sin papel especial. Se podría pegar simplemente papel normal en las paredes, teniendo en cuenta en especial que nuestro desván de Polibino estaba lleno de montones de periódicos viejos acumulados durante muchos años y que permanecían allí en total desuso.

Dio la feliz casualidad de que allí en el ático, en el mismo montón que los viejos periódicos y otras

basuras, estaban almacenadas las notas de clase litografiadas del curso impartido por el académico Ostrogradsky sobre cálculo diferencial e integral al que mi padre había asistido cuando era un oficial muy joven del ejército. Y fueron estas hojas las que se utilizaron para empapelar las paredes de mi habitación infantil.

Yo tenía entonces unos once años. Cuando miré un día las paredes, advertí que en ellas se mostraban algunas cosas que yo ya había oído mencionar al tío. Puesto que en cualquier caso yo estaba completamente electrizada por las cosas que él me contaba, empecé a examinar las paredes con mucha atención. Me divertía examinar estas hojas, amarillentas por el tiempo, todas moteadas con una especie de jeroglíficos cuyos significado se me escapaba por completo pero que, esa sensación tenía, debían significar algo muy sabio e interesante. Y permanecía frente a la pared durante horas, leyendo y releiendo lo que estaba allí escrito.

Tengo que admitir que entonces no podía dar ningún sentido a nada de ello y, pese a todo, algo parecía empujarme hacia esta ocupación. Como resultado de mi continuo examen aprendí de memoria mucho de lo escrito, y algunas de las fórmulas, en su forma puramente externa, permanecieron en mi memoria y dejaron una huella profunda. Recuerdo en particular que en la hoja de papel que casualmente estaba en el lugar más destacado de la pared había una explicación de los conceptos de cantidades infinitamente pequeñas y de límite. La profundidad de esa impresión quedó en evidencia varios años más tarde, cuando yo estaba tomando lecciones del profesor A. N. Strannolyubsky en Petersburgo. Cuando él explicaba esos mismos conceptos se quedaba sorprendido de la velocidad con la que yo los asimilaba y decía: «Tú los has entendido como si los supieses de antemano». Y, de hecho, desde un punto de vista formal, buena parte de este material había sido familiar para mí desde hacía mucho tiempo.

El padre de Sophie, advertía ella misma en sus memorias, «Ibergaba un fuerte prejuicio contra las mujeres instruidas» y decidió poner fin a los estudios matemáticos de su hija con su tutor, un hombre, en cualquier caso, de capacidad limitada. Así sigue su relato:

Puesto que yo estaba todo el día bajo la vigilancia estricta de mi institutriz, me vi obligada a practicar alguna astucia sobre esta materia. Al acostarme solía poner el libro [el *Curso de Álgebra* de Bourdon, que ella había conseguido a través de su tutor] bajo mi almohada, y luego, cuando todos estaban durmiendo [con el ogro de una institutriz inglesa al otro lado de una cortina en la misma habitación] leía por la noche bajo la tenue luz de la lámpara o la linterna.

Entonces llegó otro golpe de buena fortuna: un terrateniente vecino era profesor de física y un día llevó a la casa su nuevo texto de física elemental. Sophie lo abrió y pronto tropezó con las funciones trigonométricas, algo que no había encontrado antes. Estaba desconcertada y su tutor no la podía ayudar. Luchando sola con todo, consiguió descubrir por sí misma el significado de un seno y cómo calcularlo. Cuando ella contó al profesor Tyrtoev cuánto había entendido de su libro, él evidentemente respondió con una sonrisa indulgente.

Pero cuando le conté los medios que había utilizado para explicar las fórmulas trigonométricas él cambió su tono por completo. Fue directamente a mi padre argumentando acaloradamente la necesidad de proporcionarme la instrucción más seria e, incluso, comparándome a Pascal.

El resultado fue un acuerdo poco generoso por el que ella sería tutorizada por el ya mencionado profesor Strannolyubsky, un matemático de la Academia Naval de San Petersburgo que también la reconoció inmediatamente como un prodigio.

Pero los intereses de Sophie no se limitaban a las matemáticas. Era una apasionada de la literatura y ella y su hermana se hicieron amigas de Dostoyevsky. Se cree que Dostoyevsky modeló los personajes de Aglia y Alexandra en *El Idiota* basándose en Sophie y su hermana, a quien él cortejó brevemente. Sophie tuvo un matrimonio tormentoso con Vladimir Kovalevsky, quien llegaría a convertirse en catedrático

de Paleontología en la Universidad de San Petersburgo, y tras algunos años dio a luz a una

niña. El matrimonio y la huida de la atmósfera sofocante del hogar paterno le habían permitido viajar y a los veinte años de edad abordó al augusto matemático alemán Karl Weierstrass. Weierstrass era entonces un anciano soltero y probablemente algo misógino. En respuesta a la petición de ayuda por parte de Sophie, le planteó un test consistente en problemas tan difíciles que él debió sentirse confiado en que le haría abandonar sus atenciones indeseadas. Las cosas salieron de forma diferente y Weierstrass percibió rápidamente que estaba en presencia de un talento excepcional.

Weierstrass se convirtió en tutor, consejero y amigo de Sophie. Bajo su guía ella maduró y a su debido tiempo presentó su tesis doctoral en la Universidad de Gotinga basada en tres artículos: dos de ellos en matemáticas puras y en astronomía teórica el restante. Luego volvió con su marido a Rusia y durante siete años, para consternación de Weierstrass, pareció haber abandonado las matemáticas. Al final de este período, se separó de su marido y aceptó la invitación para ir a Estocolmo que le hizo un notable matemático sueco, Gósta Mittag-Leffler, a quien Weierstrass había enviado a Rusia para tratar de encontrarla. En Estocolmo, ella recuperó su interés por las matemáticas y ascendió al puesto de catedrática de Matemáticas; la primera mujer en ocupar una cátedra en una universidad europea, pues hasta diecisiete años más tarde no se le concedió un reconocimiento similar a Marie Curie [9]. Mittag-Leffler tuvo que esforzarse para asegurar el nombramiento de Kovalevskaya. La mayoría de los matemáticos del país apoyaban su candidatura, pero llegaron objeciones de otros lados; de hecho, August Strindberg, el dramaturgo antipático, la llamó «una monstruosidad», una anomalía de la naturaleza. Ella siguió haciendo contribuciones importantes a las matemáticas, y por un artículo sobre mecánica («Sobre la rotación de un cuerpo sólido en torno a un punto fijo») recibió un premio muy codiciado de la Academia de Ciencias Francesa, que de hecho fue duplicado, por razón del «servicio completamente extraordinario» que su artículo había rendido a la física teórica.

Mientras tanto Sophie, o Sonya, como llegó a ser conocida en Suecia, había empezado a escribir de nuevo. Su naturaleza inquieta la había reafirmado de forma evidente y parecía estar olvidando las mate-

máticas una vez más, esta vez por su segundo amor, la literatura. Durante su época en Estocolmo publicó varias novelas, un drama y artículos en revistas literarias suecas y estaba llena de planes para nuevos proyectos literarios. Pero en el invierno de 1891, Sophie Kovalevsky murió de pleuresía, a los cuarenta y un años, con las palabras «demasiada felicidad» en sus labios.

Los extractos anteriores son de *A Russian Childhood* de Sofya Kovalevskaya, traducido por Beatrice Stillman (Springer-Verlag, Nueva York, 1978). Véase también la biografía de la vida de Sophie Kovalevsky, *The Little Sparrow: A Portrait of Sophia Kovalevsky*, de D. H. Kennedy (Ohio University Press, Athens, Ohio, 1983), así como un capítulo, reflexión sobre este libro, en la colección de ensayos de Jeremy Bernstein, *Cranks, Quarks and the Cosmos* (Basic Books, Nueva York, 1993), y el obituario por un amigo de Sophie Kovalevsky, el intrépido científico y anarquista príncipe Peter Kropotkin, *Nature*, **41**, 375 (1891).

Una de las terapias médicas más alarmantes, vagamente basada en la teorización fisiológica, fue introducida por un formidable psiquiatra vienés, Julius Wagner-Jauregg (1857-1940). No aceptaba la filosofía freudiana, que en Viena admitía poca disidencia, y fue un entusiasta temprano de la intervención farmacológica. Pensaba que había visto una mejora en el estado de algunos de sus pacientes perturbados tras recuperarse de infecciones febriles. Esto le llevó a una hipótesis (que más tarde se mostró errónea) de cómo un aumento de la temperatura corporal podría influir en el cerebro. Decidió ensayar esta teoría en sus pacientes a quienes procedió a infectar con estreptococos, estafilococos y luego con tuberculosis. Los resultados de estos terribles experimentos impulsaron su confianza en el enfoque y entonces dio un paso más: inyectó sangre de una víctima de malaria fulminante a un paciente sífilítico en un avanzado estado de parésis. Wagner-Jau-

regg informó encantado de una mejoría notable en el estado mental del paciente.

El método cuajó; Wagner-Jauregg fue recompensado con el premio Nobel en 1927. El tratamiento tuvo amplia aplicación durante los años veinte y treinta, pero no está claro cuántos pacientes murieron de la cura. Afortunadamente se encontraron drogas mejores en las décadas siguientes. De hecho, los pacientes hubieran estado mejor servidos con el régimen del siglo xix de una súbita inmersión en un mar helado.

La inspiración de Warner-Jauregg estuvo prefigurada de una curiosa manera:

Un día de 1927, el gran Hofrat Julius Wagner-Jauregg de Viena estaba en Suecia sentado en un compartimento de un vagón de ferrocarril esperando que el tren le llevara a Estocolmo donde iba a recibir el premio Nobel de Medicina. Había ganado el premio por su descubrimiento del tratamiento de los enfermos mentales elevando sus temperaturas (en realidad provocándoles fiebres en forma de malaria). Mientras estaba esperando la partida del tren, una señora entró en el compartimento y se sentó frente a él. Entablaron una conversación y resultó que la señora también iba de camino al Royal Palace de Estocolmo y que también ella iba allí para recibir el premio Nobel. El suyo era el premio de Literatura, pues era la poetisa sarda Grazia Deledda. Ella había escrito una historia de amor sobre un joven que estaba loco, y en su locura tropezaba con los pantanos de Macedonia, se empapaba y cogía una fiebre alta y así se curaba de su locura.

La historia es de un artículo de un bioquímico bien conocido, W. E. van Heyningen, en *Trends in Biochemical Sciences*, N177, agosto, 1979.

## 105

### Alimaña venenosa

La historia del tifus ha sido contada por Ludwik Gross, el hombre que, frente a la doctrina incuestionada de la época (que rechazaba cualquier idea de una conexión entre virus y cáncer), descubrió el primer

virus de la leucemia. Llevó a cabo esta investigación en el tiempo que pudo sacar de sus deberes como atareado médico de hospital en Nueva York. De joven, Gross trabajó en el Instituto Pasteur de París y allí había conocido en 1934 a Charles Nicolle, ganador del premio Nobel en 1928 por su descubrimiento de que el tifus era portado por los piojos (como ya se había conjeturado durante algún tiempo). Nicolle dirigía el Instituto Pasteur de Túnez durante la primera década del siglo xx, y allí, durante una epidemia de tifus, fue sorprendido por una cu-



riosa circunstancia: los ciudadanos cogían la enfermedad en sus casas y en las calles, pero nadie llegó a infectarse nunca en un hospital pese a que estaba abarrotado de víctimas de tifus. Los pacientes, por supuesto, eran lavados y vestidos con ropa de hospital y Nicolle dedujo que la infección se escondía en las ropas sucias y, por lo tanto, probablemente en los piojos. Inyectó a un mono la sangre de un paciente de tifus y, cuando el animal cayó enfermo, recogió piojos de su cuerpo y se los aplicó a otro mono, que también desarrolló el tifus. Nicolle demostró además que los piojos que albergaban el agente infeccioso, claramente una bacteria, se volvían rojos y morían. Sus excrementos, descubrió Nicolle, engendraban tifus cuando se frotaban en la piel. Se necesitaron unos treinta años para desarrollar una vacuna efectiva.

Gross conocía la historia de boca del propio protagonista: en 1936 fue a ver al doctor Rudolf Weigl en Lwów, Polonia [ahora Lvov, en Ucrania], quien había estudiado el tifus y una enfermedad similar, la fiebre de las trincheras, desde su estancia en un laboratorio bacteriológico militar durante la primera guerra mundial.

El doctor Weigl tenía un laboratorio muy modesto en el que trabajaba con su mujer y unos pocos ayudantes. Éstos son los resultados de sus estudios. Un piojo sano normal está relativamente libre de microbios. Cuando el piojo chupa una gota de sangre de un paciente que sufre de tifus, se vuelve rojo y muere al cabo de unas pocas semanas. En ese tiempo, las rickettsias [la bacteria *Rickettsia prowazeki*, llamada así por dos investigadores norteamericanos, Howard T. Ricketts y Stanislas von Prowazek, ambos víctimas del tifus contagiado en el laboratorio] se multiplican por millones en el tracto intestinal de los piojos infectados. Millones de rickettsias vivas son entonces excretadas en las heces de tales piojos en forma de un polvo oscuro que es altamente in-

feccioso. El doctor Weigl transmitió las rickettsias de piojo a piojo haciendo una suspensión acuosa a partir de sus intestinos infectados e infectando a piojos sanos mediante enemas en miniatura [1]. En el curso de estos experimentos, varios miembros de su grupo se infectaron de tifus y murieron. El propio doctor Weigl se infectó de tifus, pero se recuperó. Los piojos tenían que ser alimentados diariamente con sangre humana. El doctor Weigl y su mujer alimentaban a piojos sanos mantenidos en cajas pequeñas, parecidas a cajas de cerillas, salvo que un lado de estas cajas consistía en una pantalla muy densa, a través de la cual los piojos podían picar en la piel y chupar sangre. El doctor Weigl desarrolló el tifus por segunda vez mientras trataba de alimentar piojos infectados ubicados en su piel y de ello aprendió que se puede desarrollar el tifus dos veces, aunque esto era probablemente una situación excepcional. Se necesitaron más de cien piojos para producir una sola dosis de vacuna. Posteriormente este número se redujo a treinta. En cualquier caso, la producción de grandes dosis de vacuna por este método, que era muy complicado y peligroso para los técnicos del laboratorio, presentaba enormes dificultades.

Unos dos años más tarde, un investigador norteamericano descubrió que las bacterias rickettsia podían cultivarse en huevos de gallina fertilizados y luego podían matarse y ser extraídas para producir una vacuna segura.

El trabajo de Weigl fue rápidamente asimilado en la enseñanza de las escuelas de medicina polacas y tuvo una notable aplicación cuando el país fue sojuzgado por los alemanes algunos años más tarde. Más de cinco millones de polacos murieron durante la brutal ocupación y más de medio millón fueron deportados a Alemania y otros lugares como mano de obra esclava. Dos jóvenes médicos, Stanislaw Matulewicz y Eugeniusz Lazowski, idearon una treta que salvó a centenares de sus compatriotas en la región donde trabajaban, no lejos de Varsovia. Ellos habían aprendido que las rickettsias comparten un rasgo antígeno con algunas cepas de la bacteria proteus inocua. Esto significa que los anticuerpos generados en la sangre de los infectados con tifus reconocen no sólo al microbio del tifus sino también al proteus. Puesto que

una infección con proteus es una situación muy poco probable, esta reactividad cruzada, como se denomina, llegó a servir

como test diagnóstico estándar para el tifus: si el suero de un sospechoso de tifus reaccionaba con la bacteria proteus crecida en el laboratorio (es decir, si aglutinaba o amontonaba las bacterias [59D], se consideraba como una prueba suficiente de tifus.

La ventaja de esto, la reacción Weil-Felix, era, por supuesto, que los trabajadores del laboratorio no necesitaban exponerse a las letales rickettsias. Los dos médicos sabían además que los alemanes tenían pánico al tifus pues había hecho estragos en la población de su país, y especialmente en el ejército, durante y después de la primera guerra mundial. De modo que los prisioneros recién llegados a los campos de concentración eran puestos en cuarentena para evitar brotes de la enfermedad. Los médicos de la Gestapo en Auschwitz matarían a todos los internos con cualquier síntoma que pudiera presagiar una infección de tifus. Sólo en un día, en Auschwitz fueron ejecutados 746 prisioneros por esta razón.

A Matulewicz se le ocurrió que una persona inoculada con proteus

daría una reacción Weil-Felix positiva, lo que haría suponer que tenía tifus. El primer ensayo se hizo sobre un trabajador forzoso que había regresado de Alemania por un breve tiempo y estaba dispuesto a arriesgarse a morir para evitar ser enviado allí de nuevo. La treta funcionó: se envió una muestra de sangre al laboratorio estatal alemán y pronto llegó un telegrama confirmando el tifus. Acto seguido los dos médicos propagaron una epidemia de tifus espúrea mediante un programa de inoculación. Los alemanes estaban en guardia contra cualquier truco, tal como sustituir muestras de sangre infectada por muestras sanas, pero aquí, por supuesto, podían extraer ellos mismos la sangre para hacer el diagnóstico. Un médico veterano del ejército y dos ayudantes fueron enviados para averiguar lo que estaba pasando, pero los dos polacos entretuvieron al oficial con abundancia de vodka y él se contentó con dejar la ronda de inspección a los jóvenes. A éstos se les mostraron barracones decrepitos en los que se suponía que habían muerto pacientes con tifus y ellos creyeron prudente no aventurarse más. Para justificarse ante su superior, los polacos trajeron un viejo moribundo de neumonía cuyo estado se atribuía al tifus. Los alemanes fueron totalmente engañados y la población de Rozvadow y el territorio circundante se libró de sus atenciones malignas.

Véase Ludwik Gross, *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 93, 10.539 (1996) y, para una exposición del engaño del proteus, J. D. C. Bennett y L. Tyszczyk, *British Medical Journal*, 301, 1.471 (1990); también el libro de Bernard Dixon, *Power Unseen: How Microbes Rule the World* (Oxford University Press, Oxford, 1994).

## Un principio mal aplicado

El físico R. V. Jones ha relatado la siguiente historia aleccionadora. Fuera del Clarendon Laboratory en Oxford dio la casualidad de que encontré un vaso de precipitados sucio mientras tenía una pistola en mi mano [Jones no se extiende sobre esta —quizá inusual— circunstancia]. Casi sin pensar disparé, y quedé sorprendido por la forma espectacular en que desapareció. Por supuesto [sic!], yo había disparado antes contra vasos, pero simplemente se habían roto y no se habían desmenuzado en pequeños fragmentos.

Siguiendo el precepto de Rutherford [presumiblemente verificar a conciencia la reproducibilidad de las observaciones experimentales] repetí el experimento y obtuve el mismo resultado: era la presencia de agua la que causaba la diferencia de comportamiento. Años más tarde, después de la guerra, me encontraba dando una lección en un curso elemental en Aberdeen, enseñando hidrostática *ab initio*. Al principio estaban las definiciones: un gas ofrece poca resistencia a cambios de volumen pero un líquido presenta gran resistencia. Pensé que estas definiciones se entenderían mejor si repetía para la clase mis experimentos con la pistola, pues uno puede considerarlos desde el punto de vista del vaso que súbitamente tiene que acomodar no sólo el líquido que contenía antes de que la bala entrara en él sino también la bala. Como no puede acomodar el volumen extra con la velocidad requerida, se hace añicos.

Como era de esperar, el experimento se hizo público en Aberdeen, e inspiró al contingente territorial local de los Ingenieros Reales, quienes acostumbraban a desfilar los domingos para practicar demoliciones. Una tarea que les recayó, o más exactamente que se les ne-

gaba a caer, era la demolición de una alta chimenea en la papelera lo. cal. Había varios procedimientos estándar para este ejercicio; uno de los más viejos consistía en quitar algunos ladrillos de un lado y reemplazarlos por puntales de madera. Este proceso se realiza hasta eliminar los ladrillos de más de media vuelta en la base de la chimenea y hasta una altura comparable a su radio. Entonces se enciende un fuego en la chimenea para que ardan los puntales y hagan que la chimenea se caiga.

Esta vez, no obstante, los Ingenieros Reales decidieron explotar la incompresibilidad del agua como quedaba demostrada por mi experimento. Su plan consistía en taponar el fondo de la chimenea, llenarlo de agua hasta una altura de dos metros aproximadamente y simular la bala disparando una carga explosiva bajo el agua. Puesto que la diversión en Shabat era rara en Aberdeen, el ejercicio congregó a una gran audiencia y la carga fue disparada como se había previsto. Tuvo tanto éxito que fracasó completamente. Lo que sucedió era que, como había pasado con el vaso, cada ladrillo en contacto con el agua salió disparado hacia afuera, dejando una chimenea ligeramente acortada con un bello ribete inferior hasta dos metros de altura. Toda la estructura se encajó perfectamente en los viejos cimientos, quedando erecta e intacta —y presentando a los Sappers un problema exquisito—.

R. V. Jones, «Impotence and achievement in Physics and technology», *Nature*, **207**, 120 (1965).

## Un mensaje del espacio

Mucho de lo que ahora sabemos de la naturaleza del universo procede de la radioastronomía. Las grandes antenas parabólicas que recogen señales del vacío, ahora una característica familiar del paisaje rural, son producto de un descubrimiento accidental, un retoño de la lucha por la supervivencia en los primeros años de la segunda guerra mundial. Ciertamente habían sido anticipadas unos diez años antes por la observación hecha por Karl Jansky (1905-1950) mientras investigaba

las causas de la interferencia atmosférica en la recepción de radio en los Bell Telephone Laboratories en Estados Unidos [81]. Jansky había descubierto que la intensidad del ruido fluctuaba en un ciclo circadiano, y su instinto le había llevado a medir de forma muy precisa los intervalos entre

máximos de ruido. Fue recompensado con el descubrimiento de que ocurrían una vez cada 23 horas y 56 minutos —el período de rotación de la Tierra con respecto a las estrellas—. La fuente de las inoportunas señales debía estar entonces fuera del Sistema Solar y, de hecho, parecía proceder de la Vía Láctea. Esto fue confirmado por un cosmólogo aficionado, Grote Reber, quien construyó una antena parabólica en su jardín en Wheaton, Illinois, para rastrear *el* origen de las señales de Jansky. El trabajo apenas llamó la atención de los astrónomos y así quedaron las cosas durante una década.

J. S. Hey, un físico, fue reclutado en 1942 para trabajo de guerra. Su tarea consistía en mejorar el errático sistema de radar entonces utilizado por el ejército británico. Los físicos estaban enzarzados en una competición de bloqueos y contrabloqueos con los alemanes. Hey asumió este trabajo con apasionamiento.

La formación básica, las demandas urgentes de la defensa y el ambiente de investigación, todo ello alimentaba mi entusiasmo.

Durante 1941, el enemigo hizo esfuerzos crecientes para bloquear las operaciones de radar. El Ministerio de la Guerra estaba muy preocupado por el hecho de que sus aparatos de radar, particularmente vulnerables a los bloqueos aéreos, pudieran quedar inútiles. El 12 de febrero de 1942, el paso de los buques de guerra alemanes, *Scharnhorst* y *Gneisenau* por el Canal de la Mancha, deslizándose casi inadvertidos hasta que fue demasiado tarde para preparar cualquier ataque efectivo sobre ellos, acompañado de bloqueo del radar desde la costa francesa, dio como resultado una drástica reevaluación de la amenaza del bloqueo. El Ministerio de la Guerra decidió incrementar sus esfuerzos para contrarrestar el bloqueo del radar y buscó ayuda del Grupo de Investigación Operativa del Ejército para tratar este difícil problema. La investigación del bloqueo es un tema poco atractivo para un científico, una tarea aparentemente negativa y fastidiosa. De todas formas, había que afrontar el desafío y yo acepté rápidamente la responsabilidad de analizar el radar del Ejército y aconsejar sobre medidas anti-bloqueo.

Cooperé con los otros oficiales del Ejército para concebir instrucciones para los operadores de radar y organizar un sistema de información in- mediata. Se situó estratégicamente un laboratorio móvil de J- vigilancia en los acantilados de Dover, manejado por un miembro de mi equipo. Yo tenía un papel peculiar como científico civil que mantenía una posición clave en un organismo del Ejército y *el* trabajo no se mostró aburrido sino excitante: a menudo se buscaba urgentemente mi consejo por parte del Mando Antiaéreo y del Ministerio de la Guerra.

El 27 y 28 de febrero de 1942, una notable serie de informes procedentes de muchas partes del país describían lo ocurrido durante el día, es decir, un bloqueo por ruido experimentado por un radar antiaéreo que trabajaba a longitudes de onda entre cuatro y ocho metros, y de intensidad suficiente para hacer imposible la operación del radar. Afortunadamente no había ningún ataque aéreo en curso pero cundió la alarma por la incidencia de esta nueva forma de bloqueo y todos se preguntaban qué podría significar. Viendo que las direcciones de máxima interferencia registradas por los operadores parecían seguir al Sol, telefoneé inmediatamente al Observatorio Real en Greenwich para preguntar si había una actividad solar anormal y se me informó que, aunque estábamos a menos de dos años del mínimo del ciclo de manchas solares, una mancha excepcionalmente activa estaba cruzando el disco solar y que se situaba en el meridiano central el 28 de febrero. [Las manchas solares pueden apreciarse por la rotación del Sol; son fuertemente magnéticas, mientras que la intensidad magnética del Sol en general es débil. ] Estaba claro para mí que el Sol debía estar radiando ondas electromagnéticas directamente —pues no había otro modo de explicar la coincidencia en dirección— y que la región de la mancha solar activa era la fuente probable. Yo sabía que las válvulas magnetrón generaban radioondas centimétricas [la radiación reflejada por *un* avión en la detección por radar] a partir del movimiento de electrones en campos magnéticos de kilogauss [el gauss es la unidad de intensidad de campo magnético], y me pregunté si no sería posible que una región de manchas solares, con su enorme reserva de energía y emisión conocida de corrientes corpusculares de iones y

electrones [37] en un campo magnético del orden de cien gauss, generara radiación con longitudes de onda de metros.

Cuando escribí un artículo dando los detalles del caso, mi director, B. F. J. Schonland [sir Basil Schonland, un físico sudafricano que llegó a ser director del Centro de Investigación de Energía Atómica en

Harwell] recordó el descubrimiento de Jansky de ruido de radio galáctico del que yo no tenía conocimiento hasta entonces. Lo sorprendente, sin embargo, era que varios radiocientíficos, expertos en investigación ionosférica y en comunicaciones, eran escépticos sobre mi conclusión. Encontraban difícil creer que explosiones de radio tan potentes hubiesen pasado desapercibidas en las décadas previas de investigación de radioondas. Parecía casi una osadía que un novicio en el campo presentara un artículo sobre un fenómeno de radiación solar energética.

El descubrimiento de la intensa emisión de radio del Sol tenía algunas características en común con el descubrimiento de Jansky del ruido de radio cósmico. Ambos eran ejemplos de observaciones con un fin concreto que llevaban a fenómenos desconocidos hasta entonces. En ambos ejemplos, el objetivo había sido estudiar tipos de interferencia que limitaban la efectividad de sistemas prácticos.

El trabajo de Hey, y resultados relacionados obtenidos independientemente un poco más tarde en los Bell Telephone Laboratories, tuvieron que esperar hasta después de la guerra para su publicación. Hey sugiere que el fracaso de los investigadores anteriores en detectar una emisión tan obvia e intensa del Sol en épocas de actividad de manchas solares que, dice él, «casi piden a gritos ser observadas», se debe a su adhesión al dogma imperante en cada momento: no hay peor ciego que el que no quiere ver. Tan sólo un astrónomo aficionado estuvo cerca en 1938.

De J. S. Hey, *The Evolution of Radio Astronomy* (Elek Science, Londres, 1973).

## 108

### El tablero de ajedrez del emperador

Según cierta leyenda, un emperador chino preguntó a un sabio qué recompensa exigiría a cambio de un importante servicio. El sabio puso su precio: nada más que arroz, dos granos colocados en la primera casilla de un tablero de ajedrez, cuatro en la segunda, ocho en la tercera y así sucesivamente. Una modesta petición, pensó el emperador, y la concedió alegremente; pero él no había entendido el principio de las progresiones geométricas. Toda la cosecha de arroz del imperio hubiera tenido que ir a una sola casilla, mucho antes de que se alcanzase la sexagésimo cuarta.

Fue el mismo cálculo simple, tan obvio para cualquiera versado en números, lo que llevó a lo que presumiblemente ha sido la innovación tecnológica más importante de nuestro tiempo. Le valió a Kary Mullis, el iconoclasta biólogo norteamericano, el premio Nobel en 1993. Así es como él recuerda el momento cegador de la revelación, una experiencia reservada sólo a unos pocos científicos en toda una vida de trabajo.

A última hora de la tarde de un viernes de primavera [de 1983] iba en coche a Mendocino County [en California] con una amiga que era una excelente química. Ella estaba dormida. Cada

fin de semana yo iba al norte, a mi cabaña, y en el camino pasaba tres horas sentado en el coche; me gusta conducir a medianoche; mis manos ocupadas, mi mente libre. Esa noche estaba pensando sobre mi experimento de secuenciación propuesto.

Mullis, que trabajaba para Cetus, una joven compañía de biotecnología, estaba sopesando una idea que podría mejorar la eficiencia del procedimiento utilizado para determinar la secuencia de nucleótidos en el ADN. Los nucleótidos son los eslabones que forman las largas cadenas de ADN. Son de cuatro tipos, abreviados como A, C, G y T. La «secuencia» de ADN es el orden en que aparecen estas unidades a lo largo de la cadena. Las dos hebras de la famosa doble hélice [88] tienen secuencias «complementarias»: cada A tiene enfrente y está ligado a un T en la cadena opuesta, y cada C está ligado a un G. El proceso de secuenciación utiliza un enzima que en forma natural copia el ADN durante la división celular. Para que el enzima (ADN polimerasa) empiece a recorrer la cadena y haga su trabajo se necesita un denominado primero. Éste es un corto segmento de una hebra de ADN, fácilmente sintetizado en el laboratorio, complementario del inicio del segmento de ADN que va a ser secuenciado. Mullis pensaba que si se envolviera el segmento deseado entre dos primeros, uno en cada hebra de la doble hélice (hecha de dos hebras que corren en direcciones

opuestas), las moléculas del enzima seguirían el ADN en ambas direcciones y las secuencias de ambas hebras podrían determinarse simultáneamente. Esto daría una importante comprobación interna de la corrección de la respuesta, pues si se conoce la secuencia de una hebra puede inferirse inmediatamente la de su hebra complementaria. (Tal como está, el esquema no habría trabajado.)

Entonces llegó el golpe de inspiración: con los dos primeros en extremo<sup>s</sup> opuestos, el segmento entre ambos sería copiado por el enzima. Supongamos ahora que uno separaba las dos hebras del ADN recién formado, algo que se hace fácilmente por calentamiento; entonces, si hubiese suficientes moléculas de primeros en la mezcla, el enzima empezaría otra vez sobre las nuevas hebras. A partir de dos copias vendrían cuatro, a partir de cuatro, en el ciclo siguiente, ocho, y así sucesivamente. La única pega era que a la temperatura necesaria para separar las hebras de ADN, el enzima estaría inactivo y habría que añadir cada vez una dosis nueva. Esta dificultad, no obstante, podría superarse utilizando una preparación enzimática de una bacteria termófila —una bacteria que crece en fuentes calientes y contiene proteínas resistentes al calor—. Mullis continuó:

La idea de repetir un procedimiento una y otra vez podría haber parecido inaceptablemente aburrida. Sin embargo, yo había pasado mucho tiempo escribiendo programas de ordenador y me había familiarizado con los bucles iterativos --procedimientos en los que una operación matemática se aplica repetidamente a los productos de iteraciones anteriores—. Esa experiencia me había enseñado lo potentes que son los procesos iterativos de crecimiento exponencial. El procedimiento de replicación de ADN que yo había imaginado sería simplemente uno de tales procesos. Excitado, empecé a recorrer mentalmente las potencias de dos: 2, 4, 8, 16, 32... Recordaba vagamente que 2 elevado a 10 era aproximadamente mil y que, por lo tanto, 2 elevado a 20 era alrededor de un millón. Detuve el automóvil en una salida que daba a Anderson Valley. Saqué de la guantera papel y lápiz. Necesitaba comprobar mis cálculos. Jennifer, mi pasajera dormida, se quejó medio en sueños por el retraso y la luz, pero yo exclamé que había descubierto algo fantástico. Sin impresionarse, ella se volvió a dormir. Yo confirmé que 2 elevado a 20 era más de un millón y seguí conduciendo.

El lunes por la mañana, Mullis, desbordante de excitación, contó su idea a sus colegas de la Cetus Corporation, para la que acuñó el nombre de «reacción en cadena de la polimerasa», o

PCR; pero ellos siguieron obstinadamente impávidos... hasta que se demostró que el método funcionaba.

Ésta es, al menos, la versión de Mullis de la historia aunque no coincide demasiado con los recuerdos de otros. La actuación errática de Mullis en el laboratorio y su estilo brusco e hiperbólico no le habían hecho simpático a sus colegas, e incluso había algunos en la compañía que pensaban que sería mejor librarse de su molesta presencia. Su pobre crédito en esa época puede explicar en parte por qué la presentación de su idea de la PCR en un seminario interno encontró una fría acogida. Pero había una razón adicional: uno de los socios de Mullis en Cetus ha comentado que el aspecto más extraño de la historia de la PCR es que no se desarrolló pensando en un problema especial. Podía haber sido útil para la modesta empresa que Mullis tenía entre manos pero sus implicaciones más amplias no fueron percibidas hasta que ya se había puesto en marcha. Y entonces las aplicaciones empezaron a amontonarse. La tecnología fue desarrollada por un equipo de investigadores de Cetus. Hizo de Cetus una de las compañías norteamericanas punteras en biotecnología y cambió el rostro de la biología y de las industrias biotecnológica, farmacéutica y agrícola. Todo laboratorio de biología tiene ahora aparatos automatizados para amplificar ADN mediante PCR. La PCR permite generar cantidades manejables de ADN a partir de muestras de no más de unas pocas moléculas —por ejemplo, de una mancha de sangre o semen [135]—. Visto en retrospectiva, para la mayoría de los biólogos parece difícilmente comprensible que la idea se le ocurriera a Mullis y no a ellos.

Para un comentario sobre el descubrimiento de la PCR, que acepta en general la versión de Mullis, véase, Walter Bodmer y Robin McKie, *The Book of Man: The Quest to Discover our Genetic Heritage* (Little, Brown, Londres, 1994), pero para una exposición más detallada y equilibrada véase el libro de Paul Rabinow, *Making PCR: A Story of Biochemistry* (University of Chicago Press, Chicago, 1996).

## Una modesta evaluación

Johann Heinrich Lamben fue un erudito alemán nacido en 1728 en Alsacia y en el seno de una familia muy humilde. Era esencialmente autodidacta y sus intereses abarcaban la física, las matemáticas y la química. Al establecerse en Berlín atrajo la atención de Federico el Grande, el cual le concedió muchos favores. Pero el ego de Lamben era insaciable.

Lamben era muy presuntuoso y hay muchas anécdotas que dan fe de ello. Una de éstas recoge su gran preocupación a causa de que el rey tardaba mucho en firmar su nombramiento como miembro de la Academia [la Real Academia de Ciencias de Berlín]. Su amigo Achard trató de animarle diciendo que estaba seguro de que el rey firmaría el nombramiento muy pronto.

«Yo no estoy nada impaciente —respondió Lamben— porque esto es algo para su propia gloria. Si no me nombrara sería un descrédito para su reinado a los ojos de la posteridad.»

Finalmente se firmó su nombramiento y el rey Federico el Grande le preguntó en una recepción en cuál de las diferentes ramas de la ciencia era más experto, a lo que Lambert respondió tímidamente: «En todas ellas». «¿Así que también es usted un eminente matemático?» preguntó el rey. «Sí, Señor.» «¿Quién es su maestro en esta ciencia?» «Yo mismo, Señor.» «¿Quiere decir eso que usted es un segundo Pascal?» «Por lo menos, señor», respondió Lambert. Una vez que Lambert se había ido, el rey comentó que al parecer había nombrado a un gran idiota para la Academia.

La evaluación del rey fue demasiado apresurada, pues los logros de Lambert no eran en absoluto despreciables. Su obra en geometría tiene su lugar en la historia de las matemáticas,

sus contribuciones a la astronomía fueron notables y su nombre se conmemora en un principio básico de la absorción de la luz, la ley de Lambert-Beer.

La cita es de *History of Analytical Chemistry*, de Ferenc Szabadváry (Gordon and Breach, Londres, 1960).

## Los hombrecillos verdes que no existían

En 1967, Jocelyn Bell era una estudiante de investigación en Cambridge y su supervisor era el astrónomo Anthony Hewish. En esa época estaba interesado en los cuásares (fuentes de radio cuasi estelares), fuentes muy intensas de emisión de radio y otras radiaciones descubiertas en 1963. Eran, y en cierta medida lo siguen siendo, misteriosos, pero ahora se cree que son agujeros negros —objetos tan masivos que colapsan hacia dentro y, debido a la densidad de la materia en su interior, atrapan la radiación electromagnética como exige la Teoría de la Relatividad General—. Puesto que en efecto son fuentes puntuales de radiación, resplandecen como cualquier estrella debido a las fluctuaciones en la atmósfera terrestre que desvían la radiación hacia uno y otro lado antes de que llegue al telescopio.

Hewish pensaba que la magnitud del parpadeo de la radioonda daría una medida del tamaño del objeto. Ideó una estructura de detectores de radio, dispersos en un área de más de cuatro acres, que podría medir diferencias de intensidad (centelleos) sobre períodos de tiempo de fracciones de segundo. Mientras hacía estas medidas, Jocelyn Bell experimentaba con los períodos de tiempo y quedó sorprendida cuando, al examinar una mañana la cinta de registro, encontró que la fuente cuásar que estaba observando daba lugar a un pulso de intensidad cada 1,34 segundos. Su primera conjetura fue que una señal procedente de alguna máquina se estaba imponiendo a las señales de radio; pero luego se dio cuenta de que la fuente cuásar, con su extraña periodicidad, entraba en el campo de visión del telescopio cada 23 horas y 56 minutos, el período de rotación de la Tierra con respecto a las estrellas [107]. ¿Por qué iba a acomodarse un dispositivo de fabricación humana a un ciclo de 24 horas? Por otra parte, los radiotelescopios se acomodaban al tiempo sidéreo, pero no pudo detectarse ninguna emisión de ningún objeto próximo. ¿Qué podría estar enviando pulsos desde el vacío con una regularidad de una fracción en diez millones? ¿No serían señales de inteligencias extraterrestres? En

consecuencia la fuente se designó por LGM I (de Little Green Men, hombrecillos verdes).

Pero esta sorprendente conclusión sólo resistió unos días. Quedó descartada cuando Jocelyn Bell, continuando la investigación, encontró otras tres fuentes de radiación pulsante en partes diferentes del cielo. Fueron otros dos astrónomos, Thomas Gold y Franco Pacini, quienes dieron con una explicación: los púlsares, como ahora se les llama, eran estrellas de neutrones en rotación; minúsculas estrellas muertas, hechas de neutrones, muy concentradas, productos de la implosión de una estrella moribunda que se enfría rápidamente. De sólo unos diez kilómetros de diámetro, podían rotar con períodos del orden de un segundo, expulsando radiación como el haz giratorio de un faro. Más tarde se descubrió que la rotación de los púlsares se frena a medida que envejecen, y la tasa de disminución puede utilizarse para calcular el tiempo en que se formaron. Y lo que es más sorprendente, la edad de un púlsar en una nebulosa (Cangrejo) se estimó en unos mil años, y una explosión (una supernova, como se denomina) en la nebulosa del Cangrejo ya fue registrada por astrónomos chinos y japoneses en 1054 d.C.



El descubrimiento del primer púlsar aseguró un premio Nobel para Anthony Hewish en 1974, pero no para Jocelyn Bell que era quien había hecho las observaciones originales. Esto fue denunciado por algunos —el astrónomo Fred Hoyle entre otros— como un escándalo (aunque no era ésta la opinión de la generosa Jocelyn Bell Burnell).

La historia del descubrimiento de los púlsares ha sido narrada a menudo. Un buen resumen y explicación aparece en el libro de David Leverington, *A History of Astronomy from 1890 to the Present* (Springer-Verlag, Londres, 1995).

## 111

### Las virtudes de la penuria

La vida y logros de Alexander Fleming (1881-1955) han sido deformados por las leyendas que se crearon en torno a él incluso antes de su muerte. Fleming hizo dos descubrimientos importantes pero acci-

dentales, el segundo de los cuales inició una nueva era en la medicina.

Fleming pasó la mayor parte de su vida activa en el sórdido laboratorio del Hospital de Santa María cercano a la estación de ferrocarril de Paddington, Londres. Su superior durante la mayor parte de este tiempo fue el temible profesor coronel sir Almroth Wright —el modelo que tomó George Bernard Shaw para el personaje de sir Colenso Ridgeon en la obra *El dilema del doctor*—. Wright creía que la única arma válida contra las infecciones bacterianas (y muchos otros problemas médicos) era la inmunización, y la investigación sobre la intervención química, que en los años anteriores había salvado ya muchas vidas gracias al trabajo de Paul Ehrlich [155] en Alemania, era firmemente desaconsejada. De hecho, era el Departamento de Inoculación el que Wright presidía tan majestuosamente. Los métodos favoritos de Wright eran muy convencionales, incluso anticuados. Las circunstancias que rodean el descubrimiento de Fleming de la lisocima, un enzima que disuelve las paredes celulares de algunos tipos de bacterias, fueron registradas muchos años después del evento (que ocurrió en 1921) por V. D. Allison, en aquella época un joven investigador en el laboratorio de Fleming:

Fleming empezó a gastarme bromas sobre mi excesiva pulcritud en el laboratorio. Al final de cada día de trabajo yo limpiaba mi mesa, la ponía en orden para el día siguiente y desechaba los tubos y placas de cultivo para los que ya no tenía otro uso [buenas prácticas todas ellas en bacteriología, en donde la contaminación con una bacteria extraña es señal de negligencia profesional]. Él, por su parte, conservaba sus cultivos ... durante dos o tres semanas hasta que su mesa estaba abarrotada con cuarenta o cincuenta de ellos. Entonces los desechaba, mirándolos antes de nada de uno en uno para ver si se había desarrollado algo interesante o inusual. Yo tomaba sus bromas con el mismo humor con que él las hacía. Sin embargo, lo que siguió iba a demostrar *cuánta* razón tenía, pues si él hubiera sido tan pulcro como pensaba que era yo, nunca habría hecho sus dos grandes descubrimientos: la lisocima y la penicilina.

Una tarde, mientras desechaba sus cultivos, examinó uno durante algún tiempo, me lo mostró y dijo: «Esto es interesante». Era una placa en la que había cultivado mucosidad de su nariz unas dos semanas

antes, cuando padecía un resfriado. La placa estaba cubierta con colonias de bacterias de color amarillo dorado, obviamente contaminantes inocuos derivados del aire o polvo del laboratorio o

que habían entrado por la ventana procedentes del aire de Praed Street. La característica notable de esta placa era que en la vecindad de la masa de mucosidad nasal no había bacterias; un poco más lejos había otra zona en que las bacterias habían crecido pero se habían hecho traslúcidas, vítreas e inertes en apariencia; y más allá de esto estaban de nuevo las colonias adultas típicamente opacas. Obviamente algo se había difundido desde la mucosidad nasal para impedir que los gérmenes crecieran cerca de ella y para, más allá de esta zona, matar y disolver las bacterias ya crecidas.

El próximo paso de Fleming fue poner a prueba el efecto sobre el germen, pero esta vez preparó una suspensión amarilla opaca de los gérmenes en solución salina y añadió en ella algo de mucosidad nasal. Para nuestra sorpresa, la suspensión opaca se hizo, en menos de dos minutos, tan clara como el agua ... Fue un momento asombroso y emocionante [y] el comienzo de una investigación que nos ocupó durante los años siguientes.

Al parecer, Fleming había creído, y así lo había registrado en su cuaderno de laboratorio, que las bacterias procedían de su nariz. Esto es mucho menos probable que la interpretación de Allison. También dio lugar a la historia de que una gota de su nariz había caído en la placa de agar-agar mientras él estaba aplicando un cultivo de bacterias. Cualquiera que fuera el origen de las bacterias en la placa, el cultivo fue etiquetado como A.F. (por Fleming) coco (el género de la bacteria) y utilizado en experimentos posteriores sobre el misterioso agente lítico (disolvente de células). Allison y Fleming buscaron la actividad en otros fluidos corporales, en animales y en plantas, y descubrieron que estaba ampliamente distribuida; las lágrimas eran una buena fuente, pero la más abundante era la clara de huevo. Fleming sospechó que el «factor» podría ser un enzima, pero no hizo nada por demostrarlo. Fue en el laboratorio de Howard Florey en Oxford donde se aisló la proteína, la lisocima. No se mostró clínicamente útil pues es rápidamente eliminada de la circulación y las bacterias patógenas son, o se vuelven rápidamente, resistentes a su acción.

El segundo descubrimiento fortuito de Fleming se mostró muchí-

lino más importante y fue producto de un insólito golpe de <sup>su</sup>erte. Pese a todo tuvo poco impacto en su época, incluso sobre el propio Fleming. Sucedió lo siguiente: a comienzos de 1928, Fleming pasó a investigar una supuesta relación entre la virulencia de cepas de <sup>b</sup>bacterias estafilococos y el color de las colonias que formaban en placas de agar-agar. Con un estudiante de investigación, D. M. Pryce, recogió muestras de todo tipo de infecciones —carbuncos y forúnculos, abscesos, lesiones de piel e infecciones de garganta— y las colocó en placas con geles nutrientes. Cuando llegó el verano, Pryce se marchó y fue reemplazado por otro estudiante a quien Fleming instruyó para seguir con el trabajo mientras él partía para sus vacaciones familiares anuales en Escocia. Como era normal, dejó una pila de placas, que tenían cultivos, en un rincón del laboratorio.

Poco después del regreso de Fleming a primeros de septiembre, Pryce volvió para preguntar cómo iba el trabajo. Fleming, siempre amable, fue a una cubeta que contenía placas de cultivo desechadas, sumergidas en lisol, es decir, el desinfectante utilizado para esterilizar las placas de vidrio que se preparaban para lavado y reciclaje. (Las placas de cultivo actuales son de plástico y desechables.) Algunas de las placas de la gran pila no estaban sumergidas, permanecían aún secas y fue un puñado de éstas las que cogió Fleming para mostrarlas a Pryce. Repentinamente advirtió algo que se le había escapado en la placa que estaba a punto de pasar a Pryce. «Eso es divertido», murmuró, y señaló una pequeña excrecencia de moho que había crecido en el gel de agar-agar: las colonias bacterianas en su vecindad habían desaparecido. ¿Era el moho otra fuente de lisocima?

Fleming estaba intrigado y mostró la placa a varios de sus colegas, los cuales no mostraron

ningún interés. Pero Fleming siguió investigando. Tomó la mancha de moho con un lazo de alambre estéril y la cultivó. Las muestras del cultivo inhibían de nuevo el crecimiento de estafilococos pero no el de otras especies de bacterias. Fleming mostró el moho al micólogo residente que dictaminó que era *Penicillium rubrum*. Se probaron muchos más mohos aunque muchos de ellos no tenían actividad. Lo verdaderamente alentador era que el moho original no era tóxico: el estudiante de investigación de Fleming fue inducido a *comer* un poco e informó que sabía como el queso Stilton y no provocaba nin-

gún efecto nocivo. Los animales infiltrados con un cultivo de moho también permanecieron sanos. Entonces, Fleming administró un poco al mismo estudiante, que estaba sufriendo una infección persistente de su atrium nasal, pero los resultados no fueron concluyentes.

Hubo tan sólo un interés esporádico en el extracto de moho, ahora llamado penicilina, hasta que en 1938, Howard Florey, en Oxford, entró en el campo. Él se había interesado por la lisocima y reclutó a Ernst Chain, un bioquímico emigrado, para que se le uniese en un estudio de sus propiedades. Al cabo de algún tiempo, Florey y Chain decidieron extender sus investigaciones a otros compuestos bactericidas naturales suponiendo que serían también proteínas en general. Encontraron el artículo de Fleming sobre la penicilina, publicado nueve años antes, y pensaron que su extracto de moho podría ser interesante. Ambos insistían en que ni siquiera habían contemplado posibles usos médicos. «No creo que nunca cruzara por nuestras mentes el sufrimiento de la humanidad»; era, como decía Florey, «un ejercicio científico interesante».

Resultó que, por supuesto, la penicilina no era en absoluto una proteína, pero Florey y Chain, a los que se les unió ahora otro bioquímico competente, Norman Heatley, hicieron rápidos progresos en su aislamiento. La primera muestra pura se utilizó para tratar ratones a los que se había inyectado una cepa virulenta de *Streptococcus*, y Florey y Heatley se sentaron y observaron durante una noche de sábado cómo el grupo de control caía enfermo y los animales tratados con penicilina retozaban en su jaula. Florey recordaba años después: «Debo confesar que uno de los momentos más excitantes fue cuando por la mañana encontramos que todos los ratones no tratados estaban muertos y todos los tratados con penicilina estaban vivos». Parecía un milagro. Un paciente humano con sepsis, un policia de Oxford, respondió espectacularmente cuando se le trató con penicilina, pero murió cuando se agotó la pequeña reserva de material.

En 1940, los ataques aéreos empezaban a devastar las ciudades de Gran Bretaña y el temor a las «salas de hospital sépticas», rebosantes de civiles y soldados heridos, se había asentado en las mentes de la comunidad investigadora. Tras la retirada de Dunkerque, un fantasma se agitó ante los ojos del grupo de Oxford: ¿qué pasaría si hubiera una in-

vasión y los cultivos y los extractos cayeran en manos de los alema\_ nes? «Allí y entonces», recordaba Norman Heatley, «todos en Oxford embadurnábamos los hongos en los forros de nuestros abrigos, para recuperarlos cuando estuvieran seguros».

La promesa terapéutica de la penicilina era ahora evidente, - y la necesidad de preparar y almacenar cantidades de material era <sup>apre</sup>miante. Pero para aumentar la producción hasta niveles industriales se necesitaba la ayuda norteamericana y Florey y Heatley viajaron a Estados Unidos —cruzando Nueva York en un taxi con el precioso moho para llevarlo a una nevera antes de que los treinta y cinco grados del verano lo destruyese— para poner en marcha el programa. En algunos meses, la penicilina, ahora disponible en cantidades relativamente grandes, había cambiado la práctica de la medicina clínica.

La historia del aislamiento de la penicilina por el grupo de Oxford —un *tour de force* del ingenio bioquímico y químico— ha sido contada a menudo pero, aunque Florey, Fleming y

Chain compartieron el premio Nobel, el mito de que la hazaña fue sólo de Fleming no ha desaparecido totalmente. Fleming, aunque un experimentador muy competente dentro de sus estrechos límites, no era un científico del calibre de Florey. El mismo parece haber sido perfectamente consciente de sus limitaciones. Un eminente científico contemporáneo recordaba:

A menudo me decía que él no merecía el premio Nobel, y tuve que morderme la lengua para no decirle que estaba de acuerdo. Él no estaba fingiendo, realmente lo entendía así, al menos alrededor de 1945-1946. Al mismo tiempo me decía que no podía dejar de disfrutar de su innecesaria fama, y a mí me gustaba por eso. No sé si seguía una línea diferente con los profanos, pero si él hubiera querido pretender ante mí y otros de sus colegas científicos que era un gran científico, tendría que saber que ninguno de nosotros estaba más impresionado con él que lo que lo estaba él mismo.

No está claro cómo descendió el manto de grandeza sobre Fleming. El hecho de que su nombre y no otro llegara a asociarse en la percepción popular, y especialmente en la prensa, con el descubrimiento de los antibióticos, agitó el resentimiento de Florey y sus colegas. La molesta segunda mujer de Fleming, Amalia, jugó indudable-

mente un papel primordial en la difusión del mito, pero la biógrafa autorizada de Fleming y Florey, Gwyn Macfarlane, atribuye la responsabilidad, en primer lugar, a sir Almroth Wright, quien reclamó el descubrimiento para Fleming (y de paso para el Departamento de Inoculación de Santa María) en una extravagante carta a *The Times*, y, en segundo lugar, al decano de la Escuela de Medicina del Hospital de Santa María, el egregio Charles McMoran Wilson, lord Moran, quien trataba de atribuir la mayor cuota de la gloria para su institución.

Conocido por sus colegas como Sacacorchos Charlie, por su bien ganada reputación para las artimañas, Moran había servido como médico personal de Winston Churchill durante y después de la segunda guerra mundial; se había ganado muchas críticas por publicar detalles íntimos de las enfermedades de Churchill y romper así el acuerdo de confidencialidad entre médico y paciente. Cuando Churchill volvía de la Conferencia de Teherán con Stalin y Roosevelt en 1944, se vio afectado de neumonía. El médico militar destacado en El Cairo, donde fue tratado el primer ministro, urgió a recurrir de inmediato a la penicilina, pero Moran, que probablemente era completamente ignorante de su poder, no lo consintió. Churchill fue tratado con una sulfonamida y se recuperó. Pero más tarde se hizo correr la voz y, evidentemente, no fue negado por el taimado Moran de que fue la penicilina la que había salvado milagrosa y providencialmente la vida de Churchill. En cualquier caso, el Comité Nobel compensó a Florey y Chain.

El éxito de la penicilina inició una febril carrera encaminada a descubrir otros antibióticos. Ahora se conocen varios miles, pero la mayoría tienen efectos secundarios tóxicos y, aunque con frecuencia útiles en la investigación, no han encontrado aplicación en la clínica.

Entre los antibióticos más potentes están las cefalosporinas, descubiertas ya en 1945 por Giuseppe Brotzu, un científico que ocupó la cátedra de bacteriología en la Universidad de Cagliari en Cerdeña. Brotzu notó que, pese a la presencia de un emisario de aguas residuales, el mar en la vecindad de la ciudad estaba extrañamente libre de bacterias patógenas. Brotzu había leído acerca de la penicilina y empezó a preguntarse si algunos microorganismos en las aguas residuales no podrían estar produciendo un antibiótico. El intrépido profesor descendió a las alcantarillas y recogió muestras del efluvio. Cuando

las cultivó revelaron la presencia de un moho, *Cephalosporium acremonium* que, de hecho, secretaba una sustancia activa contra varios tipos de patógenos. Cuando se ensayaba en pacientes con infecciones de estafilococos se mostraba moderadamente efectivo.

Brotzu no pudo despertar el interés de la industria farmacéutica y se contentó con publicar los resultados en una revista de Cerdeña. Esto, por supuesto, no alertó al mundo de su descubrimiento, pero él envió una copia a un conocido británico, un médico que había trabajado en Cagliari. Así llegó al Medical Research Council en Londres y pronto, Edward Abraham y Guy Newton, del Instituto de Florey en Oxford, se embarcaron en un examen de los mohos *Cephalosporium*. El resultado fue el aislamiento a partir de uno de ellos de la cefalosporina C, que se convirtió en uno de los antibióticos más útiles, muy activo contra un abanico de patógenos incluyendo los estafilococos que, poco a poco, habían adquirido resistencia frente a la penicilina.

Para una exposición completa de la vida y descubrimientos de Alexander Fleming en la que está basada la descripción anterior, véase la magistral biografía de Gwyin Macfarlane, *Alexander Fleming: The Man and the Myth* (Chatto and Windus, Londres, 1984); anotar también la igualmente absorbente y definitiva biografía de Howard Florey. Para otros descubrimientos de antibióticos, incluido el de las cefalosporinas, véase el entretenido libro de Bernard Dixon, *Power Unseen: How Microbes Rule the World* (Oxford University Press, Oxford, 1994).

## 112

### El subterfugio de Hevesy

Cuando, poco después del ascenso de Hitler al poder en 1933, fueron promulgadas las leyes raciales, James Franck (1882-1964), físico y premio Nobel, decidió dejar Alemania inmediatamente, incluso si, como Frontkämpfer en la primera guerra mundial, estaba exento en esa fase. Temiendo que su medalla de oro del premio Nobel fuese confiscada se la confió a un amigo, Niels Bohr [79], en Copenhague. Max

von Laue (1879-1960), el más honesto y valeroso de los científicos alemanes<sup>s</sup>, que permaneció en Berlín y enseñó la ciencia prohibida de la relatividad durante todo el período nazi (contó a Einstein que siempre aseguró a sus estudiantes que los artículos originales habían sido escritos en hebreo), tenía la misma preocupación. Bohr debatió lo que debería hacer con las tres medallas de oro —la de Franck, la de Laue y la suya propia— y consultó con un colega, George von Hevesy (un físico húngaro, pionero del uso de los isótopos radiactivos [149] en biología y medicina). Una situación desesperada, decidieron, exigía medidas desesperadas. Ésta es, en palabras de Hevesy, la solución que

adoptaron:

Encontré a Bohr preocupado por la medalla de oro de Max von Laue y que éste había enviado a Copenhague para ponerla a salvo. En el imperio de Hitler era casi una ofensa capital sacar oro del país y, dado que el nombre de Laue estaba grabado en la medalla, el descubrimiento de ésta por las fuerzas invasoras habría tenido muy graves consecuencias para él. Sugerí que deberíamos enterrar la medalla, pero a Bohr no le gustaba esta idea porque la medalla podría ser descubierta. Decidí disolverla. Mientras las fuerzas invasoras marchaban por las calles de Copenhague, yo estaba ocupado disolviendo la medalla de Laue y tam-

bién la de James Franck.

Y así, las medallas fueron sometidas al agua regia (la mezcla de ácidos hidroc্লórico y nítrico

que disuelve el oro transformándolo en su nitrato). Confiado en que con el tiempo se ganaría la guerra y en que finalmente regresaría a su querida ciudad y su instituto, Bohr dejó el recipiente que contenía las medallas disueltas en un estante de su laboratorio. Poco después, Bohr fue transportado a Suecia en un barco pesquero (y luego clandestinamente por aire a Inglaterra). Y, de hecho, cuando regresó en 1945, allí estaba el recipiente ya que que había pasado desapercibido para los ocupantes. Bohr había recuperado la medalla y la Fundación Nobel tuvo el placer de volver a acuñar dos

medallas conmemorativas.

Los científicos que en aquella época escapaban de Alemania utilizaron otros muchos ingeniosos subterfugios para salvaguardar al menos algunos de sus bienes y evitar la ley que les prohibía sacar dinero

u objetos de valor del país. El químico Hermann Mark, por ejemplo, utilizó el dinero que tenía para comprar hilo de platino, que moldeó en forma de colgadores; éstos pasaron sin ser detectados por la hostil inspección en las aduanas.

Véase George von Hevesy, *Adventures in Radioisotope Research*, vol. (Pergamon, Nueva York, 1962).

## Cristalino

La dualidad onda-partícula fue quizás el resultado más sorprendente de la revolución conceptual que barrió la física durante las tres primeras décadas del siglo xx. El hecho de que los fotones —los paquetes, o cuantos, de luz— se comportaran en algunos aspectos como partículas y en otros como ondas ya había sido advertido cuando el príncipe (más tarde duque) Louis de Broglie conjeturó que lo mismo podría ser cierto de otras partículas, tales como los electrones. Sentado en una aguilera de la Torre Eiffel como observador meteorológico durante la primera guerra mundial, De Broglie tuvo tiempo de rumiar sobre estas cuestiones y desarrollar una ecuación que relacionaba el momento de la partícula con su longitud de onda. Esto constituyó la esencia de la tesis doctoral que presentó en la Universidad de París en 1924 y que le valió el premio Nobel cinco años más tarde.

El criterio para la propagación de ondas es la interferencia: cuando dos ondas se encuentran, su intensidad combinada se reforzará allí donde sus crestas se superponen y, a la inversa, se cancelará donde las crestas de una coincidan con los valles de la otra. Las ondas reflejadas de una estructura regular —un retículo— de objetos, separados unos de otros por una distancia comparable a la longitud de onda, formarán una denominada figura de difracción. Ésta es la base de la cristalografía de rayos X, en donde las posiciones e intensidades de las figuras de interferencia a que dan lugar las ondas de rayos X, reflejadas por áto-

mos igualmente espaciados en una red cristalina, se utilizan para deducir la disposición tridimensional exacta de dichos átomos. La predicción de la naturaleza ondulatoria de los electrones fue puesta a prueba, de forma más o menos accidental, por G. P. Thomson (hijo del ilustre J.» [73], y más tarde sir George) y, en virtud de un espectacular golpe de buena fortuna, por Clinton Davisson y Lester Germer, que trabajaban en los laboratorios de la Western

Electric Company en Nueva York.

La Western Electric (que más tarde se convertiría en los Bell Telephon Laboratories) se había enzarzado en una larga y costosa disputa legal con la General Electric Company por una patente de un tubo de vacío. La Western había comprado la patente a su inventor, Lee de Forest, con la esperanza de que pudiera utilizarse para mejorar las comunicaciones telefónicas a larga distancia. La cuestión era si su tubo difería sustancialmente del aparato construido por Irving Langmuir en General Electric; éste, se afirmaba, era un genuino tubo de vacío, mientras que el funcionamiento del tubo de De Forest dependía de la presencia de un poco de aire en su interior. Davisson recibió instrucciones para estudiar, en relación con la patente, la emisión de electrones procedentes de un blanco de metal caliente dentro de un tubo de vacío cuando sobre él incidía un haz de partículas cargadas positivamente; pero casi no había empezado cuando tropezó con un nuevo fenómeno. Había notado que, con algunas pequeñas modificaciones, el tubo podía utilizarse también para bombardear el blanco con electrones, lo que, como era sabido, producía emisión de electrones secundarios de mucha menor energía. Pero Davisson descubrió que cuando el tubo era operado de esta manera, él podía detectar también algunos electrones de alta energía rebotados del blanco. Comprendió que éstos eran algunos de los electrones primarios que el blanco había reflejado.

Davisson recordó los experimentos de Rutherford con partículas alfa [20] que habían dado ideas tan sorprendentes sobre la estructura del átomo: cuando eran disparadas contra una delgada hoja metálica, la mayoría de las partículas pasaban de largo, lo que implicaba que los átomos del metal eran básicamente espacio vacío; pero algunas, que habían golpeado en el núcleo, rebotaban directamente hacia atrás.

Rutherford estaba perplejo. «Era», dijo él, «como si disparases una granada de quince pulgadas a un trozo de papel y rebotara y te diese a ti». (Este resultado contradecía *el* modelo de «puñal de pasas» de J. Thomson para el átomo, modelo que imaginaba los electrones inmersos en una matriz de carga positiva. Y confirmaba el arquetipo planetario de Bohr-Rutherford [27].

Davisson se preguntó si los electrones reflejados no podrían dar nueva información sobre los niveles de energía internos en los átomos del blanco, y convenció a sus jefes para que le dejaran continuar el trabajo. Su plan consistía en investigar la reflexión de electrones por diferentes metales.

La revelación llegó en 1925 cuando Davisson y su ayudante, Ger-

mer, estaban ocupados con sus experimentos de bombardeo electrónico y una botella de aire líquido explotó en el laboratorio destrozando todo lo que había alrededor, incluso su tubo de vacío. La superficie del blanco caliente, consistente en níquel cristalino, quedó expuesta al aire y rápidamente adquirió una capa de óxido de níquel. Davisson y

Germer reconstruyeron su tubo alrededor del mismo blanco de níquel, que calentaron a alta temperatura en vacío para eliminar la capa de óxido, y empezaron de nuevo sus laboriosos experimentos. Pero esta vez, cuando examinaron la distribución espacial de los electrones reflejados, encontraron un resultado nuevo y completamente diferente: la intensidad de los electrones reflejados mostraba fuertes máximos a ángulos perfectamente definidos respecto al blanco. Perplejos, los experimentadores abrieron el tubo y examinaron el metal. Lo que vieron era que el tratamiento térmico había convertido los minúsculos cristales de níquel en grandes placas cristalinas. Se necesitó una visita a la reunión anual de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia en Oxford para que Davisson alcanzase a comprender lo que significaba el resultado: que los electrones reflejados de la red cristalina del níquel estaban interfiriendo como ondas. En

realidad, Davisson estaba de vacaciones con su mujer cuando asistió a la conferencia y quedó sorprendido al oír que uno de sus experimentos anteriores (con un blanco de platino) era citado por el conferenciante, Max Born [73], como prueba de la existencia de ondas electrónicas. Davisson pasó el viaje de regreso por mar tratando de entender la nueva teoría de la mecánica ondulatoria. De vuelta en el laboratorio, él y Germer iniciaron

una búsqueda de picos de intensidad en los ángulos predichos teóricamente y, después de mucho esfuerzo, los encontraron.

G. P. Thomson llegó a la misma conclusión independientemente y por un camino diferente en 1927, cuando era catedrático de Física en la Universidad de Aberdeen. Con un colega había preparado un experimento para bombardear con un haz de electrones una delgada hoja metálica, montada en un tubo de vacío. Inesperadamente encontró que la intensidad de los electrones que atravesaban la hoja daba una figura con anillos, inequívocamente franjas de interferencia. Thomson y Davisson compartieron el premio Nobel de Física en 1937.

Véase C. Davisson y L. Germer, *Physical Review*, **30**, 705 (1927), y la explicación de su trabajo por Richard K. Gehrenbeck en *History of Physics*, Spencer R. Weart y Melba Philips, eds. (American Institute of Physics, Nueva York, 1985).

## El perrito marrón

Durante el reinado de la reina Victoria surgió en Gran Bretaña un poderoso movimiento anti-vivisección con fuerte representación en las dos cámaras del Parlamento. Fisiólogos como Claude Bernard y Charles Richet [150] en Francia y Michael Foster y Burdon Sanderson en Gran Bretaña se atrajeron el odio de los amantes de los animales. Sin duda era cierto que se estaban llevando a cabo muchos experimentos odiosos y a menudo innecesarios sobre animales vivos, especialmente en Francia donde no existían restricciones legales. Claude Bernard [138], el fisiólogo más grande de todos, fue blanco de violentas injurias (incluso por parte de su propia familia), y aún más lo fue su maestro, Francois Magendie. Los anti-viviseccionistas de Inglaterra se infiltraron en las experiencias de cátedra de Magendie e informaron de las crueles y repelentes escenas de las que habían sido testigos. Un miembro del Parlamento, Henry Labouchère, recordaba la cacofonía

de chillidos procedentes de los animales utilizados en <sup>experi</sup>mentación que asaltaban sus oídos en los pasillos de la Facultad de Medicina en París y la reacción del portero cuando él lo comentó: «Que voulez-vous? C'est la science». A menudo se oía a Magendie dirigirse al perro que forcejeaba, sujeto con correas a la mesa: «Tais-toi, pauvre bête!».

En Gran Bretaña, el Ministerio del Interior introdujo legislación sobre el uso de animales en la investigación, y la campaña anti-vivisección, en el Parlamento y en el país, estaba bien financiada y bien organizada. Alcanzó su clímax con el «caso del perro marrón» de 1907. Esta célebre causa fue iniciada por dos jóvenes suecas, las cuales se matricularon como estudiantes de medicina en la Facultad de Medicina para Mujeres en Londres tras haber presenciado y quedado afectadas por los experimentos con animales en Francia. Asistieron a demostraciones en las clases de fisiología del University College pero abandonaron sus estudios al cabo de un



año. No obstante, habían llevado un diario en el que registraron meticulosamente sus observaciones y, en abril de 1903, se lo mostraron a Stephen Coleridge, un abogado y ejecutivo de la Sociedad Nacional Anti-Vivisección.

La atención de Coleridge se centró en un caso en particular: el de un perro que había sido sometido a un experimento de demostración en el University College por un conferenciante, el doctor William Bayliss. Las dos damas se las habían arreglado para poder darle una ojeada al animal inmediatamente antes de que fuese introducido en el aula y habían observado cicatrices de operaciones semicuradas, una de ellas todavía cerrada con fórceps, en su abdomen. Ahora bien, la Ley sobre Crueldad con los Animales prohibía el uso de un animal para más de un experimento (aunque éste podía implicar dos operaciones), pero aquí estaba el perro marrón, rígidamente amordazado y atado con correas a la mesa, mientras Bayliss abría su cuello para exponer las glándulas salivares. El animal, según las dos damas, había luchado lastimosamente, «violenta y resueltamente», y durante la media hora del experimento de demostración, mientras Bayliss intentaba medir la presión salivar, el perro había estado plenamente consciente. Además, no había signos ni olores de que se hubiera usado un anestésico. Coleridge transmitió su inteligencia incendiaria a la audiencia en

una gran e indignada reunión pública pero no sin ciertas florituras. El discurso fue publicado en un periódico nacional y se plantearon preguntas en la Cámara de los Comunes. Bayliss, que había sido calificado de malhechor, dio instrucciones a su abogado, el cual exigió una retractación y disculpa públicas de Coleridge. Cuando Coleridge se negó, se dictó una orden judicial y el juicio, que duró cuatro días, empezó en los tribunales del Strand el 11 de noviembre de 1903. La tribuna pública estaba abarrotada y ruidosa.

El primer testigo fue Ernest Starling, profesor de fisiología en el University College (famoso, con Bayliss, por su trabajo sobre fisiología cardíaca). Testificó que él había utilizado el perro marrón (pequeño, según él, pero grande para Coleridge) para estudiar el mecanismo *de* los trastornos pancreáticos, incluyendo la diabetes. Había abierto el abdomen y ligado un conducto pancreático. Dos meses después, el día de la demostración de Bayliss, llevó a cabo un examen interno de seguimiento para evaluar las consecuencias de la primera operación. Satisfecho porque todo había ido bien, Starling pasó el animal anestesiado a Bayliss para su demostración sobre la secreción.

Starling había infringido la Ley sobre Crueldad con los Animales, aunque afirmó en su defensa que lo había hecho para no tener que sacrificar otro perro. Bayliss aseguró, y varios estudiantes que habían estado presentes en su demostración lo confirmaron, que el perro no había luchado, simplemente se movía. Si hubiera luchado, él no podría haber realizado la disección. Había estado completamente anestesiado, primero con una inyección de morfina y luego con la mezcla estándar de cloroformo, alcohol y éter suministrada a través de un conducto que iba por debajo de la mesa hasta un tubo insertado en la tráquea del perro; evidentemente, éste había quedado oculto para las acusadoras. La demostración, que pretendía probar que la presión salivar era independiente de la presión sanguínea, había fracasado: Bayliss fue incapaz de conseguir la estimulación eléctrica del nervio que controla las glándulas salivares y, después de intentarlo en vano durante media hora, había abandonado. El técnico del laboratorio había pasado entonces el perro a un estudiante, Henry Dale [36], quien había extraído el páncreas para su disección y había matado al animal clavándole un cuchillo en el corazón.

El abogado de Bayliss era Rufus Isaacs (más tarde marqués de Rea, .  
ding y virrey de la India), el cual llevó la mayor parte de la <sup>def</sup>ensa. El juez lo evaluó imparcialmente, pero el jurado no tardó mucho en fallar a favor del demandante. A Bayliss se le concedieron dos mil libras por daños, con tres mil libras de costes, lo que dejaba a Coleridge con una factura que en términos actuales equivaldría a unas doscientas <sup>ci</sup>ncuenta mil libras pero que pronto fueron recaudadas por los simpatizantes de su movimiento. Con una fina ironía, Bayliss donó sus ganancias a su facultad para usos en la investigación fisiológica. El fondo aún existe y <sup>pro</sup>bablemente se utiliza a veces para comprar animales para la investigación.

Reaccionando contra este revés para su causa, un grupo de anti-viviseccionistas dirigido por Louis Lind-af-Hageby, una de las dos suecas que habían iniciado el caso, decidió erigir un monumento en memoria del perro marrón y que sería símbolo de su causa. Se encargó a un escultor bien conocido que hiciera una imagen en bronce del perro para coronar una fuente de agua potable con abrevadero de granito. Después de dos rechazos iniciales se encontró un ayuntamiento receptivo: el distrito londinense de Battersea era en aquella época un feudo socialista y proletario, con varios políticos radicales entre sus habitantes que simpatizaban con la causa anti-viviseccionista. Incluso el hospital local, que evitaba el uso de animales, era conocido por la población local como «el Antiviv». La fuente fue erigida cerca de Battersea Park. En su base llevaba la inscripción:

En memoria del terrier marrón llevado a la muerte en los laboratorios del University College en febrero de 1903, tras haber sufrido vivisección durante más de dos meses y haber pasado de un viviseccionista a otro hasta que la muerte le liberó. En memoria también de los 232 perros [*una exageración*] viviseccionados en el mismo lugar durante el año 1902. Hombres y mujeres de Inglaterra, ¿hasta cuándo durarán estas cosas?

La estatua fue descubierta el 15 de septiembre de 1906 e inmediatamente se convirtió en el centro de un airado debate. El perro de bronce resistió un ataque nocturno por parte de un grupo de estudiantes. Éstos fueron atrapados por la policía, llevados ante un magistrado y, declarados culpables de daño doloso, fueron multados. Siguieron

dos años de reuniones de protesta, mítines, algaradas y detenciones in,ermitentes en todo Londres. Finalmente, el Ayuntamiento de Battersea se cansó de las disputas interminables; después de que varias soluciones de compromiso no consiguieran encontrar aprobación, se pasó una moción para acabar con esta pesada fuente de controversias. Y la estatua desapareció silenciosamente una noche en marzo de 1910.

Para la historia completa, véase el pequeño volumen de Peter Mason, *The Brown Dog Affair* (Two Sevens Publishing, Londres, 1997).

## Amigos y enemigos

A. V. (Archibald Vivian) Hill (1886-1977) era un fisiólogo que ganó un premio Nobel en 1922 por su trabajo sobre la energética del músculo. También era, en palabras de su protegido (y más

tarde también premio Nobel), sir Bernard Katz, «el hombre más naturalmente honesto que he conocido». Hill se esforzó durante toda su vida por enderezar los errores políticos, es decir, frenar los excesos chauvinistas que desfiguraban las relaciones entre intelectuales en países adversarios antes y después de la primera guerra mundial. Una historia de su colección de ensayos y memorias recuerda alguno de los absurdos que brotaban de las pasiones nacionalistas generadas por la gran guerra.

Se sabía desde los primeros años del siglo xx que el producto final metabólico de la actividad muscular es el ácido láctico, el cual se acumula en gran cantidad con la fatiga. Lo que entonces no estaba completamente entendido era cómo se recupera el músculo y qué sucede, en particular, con todo el ácido láctico. ¿Era eliminado por oxidación o era reciclado a través de reacciones metabólicas en los mismos carbohidratos a partir de los que se había formado?

J. K. Parnas [un conocido bioquímico alemán] había llegado a Cambridge en 1914, inmediatamente antes de la guerra, con la esperanza de

dirimir la cuestión mediante medidas térmicas ... Llegó a la conclusión de que en primer lugar, el ácido láctico de la fatiga se quema <sup>aprox.</sup>completamente y no se reconstruye y, en segundo lugar, que la mitad de la energía así liberada queda almacenada como energía potencial en el músculo.

Pese a la dificultad de la investigación, los experimentos de Parnas se hicieron en un tiempo muy corto y terminaron con el estallido de la guerra, de modo que no tuve ocasión de discutirlos con él. Como ciudadano alemán, él fue internado (y más tarde repatriado) mientras yo estaba en el ejército ... De todas formas, sus conclusiones eran erróneas. Pese a todo, fueron comunicadas a la Sociedad Fisiológica y publicadas con mayor detalle en alemán.

Estas conclusiones incorrectas engañaron a los investigadores de este campo durante algún tiempo, hasta que Otto Meyerhoff, un gigante en la historia de la bioquímica, retomó el tema después de la guerra. En 1920 tenía una respuesta completa: la desaparición del ácido láctico, el oxígeno consumido, la fracción de ácido láctico (la mayor parte) reconvertido en carbohidratos, formaban un esquema satisfactorio y autoconsistente que pronto se abrió camino hasta llegar a los libros de texto. Pero mientras tanto:

En julio de 1920 iba a celebrarse un Congreso «Internacional» de Fisiología en París del que iban a ser excluidos los científicos «enemigos». En marzo de 1920, Meyerhoff había enviado sus resultados para su publicación en *Pflügers Archiv* [una revista alemana, en aquella época lectura obligada para los fisiólogos] y se me quejó amargamente en una carta de que no se le iba a permitir asistir al Congreso y exponerlos, mientras que Parnas, ya no un «enemigo» alemán sino ahora [a consecuencia del Tratado de Versalles] un «aliado» polaco, pretendía leer un artículo sobre sus descubrimientos contrarios de 1914, basados en una evidencia mucho menos crítica que la que Meyerhoff había obtenido. Sin embargo, el Parnas que había ido a Cambridge desde Strassburg [Estrasburgo, entonces aún alemán] en 1914 había sido un abierto y vigoroso defensor del militarismo alemán, circunstancia que Meyerhoff siempre había deplorado. En cualquier caso, ninguno de los dos acudió al Congreso, pues Parnas quedó aislado en Varsovia por los ejércitos rusos que habían invadido Polonia en julio y hubo que espe-

rar al Congreso de Edimburgo en 1923, bajo la presidencia del [fisiólogo británico] Sharpey-Schäfer [80] (quien había perdido dos hijos en la guerra), para que fuera propiamente internacional.

La historia procede de *Trails and Trials in Physiology*, de A. V. Hill (Edward

## La metedura de pata del maestro

Erwin Schrödinger (1887-1961) fue aclamado como un genio matemático y científico desde el comienzo de sus años de estudiante en Viena. Fue un destacado miembro del pequeño grupo de físicos teóricos que forjó una revolución en la percepción de la materia y el universo en los años inmediatamente anteriores y posteriores a la primera guerra mundial. El monumento más celebrado de Schrödinger es la invención de la mecánica ondulatoria, una descripción del comportamiento de las partículas fundamentales que, como él mismo (junto con otros) demostró más tarde, era una formulación alternativa a la mecánica cuántica. En 1927 fue elegido para suceder a Max Planck en una cátedra en la Universidad de Berlín, entonces una Meca de la física teórica. Allí entabló una gran amistad con Albert Einstein, la cual duró, aunque con vicisitudes tormentosas, hasta pocos años antes de la muerte de Einstein en 1955.

Schrödinger no era un personaje totalmente admirable. Era físicamente audaz, como atestiguan sus hazañas en el ejército austriaco durante la gran guerra, pero carecía de escrúpulos o coraje moral en su vida privada. En 1933, horrorizado por los excesos de los nazis, negoció una posición para él en Oxford a través de los buenos oficios de Frederick Lindemann (más tarde lord Cherwell) [57]. Lindemann, que había impulsado la creación del Consejo de Asistencia Académica para dar cobijo a académicos judíos expulsados de sus puestos en Alemania, se quedó sorprendido por la solicitud de Schrödinger ya que

éste no era judío. Además, sus demandas eran considerables y en particular pidió que se encontrara un puesto para Artur March, entonces profesor asociado en Innsbruck, para que le asistiera como ayudante. Esto fue arreglado oportunamente, como lo fue el generoso premio añadido de una beca en Magdalen College.

Pero pronto se descubrió que Schrödinger, siempre bajo las garras de una potente urgencia priápica, estaba persiguiendo decididamente a la mujer de March. Cuando Lindemann, un soltero más bien mojigato, lo descubrió, quedó escandalizado: no era al ayudante al que quería Schrödinger sino a su mujer. «Deberíamos deshacernos del sinvergüenza», dijo a sus colegas. En cualquier caso, a Schrödinger no le gustaba la cultura de solteros del claustro de profesores del Magdalen, y para disgusto universal se fue a ocupar una cátedra en la Universidad de Graz en su Austria natal. Pronto llegó el *Anschluss*, cuando Austria fue anexionada a Alemania, y Schrödinger, cuyas ideas políticas eran conocidas, se convirtió de repente en persona *non grata*. En este momento llevó a cabo su acto más vergonzoso de egoísmo: escribió una carta abierta al Senado de la Universidad, publicada en todos los periódicos destacados, en la que hacía una apología de sus errores anteriores, afirmaba su júbilo por la unión de su querido país con Alemania y llamaba a una alegre sumisión a la voluntad del Führer. Es fácil imaginar la reacción de Einstein al respecto. Tampoco esta autodegradación le sirvió a Schrödinger, pues era evidente su falta de sinceridad, y fue expulsado de su puesto y desterrado del campus.

Schrödinger estaba ahora en graves dificultades. Lindemann no estaba dispuesto a ofrecerle una vez más la mano amiga, pero la ayuda llegó de un rincón inesperado. Éamon de Valéra, cabeza de la ahora independiente República de Eire, seguía encariñado de su primera vocación como matemático y estaba haciendo planes para la fundación de un Instituto de Estudios

Avanzados en Dublín. Schrödinger, para entonces beatificado con un premio Nobel, fue invitado a ser su primer director. Aceptó con presteza y a finales de 1939 asumió su puesto tras una breve estancia en la Universidad de Ghent, Él y su familia fueron felices en Irlanda y durante su estancia allí tuvo más de una relación amorosa, viviendo durante algunos años en un *ménage á trois* con su mujer y su amante irlandesa la cual le dio una hija. Su tra-

bajo teórico fue moderadamente productivo y fue en Dublín donde escribió su muy leída monografía, *¿Qué es la Vida?*, que reorientó las carreras de muchos físicos. Pero fue también en Dublín donde de nuevo se alejó de Einstein con el que mientras tanto se había reconciliado.

Schrödinger, como Einstein, llevaba mucho tiempo obsesionado con la idea de una teoría de campo unificado —una ampliación de la Teoría de la Relatividad General que abarcaría las fuerzas gravitatorias y electromagnéticas—, pues tenía una creencia casi mística en la unidad de la naturaleza. Entró en una animada correspondencia sobre ésta y otras cuestiones con Einstein y, en una ocasión en que le daba cuenta de un nuevo truco matemático del que estaba muy orgulloso, se mostraba encantado de que le dijese que era «ein raffinierter Gauner» —un astuto pícaro.

Pero ahora, Schrödinger se superó a sí mismo. Intoxicado con su teoría, y al parecer soñando incluso con un segundo premio Nobel, presentó un artículo con sus últimas elucubraciones ante una distinguida audiencia, que incluía a De Valera, en la Real Academia Irlandesa en enero de 1947. Su esquema se basaba en lo que él creía que era una nueva formulación de la geometría aplicada al espacio-tiempo relativista pero, en realidad, resultó ser una modificación muy modesta de una línea seguida años antes por Einstein y Eddington, y que aquél había abandonado por ser infructuosa. La quimera de Schrödinger se hizo pública. El *Irish Press* informaba que «Veinte personas, sentadas en la sala de conferencias de la Real Academia Irlandesa, en Dublín, oyeron y vieron ayer cómo se hacía historia en el mundo de la física mientras escuchaban al doctor Erwin Schrödinger...». «Schrödinger», decía el artículo, «había desaparecido en medio del tráfico nevado en su vieja bicicleta antes de que se le pudiesen hacer más preguntas», pero el periodista había dado con él en su casa en las afueras de Dublín y allí había aprendido que la teoría era una generalización de la Teoría de la Relatividad de Einstein, que ahora se reducía a un caso especial de la suya. Preguntado por si confiaba en sus conclusiones, Schrödinger respondió: «Creo que estoy en lo cierto. Parecería un lamentable idiota si estoy equivocado». Y el caso es que así se mostró. Las noticias del suceso llegaron rápidamente a Estados Unidos y Einstein y otros físicos destacados recibieron copias a través del *New York*

*Times* con peticiones de comentarios. Einstein respondió en términos comedidos pero devastadores: la teoría podía juzgarse

...solamente sobre la base de sus cualidades matemáticas formales, pero no desde el punto *de* vista de la «verdad» [p.e. el acuerdo con los hechos de la experiencia]. Ni siquiera desde este punto de vista puedo ver ventajas especiales sobre las posibilidades teóricas antes <sup>o</sup>nocidas, sino más bien al contrario. Como comentario incidental quiero resaltar lo siguiente: no me parece de ningún modo deseable <sup>p</sup>resentar al público tales intentos preliminares. Es incluso peor cuando se crea la impresión de que se está trabajando con descubrimientos definidos concernientes a la realidad física. Tales comunicados, dados en términos sensacionalistas, ofrecen al público profano ideas equívocas sobre el carácter de la investigación. El lector saca la impresión de que cada cinco minutos hay una revolución *en* la ciencia, algo parecido a un golpe de estado en alguna pequeña república inestable. En realidad, en las ciencias teóricas se da un proceso de desarrollo al que se suman en una labor incesante los mejores cerebros de cada generación, lo que lleva lentamente a

una concepción más profunda de las leyes de la naturaleza. Una información honesta debería hacer justicia a este carácter del trabajo científico.

Estos comentarios fueron difundidos por radios y periódicos de todo el mundo junto con la observación de Schrödinger de lo que parecería si estuviera equivocado. Pero antes incluso de ver esta aplastante reacción, Schrödinger había escrito una carta de disculpa a Einstein en la que confesaba que había creído necesario exagerar su papel para mejorar su situación (y especialmente su salario) en el instituto. Einstein respondió bruscamente, dando una explicación de por qué creía que la teoría no representaba un avance significativo y, a partir de entonces, cesó la correspondencia entre ambos.

Einstein se alejó aún más cuando Schrödinger renunció a su puesto en Dublín —lo que Einstein vio como un acto de ingratitud— y aceptó la Cátedra de Física en la Universidad de Viena. Fue en Viena donde murió, colmado de todos los honores que su país (y Alemania) podían otorgar. Entre sus papeles, su biógrafo encontró una carpeta marcada *Die Einstein Schweinerei*, una palabra intraducible que implica un asunto sucio y censurable.

La historia y las citas proceden de la magistral biografía escrita por Walter Moore, *Schrödinger: Life and Thought* (Cambridge University Press, Cambridge, 1989).

## 117

### Vigor híbrido

La ciencia ha generado su propio vocabulario vagamente enraizado en las lenguas clásicas. Pero hoy, los neologismos se acuñan de forma menos escrupulosa que en la época en que las lenguas antiguas se enseñaban en todas partes. Jacques Barzun, el erudito norteamericano, ha registrado la queja del rector de una universidad deplorando la introducción del grado de Bachiller en Ciencias; decía que éste no garantizaba que los estudiantes supieran ciencia, pero ciertamente garantizaba que no supieran latín. En aquellos días más ilustrados, las derivaciones etimológicas mixtas eran anatema. Se decía que un historiador de Oxford había comentado cuando llegó la televisión que nada bueno saldría nunca de una invención cuyo nombre estaba mitad en latín y mitad en griego.

Se dice que, ya anciano, Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), que escribió y teorizó ampliamente sobre ciencia (y ahora es recordado por su elaborada pero incorrecta teoría de la visión del color), había tenido la siguiente conversación iluminadora con su discípulo, Johann Peter Eckermann. Este último contaba un día a su maestro que había estado presente en la demostración de una nueva y extraordinaria invención. Era un coche de vapor, o *automobile*, que podía impulsarse sin caballos. Goethe caviló profundamente sobre esta extraordinaria aparición y al poco tiempo llamó a Eckermann de nuevo. Seguramente, dijo, eso era una broma de Eckermann, pues si tal aparato hubiera sido inventado no se le habría dado un nombre tan grotesco: se hubiera llamado un *autokineticon*, o si no, quizá un *ipsomobile*.

Un eco de estos escrúpulos puristas se abrió camino en las colum-

nas de *Nature*, setenta años después de la muerte de Goethe, cuando se informó de que un tal sir Courtenay Boyle había deplorado en un artículo en *Macmillan's Magazine* los usos bárbaros que se habían introducido en el lenguaje; no le gustaba la palabra *motor* y estaba aún más indignado por el híbrido greco-latino *automotor* (cuna forma antigua, quizá, de *“utomobile?”*).

Exhortaba a que fueran reemplazados por *kion* y *autokion*.

Ha habido ocasionales asaltos al vocabulario científico con motivos mucho menos estimables que el respeto por las sutilezas clásicas. El nacionalismo alemán, por ejemplo, generó un movimiento para expurgar del lenguaje todas las raíces no germánicas. Y así, un *Telefon* se convirtió en un *Fernsprecher* y durante el Tercer Reich hubo un movimiento para construir un vocabulario enteramente teutónico para las ciencias físicas. Éste incluía compuestos tan ridículos como *Haarrührchenkraft*, o cabello-túbulo-fuerza, para capilaridad; *Verschluckung* — envolvimiento o engullimiento— para absorción; y similares. La propia química iba a ser *Scheidkunst*, o separación-arte. Los biólogos de la época también engendraron sus propios abortos: *Schmarotzer*, o esponjador, para parásito; *Umweltlehre*, o mundo-completo.. enseñanza, para ecología; y muchas más. Como puede suponerse, encontraron poco favor incluso en el inflamado ambiente de la época y el lugar.

Véase *Nature*, 63, 474 (1901).

## 118—

### Las bolas de fuego de Buffon

Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788) era un estudioso de prodigiosa capacidad. Ahora es recordado sobre todo por sus contribuciones a la anatomía y a la clasificación zoológica, pero sus intereses abarcaban toda la ciencia y su *Histoire Naturelle*, publicada en 44 volúmenes, fue un monumento de erudición de influencia dura-

dera. Buffon era rico, autoindulgente y de comportamiento autoritario. Su audacia intelectual y su seguridad en sí mismo le llevaron a menudo a vanas controversias, tales como su larga disputa con Thomas Jefferson y otros estudiosos norteamericanos; pues él estaba convencido de que en América del Norte y del Sur prevalecía un estado de evolución retardada.

Buffon se había formado la idea de que el clima americano era húmedo e insano, y que esto había sido un obstáculo para la emergencia de nuevas especies y había deteriorado a las que ya existían. Mantenía *que* ello era evidente si se comparaban las plantas y los animales comunes a las Américas y a Europa, incluidos los seres humanos. En estas ideas estaba secundado por otros estudiosos franceses, en especial el abad Raynal y Corneille de Pauw. De Pauw escribió que gran parte de América estaba cubierta de «aguas pútridas y letales» bajo un manto de «nieblas de sales ponzoñosas». Los insectos y los reptiles venenosos eran enormes y espantosos; la sífilis era una enfermedad americana que corrompía tanto a hombres como a animales y podía cogerse simplemente con respirar el aire pestilente. Jefferson decidió refutar estos prejuicios galos sobre su tierra natal y hacer frente a Buffon, con mucho el más respetado de los difamadores. Recogió especímenes de animales nativos —la piel y los huesos de un alce, la cornamenta y el cráneo de un ciervo, los cuernos de un caribú, y algunos más— y se los llevó a Buffon en París. También recopiló un análisis meteorológico del clima de Virginia, comparado con el de París, para desventaja de este último. Cuando se encontraron, Jefferson y Buffon hicieron buenas migas y con el tiempo, Buffon admitió en una carta que quizá no había estado enteramente acertado. Jefferson no quedó satisfecho y continuó con su misión de refutación de las calumnias de Buffon durante años después de la muerte del gran hombre.

Jefferson recordaba una escena en un banquete dado en París algunos años más tarde por Benjamin Franklin [47] para algunos invitados franceses y un grupo de visitantes norteamericanos. Entre los asistentes estaba el abad Raynal que, como solía hacer empezó a exponer su teoría de la degeneración de todas las cosas en América, incluyendo las personas, y «exhortaba con su elocuencia habitual».

El doctor Franklin, plenamente consciente de la casual estatura y posición de sus huéspedes en la mesa, dice: «Vamos, señor abad, juzguemos por los hechos que tenemos ante nosotros. La mitad de los que aquí estamos somos americanos, la otra mitad franceses y da la casualidad de que los americanos se han colocado en un lado de la mesa y nuestros amigos franceses están en el otro. Que se levanten ambos grupos y veremos de qué parte ha degenerado la naturaleza». Se daba la circunstancia de que sus huéspedes americanos eran Carmichael, Harmer, Humphreys y otros de la mejor estatura y constitución; mientras que los del otro lado eran notablemente diminutos y el mismo abad, en particular, era un renacuajo. Sin embargo, él eludió el reto, al admitir con gusto que había excepciones entre las que el propio doctor destacaba.

Una de las influencias del pensamiento de Buffon fue la obra de Isaac Newton la cual leía en el inglés original (cuando no en latín). Durante años consideró en profundidad la cuestión de la edad de la Tierra. Pensaba que el cálculo del obispo Ussher, basado en las generaciones de las dinastías bíblicas y según el cual el planeta fue creado en el 4004 a.C., era absurdo, y empezó a rumiar sobre cómo podría datarse el origen del Sistema Solar. Había propuesto la teoría de que los planetas habían sido expulsados del Sol por la colisión con un cometa: los fragmentos de material fundido resultantes se habían juntado en el espacio, enfriado y solidificado. Esta teoría tenía un corolario: la Tierra, derivada de un glóbulo fundido que rotaba sobre su eje, debería estar alargada en el plano ecuatorial. El descubrimiento de que realmente era así debió reforzar a Buffon en su convicción de que estaba en el camino correcto.

Buffon conocía el ritmo de enfriamiento de una bola de hierro al rojo vivo y calculó que para que una esfera del tamaño de la Tierra se enfriase hasta la temperatura ambiente se necesitaría un mínimo de cincuenta mil años. Esto no le llevaba tan lejos como quería, pues parecía probable que la Tierra habría alcanzado su temperatura actual hacía mucho tiempo. Pero sus publicadas elucubraciones fueron suficiente motivo para excitar la ira de la Iglesia pues su esquema no sólo contradecía al obispo Ussher sino al propio Génesis. Fue denunciado, aunque en términos relativamente conciliatorios porque la Iglesia ha-

bía aprendido la lección con Galileo, y fue invitado a responder de los cargos formulados por la Facultad de Teología de la Sorbona. Felizmente, el primer volumen de *Histoire Naturelle*, en el que aparecía el argumento, no fue quemado. En su lugar, se alcanzó un compromiso por el que Buffon se retractaría de sus conclusiones en el segundo volumen que estaba por aparecer. «Es mejor», explicó después, «ser humilde que ser ahorcado».

Las investigaciones de Buffon sobre la edad de la Tierra quedaron en este punto durante varios años, reviviendo fugazmente de cuando en cuando con la aparición de algún nuevo descubrimiento (incluyendo un cálculo basado en el ritmo de recesión de los océanos que llegaba a la sorprendente conclusión de que el planeta tenía dos mil millones de años). Y luego llegó la revelación de que el planeta estaba calentado por una fuente de calor interna pues un científico francés había informado de que en el fondo de un pozo profundo la temperatura era más alta que en la parte superior. Además, el calor radiante procedente del Sol parecía insuficiente para explicar el aumento de temperatura en verano. ¿Entonces quizás el planeta aún se estaba enfriando? Si era así, de nuevo era posible una estimación de su edad.



Buffon decidió hacer medidas precisas de los ritmos de enfriamiento de bolas de hierro y extrapolar sus diámetros al de la Tierra. En primer lugar confirmó la conjetura de Newton de que el ritmo de enfriamiento de una esfera era directamente proporcional a su diámetro. Para ello midió el tiempo que tardaba una bola al rojo vivo en enfriarse hasta el punto de que pudiera tocarse, y luego hasta que alcanzara la temperatura ambiente. Para hacer las medidas utilizó a varias mujeres jóvenes, cuya fina piel proporcionaría el nivel más alto de sensibilidad a las diferencias de temperatura. Después del hierro ensayó una serie de otros materiales — varios metales, y luego arcilla, mármol, vidrio y piedra caliza—, que se enfriaban más rápidamente que los metales convencionales. A continuación introdujo una corrección para el calor que el planeta recibía del Sol mientras se enfriaba y así llegó a su conclusión final: la Tierra tenía 74.832 años. A partir de las temperaturas tomadas en diferentes instantes infirió cuándo pudo haber empezado la vida y cuándo aparecieron los animales y, finalmente, los hombres en escena. Los teólogos objetaron de nuevo, pero Buffon,

ahora <sup>se</sup>ptuagenario, ya no se preocupó. Hizo una tibia <sup>ap</sup>ología su. pericial pero se negó obstinadamente a una retractación en <sup>pú</sup>blico

En todo caso, Buffon no quedó satisfecho con su <sup>esti</sup>mación, evidencia fósil [95] apuntaba a una edad mucho mayor, quizá millones de años pensaba él; pero no sacó nuevas conclusiones aunque <sup>co</sup>ntinuó <sup>i</sup>nteressándose por el tema hasta su muerte. Enfermo de <sup>cálc</sup>ulos renales y con dolores continuos, rechazó los servicios de un <sup>ciru</sup>jano. Su cortejo fúnebre arrastró a muchos miles de parisinos a las calles para rendir su último homenaje al sabio más grande de su <sup>ti</sup>empo. debate sobre la edad de la Tierra tuvo vaivenes durante otros <sup>d</sup>oscientos años hasta que las múltiples contradicciones fueron <sup>f</sup>inalmente resueltas con el <sup>d</sup>escubrimiento de la radiactividad [16].

Para la historia de la vida de Buffon, véase *Buffon: A Life in Natural History*, por Jacques Roger (Cornell University Press, Ythaca, Nueva York, 1997), y su obra sobre la edad de la Tierra se describe en un libro absorbente de Martin Gross, *Aeons: The Search for the Beginning of Time* (Fourth State, Londres, 2001), del que se ha tomado básicamente la exposición anterior. Para el debate entre Buffon y Jefferson, véase *Thomas Jefferson: Scientist*, de Edward T. Martin (Collier, Nueva York, 1961).

119—

## Ciencia *in extremis* y la pasta de dientes fosforescente

Es sabido que, con determinación y entereza suficientes, la ciencia florece incluso en un campo de prisioneros de guerra [35]. James Chadwick (1891-1974), que iba a ganar un premio Nobel por el descubrimiento del neutrón, combatió el aburrimiento y la frustración *en* un campo de prisioneros alemán durante la primera guerra mundial <sup>e</sup>xperimentando en un laboratorio improvisado. Chadwick, nacido *en* el seno de una familia de la clase obrera en el norte de Inglaterra, en sus primeros años manifestó una timidez agobiante. Pero su <sup>talento</sup> fue

reconocido por un maestro de escuela y ganó una beca para lo que ahora es la Universidad de Manchester. Allí llamó la atención del en aquel momento recién nombrado catedrático de Física, Ernest Rutherford [16], a quien más tarde siguió al Laboratorio Cavendish en Cambridge.

Uno de los colaboradores más inteligentes de Rutherford era Hans Geiger (el cual dio su

nombre al contador Geiger, aún utilizado para detectar emisiones radiactivas). Cuando Geiger volvió a su Alemania natal, Chadwick se las arregló para pasar un año con él en Berlín. Ese año era 1914. Chadwick fue mal aconsejado por la sucursal local de la agencia de viajes, Thomas Cook, y como resultado se vio obligado a sufrir casi cinco años de internamiento en condiciones de gran privación en un campo improvisado en el hipódromo de Ruhleben, en las afueras de Berlín. Con el tiempo, un grupo de prisioneros formaron un Círculo de Ciencia y, cansados de darse clases unos a otros, pidieron a sus captores espacio para montar un laboratorio. En el otoño de 1915 se les dio parte de un desván en una caballeriza. La temperatura llegaba a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  en invierno y subía hasta los  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  grados centígrados en la canícula, pero los prisioneros persistieron. Las lámparas alimentadas con grasa animal daban luz y algo de calor.

Pocas sustancias químicas estaban disponibles y se prohibieron las sustancias venenosas. Pero Chadwick encontró una fuente de radiactividad: una pasta de dientes que, muy popular en Alemania en esa época, se anunciaba como radiactiva. La vendía la compañía Auer, y su «ingrediente activo» era presumiblemente un subproducto de la fabricación de las rejillas incandescentes para lámparas de gas por las que la compañía era famosa. Los carteles mostraban a una mujer joven que lucía una boca llena de dientes resplandecientes. No está registrado qué tipo de enfermedades podía haber causado la pasta; en aquellos primeros días de la radiactividad estaba extendida la idea de que las emanaciones poseían poderes para aumentar la salud. De hecho, se cree que una poción altamente radiactiva comercializada en Estados Unidos como tónico ha producido muchas víctimas. Chadwick consiguió, en cualquier caso, grandes cantidades de la pasta de dientes contando con la indulgencia de los guardianes de la prisión. Con madera y papel de aluminio construyó un electroscopio para detectar carga

eléctrica y empezó los experimentos. La fuente de radiactividad en la pasta de dientes no se parecía a ningún elemento radiactivo que Chadwick pudiera identificar, pero más tarde se vio que contenía un elemento altamente peligroso, el torio.

Pasado otro año, las autoridades del campo accedieron a instalar una máquina eléctrica, aunque a expensas de los prisioneros, y esto amplió los horizontes de la investigación de Chadwick. Un químico del grupo le habló de los cristales líquidos, de los que entonces él no tenía conocimiento, y decidió estudiar su respuesta a un campo magnético. Construyó un electroimán con un bloque de hierro y cable de cobre que le proporcionaron los guardias, pero antes de que el proyecto se completara llegó al campo el último volumen de los informes anuales de la Sociedad Química Británica. En él encontró Chadwick que el problema ya había sido resuelto. Para entonces, los oficiales alemanes responsables de la marcha del campo se habían hecho muy complacientes y con su ayuda, la del comprensivo Max Planck [96] y la de un empleado de una organización de apoyo a los prisioneros, se hizo disponible un abanico de materiales más amplio. Un editor alemán proporcionó doscientos libros técnicos pero, para disgusto de Chadwick, el Foreign Office de Londres no permitió que se enviara al campo un libro de texto de química inorgánica elemental por miedo a que pudiera proporcionar información útil al enemigo.

En 1917 se ofreció un mejor emplazamiento para el laboratorio y se construyó un aparato más avanzado que incluía un quemador, encendido con mantequilla rancia y alimentado con aire soplado a boca a través de una boquilla, que servía como instrumento para soplar vidrio. Con este y otros medios ingeniosamente improvisados, Chadwick y sus colegas construyeron un aparato para estudiar la reacción fotoquímica del cloro con el dióxido de carbono y los prisioneros empezaron también a investigar un fenómeno misterioso, la ionización (generación de partículas portadoras de carga) del aire en la superficie del fósforo. Los resultados del

laboratorio en el campo de Rühleben fueron de valor limitado, pero su trabajo mantuvo evidentemente ocupados a los prisioneros y permitió a Chadwick desarrollar sus ideas y aprender de sus colegas. Y lo mejor de todo, enseñó física a un joven cadete de la Real Academia Militar de Woolwich que había sido cap-

turado en circunstancias parecidas mientras visitaba Alemania: Charles D. Ellis, que se convirtió en el colaborador más valioso de Chadwick en Cambridge y colaboró en una de las obras clásicas de la física del siglo xx, la cual llevó los nombres de Rutherford, Chadwick y Ellis como autores. Lo que es más importante, Chadwick y Ellis se ahorraron los peligros de la gran guerra que costó la vida de tantos de sus contemporáneos; en especial del más brillante de todos los jóvenes protegidos de Rutherford, H. J. G. Moseley, abatido por la bala de un francotirador en la mal conducida campaña de los Dardanelos.

Tras una ilustre carrera en el Laboratorio Cavendish, Chadwick fue nombrado catedrático de Física en la Universidad de Liverpool, donde estableció un grupo de investigación muy efectivo. Durante la segunda guerra mundial emergió como una figura influyente en el Proyecto Manhattan. En esta etapa de su vida descubrió que poseía capacidades administrativas y diplomáticas insospechadas. Después de la guerra su contribución a la creación de la bomba atómica atormentó su mente y confesó que desde entonces dependía de los somníferos. Su último puesto antes de retirarse fue el de director de un colegio universitario en Cambridge.

Durante la segunda guerra mundial, veinte años después de la dura experiencia de Chadwick, prisioneros de guerra franceses en un campo en Edelbach en Alemania (Oflag XVII) establecieron una «universidad», con éxito bastante mayor que el que habían disfrutado Chadwick y sus colegas. Entre ellos había varios geólogos y esto es, en palabras de un informe en *Nature*, lo que consiguieron:

No contentos sólo con las clases, los geólogos hicieron un examen completo del área —sólo cuatrocientos metros cuadrados— encerrada dentro de la alambrada. Ninguna piedra quedó sin remover y las trincheras y túneles secretos proporcionaron muchas revelaciones críticas. Se construyó un microscopio en el campo y fue equipado con polarizadores [necesarios para el estudio de los cristales] contruidos a partir de tapas de cristal amontonadas. Se engastaron secciones delgadas [tan delgadas como para ser suficientemente transparentes para microscopial con una mezcla de cera de violín y grasa comestible. Sólo la determinación de ciertos feldespatos desemparejados [una clase de minerales cristalinos] quedó por terminar a su regreso a Francia.

Los resultados representaron un avance muy considerable en la ciencia geológica. Mostraban, concluye el artículo, que

...el cuarzo y la ortoclasa eran extraordinariamente plásticos durante las condiciones fisicoquímicas que ayudaban a su formación y que, en consecuencia, el granito formado por la transformación de rocas preexistentes podría hacerse fácilmente intrusivo. De *ello* se sigue que demostrar que un granito es intrusivo no evidencia que haya estado siempre en estado líquido.

La memoria está llena de importantes observaciones y sugerencias estimulantes y debería ser leída por todos los que trabajan en el campo de la geología plutónica.

Rita Levi-Montalcini no fue una prisionera de guerra pero, como miembro de la gran comunidad judía piamontesa, estaba escondida de los zelotas fascistas dispuestos a poner en práctica el manifiesto racial de Mussolini. Encerrada *de* hecho en el piso de sus padres en Turín, convirtió la cocina de su madre en un laboratorio y, sólo con ocasionales visitas furtivas de su antiguo profesor (que también era judío) para darle ánimos, estableció las bases del

trabajo de su vida sobre embriología. El material experimental eran huevos de gallina fertilizados conseguidos en una granja cercana. Los restos de los huevos, una vez que había terminado cada experimento sobre los embriones en desarrollo, se convertían en tortillas. Cuando Italia se rindió, Levi-Montalcini se vio finalmente libre para comunicar sus resultados al mundo exterior. A ello siguió una invitación de la Universidad Washington en St. Louis y las investigaciones que allí realizó la llevaron con el tiempo a Estocolmo para compartir el premio Nobel en 1986.

Las experiencias de James Chadwick en el campo de prisioneros se describen en *The Neutron and the Bomb: A Biography of Sir James Chadwick*, por Andrew Brown (Oxford University Press, Oxford, 1997). La explicación del trabajo de los prisioneros de guerra franceses está en *Nature*, **163**, 967 (1949). Rita Levi-Montalcini cuenta sus experiencias en tiempo de guerra en *In Praise of Imperfection: My Life and Work* (Basic Books, Nueva York, 1988).

— 120 —

## Sus señorías dan una patada a un balón

El descubrimiento del buckminsterfullereno en 1985 fue para los químicos el acontecimiento de la década y quizá de varias décadas. El carbono es el elemento químico más intensamente estudiado pues sus compuestos son los que constituyen la química orgánica y, de hecho, la química de la vida. Se distingue de otros elementos por su capacidad para formar largas y complejas cadenas en una interminable variedad de configuraciones. El átomo de carbono es tetravalente, es decir, forma enlaces con otros cuatro átomos que pueden ser, o no, de carbono. Estos enlaces están dispuestos simétricamente apuntando desde el átomo de carbono hacia las esquinas de un tetraedro regular, una pirámide con caras triangulares y cuatro vértices. El carbono en su estado elemental formará un cristal constituido por átomos unidos de esta manera, y ese cristal es el diamante. Existe otra forma elemental del carbono en la que tres enlaces apuntan hacia las esquinas de un triángulo equilátero, con otro enlace más débil que apunta fuera del plano del triángulo. En esta forma, los átomos de carbono dan lugar a una estructura plana de hexágonos unidos como en un panal y múltiples capas de este tipo se amontonan unas sobre otras. Esta forma del carbono es el grafito y el deslizamiento de unas capas sobre otras explica sus propiedades como lubricante. Todo esto se conocía desde hacía mucho más de un siglo. Puede imaginarse entonces el asombro, y en algunos círculos el escepticismo despectivo, cuando el descubrimiento de una forma completamente nueva de carbono elemental ocupó los titulares de prensa en 1985.

El nuevo estado del carbono fue observado por primera vez en el espacio exterior mediante análisis espectroscópico [70] que mostró dos especies, la más abundante con un peso correspondiente de forma exacta a un racimo de sesenta átomos de carbono, C<sub>60</sub> y la componente menos abundante con setenta átomos de carbono C<sub>70</sub>. ¿Qué había de mágico en estos números de átomos? La respuesta es: pueden unirse para formar una cáscara redonda cerrada con caras planas como

lados. Pero, como los geómetras ya sabían (y los químicos necesitaron un tiempo desmesuradamente largo para entenderlo), los hexágonos unidos no pueden formar por sí solos una cáscara cerrada; debe haber pentágonos regularmente intercalados, es decir, exactamente como un balón de fútbol con sus caras hexagonales y pentagonales, o como una de las cúpulas geodésicas del arquitecto Buckminster Fuller (aunque demasiado grande, un modelo menos exacto). Claramente, los ángulos que forman los átomos de carbono en un pentágono difieren de

los de un hexágono, pero si los pentágonos están rodeados por hexágonos la tensión inducida por la distorsión es pequeña. El C<sub>60</sub>, con sus sesenta átomos de carbono en los vértices del polígono, tiene la distorsión mínima, y casi todos los demás números están totalmente prohibidos porque la estructura correspondiente implicaría una energía elástica mucho mayor. Curiosamente, las cáscaras muy grandes ya no son esféricas, sino aplanadas en uno de sus lados.

Tras cuatro o cinco años de lucha, dos equipos de investigadores se las arreglaron para imitar en el laboratorio las condiciones del espacio exterior en las que se forman los balones de fútbol, y el buckminsterfullereno se hizo disponible para su estudio en grandes cantidades. Pronto se hizo evidente que tenía algunas propiedades notables que podían abrir nuevos horizontes, muy especialmente en lubricación y en superconductividad —el fenómeno de una resistencia eléctrica esencialmente nula [177]—. Cualquier nueva revelación sobre los buckminsterfullerenos, cuyo estudio rejuveneció la química en un tiempo de necesidad, se publicaba con hipérbole desenfrenada y pronto encontraron resonancia más allá de los muros de las academias. El 10 de diciembre de 1991, la palabra fue pronunciada en la Cámara de los Lores en Londres y en el registro parlamentario, *Hansard*, se recogía lo que sigue:

*Lord Errol de Hale* preguntó al gobierno de su Majestad:

¿Qué pasos se están dando para alentar el uso del buckminsterfullereno en ciencia e industria?

*El subsecretario de Estado Parlamentario, Departamento de Comercio e Industria (lord Reay)*: Señorías, el gobierno ha seguido con

interés la emergencia del buckminsterfullereno y apoya la investigación que actualmente se lleva a cabo en la Universidad de Sussex a través del Centro [quiere decir Consejo] de Investigación de Ciencia e Ingeniería. Sin embargo, debe dejarse a juicio de las firmas si éstas desean continuar la investigación en aplicaciones comerciales del buckminsterfullereno y otros fullerenos.

*Lord Erroll de Hale*: Señorías, agradezco a mi noble amigo su respuesta, que es buena hasta donde llega. ¿No puede él ofrecer apoyo más sustancial en este país para el desarrollo de esta excitante y nueva forma de carbono? Ya se está fabricando en no menos de tres fábricas de Estados Unidos.

*Lord Reay*: Señorías, tal como dije, el gobierno sigue financiando la investigación académica de los buckminsterfullerenos en la Universidad de Sussex. Desde 1986 se ha dispuesto de muchas becas destinadas a dicha investigación. El CICI también apoya a varios investigadores que investigan los aspectos teóricos del enlace químico en relación con los fullerenos. La financiación del gobierno para investigación en colaboración entre la industria y el mundo académico sobre las aplicaciones comerciales de los buckminsterfullerenos también puede hacerse bajo el Link (un programa por el que la inversión privada en investigación puede en ciertos casos ser igualada por financiación gubernamental) u otros programas.

*Baronesa Seear*: Señorías, perdonen mi ignorancia, pero ¿puede el noble lord decir si esta cosa es animal, vegetal o mineral?

*Lord Reay*: Señorías, me alegro de que la noble baronesa haga esta pregunta. Puedo decir que el buckminsterfullereno es una molécula compuesta de sesenta átomos de carbono conocida por los químicos como C<sub>60</sub>. Estos átomos forman una jaula cerrada hecha de doce pentágonos y veinte hexágonos que encajan como la superficie de un balón.

*Lord Williams de Elvel*: Señorías, ¿es el noble lord consciente, al dar esta respuesta, de que la molécula de carbono con forma de balón es también conocida, por alguna extraordinaria razón, como «bucky bola»? Creó

un considerable revuelo dentro de la comunidad científica. Puesto que el Grupo de Tecnología Británico ha sido privatizado, o

va a serlo en breve, ¿no debería esto ser asumido por el GTB <sup>priv</sup>atiza.. do y promocionado como una invención británica? [Esto amplía <sup>co</sup>nsiderablemente la historia de los orígenes del buckminsterfullereno, aunque Harry Kroto de la Universidad de Sussex fue uno de los <sup>ci</sup>entíficos que compartieron el premio Nobel por su descubrimiento.]

*Lord Reay:* Señorías, el GTB privatizado será libre de tomar esta <sup>d</sup>ecisión. No creemos que corresponda al gobierno decir si los <sup>buck</sup>minsterfullerenos tienen o no usos comerciales, ni si las compañías <sup>d</sup>eberían implicarse. Les corresponde a ellas.

*Lord Renton:* Señorías, ¿tiene la forma de un balón de rugby o de un balón de fútbol?

*Lord Reay:* Señorías, creo que tiene la forma de un balón de fútbol. El profesor Kroto, cuyo grupo jugó un papel importante en el desarrollo de los <sup>buck</sup>minsterfullerenos, lo describía como si guardara la misma proporción con un balón de fútbol que un balón de fútbol tiene con la Tierra. En otras palabras es una molécula <sup>extr</sup>ordinariamente pequeña [!]

*Lord Campbell de Alloway:* Señorías, ¿para qué sirve?

*Lord Reay:* Señorías, se piensa que puede tener varios usos posibles; para baterías, como un lubricante o como un semiconductor [¿quizá un <sup>su</sup>perconductor?]. Todo esto es especulación. Quizá resulte que no tiene ningún uso.

*Conde Russell:* Señorías, ¿puede decirse que no hace nada en concreto y que lo hace muy bien? [Ésta es una forzada alusión a *Iolanthe* de Gilbert y Sullivan: Gilbert aplicaba la broma a la Cámara de los Lores.]

*Lord Reay:* Señorías, muy bien podría ser así.

*Lord Callaghan de Cardiff:* Señorías, ¿de dónde procede el nombre?

*Lord Reay:* Señorías, recibe el nombre del ingeniero y arquitecto norteamericano Buckminster Fuller, quien desarrolló la cúpula geodésica que tiene un fuerte parecido con la estructura de la molécula.

El contenido intelectual de esta conversación no es atípico del nivel del discurso científico en las dos Cámaras del Parlamento. Recuerda una disertación de un ministro de la Corona en una discusión pública sobre razas caninas peligrosas: los perros, dijo a su audiencia, no tienen ADN, según la opinión experta que había consultado sobre el tema. O consideremos la intervención de una veterana miembro del Parlamento cuando en la Cámara de los Comunes se llegó al debate de la congelación de embriones: como ama de casa, declaró, ella sabía muy bien lo difícil que era hacer un pastel con masa que había estado congelada durante más de seis meses. QED.

El coloquio en la Cámara de los Lores está reproducido en el excelente libro de Hugh Aldersey-Williams sobre el buckminsterfullereno, *The Most Beautiful Molecule* (Wiley, Nueva York, 1995).

Bruce Frederick Cummings era un aficionado inglés a la biología marina cuyo desesperado anhelo de una carrera académica se vio frustrado por la pobreza y la mala salud: murió de tuberculosis en 1919 a la edad de treinta años. Bajo el seudónimo de W. N. P. Barbellion escribió una memoria clásica con el título de *The Journal of a Disappointed Man*. Está llena de agudas observaciones, expresadas en límpida prosa, pero el tono es de amargo resentimiento frente a los aires de la altanera comunidad académica de la época.

He aquí un ejemplo. El escenario es una reunión de la Sociedad Entomológica y el profesor Edward Poulton es un miembro del grupo emergente de biólogos al servicio de la nueva genética. Cummings es plenamente consciente de la distancia que separa a Poulton y sus afines de los cazadores de escarabajos científicamente atrasados. «Había», escribe, «muchísimos pinchaescarabajos presentes que se mostraban unos a otros pequeños insectos ensartados con agujas en cajas de colección», pero:

Había realmente un hombre espectáculo, el profesor Poulton, un hombre de logros muy considerables, que estaba presente y gritaba con voz escandalosa de una forma que debía asustar a algunos de los más tímidos y modestos coleccionistas de mariposas y polillas de nuestro país. Como un gran y poderoso perro pastor, se alzaba y ladraba: «Caracteres mendelianos», o «plasma germinal», y entonces el obediente rebaño se apiñaba y balaba un conmovedor aplauso. Supongo que, tras haber oído frecuentemente en estas reuniones cómo estas frases y otras similares caían de los labios del gran hombre, han llegado a considerarlas como símbolos de un ritual que creen que es piadoso aceptar sin reservas. De modo que cada vez que el profesor dice «alelomorfo», o alguna expresión similar, se santiguan y nunca se aventuran a preguntarle de qué demonios está hablando.

El vocabulario era el de la nueva biología: los caracteres mendelianos eran las apariencias heredadas de un organismo, conferidas por genes dados (fenotipos, como diríamos hoy), mientras que «plasma germinal» era una expresión acuñada por un biólogo alemán, August Weissman, para designar la sustancia hereditaria transmitida, supuestamente invariable, en las células especializadas (células germinales, o gametos) que se unen en la reproducción sexual; esto prefigura el concepto de gen. «Alelomorfo» es un término obsoleto para alelo, es decir, un miembro del par de genes para una proteína dada que una cría recibe de los padres.

De W. N. P. Barbellion (B. F. Cummings), *The Journal of a Disappointed Man* (Chatto and Windus, Londres, 1919).

\_\_\_\_\_122

## ¡Engaño!

El cráneo de Piltdown es probablemente el engaño más famoso y exitoso en la historia de la ciencia. Rompió la turbulenta y dividida hermandad de la antropología el 18 de diciembre de 1912 en una reunión

en Londres de la Sociedad Geológica. El caso había estado incubándose durante casi cuatro años, desde que un destacado arqueólogo aficionado, Charles Dawson, había conseguido algunos fragmentos de un cráneo humano. Habían sido desenterrados por los trabajadores de una cantera

de grava en Sussex. Dawson, quien siempre había confiado en que los Sussex Downs darían restos humanos prehistóricos, tamizó ansiosamente los desechos de la cantera y encontró más fragmentos de huesos antiguos y profundamente teñidos, junto con piezas de sílex trabajado y restos animales. Excitado, alertó a su amigo, Arthur Smith Woodward, conservador de Paleontología en el Museo de Historia Natural (entonces todavía un brazo del British Museum) de Londres, y a un joven francés con quien había hecho amistad mientras excavaba en Sussex. Éste no era otro que el padre Pierre Teilhard de Chardin, el cual iba a convertirse en una figura de culto cincuenta años después por sus concepciones místicas de la noosfera y el punto omega desarrolladas en su libro *El fenómeno del Hombre*, una obra que trataba de reconciliar las enseñanzas bíblicas con la evolución.

Teilhard de Chardin había ido a Sussex a estudiar en un colegio jesuita y era, como Dawson, un entusiasta arqueólogo aficionado. Los tres no tardaron mucho en encontrar otros tesoros, en particular fragmentos de la mandíbula inferior, teñidos como el cráneo y que contenían dos dientes. En apariencia la mandíbula era de un simio pero los dientes estaban erosionados como los que se encuentran en mandíbulas humanas primitivas pero nunca en las de los monos. Pronto salieron a la luz más fragmentos de cráneos en compañía de huesos de maxilar similares. Perteneían, proclamaron Dawson y Smith Woodward, al hombre más antiguo o «eslabón perdido». Le dieron el nombre de *Eoanthropos*, el hombre del alba. Su informe fue recibido con una mezcla de excitación y escepticismo, pero dentro de la comunidad científica británica era la opinión optimista la que prevalecía. Smith Woodward y los destacados anatomistas Arthur Keith y Grafton Elliot Smith, rechazaron a todos los escépticos con altivez sarcástica y durante los años siguientes los tres fueron recompensados con nombramientos de caballero por su distinguida obra, ya que era motivo de orgullo nacional el que el hombre primigenio fuera inglés. Posteriores hallazgos en Piltdown parecían confirmar sus pretensiones y conven-

cieron a varios escépticos distinguidos, en particular al decano de los antropólogos <sup>nor</sup>teamericanos, Henry Fairfield Osborn.

Pero las dudas persistían, aunque sólo salieron a la superficie unos cuarenta años más tarde en publicaciones de Kenneth Oakley, un geólogo y conservador de Antropología en el Museo de Historia <sup>N</sup>atural, y del antropólogo Joseph Weiner. Oakley tuvo acceso a los <sup>es</sup>pecímenes originales (negado a la mayoría de los eruditos, a quienes sólo se les permitió examinar moldes) y había aplicado un test químico. Todavía no había surgido la datación por radiocarbono [98] como método manejable y, en su lugar, Oakley midió el contenido de flúor en los huesos. Los huesos enterrados absorben fluoruros de su entorno y su concentración en el hueso da una medida de la edad. Resultó que los huesos de Piltdown eran modernos (en términos <sup>an</sup>tropológicos), qui-

zá procedentes de enterramientos recientes entre la grava antigua. Un poco más tarde, Oakley empezó a considerar la hipótesis alternativa: que los restos podían haber sido colocados adrede. Un examen posterior, detallado en 1953 por Weiner, Oakley y el anatomista Wilfrid Le Gros Clark, reveló que los huesos habían sido teñidos con dicromato potásico para hacerlos parecer antiguos y los dientes habían sido limados toscamente con una herramienta moderna, evidentemente una lima de hierro ya que había motas de este metal incrustadas en la superficie. El cráneo era el de un hombre, y la mandíbula era de un orangután. ¿Quién, entonces, había perpetrado un fraude tan escandaloso?

Smith Woodward habría sido consciente de las dificultades que le esperaban, pero en 1948,



en su lecho de muerte, dictó el texto de un libro, *El Inglés más antiguo*, en el que afirmaba la autenticidad del hallazgo de Piltdown. Al debate se unieron una serie de sabuesos eruditos y aficionados. Las sospechas cayeron inicialmente sobre Dawson, el aficionado ávido y ambicioso aunque no especialmente competente. Él había muerto en 1916 y nunca se encontró ninguna evidencia de su culpabilidad. Era creencia general que él habría sido más bien una víctima crédula antes que un bellaco. Se propusieron otros candidatos: W. J. Sollas, catedrático de Geología en Oxford, que detestaba a Smith Woodward (en lo que no estaba solo) y le hubiera gustado desacreditarle; Arthur Conan Doyle, novelista, médico, espiritualista y paleontólogo aficionado, urdiendo quizá un misterio de Sherlock Holmes *en*

la vida real; el padre Teilhard de Chardin, inclinado, sugiere Stephen Jay Gould, a gastar una broma al inglés; sir Arthur Keith, que tuvo la oportunidad; y otros. Luego, en 1996, llegó lo que seguramente es el desenlace.

Brian Gardiner, catedrático de Paleontología en la Universidad de Londres, había estado examinando durante algunos años el contenido de un baúl descubierto por los trabajadores bajo el tejado en una de las torres del Museo de Historia Natural. El baúl llevaba las iniciales de M. A. C. Hinton, conservador de Zoología en la época del hallazgo *de* Piltdown. Contenía un montón de huesos de roedores, pues los roedores eran la especialidad de Hinton, pero en el fondo estaba la respuesta al misterio de Piltdown. Había huesos y dientes ricos en cromo que provenía del dicromato postásico que había sido utilizado para teñirlos y volverlos porosos; de hecho, una mezcla de ácido dicrómico había sido ideada por Hinton para experimentos sobre el origen de manchas negras en restos primitivos. Los fragmentos también eran ricos en hierro en forma de óxido férrico marrón. La mandíbula de orangután encontrada en Piltdown estaba, por el contrario, teñida de forma mucho más ligera, pues el mismo tratamiento hubiera erosionado sus dos dientes y revelado al instante el trapicheo. Algunos de los dientes que había en el baúl estaban ligeramente teñidos y uno había sido pintado de color marrón.

Entre las reliquias dejadas por el albacea de Hinton había una serie de tubos que contenían dientes teñidos en grado diverso: era evidente que Hinton se había aplicado a su tarea con meticulosa profesionalidad. También se supo que había teñido herramientas de hueso para simular una antigüedad extrema y que al parecer se las había pasado a Dawson. De éste habían llegado a la colección de un experto en tales utensilios, quien las había etiquetado como falsificaciones. Evidentemente, Hinton había utilizado al inepto Dawson como un proyectil (presumiblemente) inconsciente dirigido a su blanco real, Smith Woodward. No podemos estar seguros de que Dawson no participara con más intencionalidad en el engaño, pero la evidencia apunta a Hinton como el único falsificador. Sus motivos siguen siendo una conjetura, pero él era conocido por su afición a las bromas (de hecho su baúl también contenía fragmentos de huesos esculpidos en formas

fantásticas; éstas incluían un bate de cricket, una pertenencia <sup>ad</sup>ecuada para el «primer inglés»). Además, Hinton no habría sentido ninguna simpatía por el pomposo Smith Woodward pues había tenido un altercado con él sobre el pago de un trabajo extramural en el museo.

Si lo que distingue una buena broma es que su remate se retrase durante décadas, incluso hasta mucho después de que hayan muerto todos los implicados, el engaño de Piltdown es la broma suprema. Recuerda a una que le gastó Ulysses S. Grant, cuando era presidente de Estados Unidos, al presidente de una facultad de artes liberales en la inauguración de la misma. Grant ofreció un puro a este dignatario, quien, en lugar de fumarlo, lo conservó como una especie de santa reliquia. Con ocasión de la celebración del centenario de la fundación, el sucesor del presidente anunció que ése era un momento adecuado para encenderlo. Se representó la

ceremonia, se hizo un pequeño informe y finalmente se consumó la broma diferida del presidente Grant: era un puro explosivo.

Se han escrito innumerables libros y artículos sobre el engaño de Piltdown. Tan bueno como cualquiera es el ensayo de Stephen Jay Gould en su colección *The Panda's Thumb* (Norton, Nueva York, 1980) [Hay traducción española: *El pulgar del panda*, Crítica, Barcelona, 2001], en el que desarrolla su conjetura de que el falsificador fue Pierre Teilhard de Chardin. La obra estándar con todos los detalles del hallazgo es *The Piltdown Forgery* de J. S. Weiner (Oxford University Press, Oxford, 1955); para una exposición del trabajo detectivesco de Brian Gardiner, que llevó a la identificación de M. A. C. Hinton como el falsificador, véase el artículo de Henry Gee en *Nature*, **381**, 261 (1996).

## 123

### Humphry Davy se da aires

Humphry Davy se ganó su lugar en el panteón científico por una extraordinaria serie de descubrimientos, que abarca desde el sodio y el potasio a la lámpara de seguridad de los mineros, y también a Michael Faraday, a quien contrató como conservador de los registros del labo-

ratorio e inició en los misterios de la investigación científica. Davy se inició en filosofía natural, como se llamaba entonces a la ciencia, en 1798, cuando a los diecinueve años fue nombrado ayudante en el Instituto Pneumático del doctor Thomas Beddoes en Bristol. Beddoes, químico, médico y erudito, era una figura pública gracias a sus demostraciones de «aires facticios», los gases recientemente descubiertos, entre los que el óxido nítrico, el gas de la risa, suscitó el mayor interés. Beddoes tenía muchas esperanzas en los usos terapéuticos de los gases. Creía incluso que los gases emitidos por el ganado podían curar la tuberculosis, y en las habitaciones de sus pacientes insuflaba los efluvios de las extremidades de las vacas que mantenía en un prado adyacente.

En 1799, Davy, por instigación del doctor Beddoes, inhaló 16 cuartos de galón [18 litros] de óxido nítrico durante un período de siete minutos. Así es como describía la sensación resultante:

El gas me intoxicó absolutamente. El oxígeno puro no produjo ninguna alteración en mi pulso, ni ningún otro efecto material; mientras que este gas subió mi pulso en veinte latidos, me hizo danzar por el laboratorio como un loco y ha mantenido mi ánimo en alto desde entonces.

La mujer del doctor Beddoes conocía a través de su hermana, la novelista de moda Maria Edgeworth, a muchos de los leones literarios de la época, incluyendo a Samuel Taylor Coleridge y Robert Southey. Davy fue introducido en este círculo y la impresión que causó, especialmente sobre el primero (quien incluso expresó interés en ayudar a Davy en el laboratorio), está reflejada en alusiones a temas científicos en los versos de Coleridge. Joseph Cottle, el editor en Bristol de Davy tanto como de sus amigos poetas, describió en sus *Recuerdos tempranos de Coleridge* los efectos del óxido nítrico sobre varios literatos y sobre una joven y valiente miembro de lo que él llama «el sexo más blando»:

Míster Southy, míster Clayfield, míster Tobin y otros inhalaron el nuevo aire. A uno le hizo bailar, a otro reír, mientras que un tercero, en su estado de excitación, golpeó a míster Davy de forma bastante violenta con su puño. Ahora se convirtió en un objeto ... para testificar el

efecto que este potente gas podría producir en alguien del sexo más blan-

do, y él convenció a una joven valerosa, (miss \_\_\_\_\_), para que respirara de su bonita bolsa verde este delicioso óxido nitroso. Para asombro de todos, al cabo de algunas inspiraciones, la joven salió lanzada de la habitación y de la casa y, corriendo hacia Hop Square, saltó por encima de un gran perro que se puso en su camino; pero siendo seguida de cerca por sus amigos, la blanca fugitiva, o más bien la maniaca temporal, fue finalmente alcanzada y puesta a salvo, sin más daños.

La famosa tira cómica Gillray de 1802 ilustra la fascinación pública ante los efectos fisiológicos del óxido nitroso. Muestra una exhibición en la Royal Institution de Londres ante una audiencia de moda, entre la que puede identificarse a Isaac d'Israeli y Benjamin Thompson, conde Rumford (cuyos famosos experimentos en un taller de taladrado de cañones establecieron la relación entre trabajo mecánico y calor). El conferenciante es el doctor Thomas Garnett y se ve al joven Humphry Davy administrando el gas a sir John Hippisley con efecto espectacular en forma de una violenta erupción flatulenta. Era algún tiempo antes de que el óxido nitroso se utilizase como anestésico y de esta guisa sirvió especialmente a los dentistas durante un siglo y quizá aún se utiliza en algunos rincones.

Habría que decir que Maria Edgeworth había adquirido un vivo interés por la química a partir de su examen de *Conversaciones sobre Química* de Jane Marcet. La autora pertenecía a un círculo de intelectuales de Londres entre los que había científicos prominentes. El libro se presenta como una discusión entre una mujer anciana y dos chicas jóvenes y animosas a quienes da clases sobre los atractivos de la química. Fue el libro de mistress Marcet el que encendió inicialmente la pasión por la ciencia del joven Michael Faraday [19], cuando, siendo aprendiz de encuadernador, tuvo oportunidad de ojear sus páginas. La entusiasta Maria Edgeworth recomendaba el estudio de la química a sus lectores. La química, escribió, es una ciencia particularmente apropiada para las mujeres, «apropiada para sus talentos y su situación. La química no es una ciencia espectáculo, proporciona ocupación e infinita variedad, no exige fuerza física, puede realizarse en privado; no hay peligro de que inflame la imaginación porque la mente se aplica a realidades».

Se ha dicho que *Conversaciones sobre Química* socorrió a una hermana menor de Edgeworth y quizá incluso salvo su vida después de que hubiese tragado un ácido no especificado. Maria había aprendido de la inestimable mistress Marcet que los ácidos podían neutralizarse con leche de magnesia (hidróxido de magnesio) y fue rauda en administrar el remedio.

La descripción de Cottle de los efectos del gas de la risa está reproducida, junto con muchos antecedentes del tema, en *Humour and Humanism in Chemistry* (G. Bell, Londres, 1947) de John Read, el cual era profesor de química en la Universidad de Aberdeen. La historia sobre Maria Edgeworth está tomada de *Letters for Literary Ladies* (Garland, Nueva York, 1974; publicadas por primera vez en 1795).

## La verdad es más extraña que la ficción

La aspirina es con diferencia el más usado de todos los fármacos y aún siguen saliendo a la luz nuevos aspectos de sus múltiples y beneficiosos efectos. Su nombre deriva del sauce, del que se

sabía desde hacía tiempo que albergaba en su corteza un principio analgésico. La leyenda dice que esto se reconoció por primera vez cuando se vio a osos con dientes rotos o infectados que desgarraban y masticaban la corteza. El compuesto activo fue identificado en el siglo XIX como ácido salicílico; pero pronto se vio que el ácido o su sal, el salicilato sódico, un producto químico barato y fácil de preparar, aunque efectivo para superar el dolor, era intolerablemente amargo y también causaba trastornos estomacales. Por ello, los químicos de la industria farmacéutica alemana F. Bayer y Company se propusieron sintetizar sencillos derivados del ácido salicílico. Todos los informes del descubrimiento de la aspirina —ácido acetilsalicílico— coinciden en que fue preparada por un joven químico en la factoría Bayer llamado Felix Hoffmann. Su inspiración fue el sufrimiento de su padre, lisiado y con continuos do-

lores por artritis reumatoide. Hoffmann hizo un preparado puro que instantáneamente alivió las peores molestias de su padre y, tras una evaluación por parte del farmacólogo de Bayer, Heinrich Dreser, la aspirina salió al mercado en 1898.

La verdad fue muy diferente. Arthur Eichengrün entró en la compañía en 1894 e inmediatamente se ocupó del problema del ácido salicílico. Su plan consistía en preparar un éster, es decir, un compuesto en el que un grupo ácido es bloqueado acoplándolo a otro compuesto que contiene un grupo hidroxilo (es decir, un alcohol). Los ésteres son en general resistentes a la descomposición por ácido y por eso sobreviven en el estómago, pero en las condiciones alcalinas del intestino se deshacen para regenerar el ácido padre. En el caso de la aspirina, las paredes del estómago no sufren la acción del ácido salicílico, pero cuando éste es liberado en el intestino es absorbido y hace su trabajo calmante como estaba previsto. La historia del descubrimiento de Hoffmann se originó al parecer en 1934 y, como Eichengrün recordaba amargamente a una edad avanzada, la Sala de Honor del Museo Alemán de Munich tenía en su sección de química una exposición de cristales de aspirina con el rótulo, «Aspirina, inventada por Dreser y Hoffman». Esta exposición se montó en 1941, cuando el judío Eichengrün se estaba consumiendo en el gueto de Theresienstadt.

Por suerte, Eichengrün sobrevivió a la guerra y vivió para contar

historia: Hoffmann era un ayudante a quien él instruyó para sintetizar el éster sin molestarse en explicarle el objetivo, y Dreser no había enido ningún papel en absoluto en el trabajo. Como judío, Eichengrün fue expurgado de los registros y en ellos se escribieron los nombres de los dos arios. Un examen de los cuadernos de laboratorio en los archivos de la Bayer confirmó la versión de Eichengrün. Él se había convertido en director del programa de química aplicada de la compañía y había seguido desarrollando otros fármacos, así como fibras de celulosa, mientras que Hoffmann había dejado la investigación de sales farmacéuticas. En 1949, Eichengrün publicó su historia en una revista técnica alemana, pero los mitos se resisten a morir y fueron necesarias las investigaciones de un científico de la Universidad de Strathclyde para confirmar la verdad y hacerla pública.

La exposición precedente está tomada de un artículo de Walter Sneader, que fue quien descubrió la verdad, en el *British Medical Journal*, 321, 1.591 (2000) y *The Biochemist* de agosto de 2001.

## El mosquito deja de picar

El DDT, o diclorodifeniltricloroetano, que apareció durante la segunda guerra mundial, anunció o

así lo parecía, la victoria final del hombre sobre la malaria, la fiebre tifoidea y otras enfermedades transmitidas por insectos. Algunos años antes, su eficacia aparentemente milagrosa había sido percibida por un químico en una empresa farmacéutica suiza, la compañía J. R. Geigy. Su nombre era Paul Müller y por su descubrimiento iba a ser recompensado finalmente con el premio Nobel.

Müller, entonces de veintiséis años, entró en Geigy en 1925 y había trabajado en varios problemas antes de emprender una búsqueda del insecticida perfecto. Geigy estaba especialmente interesado en la búsqueda de un agente que fuera más eficaz que las bolas anti-polilla (naftalina) para rechazar a este insecto doméstico de la ropa. Müller había estado probando un abanico de sustancias químicas sintéticas colocando algo de la sustancia en un tanque de vidrio, que luego llenaba con los insectos. Su fascinación con este proyecto le ganó algunas burlas de sus colegas y el mote de *Fliegenmüller* (o mosca-Müller).

El DDT era una más entre una serie de sustancias químicas en las que Müller tenía esperanzas, pero a primera vista fue un fracaso total pues las polillas no parecían molestarle. Pero en esta ocasión, sin ningún motivo consciente, Müller dejó las polillas en la caja durante la noche. A la mañana siguiente todas estaban muertas. Repitió su experimento con más polillas, con moscas caseras y con otros insectos. Todos morían durante la noche. Animado por esto, Müller limpió su tanque asesino con disolvente y ensayó una gama de compuestos afines, aparentemente todos con efecto letal. Pero eso resultó ser una ilusión,

pues estudios posteriores revelaron que eran las trazas residuales del DDT, que quedaban incluso tras un lavado con disolvente, las que estaban matando los insectos. Acto seguido, la compañía Geigy envió un bote de DDT en polvo a su oficina norteamericana, pero pasó algún tiempo antes de que un químico que pudiera leer el informe de sus propiedades en alemán pasara parte de este material al Departamento de Agricultura de Estados Unidos, de donde llegó a manos de la estación de investigación de insectos que tenía el citado departamento en Orlando, Florida. Allí fue probado y se confirmó su prodigiosa e inigualable toxicidad contra los insectos y en particular su actividad contra los mosquitos.

El descubrimiento fue oportuno ya que el ejército de Estados Unidos estaba por entonces enzarzado en la lucha contra los japoneses en las islas del Pacífico y la malaria estaba causando más bajas entre las tropas que las balas y las granadas. Existía también el temor constante del tifus, enfermedad que había devastado los ejércitos en la primera guerra mundial. Así que los entomólogos del Departamento de Agricultura fueron a probar la eficacia del DDT en el campo. Los resultados fueron espectaculares: una rociada de DDT protegía a un soldado contra los piojos durante un mes. Muy pronto, los aviones espolvoreaban DDT sobre las playas de desembarco para proteger a los marines que llegaban. Durante la invasión aliada de Italia en 1944, una epidemia de tifus en Nápoles fue cortada de raíz por una operación de espolvoreado que implicó a 1,3 millones de personas.

Cuando terminó la guerra se hicieron planes para erradicar del planeta el azote de la malaria de una vez por todas. Pero pronto surgieron objeciones. ¿Podía asegurarse que el DDT, depositado en todas partes en cantidades tan enormes, no fuera un tóxico acumulativo para los humanos? Los experimentos con animales no habían mostrado indicios de toxicidad y los sujetos humanos habían respirado aire cargado de polvo de DDT durante horas. Dos investigadores se tragaron algunos gramos del polvo para convencer a los escépticos. Pero más seria fue la aparición de cepas de mosquitos resistentes. Sólo uno entre muchos miles de mosquitos era resistente de forma natural, pero eran estos pocos los que sobrevivían y criaban para dar lugar a una población altamente resistente. En 1962, el DDT fue denunciado por Rachel

Carson en su libro sensacionalista y muy influyente, *Silent Spring*, porque la sustancia había perturbado sin duda secciones de la ecología. La destrucción de

insectos reducía las poblaciones de muchas especies de pájaros; algunas especies de insectos no eran afectadas por el DDT y proliferaban gracias a la desaparición de otros depredadores de insectos, tales como las avispas parásitas.

El DDT es ahora poco utilizado y ha quedado básicamente relegado a la historia, pero se piensa que ha salvado vidas que se cuentan por millones al eliminar, mientras duró, los mosquitos de sus criaderos, especialmente en Latinoamérica y el Norte de África. Se ha dicho que una acción más resuelta y mejor organizada podría haber destruido la población de mosquitos antes de que pudieran establecerse cepas resistentes, y que el fracaso en hacer un mejor uso del DDT fue una de las grandes oportunidades perdidas del hombre.

Después de jubilarse de Geigy, Müller continuó la búsqueda del insecticida perfecto hasta su muerte en 1965. Repartió el dinero de su premio Nobel (concedido en 1948) entre jóvenes investigadores que trabajaban sobre el control de insectos.

Una exposición reciente de la guerra contra el mosquito es *Mosquito: A Natural History of Our Most Persistent and Deadly Foe*, de Andrew Spielman y Michael d'Antonio (Time Warner, Nueva York, 2001).

—126—

## Algunos nacen grandes

Richard Feynman [89] era un joven físico cuyo talento prodigioso ya había sido reconocido cuando fue convocado a una reunión en la Universidad de Princeton donde aún estaba terminando su tesis doctoral. Ésta marcó el comienzo del Proyecto Manhattan para construir la bomba atómica. Así es como, cuarenta años más tarde, recordaba una de las primeras discusiones.

Una de las primeras experiencias interesantes que tuve en este proyecto en Princeton fue el conocer a grandes hombres. Nunca antes había conocido a muchos de ellos. Pero había un comité de evaluación que tenía que tratar de apoyarnos, y que nos ayudó finalmente a decidir qué vía íbamos a seguir para separar el uranio [extraer la muy pequeña proporción del isótopo fisionable [149]]. En el comité había hombres como [A. H.] Compton, [R. C.] Tolman, [H. D.] Smyth, [H. C.] Urey, [I. I.] Rabi y [J. R.] Oppenheimer. Yo asistía porque entendía la teoría de nuestro proceso de separación de isótopos, y ellos me hacían preguntas y hablaban sobre el tema. En estas discusiones alguien señalaba un punto. Entonces Compton, por ejemplo, exponía un punto de vista diferente. Decía que debería ser de tal forma, y era completamente correcto. Otro tipo decía, bien, quizá, pero hay otra posibilidad que tenemos que considerar frente a esa.

Así que todo el mundo discrepa, todos alrededor de la mesa. Yo estoy sorprendido y perturbado porque Compton no repite y recalca su punto. Finalmente, Tolman, que es el presidente, diría: «Bien, habiendo oído todos los argumentos, pienso que es cierto que el argumento de Compton es el mejor de todos y ahora tenemos que seguir adelante».

Para mí fue una conmoción ver que un comité de hombres podía presentar todo un conjunto de ideas, mostrando cada uno una nueva faceta y recordando al mismo tiempo lo que los otros colegas decían, de modo que, al final, se tomaba una decisión acerca de qué idea era la mejor —resumiéndolas todas— sin tener que repetirlas tres veces. Éstos eran realmente hombres muy grandes.

## Vitalidad victoriana

La Gran Bretaña victoriana fue hogar para un ejército de naturalistas. Algunos ocupaban cátedras de botánica, zoología, geología o paleontología, pero la mayoría eran aficionados. Ésta fue predominante-

mente la edad de la catalogación de especies y de la sistematización. Surgieron<sup>n</sup> sociedades ilustradas y sus reuniones eran multitudinarias y a veces se entablaron debates apasionados y desinhibidos. Sobre las reuniones<sup>s</sup> de la Sociedad Geológica, John Gibson Lockhart, el director de una publicación intelectual comentó: «Aunque no me interesa la geología, me gusta ver combatir a los académicos». Los victorianos asumieron sus intereses, sobre todo en las maravillas de la naturaleza, con mucha seriedad y estaban dispuestos, incluso deseosos, a sufrir por **su** causa. William Buckland [13] y Adam Sedgwick, catedráticos de Geología en Oxford y Cambridge respectivamente, llevaban a sus estudiantes a agotadores viajes por el campo y daban clases, cinco en un día en el caso de Sedgwick, montados a caballo. En una ocasión Buckland arrastró a una audiencia que totalizaba a varios miles de personas para una lección en las famosas Dudley Caverns, especialmente iluminadas para la ocasión. Llevado por la magnificencia general, tuvo la tentación de rematarla con una llamada descarada al patriotismo de la audiencia. La gran riqueza mineral que yace alrededor, proclamó, no era un mero accidente de la naturaleza; más bien mostraba la intención expresa de la Providencia de que los habitantes de Gran Bretaña llegaran a ser por este regalo la nación más rica y poderosa de la tierra. Y con estas palabras, la gran multitud, con Buckland a la cabeza, volvió a la luz del día tronando, al unísono, «Dios salve a la Reina».

William MacGillivray (1796-1852), que llegaría a ser catedrático de Historia Natural en la Universidad de Aberdeen y autor de un tratado estándar sobre las aves británicas, personificaba las virtudes victorianas. Ésta es una espléndida descripción de su viaje a Londres, cuando a la edad de veintitrés años dirigió sus pasos con ardiente impaciencia por examinar la gran colección de pájaros en lo que iba a convertirse en el Museo de Historia Natural. MacGillivray era desesperadamente pobre, pero

lo que a él le sobraba era energía. Esto le llevó a decidir hacer su viaje a Londres totalmente a pie: una distancia de más de 1.300 kilómetros. Partió el 7 de septiembre [1819] —habiéndose levantado, en estilo deportivo, aproximadamente a las cuatro y media de la mañana y desa-

### 322 *Eurekas y Euforias*

yunado a las cinco. En su mochila y sus bolsillos llevaba una «avaja, un pequeño plumier con plumas, un pequeño mapa de Escocia, un vaso para beber por el camino y una paleta. «Para vestirme», anotó en su diario, «he añadido un abrigo y un par de guantes. De dinero tenía sólo diez libras esterlinas». Él subsistía a base de pan de cebada.

Eligiendo inicialmente una ruta más tortuosa —al oeste y luego al sur, por Braemar, Strathspey, Fort William y Inveraray— consiguió cubrir unos ochocientos kilómetros en los treinta primeros días. En ese momento había gastado la mitad de su dinero. Sin

desfallecer, con las cinco libras que le quedaban continuó hacia el sur: «Pan y agua serán suficientes para la mayor parte de mi camino».

Pero para su consternación, al entrar en Cumberland encontró que los billetes de banco escoceses eran rechazados debido a sospechas de falsificación y no pudo comprar comida ni alojarse antes de llegar a Keswick. Dormía bajo setos, entre brezos o en graneros más a menudo que en camas. «En Manchester, decía en su informe, «mis pantalones están andrajosos ... cubiertos de lodo ... mis zapatos están casi agujereados, y mis medias casi deshechas.» En Northampton sus fondos se reducían a una libra y tres medios peniques, de modo que en adelante decidió prescindir del desayuno. Cuando hubo conseguido llegar a St. Albans se vio obligado a sentarse un rato cada cuatro o cinco kilómetros para aliviar el dolor que le producían las terribles llagas de sus pies.

Finalmente entró en Londres el 20 de octubre, seis semanas después de su partida y, oportunamente, bajo un aguacero. Al día siguiente, negándose a admitir su agotamiento, inspeccionó debidamente el Museo Británico. Permaneció en la capital una semana (presumiblemente con dinero prestado) y luego regresó en barco a Aberdeen.

Unos veinticinco años más tarde, siendo ya catedrático de Historia Natural en su ciudad natal, le gustaba llevar a sus estudiantes a excursiones por el campo y caminaba como el más activo de ellos «sin ninguna ayuda», como está registrado. Al final, su muerte fue debida a los efectos de la intemperie.

El autor de este pasaje, David Elliston Allen, da más ejemplos de las maneras de estos indómitos eruditos victorianos. Aquí cita al biógrafo del reverendo J. G. Wood:

Su capacidad de trabajo era simplemente sorprendente ... Siempre estaba en su mesa de trabajo a las cuatro y media o cinco de la mañana, todas las estaciones del año, encendiendo su propio fuego en el invierno y escribiendo luego sin cesar hasta las ocho. Luego, hiciera buen o mal tiempo, salía para dar una vuelta de cinco kilómetros en un campo especialmente montañoso, subiendo a buen paso una pendiente de casi cuatrocientos metros, preciándose de completar la distancia de principio a fin sin detenerse o ni siquiera aminorar su ritmo. Luego venía un baño frío, seguido del desayuno.

Allen resume:

Y así continuaba el día. Se decía que doce horas de las veinticuatro las pasaba con la pluma en la mano, «estando reducido el esparcimiento a un mínimo y, de hecho, casi al límite de la desaparición». Con todo esto, no es quizá sorprendente que durante toda su vida sufriera de dispepsia.

Poco puede sorprender que los entusiasmos de la época produjeran una masa tan inimaginable de detalles en los que se recogen muchas de las bases de la anatomía moderna. También llevó, por supuesto, a actividad desorientada del tipo de la que más tarde Darwin comparaba con descender a un pozo de grava y contar los guijarros pues, comentaba él, todas las observaciones, para ser útiles, deben ser a favor o en contra de algo. Es sorprendente que Buckland, MacGillivray y, especialmente Sedgwick, detestaran la Teoría de la Evolución cuando apareció. Sedgwick la calificó de malintencionada y dijo a sus amigos que los pronunciamientos de Darwin le habían hecho reír hasta reventar.

Todos los pasajes antes reproducidos están tomados del libro magistral de David Elliston Allen,



## Charles Goodyear vulcaniza

Fue a comienzos del siglo xix cuando Charles Macintosh y otros intentaron por primera vez producir materiales impermeables por medio de revestimientos de caucho (de donde viene, por supuesto, el macintosh). Estos intentos tuvieron resultados contradictorios: en clima caliente el caucho se hacía pegajoso y fluía, y en clima frío se agrietaba. Charles Goodyear, nacido en New Haven, Connecticut, en 1800, se vio reducido a la penuria por su larga lucha para superar este problema; fue obligado, por ejemplo, a destruir una remesa de sacas de correo impermeables, laboriosamente fabricadas para el servicio postal de Estados Unidos, y pasó bastante tiempo en cárceles para deudores.

Luego, en 1840, después de haber intentado sin éxito el efecto del azufre, entre otros muchos materiales, sobre el caucho, dejó por descuido que una mezcla de caucho y azufre entrara en contacto con una estufa caliente. En lugar de fundirse, la pasta se convirtió en una masa gomosa sólo carbonizada en los bordes. Así es cómo su hija describía el momento:

Mientras yo entraba y salía de la habitación, observé casualmente la pequeña pieza de goma que mantenía cerca del fuego y advertí también que él estaba inusualmente animado por algún descubrimiento que había hecho. Clavó el trozo de goma en el exterior de la puerta de la cocina donde el frío era intenso. Por la mañana lo recogió y se mostraba exultante mientras lo sujetaba. Lo había encontrado perfectamente flexible tal como era cuando lo sacó.

La euforia de Goodyear no se contagió a su hermano inventor, Nelson, ni a otros grupos interesados. Esto es, en sus propias palabras, lo que sucedió (tomado de su tratado en dos volúmenes sobre el caucho, en el que Goodyear siempre se refiere a sí mismo en tercera persona):

Se esforzó por llamar la atención de su hermano y de otros individuos presentes que estaban familiarizados con la fabricación de goma elás-

tica, sobre este efecto tan notable y diferente de cualquier cosa antes conocida puesto que la goma elástica siempre se fundía cuando se exponía a un alto grado de calor. Pero esto no les pareció entonces digno de atención; lo tomaron como una de las frecuentes proclamas que él tenía costumbre de hacer en nombre de algún nuevo experimento.

No obstante, él dedujo directamente que si el proceso de carbonización pudiera detenerse en el punto correcto, podría privar a la goma de su adhesividad natural, lo que le haría mejor que la goma natural. Más ensayos con calor le reafirmaron en la corrección de esta deducción al descubrir que el caucho de la India no podía fundirse en azufre hirviendo por caliente que estuviese, sino que siempre se carbonizaba.

Goodyear llamó a este proceso vulcanización; continuó investigándolo y mejorándolo y hasta hoy sigue siendo la base de la industria del caucho y sus productos derivados; es decir, desde las gomas de borrar hasta los neumáticos de avión. (El nombre, goma, deriva de la observación del famoso químico inglés Joseph Priestley de que un trozo de caucho borraba las marcas de lápiz del papel.) Goodyear recibió muchos honores, pero gastó gran parte de su

capital luchando contra violaciones de patentes que le llevaron de nuevo a cárceles para deudores en Inglaterra y Francia. El emperador Louis-Napoleon le concedió su medalla y la Legión de Honor que le fueron llevadas por su hijo a la cárcel de deudores de Clichy.

Véase Robert Friedel en *American Heritage of Discovery and Inventions*, 5 (3), 44 (1990) y George B. Kauffman en *Education in Chemistry*, 20, 167 (1989).

## 129

### Pasteur empuña las pinzas

El joven Louis Pasteur [172] llegó a la fama con uno de los experimentos más espectaculares de la historia de la ciencia. Mientras estudiaba la química de la fermentación se dedicó a reflexionar sobre la

naturaleza de la actividad óptica [1] una propiedad de la mayoría de los compuestos producidos por los organismos vivos.

Uno de los productos de la fermentación del jugo de uva es el ácido tartárico. Su fórmula era ya conocida y también se había demostrado que, cuando se purificaban a partir del fermento, las soluciones del ácido y sus sales rotaban hacia la izquierda el plano de la luz polarizada (se dice que son levógiros). Pero cuando un químico orgánico preparaba en el laboratorio una sustancia con la misma fórmula, las soluciones no mostraban ninguna actividad óptica. Esta forma de ácido tartárico era conocida como ácido racémico. Pasteur llegó a la inspirada conjetura de que el ácido racémico era una mezcla (ahora llamada mezcla racémica) de partes iguales de componentes dextrógiros y levógiros. Las sales del ácido racémico, tales como la sal de amonio sódico (pues el ácido posee dos grupos ácidos), forman bonitos cristales y cuando Pasteur los examinó con una lupa percibió que había dos formas relacionadas entre sí como un par de imágenes especulares. Tomó los dos tipos de cristal con pinzas, los disolvió en agua y, de hecho, las dos soluciones tenían poderes rotatorios opuestos: eran dextro y levógira.

Cuando Pasteur anunció su descubrimiento, los químicos lo encontraron tan extravagante que muchos se negaron a creerlo. Por ello la Academia Francesa de Ciencias exigió una demostración ante un experto independiente y se designó como juez a un famoso y veterano físico, Jean-Baptiste Biot [166]. Pasteur dejó escrita su propia narración del encuentro con Biot. Él fue a ver al venerable sabio a su laboratorio en el Collège de France. El propio Biot había conseguido el ácido racémico y los hidróxidos de sodio y amonio necesarios para formar la sal mixta y observó cómo Pasteur preparaba la mezcla. Luego se dejó la solución en el laboratorio de Biot para que se evaporara lentamente y cristalizara. Cuando se había formado una buena cosecha de cristales, Biot llamó de nuevo a Pasteur. Pasándole la placa con los cristales le pidió que colocara los cristales dextrógiros a mano derecha, y los levógiros a la izquierda. Conseguido esto, Biot dijo que él haría el resto. Tomó muestras de los dos montones de cristales, las pesó y las disolvió en agua, y desapareció dentro de su laboratorio donde estaba el polarímetro, el instrumento que mide la rotación *del* plano de polarización de la luz polarizada.

Cuando todo estuvo listo, Biot invitó a Pasteur a que se le uniera. Él empezaría con la muestra «más interesante»: la forma de mano izquierda que se genera en el proceso de fermentación. Incluso antes de que hubiera tomado una lectura resultaba obvio por la apariencia

del instrumento que la muestra era ópticamente activa. «El ilustre anciano, que estaba visiblemente afectado, me cogió la mano», recordaba Pasteur, «y exclamó: ¡Mon cher enfant, j'ai tant aimé les sciences dans ma vie que cela me fait battre le coeur!».

La historia aparece en biografías de Pasteur, de las cuales hay muchas. Véase, por ejemplo, René J. Dubos, *Louis Pasteur, Free Lance of Science* (Da Capo, Nueva York, 1986), y la más reciente biografía (revisionista) por Gerald I. Geison, *The Private Science of Louis Pasteur* (Princeton University Press, Princeton, 1995); véase también Patrice Debré, *Louis Pasteur* (Johns Hopkins University, Baltimore, 1994). [Hay traducción española: *Louis Pasteur*, Debate, Madrid, 1995.]

## 130

### Los límites de la lógica

En 1931, una bomba intelectual explotó en el abrigado mundo de las matemáticas. El perpetrador del escándalo era un joven alemán, Kurt Gödel (1906-1978), y la más ilustre de las víctimas fue David Hilbert [111, decano de los matemáticos alemanes. El «Proyecto de Hilbert», como fue llamado, se proponía establecer un sistema completo de axiomas a partir de los cuales pudieran desarrollarse rigurosamente todas las matemáticas. (Por alejada de la realidad cotidiana que pueda parecer tal preocupación, ésta, como otras investigaciones de Hilbert y Gödel, mostraron tener profundas relaciones con temas de la ciencia e incluso la tecnología.) Gödel demostró mediante razonamientos matemáticos muy sofisticados, haciendo uso de paradojas, que para algunas de las áreas más importantes de las matemáticas no puede formularse ningún conjunto completo de axiomas. Este «teorema de

incompletitud» puso fin esencialmente a la visión de Hilbert e hizo famoso a Gödel.

Cuando los nazis llegaron al poder, Gödel apenas pareció advertirlo, pero cuando fue llamado al servicio militar estimó que era un buen momento para irse. Llegó por una ruta indirecta a Estados Unidos y pasó el resto de su vida en el Instituto para Estudio Avanzado de Princeton. Allí, Albert Einstein [161] llegó a ser su más íntimo amigo pero al cabo de algunos años el comportamiento de Gödel empezó a hacerse cada vez más extraño. Siguió trabajando pero abandonó todo el contacto humano y recibía todas las comunicaciones matemáticas sólo a través de una ranura en la puerta de su despacho. Con el tiempo llegó a tener el convencimiento de que personas desconocidas querían envenenarle; más adelante dejó de comer por completo y murió de hambre (o, según su certificado de defunción, de «inanición»). El siguiente incidente ocurrió cuando su paranoia estaba en una etapa incipiente.

Un día, mientras almorzaban juntos como era su costumbre, Gödel, Einstein y el ayudante de Einstein, Ernst Straus, estaban discutiendo las noticias del día. Era el año 1951 y el suceso más importante era el regreso del general McArthur de su campaña en Corea. Gödel estaba muy agitado, pues había estado examinando la fotografía de un MacArthur exultante en la primera plana del *New York Times* y en su cabeza había nacido la sospecha de que el hombre que paseaba triunfal por Madison Avenue era un impostor. Ahora había descubierto que su conjetura era correcta, pues había localizado una fotografía antigua del general y había medido la razón entre dos dimensiones críticas en los rostros de las dos fotografías: la longitud de ésta y la distancia entre las puntas de la nariz y el mentón. Las razones eran diferentes, y diferentes eran,

por lo tanto, los dos hombres uniformados. No está registrado que acción tomó y cómo se calmaron sus temores.

El gran físico John Archibald Wheeler también fue testigo de las manías de Gödel. Fue a ver a Gödel para preguntarle si podía haber alguna relación entre el Teorema de Incompletitud y el Principio de Incertidumbre de Heisenberg. Recordaba que Gödel estaba sentado en su despacho sobrecalentado con una manta sobre sus piernas.

Wheeler le planteó la pregunta y «Gödel se puso furioso y me echó de su despacho».

Véase, Steven G. Kratz, *The Mathematical Intelligencer*, 12, 32 (1990).

## 131

### Como en un sueño

Francis Crick [88] ha argumentado que la función del soñar es borrar de nuestra consciencia el miasma de memoria redundante, los detritus de la experiencia cotidiana. Sugiere que esto sirve para traer los recuerdos que importan ante un foco más nítido. Quizá por eso es por lo que, tan a menudo, ideas incipientes y débilmente percibidas han cristalizado en la mente de grandes científicos en sueños o estados de ensoñación. En cualquier caso, así es cómo se le presentó la clasificación de los elementos químicos a Dmitri Ivanovich Mendeleev en su estudio en San Petesburgo en 1869.

Mendeleev nació en 1834 en una remota región de Siberia en una familia de maestros de escuela siendo el menor de diecisiete hijos. Al final de su vida mantenía que nunca dominó por completo el ruso que se hablaba en San Petersburgo, ciudad adonde fue enviado a estudiar. También allí, frente a no pocas adversidades, llegó a ser catedrático de Química en el Instituto Tecnológico. Las fotografías le muestran como una figura patriarcal, con cabello desordenado y barba poblada. Su dominio del detalle y su capacidad para el trabajo eran legendarios. Estaba convencido de que los elementos químicos debían encajar en alguna pauta globalizadora. En esto no estaba solo y, de hecho, el concepto por el que se hizo famoso había sido prefigurado — en medio del ridículo general — por un químico inglés llamado John Newlands.

La Regla de las Octavas de Newlands implicaba que, cuando se disponían en orden de sus pesos atómicos, los elementos caían en grupos afines que se repetían a intervalos de ocho, como las notas de la escala musical. Le dijeron que también podría haberlos dispuesto en

orden alfabético. La teoría de Newlands no logró ninguna aceptación y ciertamente no era conocida para Mendeleev cuando tuvo su sueño. Éste había hecho un gran esfuerzo durante un período de tres días y tres noches casi sin dormir para imponer cierto orden a la colección de elementos. Adicto a juegos de paciencia, había escrito los nombres de los elementos en tarjetas y las había ordenado y reordenado en su mesa. Mendeleev tenía una cita al día siguiente con la Cooperativa Económica Voluntaria para hablar de su pequeña finca de campo en Tver e iba a salir por la mañana pero, inmerso en su «juego de paciencia química», pospuso su partida hasta la tarde. Había estado tratando en vano de captar una idea fugitiva que bullía en algún lugar de su cerebro. Al final, agotado por el esfuerzo mental, cayó dormido en su mesa y soñó. «Vi en un sueño una tabla», escribió más tarde, «donde todos los elementos caían en su lugar tal como se necesitaba. Al despertar, lo escribí inmediatamente en una hoja de papel».

Lo que Mendeleev había comprendido era que cuando los elementos se disponían en el orden de sus pesos atómicos (como Newlands había presagiado), sus propiedades químicas, que él se sabía de memoria, se repetían a intervalos regulares. Llamó a su esquema la Tabla Periódica de los Elementos. Así, por ejemplo, los elementos conocidos como halógenos —flúor, cloro, bromo y yodo— que muestran una amplia gama de características comunes, aparecían a intervalos iguales en su tabla.

Más sorprendentes eran los huecos en la tabla pues, para preservar la regularidad de las repeticiones, algunos elementos tenían que ser desplazados una posición hacia adelante. Mendeleev predijo que el espacio así abierto sería llenado por un elemento todavía no descubierto. Especificó cuáles serían las propiedades de tres de estos elementos. Uno de estos elementos hipotéticos, designado «eka-aluminio», tendría propiedades similares a las del aluminio: por ejemplo, sería metálico y tendría una valencia característica [3] de 3. El eka-aluminio apareció más tarde en Francia. Paul Lecoq de Boisbaudran anunció: «Durante la penúltima noche, el 27 de agosto de 1875, descubrí un nuevo elemento en una muestra de sulfuro de zinc de la mina Pierrefitte en los Pirineos». Al nuevo elemento lo llamó galio en homenaje a su país, Gallia (o quizá a él mismo, pues *le coq* es el *gallus*). En 1886 se descubrió el germanio, un elemento cuyas propiedades son exactamente las que había predicho Mendeleev 17 años antes. El descubrimiento del gas noble no reactivo, argón, en 1894, amenazó con sacudir *el* edificio, pues no había espacio para un nuevo elemento con tales propiedades aparentemente únicas. Pero con el aislamiento de la serie completa —un grupo nuevo— de gases nobles (helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón) ésta resultó ser finalmente la piedra culminante de su triunfo.

Mendeleev recibió muchos honores por su descubrimiento, aunque nunca el premio Nobel. Quizá se le negara este elogio definitivo porque el principio de la Tabla Periódica fue reconocido también independientemente por un químico alemán, Lothar Meyer, que murió antes de que se instituyeran los premios Nobel. (De hecho, Mendeleev fue propuesto en 1906, pero perdió la nominación por un solo voto y el galardón se lo llevó en su lugar un químico inorgánico francés, Henri Moissan —el primer hombre que aisló el flúor, el calcio, el cromo y muchos otros—.) Mendeleev hizo otras contribuciones a la química pero, curiosamente, se resistió a la interpretación de su Tabla Periódica en términos de estructura atómica; de hecho, nunca se reconcilió con la teoría atómica de la materia.

Algunos años antes de su muerte, Mendeleev fue a la Royal Institution en Londres para recibir el premio Faraday de la Sociedad Química. El químico sir Edward Thorpe recordaba la ceremonia en su obituario.

Con ocasión de pronunciar la conferencia Faraday, le cupo el deber a quien esto escribe, como tesorero de la Sociedad Química, de darle los honorarios que prescriben las reglas de la sociedad en una pequeña bolsa de seda con los colores nacionales rusos. Quedó complacido con la bolsa, especialmente cuando supo que era el trabajo manual de una dama de su audiencia, y declaró que siempre la utilizaría pero arrojó los soberanos en la mesa diciendo que nada le induciría a aceptar dinero de una sociedad que le había hecho el gran cumplido de invitarle a honrar la memoria de Faraday en un lugar que sus trabajos habían hecho sagrado.

Mendeleev murió en 1907. Cincuenta años más tarde, su nombre fue conmemorado en un recién descubierto elemento transuránico (uno

de los elementos inestables y altamente <sup>r</sup>adiactivos más pesados que el uranio, el elemento

natural más pesado, y obtenido mediante bombardeo de átomos más ligeros). El elemento 101 se llama mendelevio.

Para una exposición legible del trabajo de Mendeleev y la historia de los elementos químicos en general, véase *Mendeleev's Dream-The Quest for the Elements* de Paul Strathern (Hamish Hamilton, Londres, 2000). El obituario por Thorpe está en *Nature*, **75**, 373 (1907).

## El metal adquiere alas

El nombre de Ludwig Mond (1839-1909) está ligado a las Imperial Chemical Industries y a una gama de procesos químicos comerciales. Mond fue uno de los más grandes químicos aplicados. Consideraba una formación en química académica como un preliminar indispensable para una carrera en la industria pues él mismo había trabajado en el laboratorio de Baeyer, en Munich [84], antes de emigrar a Inglaterra donde montó plantas comerciales modelo organizadas siguiendo líneas propicias y socialmente ilustradas. El propio Mond desarrolló una serie de ingeniosos procedimientos industriales. Uno de éstos generaba amoníaco para las fábricas de sosa Solvay, las cuales producían el importante carbonato sódico. Un subproducto del proceso del amoníaco era el denominado gas de Mond, consistente principalmente en hidrógeno y monóxido de carbono, que se utilizaba como combustible sin humo y para calentar hornos. Mond también había establecido una planta de cloro, pero esto le estaba causando continuas molestias. En particular, las llaves de paso de níquel que controlaban el paso de gas a través de las tuberías se recubrían de un depósito blanco que pronto bloqueaba el flujo. Ningún efecto semejante se había encontrado en experimentos a escala en el laboratorio y Mond empezó a considerar si debería saldar sus pérdidas y cerrar la planta.

Mond había comprado una mansión familiar, «The Poplars», en

St. John's Wood, al norte de Londres, y allí, en las cuerdas traseras, había montado un pequeño laboratorio. Lo dirigía el ayudante personal de Mond, un químico austriaco llamado Carl Langer que, a su vez, también tenía su propio ayudante, el joven Friedrich Quincke. Mond trajo algo del maloliente depósito negro que rápidamente se mostró que era carbono. Esto era curioso, pero Mond y Langer pronto dieron con la fuente: mientras que en los experimentos de laboratorio se había utilizado nitrógeno puro para sacar el amoníaco del aparato, el nitrógeno suministrado a la planta contenía trazas de monóxido de carbono. Pero ¿qué podría hacerle el monóxido de carbono al níquel, un material químicamente resistente? Mond lo sabía todo sobre el níquel: lo utilizaba en forma de polvo como un catalizador en la purificación de su gas de Mond. El gas se mezclaba con vapor y pasaba sobre el níquel caliente; el agua y el monóxido de carbono reaccionaban para dar hidrógeno y monóxido de carbono y el dióxido de carbono era absorbido bombeándolo a través del álcali. Mond se hacía ahora las preguntas: ¿qué estaba haciendo el níquel en esta reacción?, ¿qué intermediario catalítico estaba formando?

Carl Langer montó un sencillo aparato para hacer pasar monóxido de carbono puro sobre

polvo de níquel calentado. Para impedir el escape del monóxido de carbono tóxico a la atmósfera del laboratorio, el gas se consumía al salir por un quemador de vidrio. Al terminar el día, una vez que Langer se había ido a casa, quedaba para Quincke la tarea de desconectar el hornillo bajo el catalizador, parar el flujo de gas, esperar a que se agotara la llama y cerrar. Una tarde de 1889, Quincke se fue pronto y fue Langer quien redujo el calor y esperó antes de cerrar el grifo del gas. Entonces ocurrió un hecho sorprendente: mientras el aparato se enfriaba, la llama azul pálido de monóxido de carbono se hizo luminosa y más brillante y, repentinamente, se envolvió en verde. Langer, excitado por lo que había presenciado, llamó a Mond quien, según las explicaciones que circulan dejó su mesa y sus invitados y corrió en traje de etiqueta al laboratorio. En silencio y maravillados, los dos hombres observaron la llama verde.

La primera idea de Mond era que el color verde revelaba la presencia de un compuesto de arsénico gaseoso, la arsina, que él sabía que ardía con color verde. En un instante aplicó el clásico test forense

de Marsh para el arsénico y la arsina: una placa de vidrio expuesta al

gas adquiere un depósito negro. De hecho se formó un depósito, pero era brillante como un espejo y totalmente diferente del arsénico.

Cuando se analizó resultó ser níquel puro. Pero los metales pesados no son volátiles, ni se suponía que podían formar compuestos gaseosos. Durante largo tiempo, Mond se resistió a la conclusión a la que apuntaba su propia prueba. Se preguntó si un elemento hasta entonces desconocido se escondía en el níquel. Pero Mond se convenció finalmente cuando el gas se condensó en un líquido incoloro y se congeló para formar agujas cristalinas del compuesto que ahora conocemos como carbonilo de níquel. Éste fue el primero de los muchos carbonilos metálicos que reveló la investigación posterior. En palabras de lord Kel-

vin [10], Mond había dado alas a los metales pesados. El carbonilo de níquel se convirtió en la base de un proceso nuevo y altamente eficiente para preparar níquel a partir de sus menas que Mond instaló en una nueva factoría en Swansea.

Véase J. M. Cohen, *The Life of Ludwig Mond* (Methuen, Londres, 1956).

—133

## Una muerte matemática

Abraham de Moivre fue un matemático de origen francés famoso por su trabajo en teoría de probabilidades (fue el primero en comprender los principios de las distribuciones aleatorias), en números complejos (el artificio, inseparable de muchas áreas de las matemáticas y la física, para representar una propiedad en términos de una parte «real» y una parte «imaginaria») y en trigonometría. Vivió toda su vida en Inglaterra y fue amigo de Isaac Newton. Murió en 1754 a los ochenta y siete años en circunstancias curiosas, como conviene a su vocación.

La muerte de De Moivre tiene algún interés para los psicólogos. Muy poco antes de producirse, él afirmaba que cada día necesitaba dormir

diez minutos o un cuarto de hora más que el anterior: así, el día si-

guiente al que había alcanzado un total de más de veintitrés horas, durmió hasta el límite de veinticuatro... y entonces murió mientras dormía.

W. W. Rouse Ball, *History of Mathematics* (Macmillan, Londres, 1911).

## 134

### Terrible experimento

Alexander von Humboldt (1769-1859) nació dentro de la nobleza prusiana, un medio en el que una carrera militar estaba casi predestinada. Pero el joven Alexander desarrolló un inexplicable, y para su familia totalmente aberrante, interés por la ciencia. Haciendo frente a la severa desaprobación, ingresó en la Academia Minera de Friburgo y regresó a Prusia como inspector de minas. Desarrolló versiones modificadas de la famosa lámpara de seguridad de Humphry Davy e inventó un aparato de respiración para mineros. Al mismo tiempo fue llamado para emprender misiones diplomáticas en una Europa inestable. De algún modo encontró tiempo para fundar su propia Real Escuela Libre de Minería, donde a los mineros se les enseñaban disciplinas tales como geología. Pero Humboldt había puesto su corazón en una vida de ciencia y exploración. Llegó a estar poseído por una gran fascinación por la geología, el campo magnético de la Tierra y, sobre todo, por el «magnetismo animal», ya que poco tiempo antes había aparecido el trabajo de Galvani sobre la contracción de músculos de rana [58]. Humboldt elaboró su propia teoría: decidió que los electrodos metálicos no eran la causa de las contracciones sino que simplemente amplificaban una propiedad innata del músculo. Empezó una serie de experimentos sobre músculos animales y sobre plantas y luego procedió a poner a prueba sus ideas sobre sí mismo.

Provoqué dos ampollas en mi espalda, cada una del tamaño de una moneda de corona, que cubrían los músculos trapecio y deltoides respectivamente. Mientras, yo estaba tumbado boca abajo. Cuando se abrie-

ron las ampollas y entraron en contacto con los electrodos de zinc y plata, experimenté un dolor agudo, tan grave que el músculo trapecio se hinchó considerablemente y el temblor se extendió hacia arriba hasta la base del cráneo y la columna vertebral. El contacto con la plata produjo tres o cuatro únicas sacudidas que pude distinguir claramente. Se observó que las ranas colocadas sobre mi espalda saltaban.

Hasta aquí, mi hombro derecho era el más afectado. Me causaba un dolor considerable, y la gran cantidad de suero linfático producida por la irritación era de color rojo y tan acre que causaba escoriación en los lugares donde descendía por la espalda. El fenómeno era tan extraordinario que lo repetí. Esta vez apliqué los electrodos a la herida de mi hombro izquierdo, que aún estaba llena de una descarga acuosa incolora, y excitó los nervios violentamente. Cuatro minutos bastaron para producir el mismo dolor e inflamación con la misma rojez y escoriación de las partes. Una vez lavada, mi espalda pareció durante muchas horas la de un hombre que hubiera sido torturado.

Los efectos fueron generados presumiblemente por productos del electrodo, tales como ácido, liberados en y bajo su piel. La experimentación continuada causó un daño tan alarmante a su espalda que el doctor que le atendió puso fin a ella y bañó la piel lacerada con leche caliente. Algo más tarde, Humboldt se provocó una agonía compulsiva cuando pegó los



electrodos al hueco dejado por un diente extraído pensando, al parecer, que esta estimulación vigorosa del nervio podría suprimir la respuesta dolorosa.

Finalmente, el joven experimentador reunió los resultados de numerosos experimentos fisiológicos en un libro que publicó con grandes expectativas en 1797. Pero ¡ay!, Alessandro Volta [58], que había sido acertadamente escéptico sobre la idea de electricidad animal, demostró que no se necesitaban tejidos animales para crear una batería. Humboldt quedó avergonzado y nunca se atenuó su pena por no haber descubierto el principio de la batería que tanto renombre dio a Volta. Ahora se orientó hacia la botánica y publicó un volumen sobre flora alemana que fue bien recibido. Pero el auténtico trabajo de su vida aún estaba por venir: se embarcó hacia América del Sur, continente que exploró durante cinco años dedicándose a catalogar fauna, flora y geografía física como nunca antes se había intentado. Descubrió «la corriente de Humboldt»

del Pacífico y sugirió la idea de construir un canal en Panamá. Subió al monte Chimborazo en el Ecuador, entonces la montaña más alta conocida en el mundo, una hazaña que le hizo un héroe en toda Europa. Después de treinta años de recoger y redactar sus observaciones en una serie de libros, Humboldt, entonces ya con sesenta años, emprendió otro viaje de exploración, esta vez a través de Siberia.

Durante los últimos años de su vida, pasados en un estado de cierta penuria, Humboldt escribió, aunque nunca terminó por completo, su obra culminate, *Cosmos*, en la que exponía sus ideas de la naturaleza y del mundo físico. En el delirio de su última enfermedad, a los noventa años, aún trataba de dictar notas para esta gran obra.

La vida y la obra de Humboldt han sido tema de muchos estudios. Una biografía muy legible es *Humboldt and the Cosmos*, de Douglas Botting (Sphere Books, Londres, 1973).

## 135

### Galton superado

El errático genio Francis Galton, primo de Charles Darwin, conjeturó que no había dos seres humanos con las mismas huellas dactilares, y que éstas podían ser rigurosamente medidas y comparadas. Las huellas dactilares habían sido utilizadas, de hecho, a mediados del siglo XIX por un administrador científicamente ilustrado en la India británica para «evitar tener que personarse en los departamentos y poner fin a disputas sobre la autenticidad de escrituras». (Fueron introducidas por un gobernador local, sir William Herschel, nieto y biznieto de astrónomos eminentes [156].) En 1905, *Nature* podía informar que el departamento de huellas dactilares de Scotland Yard estaba en posesión de entre ochenta y noventa mil muestras. Las huellas dactilares siguieron siendo durante otros ochenta años el instrumento principal de la detección forense hasta que, en 1984, las sustituyó un descubrimiento de la Universidad de Leicester.

Alec (ahora sir Alec) Jeffreys estaba interesado en esa época en la evolución de los genes y había escogido como ejemplar el gen de la mioglobina, una proteína que almacena oxígeno en los músculos. Había empezado con mioglobina procedente de focas (en las que, como en otros mamíferos submarinos, esta proteína es especialmente abundante). El siguiente

experimento consistió en comparar este gen con el gen de la mioglobina en los seres humanos. Jeffreys sabía que el genoma (la reunión total del ADN que constituye el conjunto de cromosomas de un organismo) contiene largos tramos de secuencias de nucleótidos repetidas aparentemente sin ninguna función [88]). Éstos surgen de un mecanismo errático que, de cuando en cuando, en el curso de generaciones, hace duplicados de ciertas secuencias favoritas y reintegra estas lonchas sobrantes de ADN a los cromosomas. Entre las muchas regiones repetidas del ADN están las «secuencias minisatélite hipervariables», en las que se repite muchas veces un patrón de unos veinte nucleótidos. Pero los elementos repetitivos no son exactamente los mismos, aunque están contruidos alrededor de una pauta central característica, a saber: GGCAGGAXG, donde X puede ser cualquiera de los cuatro nucleótidos, A, C, G o T. Debido a su propensión a replicarse aleatoriamente durante muchas generaciones, estas secuencias varían en número, tanto como en identidad exacta, entre diferentes familias de personas o animales.

Un día de 1984, Jeffreys, mientras estaba examinando el ADN del gen de mioglobina en un gel (una matriz gelatinosa en la que fragmentos de ADN migran en un campo eléctrico y se separan según sus tamaños), dio con una cadena de minisatélites. Esto era extraño, incluso si la mayoría de los genes contienen segmentos no utilizados de ADN que se eliminan cuando el gen se expresa y copia en el mensajero genético, el ARN. Mirando con más detalle percibió que las muestras de ADN de individuos diferentes tenían patrones minisatélites completamente distintos. La genialidad de Jeffreys estuvo en reconocer inmediatamente lo que esto podría implicar. Nada más publicar su deducción entró en contacto con los científicos del Ministerio del Interior, quienes vieron en su descubrimiento una forma segura de establecer si los inmigrantes que afirmaban tener un parentesco íntimo con un residente en Gran Bretaña estaban diciendo la verdad. (En casi

todos los casos lo estaban haciendo, para desconcierto de los funcionarios.)

Luego, un día del verano de 1986, se descubrió el cuerpo de una joven de quince años en una espesura de las afueras de la aldea de Narborough, a menos de quince kilómetros de Leicester. Había sido violada y estrangulada. El rastro de las investigaciones llevó a la policía a un camillero de hospital, Richard Buckland, quien fue detenido y admitió su crimen. Pero Buckland no confesó la violación y asesinato exactamente igual de una joven en Narborough tres años antes. Ansiosa por aclarar también este crimen, la policía, que conocía el trabajo de Jeffreys por la prensa, le llamó a la Universidad. ¿Podía ayudarles a identificar a Buckland como el asesino de la primera víctima? Con muestras de semen de los dos cuerpos y sangre de Buckland, Jeffreys se puso manos a la obra. El ADN extraído y amplificado por la reacción en cadena de la polimerasa [108] era el mismo en ambas muestras de semen, pero cuando Jeffreys llegó a examinar el ADN de Buckland a partir de los glóbulos blancos de su sangre, encontró que no tenía relación. Así que, después de todo, Buckland no era el asesino. Los policías se mostraban incrédulos, de modo que se enviaron muestras al laboratorio forense del Ministerio del Interior que para entonces ya había establecido el procedimiento de Jeffreys. El resultado fue el mismo, y la policía liberó de mala gana a Buckland. Pasaron algunos meses antes de que se empezara a recoger sangre de los ciudadanos de Narborough. De las 5.500 muestras de ADN resultantes ninguna encajaba con la del semen. Hasta que un día, un empleado de una panadería de Leicester se presentó con información: a un colega suyo, otro trabajador de la panadería le había pedido que diese una muestra de sangre en su lugar. La policía cercó y detuvo a Colin Pitchfork, un hombre de Narborough, quien confesó ambos asesinatos y, esta vez, todas las muestras de ADN encajaron.

Desde entonces, el test minisatélite ha sido utilizado para condenar (y exculpar) a numerosos sospechosos de crímenes, para establecer la paternidad y, en un caso destacado, para identificar los restos del último zar de Rusia y su familia sacados de un pozo próximo a Ekaterinburgo donde se habían enfrentado a sus asesinos. Al propio Jeffreys le pidieron en 1985 que examinase los huesos de Josef Mengele [164], el

infame médico de Auschwitz. Se decía que el anciano fugitivo había muerto ahogado en Brasil en 1979 pero, a pesar de la coincidencia de los registros dentales, las autoridades israelíes exigían una prueba mejor pues ¿no les había engañado durante todos estos años este maestro de la evasión? En el momento de su exhumación los huesos estaban en un pésimo estado y Jeffreys sólo pudo encontrar tres células intactas de las que extraer ADN, pero gracias a la potencia de la reacción en cadena de la polimerasa, la muestra resultó suficiente para una huella dactilar genética. El único problema era que el hijo de Mengele (o al menos de frau Mengele) en Alemania se negó a cooperar, pero fue convencido cuando se le dijo que si seguía obstinado se abrirían todas las tumbas de su familia. Fue así como los israelíes y el mundo se aseguraron de que Mengele estaba realmente muerto.

Pueden encontrarse buenas explicaciones del descubrimiento de Alec Jeffreys en *The Book of Man: The Quest to Discover Our Genetic Heritage*, de Walter Bodmer y Robin McKie (Little, Brown, Londres, 1994), y en *Genome: The Autobiography of a Species in 23 Chapters*, de Matt Ridley (Fourth Estate, Londres, 1999).

136 \_\_\_\_\_

## Carne y cerveza

«Posesión es carne y cerveza» cantaba Oliver Goldsmith, y el gran químico alemán, Justus von Liebig echó una mano en promover ambas cosas. Liebig fue el más celebrado químico orgánico de su tiempo. Era un hombre combativo con un genio vivo, e incluso sus ocasionales arrebatos de generosidad tenían un límite calculado. La escuela de Liebig en la Universidad de Giessen, descrita por un rival francés como un «agujero infernal», dio lugar a muchas de las luminarias químicas de la generación siguiente. Inusualmente para un profesor alemán de la época, Liebig permitía a veces que sus estudiantes publicaran por sí mismos ya que, como confesó a un amigo en una carta: «Si

es algo bueno, una parte del mérito se me atribuirá, y no tengo que defender los errores. ¿Entiendes?».

Una vez que dejó Giessen, donde pasó sus años más productivos (en parte porque, como él decía, en esta ciudad pequeña y sin lustre sus estudiantes no tenían otra cosa que hacer que trabajar), Liebig dirigió su atención a la química biológica y especialmente a la agricultura y la nutrición. Estableció el valor nutritivo de las grasas pero erróneamente insistió en que el nitrógeno del suelo procedía sólo del amoníaco en el agua de lluvia; también negó, contra toda evidencia, que la levadura era un organismo vivo, lo que le hizo entrar en conflicto con Louis Pasteur (una más de sus muchas *vendettas* contra los químicos franceses).

Liebig siempre estuvo abierto a las oportunidades comerciales. Así, al oír que en la región

minera de Uruguay había exceso de ganado que era masacrado por sus pieles mientras la mayor parte de la carne se desperdiciaba, ideó un proceso para convertir la carne en un caldo concentrado. Consistía en asar la carne, pulverizarla, extraer los jugos y concentrarlos en recipientes al vacío. El extracto, comercializado por una compañía llamada Fray Bentos por su situación en Uruguay, era conocido como *extractum carnis Liebig* y fue precursor del moderno cubito de caldo. Cuando Liebig ensayó el mismo truco con café, los resultados fueron menos satisfactorios: los aceites esenciales se oxidaban durante el secado, generaban un sabor fétido y una gran parte del residuo evaporado era insoluble. (El café instantáneo tuvo que esperar a métodos de extracción más avanzados, primero en un denominado extractor Soxhlet, llamado así por un químico suizo que era adicto al café pero quería ahorrar tiempo mientras trabajaba en el laboratorio por el simple procedimiento de derramar agua hervida en un concentrado, y más tarde por el desarrollo del proceso de liofilización.)

La contribución de Liebig a la comercialización de la cerveza llegó en 1852. Un rumor había amenazado con convertirse en un escándalo, pues afirmaba que a la cerveza rubia producida por dos de las principales cervecerías en Burton-on-Trent, Allsopp's y Bass, se le estaba añadiendo estricnina para aumentar su amargor. El infundio había sido iniciado al parecer por un químico analítico francés y, para desmentirlo, las cervecerías habían entrado en contacto con los dos

químicos más famosos de Inglaterra, Thomas Graham y August Wilhelm von Hoffmann. Hoffmann era un antiguo discípulo de Liebig que había sido atraído por el consorte de la reina Victoria, el príncipe Alberto, como primer profesor del recién establecido Royal College of Chemistry (que más tarde sería la Real Escuela de Minas). Graham y Hoffmann dedujeron de sus análisis que la cerveza era inocua, pero Hoffmann sugirió a Allsopp's que sus pronunciamientos llevarían más peso si estuvieran apoyados por la palabra del mejor químico del día, el barón (como era entonces) Justus von Liebig.

Por una exagerada carta abierta afirmando la excelencia de la cerveza inglesa, Liebig recibió la entonces no desdeñable suma de cien libras. En su carta a Hoffmann, él reconocía que «el test principal consistió en beber una botella con gran placer». (Por supuesto, él tenía total confianza en el análisis de su discípulo.) Liebig acató sin ninguna vergüenza las instrucciones de Allsopp's acerca de cómo debería redactarse la recomendación. Su testimonio apareció muy pronto en vallas publicitarias y periódicos. Acto seguido, como Hoffmann y Liebig probablemente habían previsto, el competidor de Allsopp's, Bass, pidió un favor análogo, por el que pagaron al barón una suma desconocida.

Hacia el final de su vida, el temperamento de Liebig se serenó. Hizo las paces con sus adversarios franceses, especialmente Jean Baptiste Dumas, con quien había combatido en un duelo de palabras durante décadas y, en 1867, fue un invitado de honor en la Exposición de París. En un discurso de sobremesa en una reunión de los jurados de la Exposición, Liebig recordó sus días en la Ciudad de la Luz, donde en 1823, siendo joven, estudió con el gran químico JosephLouis Gay-Lussac. Por entonces, Gay-Lussac se había convertido en químico para la Comisión de Pólvoras y Salitres (explosivos) del gobierno, con un laboratorio y residencia en el Arsenal. Alexander von Humboldt [134] estaba entre la audiencia en la Academia de Ciencias cuando Gay-Lussac presentó un artículo de Liebig sobre fulminatos, acompañado de una demostración (probablemente ruidosa) de éste. El valiente Gay-Lussac había hecho antes una espectacular ascensión en globo hasta una altura récord de ocho mil

metros, eclipsando así el récord mundial de altura de Humboldt en la cima del Monte Chimborazo y los dos se habían hecho amigos. Humboldt también había entablado amistad con Liebig en Alemania y fue él quien ahora convenció a Gay-Lussac para que admitiese a Liebig en su laboratorio del Arsenal. Los dos químicos tenían mucho en común y sus intereses en la época —el de Liebig en los fulminatos explosivos y el de Gay-Lussac en los compuestos cianógenos relacionados— se complementaban muy bien. En su discurso, cuatro décadas después de los hechos, Liebig contó a su audiencia que esa época había sido la más feliz de su vida:

Nunca olvidaré los años pasados en el laboratorio de Gay-Lussac. Cuando habíamos acabado un análisis fructífero (no hace falta que les diga que el método y el aparato descritos en nuestra memoria conjunta eran enteramente suyos), él me decía: «Ahora debes bailar conmigo como hacíamos Thénard [Louis Thénard había sido el maestro de Gay-Lussac] y yo cuando habíamos descubierto algo. Y entonces bailábamos.

Estos sucesos, y muchos otros, están registrados en la biografía definitiva de Liebig, *Justus von Liebig: The Chemical Gatekeeper*, de William H. Borck (Cambridge University Press, Cambridge, 1997).

## 137

### La ira de los locos

Alexandre Dumas opinaba que los bribones son siempre preferibles a los idiotas, pues los bribones a veces se toman un descanso. En la Unión Soviética, con la ciencia esclava de la ideología marxista, los idiotas dominaban. Ésta es una historia narrada por George Gamow [81], famoso como físico y cosmólogo, que finalmente abandonó su país natal para seguir una brillante carrera en Estados Unidos.

Gamow era un personaje directo, un hombre alto con una voz grave y un sentido del humor anárquico. Él y su estudiante, Ralph Alpher, realizaron un cálculo seminal concerniente a la formación de los elementos en el nacimiento del Universo. Muy a su estilo, incorporaron a Hans Bethe [62], el gran físico matemático, para ampliar algunos as-

pectos de este trabajo, de modo que pudiera publicarse bajo los nombres Alpher, Bethe y Gamow. (Al parecer, el nombre de Bethe fue añadido inicialmente sin su conocimiento, con gran disgusto por su parte, pero su contribución final fue importante.) Gamow arrastró en esta empresa a otro colega, Robert Herman, y trató (sin éxito) de convencerle para que cambiara su nombre por Delter.

Gamow afirmaba en sus memorias que adquirió el hábito del escepticismo y la aversión a la autoridad a una edad temprana: su padre le había comprado un pequeño microscopio y él lo utilizó para determinar si el pan empapado en vino tinto, que se le administraba durante la Comunión, se transubstanciaba realmente en el cuerpo y la sangre de Cristo. Escondió un poco de vino en sus carrillos y corrió a casa para examinarlo con su microscopio habiendo preparado primero como control un trozo similar de pan impregnado en vino sin consagrar. Para tener un patrón positivo afeitó una zona de su piel y encontró que su apariencia no guardaba ningún parecido con los dos especímenes idénticos de pan mojado. En sus memorias reconocía que no podría haber visto glóbulos de sangre individuales con su instrumento de baja resolución, de

modo que la prueba no era concluyente pero bastó para apartarle de la religión y dirigirle a la ciencia.

En 1925, Gamow estaba todavía en Moscú. Un día mantenía una discusión profunda con su íntimo amigo, el incomparable Lev Davidovich Landau (1908-1968), cuando su colega, Abatic Bronstein, entró en la habitación llevando el último volumen de la Enciclopedia Soviética. Señaló un artículo sobre el éter luminífero, un fluido imponderable que según los físicos clásicos del siglo XIX llenaba todo el espacio. Era en el éter donde se propagaban las ondas electromagnéticas —por ejemplo, las de la luz visible—. La Teoría de la Relatividad de Einstein había eliminado el éter de la física, pero la relatividad parecía contraintuitiva y, por ello, filosóficamente inaceptable para muchos de los físicos más viejos. Pero en 1925, la física había avanzado; la disciplina estaba fuertemente representada en la URSS, la relatividad y otros desarrollos tales como la teoría cuántica habían sido asimilados, y hombres del calibre de Landau y Gamow no tenían paciencia con la vieja escuela de los «mecanistas», como eran llamados, que se adherían a la física newtoniana y rechazaban la nueva.

El autor del artículo que Bronstein mostró a sus colegas era el «director rojo» del departamento de física, el camarada Gessen, cuyo cometido era asegurar que el «director científico» y su personal no se desviaran en su investigación del camino de la ortodoxia marxista. Gessen sabía algo de física por haber enseñado la disciplina en la escuela. Su exposición resumía los conceptos clásicos de la luz, denunciaba a Einstein y afirmaba la naturaleza material del éter. Era misión de los físicos soviéticos, declaraba el artículo, el estudiar sus propiedades. Los tres amigos, con dos de sus estudiantes, decidieron enviar una carta a Gessen burlándose de su visión de la física junto con un dibujo difamatorio. Pero no era conveniente mofarse de la oficialidad soviética.

El texto, que, por supuesto, estaba originalmente en ruso, decía lo siguiente:

Inspirados por su artículo sobre el éter-luz, estamos avanzando de forma entusiasta para demostrar su existencia material. ¡El viejo Albert es un idiota idealista!

Apelamos a su liderazgo en la búsqueda del calórico, el flogisto y los fluidos eléctricos [conceptos de la ciencia del siglo XVIII].

G. Gamow

Z. Genazvali

L. Landau

S. Grilokishnikov A. Bronstein

Esperábamos que Gessen explotaría, pero su explosión superó con mucho nuestras expectativas. Llevó nuestra telecarta [carta transmitida por telégrafo] a la Academia Comunista en Moscú y nos acusó de estar en abierta revuelta contra los principios del materialismo dialéctico y la ideología marxista. Como resultado, por órdenes de Moscú, se organizó una «sesión de condena».

Las consecuencias del acto temerario de los físicos fueron serias, al menos para los desafortunados estudiantes:

Tras la reunión de condena, que duró cuatro horas, Dau [Landau] y Abatic vinieron a mi apartamento y me contaron lo que había sucedido. Fuimos encontrados culpables de actividad anti-revolucionaria por un jurado de trabajadores del taller del Instituto. Los dos estudiantes que

firmaron el telegrama perdieron sus estipendios y tuvieron que dejar la ciudad. Dau y Abatic fueron despedidos de sus puestos docentes en el Instituto Politécnico (para impedir

que infectaran las mentes de los estudiantes con venenosas ideas desviacionistas) pero conservaron sus puestos de investigación en el mismo. Nada me sucedió a mí, puesto que yo no pertenecía a ese organismo. Pero hubo propuestas de darnos a todos un castigo «menos cinco» (una prohibición de vivir en las cinco ciudades más grandes de la URSS), que nunca se materializó.

Para Landau no fue la primera experiencia del desagrado del Partido, ni tampoco la última. Él ya había estado en dificultades y no iba a tardar mucho en meterse en los peores. Fue rescatado, cuando ya estaba en prisión, por la intervención del valeroso Pyotr Kapitsa [170], quien escribió a Stalin avalando el comportamiento futuro de su protegido. En cuanto a Gamow, tras un imprudente e infructuoso intento de escapar en barco por el Mar Negro, se le permitió finalmente acudir a una conferencia en Bruselas en 1932, de la que no regresó. Landau, un patriota y comunista convencido, se quedó en la Unión Soviética. Tuvo un final triste: sufrió graves lesiones en la cabeza cuando un automóvil, conducido por uno de sus estudiantes, se estrelló en una carretera helada. Se recuperó del coma, pero nunca recobró su brillo intelectual. Se supone que comentó, en su estilo característico: «Ya no soy Landau, sino Zeldovich» (otro teórico ruso de primera fila, si no igual a Landau, y despreciado por él).

Véase *My World Line: An Informal Autobiography*, de George Gamow (Viking Press, Nueva York, 1970).

## 138

### *Domestic horror show*

Claude Bernard (1813-1878), el fisiólogo más destacado del siglo XIX, tuvo una vida doméstica problemática. Su mujer era una estricta católica, no sentía simpatía por la ciencia ni la comprendía, y, lo que es

peor, desaprobaba con fuerza los experimentos de su marido con animales. Aportaba dinero a un movimiento antivivisección y puso a sus tres hijos en contra de su padre. Había motivos para su disgusto, especialmente porque Bernard, un experimentador compulsivo y apasionado, a menudo se llevaba su trabajo a casa. He aquí una descripción *de* una de tales ocasiones hecha por un biógrafo de Bernard. Era en una fase inicial de su vida matrimonial; tenían ya un niño de dos años y madame Bernard estaba embarazada de nuevo.

Una mañana de domingo, su marido llevó a su pequeño apartamento en un ático [en París] un perro con una herida abierta en su costado de la que de vez en cuando salían fluidos internos; el perro estaba en un estado famélico pero con un apetito voraz; tenía pus en sus fosas nasales, expectoraba mientras se le hacía subir y bajar las escaleras y sufría diarreas cuyas heces eran de especial interés para el dueño de la casa.

Bernard comprendía el asco que sus experimentos fisiológicos provocaban en tanta gente. Escribió: «Si se necesitara una ilustración para expresar mis sentimientos con respecto a la ciencia de la vida, diría que es un soberbio salón, resplandeciente de luz, en el que sólo se puede entrar pasando por una cocina larga y horrorosa». Poco sorprende que finalmente el matrimonio fracasara. Más tarde, Bernard, en su soledad, encontró solaz en una amistad probablemente

platónica con una mujer casada vivaz e inteligente y que se interesaba por su trabajo.

Hay varias biografías de Claude Bernard. El pasaje arriba citado es de *Claude Bernard: Physiologist*, de J. M. D. Olmsted (Cassel, Londres, 1939).

139

## Una bola en Marte

En el Jet Propulsion Laboratory de California se hacen preparativos para la exploración de Marte. Los instrumentos van a instalarse en un vehículo errante, dirigido por señales desde el centro de control de la

misión. La superficie del planeta rojo está cubierta de rocas del tamaño de un hombre y azotada por fuertes vientos. Los vehículos utilizados para la exploración de la Luna tenían ruedas casi esféricas de gran diámetro y los físicos del Jet Propulsion Laboratory consideraron si una simple bola, con instrumentos en su centro, podría servir igual de bien impulsada por los vientos vespertinos de unos setenta kilómetros por hora. Se construyeron modelos del tamaño de un balón de playa y se ensayaron en el desierto de Mojave. Fueron un fracaso pues, sistemáticamente, se detenían frente a rocas pequeñas o en las pendientes. Volvieron entonces a los vehículos de grandes ruedas y se estaba probando uno de éstos, con neumáticos esféricos hinchables, cuando ocurrió un extraño accidente: uno de los neumáticos, de un metro y medio de altura, se soltó e, impulsado por una brisa de treinta kilómetros por hora, tomó velocidad y se alejó. Rebotó sobre las rocas y se elevó por escarpados acantilados arenosos. La esfera saltarina dejó muy atrás al técnico que había salido en su persecución y sólo fue atrapada con la ayuda de un cochecito de playa. Era un efecto de escala: aquella esfera, más pequeña con respecto a las irregularidades del terreno, había resultado un pobre modelo.

El proyecto actual del Jet Propulsion Laboratory consiste en construir una esfera hinchable gigante, de seis metros de diámetro —de una altura, por lo tanto, de una casa de dos plantas— con equipo de radar para detectar agua subterránea en su centro además de contar con otros instrumentos. Se espera que los vientos vespertinos la impulsen sobre todos los obstáculos en la superficie del planeta, para ser detenida a voluntad por un desinflado parcial y puesta en marcha de nuevo por una instrucción de inflado desde el control de la misión. Los físicos del Jet Propulsion Laboratory llaman a su dispositivo «una bola de rastros rodadora».

La historia y una descripción más completa del aparato puede verse y oírse en la página web de la NASA, <http://science.nasa.gov>.

140

## Boyle sobre la ebullición\*

El honorable Robert Boyle (1627-1691) descrito en cierta ocasión, para gran regocijo de Samuel Pepys, como «hijo del conde de Cork y padre de la química moderna», desempeñó un papel importante en la transformación de la química en una ciencia racional. Su influyente li-



bro, *El químico escéptico* estableció su credo cuantitativo. La ley de Boyle, que relaciona la presión con el volumen de un gas, es familiar para todos los escolares y fue expuesta por primera vez en 1662 en un panfleto con el título *Una defensa de la doctrina concerniente a la elasticidad y peso del aire*. Pero Boyle nunca se desprendió de su fascinación por la alquimia. Era uno de los muchos atraídos por la idea de la «piedra filosofal», la sustancia que transmutaría los metales en oro. En su búsqueda del secreto de la transmutación, los alquimistas hicieron muchos descubrimientos importantes de los que quizá el más espectacular fue el aislamiento del fósforo. Boyle y otros habían quedado perplejos ante los «fósforos», un término aplicado a todas las sustancias que brillaban en la oscuridad. Entre éstas se incluían ciertos minerales, los *ignis fatuus*, que se suponía que acechaban a los viajeros incautos en pantanos traicioneros, y muchos organismos biológicos, tales como las luciérnagas, plancton luminiscente y bacterias saprófitas que se alimentan de plantas en descomposición y materia animal.

Boyle, soltero, se alojó durante los últimos veinticinco años de su vida con su hermana, lady Ranelagh, en la mansión de ésta, Ranelagh House, en Pall Mall en Londres. Allí, en el jardín, instaló su laboratorio y en él hizo gran parte de sus trabajos más importantes. Allí también recibía para sus discusiones vespertinas a los miembros de la Royal Society, en aquella época recientemente fundada por Carlos II. En el momento de la famosa reunión de 1677 habían llegado noticias a Inglaterra de un extraordinario descubrimiento efectuado en Alema-

\* En el inglés original «Boyle on the boil», juego de palabras intraducible. (*N. del t.*)

nia. Un alquimista, Daniel Kraft, había preparado una sustancia espontáneamente inflamable que brillaba sin cesar en la oscuridad. De hecho, Kraft había obtenido el secreto de otro alquimista, Hennig Brandt, de Hamburgo. La fama de Kraft se había difundido y, en 1677, el rey Carlos, un gran aficionado a la alquimia, le invitó a visitar Londres y hacer una demostración del nuevo elemento milagroso (aunque, por supuesto, no fue entonces reconocido como tal). La tarde del 15 de septiembre, Kraft llegó con su parafernalia a Ranelagh House donde se habían reunido Boyle y un grupo de socios. Boyle realizó su propia crónica sobre lo que presenciaron.

«Las ventanas estaban cerradas con cierres de madera», comienza, «y se llevaron las velas a otra habitación; al quedar en la oscuridad contemplamos los siguiente fenómenos». Kraft sacó primero un globo de cristal, que contenía una suspensión de cierto material sólido en agua, no más pensó Boyle, que dos o tres cucharadas; «pese a todo, la esfera entera quedó iluminada por ella, de modo que no parecía ser diferente a una bala de cañón puesta al rojo vivo por el fuego», y cuando él la agitaba la intensidad aumentaba y se veían pequeños destellos. Otro recipiente, «y al sacudir el licor que había en el fondo, observé que una especie de humo ascendía y casi llenaba la cavidad del vial, y casi al mismo tiempo parecía como si hubiera un destello de luz que se difundía de forma notable y el cual me sorprendió agradablemente». Pero entonces, Kraft sacó un trozo sólido de fósforo que, decía él, había estado brillando durante dos años. «Habiendo tomado el Artista un poco de su materia consistente, y roto en partes tan minúsculas que yo estimé que los fragmentos eran entre veinte y treinta, él los desperdigó sin orden sobre la alfombra, donde fue delicioso ver cuán vivamente brillaban» y, de hecho, centelleaban como estrellas, felizmente sin dañar la valiosa «alfombra turca». A continuación, Kraft frotó su dedo sobre la superficie del fósforo, trazó letras luminosas en una hoja de papel y untó su cara y la mano de Boyle, las cuales empezaron a brillar en la oscuridad. Del papel surgió un olor que Boyle encontró parecido al del azufre y las cebollas.

Algunos días después, Kraft volvió y demostró la combustibilidad de su fósforo: un trozo

pequeño, sacado de una botella de agua, provocó una deflagración al envolverlo en papel y otro prendió rápidamente una

pequeña cantidad de pólvora. Boyle y sus colegas quedaron poderosamente impresionados. Boyle quiso realizar inmediatamente sus propios experimentos sobre la misteriosa sustancia, pero Kraft vaciló cuando se le pidió que dejase una muestra. Cuando se le interrogó sobre su origen sólo dijo que procedía de «algo que pertenecía al cuerpo humano».

Boyle conjeturó que debía haber sido preparada a partir de la orina, pues el líquido amarillo había sido siempre una provocación para alquimistas y yatroquímicos, quienes se preguntaban si quizás escondía la esencia del oro. Boyle trabajó durante dos años sobre el problema antes de tener éxito. Había dado instrucciones a su ayudante, Daniel Bilger, para recoger y acumular enormes cantidades de orina de los reservados de la gran casa y separar el agua, pero fue en vano porque ahora sabemos que el fósforo en la orina está en forma de fosfatos que son sales muy estables. Boyle consideró incluso que podía estar en un sendero totalmente equivocado y que quizá la orina no era después de todo lo que Kraft había querido decir cuando indicó que su fósforo se derivaba de un producto humano; como resultado, el pobre Bilger fue enviado a recorrer los pozos negros. Al final, Boyle dio con el que había sido el método de Kraft y de Brandt antes de él; o más bien fue su último y más habilidoso ayudante alemán, Ambrose Godfrey Hanckwitz, que había visitado a Kraft en Hamburgo, quien le puso en la pista. La clave estaba en someter a muy alta temperatura el residuo sólido recuperado por evaporación. Cuando Hanckwitz lo intentó, la retorta se resquebrajó, pero cuando Boyle fue a examinar los restos percibió que el residuo estaba ahora brillando ligeramente.

Boyle hizo muchos experimentos interesantes con fósforo una vez que pudieron prepararse cantidades de material puro, pero publicó poco y el método de preparación quedó depositado en la Royal Society, y en un papel lacrado que se haría público sólo después de su muerte. Las razones de esta reserva son todavía un enigma. Su explicación póstuma fue publicada en 1694 y describía el proceso con cierto detalle concluyendo con lo que observó al final de la fase de calentamiento:

Por este medio aparecen [de la retorta en el receptor] una buena cantidad de humos blancos, casi como los que aparecen en la destilación del aceite de *vitriolo* [ácido sulfúrico]; y cuando estos humos desaparecían

y se aclaraba el *receptor*, eran seguidos al cabo de un rato por otro tipo que parecía dar una débil luz azulada en el receptor, casi como la de pequeñas cerillas empapadas en azufre. Y al final de todo, siendo el fuego muy vehemente, seguía otra sustancia, que se estimaba más pesada que la primera porque caía a través del agua hasta el fondo del *receptor*; de donde al sacarla [y parcialmente incluso mientras permanecía allí], se manifestaba por varios efectos y otros *fenómenos*, una sustancia del tipo que deseábamos y esperábamos.

Con el tiempo, Hanckwitz se convirtió en proveedor de fósforo, mucho más puro que el de Kraft, para los laboratorios de Europa. Boyle caviló sobre los posibles usos para el nuevo elemento, esto es, para alumbrado doméstico, lámparas para exploración subacuática e incluso esferas luminosas para relojes. Uno de sus primeros usos fue para la fabricación de cerillas, la cual mostró pronto su temible toxicidad cuando la dolorosa y desfigurante afección de la «necrosis maxilar»\* atacó a los trabajadores de aquella industria. Hamburgo fue destruida durante la segunda guerra mundial por bombas incendiarias fabricadas a partir de este elemento que salió allí a la luz por primera vez.

Véase R. E. W. Maddison, *The Life of the Honourable Robert Boyle FRS* (Taylor and Francis, Londres, 1969). La historia de las aventuras de Boyle con el fósforo está también narrada de forma divertida por John Emsley en

*The Socking History of Phosphorus: A Biography of the Devil's Element* (Macmillan, Londres, 2000).

## El físico como un viajante

Con la llegada de las grandes máquinas para romper átomos, colisionadores diseñados para acelerar partículas a velocidades próximas a la de la luz y hacerlas chocar unas con otras, la práctica de la

*\* Phossy jaw* en el inglés original. El nombre proviene de una contracción de phosphorus y necrosis. (*N. del t.*)

física empezó a cambiar. El coste de tales experimentos suponía una partida importante dentro de los presupuestos nacionales y eran sólo los hombres de ilimitada, incluso fanática, autoconfianza los que podían iniciar los proyectos y dirigir los equipos de centenares de personas necesarios para llevarlos a cabo. El líder se convirtió en un consejero ejecutivo y un viajante que tendría que desarrollar buena parte de su trabajo en la carretera desplazándose en clase de negocios. Con cifras tan astronómicas en juego, las intrigas contra los laboratorios competidores llegaron a ser una preocupación casi tan grande como el éxito del experimento. En opinión de Marty Perl, uno de los líderes en el campo de las partículas elementales, «esta generación de físicos de altas energías podía haberse dado también en el negocio de la venta de ropa al por menor». Uno de los miembros más depredadores de esta terrible generación es un italiano, Carlo Rubbia, de Chicago y del CERN, el laboratorio paneuropeo en Ginebra. He aquí una historia que resume la intensa actividad de tales laboratorios.

Una física llevaba esperando un par de semanas para robar tan sólo unos pocos minutos del tiempo de Rubbia y discutir lo que ella consideraba una cuestión de física crucial muy importante. Rubbia también pensaba que era importante, pero había estado volando por todo el mundo, yendo y viniendo, y la mujer estaba a punto de perder la esperanza.

Finalmente, una mañana recibe una llamada de Rubbia. Ella coge el teléfono y Rubbia dice: «Muy bien, tengo exactamente veinte minutos para hablar contigo sobre tu trabajo». «Esto es grande», piensa ella. Cuelga el teléfono, sale disparada hacia el despacho de Rubbia y se planta allí en diez segundos sólo para encontrar que su puerta está cenada. Se dirige a la secretaria de Rubbia y le dice: «¿Está cerrada la puerta de Carlo?».

«Sí», responde la secretaria, «Carlo estaba llamando desde el aeropuerto de Zurich».

Mientras tanto, Rubbia ha vuelto a llamar y le está diciendo a su secretaria: «¿Qué demonios pasa con esa mujer? Le dije que podía hablar con ella de su trabajo, y me cuelga el teléfono».

Para una exposición <sup>f</sup>ascinante del trabajo y las costumbres de la profesión de la física de altas energías, véase el notable reportaje sobre el terreno de Gary Taubes en *Nobel Dreams.. Power, Deceit and the Ultimate Experiment* (Random House, Nueva York, 1986), trabajo de donde procede lo anterior.

## La <sup>pre</sup>ocupación de *monsieur* Leblanc

Sophie Germain (<sup>1</sup>776-1831) dejó su huella en las matemáticas tanto puras como aplicadas. Entre sus logros estaba un estudio <sup>fundamental</sup> de la teoría de la elasticidad. Nació en una próspera familia de la burguesía francesa con inclinaciones <sup>intelectuales</sup>. La biblioteca de su padre fue la <sup>un</sup>iversidad de Sophie, y fue allí donde leyó sobre <sup>Arquímedes</sup> y su muerte a manos de un soldado romano [26]. Desde <sup>ese</sup> momento, <sup>Arquímedes</sup> se convirtió en su héroe y las <sup>ma</sup>temáticas en su vocación. Pero no pasó mucho tiempo antes de que su <sup>in</sup>quisitiva inteligencia <sup>tr</sup>ascendiera el material de la biblioteca familiar y decidiera que debía aprender por <sup>corre</sup>spondencia con los mejores <sup>mate</sup>máticos de la época. Su más leal amigo epistolar fue el <sup>mate</sup>mático francés Adrien-Marie <sup>L</sup>egendre, con quien tuvo un <sup>voluminoso</sup> <sup>inter</sup>cambio de cartas sobre cualquier cosa desde la teoría de números a la topología. También se dirigió al <sup>m</sup>atemático más grande de la época, Carl Friedrich Gauss (1777-1855).

El genio de Gauss era <sup>r</sup>econocido en toda Europa. Hijo de un albañil de <sup>Br</sup>unswick, quien quería que su hijo siguiese el mismo oficio, *fue* capaz con apenas tres años de edad de señalar un error en las cuentas de su padre. A los diez años se había <sup>familiarizado</sup> con partes del álgebra tan <sup>fund</sup>amentales como el teorema del binomio y las series infinitas. Un maestro de escuela perceptivo superó las objeciones del padre y presentó al muchacho al duque de <sup>Br</sup>unswick, quien dispuso su <sup>educación</sup>. Mucho antes de que hubiera acabado su curso en la *Universidad Carolina* estaba haciendo la primera de sus <sup>abundantes</sup> y variadas <sup>con</sup>tribuciones al avance de las matemáticas.

Gauss era un hombre irritable y un corresponsal poco dispuesto, de modo que cuando Sophie Germain, pensando que era mejor ocultar su situación inusual como mujer matemática, le escribió bajo el nombre de *monsieur* Leblanc y sólo recibió una contestación tardía y superficial. Finalmente, Gauss mostró entusiasmo, aunque sólo cuando descubrió que Leblanc era una mujer. Esto sucedió en circunstancias curiosas: en 1806, los ejércitos de Napoleón invadieron Prusia y en la batalla de Jena infligieron una aplastante derrota a sus enemigos, la cual dejó a su merced gran parte del país. Recordando la muerte de Arquímedes, Sophie Germain llegó a estar preocupada por la posibilidad de que Gauss sufriera un destino similar en Brunswick. El comandante de la artillería de Napoleón en Prusia, el general Pernety, era un amigo de la familia y a él le expuso sus preocupaciones. El general llamó a un comandante de batallón llamado Chantal para que cabalgara más de trescientos kilómetros hasta la ciudad ya ocupada para encontrar y proteger al gran sabio. Chantal hizo lo que se le ordenó, encontró a Gauss e informó que estaba vivo y no había sido molestado. Gauss conoció de Pernety la verdadera identidad de *monsieur* Leblanc y le escribió una afectuosa carta.

Sería agradable poder decir que a ello siguió una correspondencia productiva, pero parece que tras un breve período de tiempo, Gauss retomó sus maneras de viejo cascarrabias. En cualquier caso, perdura la contribución de Sophie Germain a las matemáticas y a la física.

Véase *Sophie Germain: An Essay in the History of the Theory of Elasticity*, de Louis M. Bucciarelli y Nancy Dworsky (D. Reidel, Londres, 1980).

## El emperador y el científico

Napoleón I fue un amigo para la ciencia. Fue patrón de muchos destacados estudiosos de Francia y varios de los más distinguidos, tales como el matemático y físico Gaspar Monge y el químico Claude

Louis Berthollet, quienes fueron miembros privilegiados de su desventurada expedición a Egipto. Los científicos franceses se veían a sí mismos y a sus hermanos en otros países como ciudadanos del mundo. De modo que a Humphry Davy [123], por ejemplo, se le permitió viajar sin ser molestado a través de Francia en el clímax de las guerras napoleónicas. La consideración de Napoleón I por los hombres de ciencia puede calibrarse por un episodio relativo a Edward Jenner.

Jenner (1749-1823) es ahora recordado por haber introducido la vacuna contra la viruela, pero también hizo un trabajo notable en zoología, muy en especial sobre el ciclo vital del cuco, y en paleontología. Acerca de su trabajo sobre la viruela, Thomas Jefferson le escribió: «Usted ha borrado del calendario de las dolencias humanas una de las mayores. Puede sentirse reconfortado pensando que la Humanidad nunca podrá olvidar que usted ha vivido». Jenner, un médico rural en Berkeley, Gloucestershire, quedó sorprendido por la aparente resistencia de las lecheras a la viruela. Además, era un cuento de viejas que una nodriza expuesta a la viruela vacuna, una dolencia leve en seres humanos, se hacía resistente para siempre a la viruela. Cuando en 1796, un rebaño de vacas local se infectó con viruela vacuna, Jenner aprovechó la oportunidad para un experimento de ética altamente dudoso. Encontró a una nodriza, Sarah Nelmes, con una leve infección de viruela vacuna y Jenner hundió su escalpelo en una pústula de su mano. Con ello infectó luego a un joven llamado James Phipps. Al cabo de algunas semanas, Jenner le administró un extracto de viruela. Phipps vivió y, no sin vicisitudes, la práctica fue perfeccionada y en pocos años adoptada con carácter general.

El virus de la viruela vacuna, como ahora lo conocemos, está relacionado con el agente de la viruela. En honor de Jenner, Louis Pasteur [172] acuñó más tarde el término vacunación, de *vacca* o *vache*. Era una verdad que esperaba ser descubierta, pues algunas formas de vacunación habían sido utilizadas en tiempos antiguos y noticias de su aplicación en Turquía habían sido traídas de su estancia en Constantinopla por lady Mary Wortley Montagu (1689-1762), esposa del embajador británico en aquel país, quien había «variado» a sus hijos después de que la enfermedad hubiera causado estragos en ella misma (lo que le costó su belleza e incluso sus cejas). De hecho, unos veinte

años antes de que Jenner empuñara su escalpelo con este fin, un granjero de Dorset, Benjamin Jesty, «había ensayado con gran fortaleza la viruela vacuna en su mujer y sus hijos». El trabajo de Jenner eliminó básicamente de Europa el azote de la viruela y le ganó una fama bien merecida:

[L]a eminencia mundial de Edward Jenner no encontró mejor ilustración que su capacidad para asegurar la liberación de prisioneros británicos de países con los que Inglaterra estaba en guerra. Uno de los más conocidos de estos prisioneros era el conde de Yarmouth, el modelo para el marqués de Steyne de Tackeray y el marqués de Monmouth de Disraeli, en nombre del cual, Jenner dirigió en 1803 la siguiente llamada al Instituto Nacional de Francia: «Las ciencias nunca están en guerra ... Permitidme entonces en nombre del cuerpo público del que formo parte que solicite su esfuerzo interesado para la liberación de lord Yarmouth». En 1805, el propio Jenner se dirigió a Napoleón pidiendo que dos de sus amigos, míster William Thomas Williams y el doctor John Wickham, hombres de ciencia y

literatura, pudieran volver a Inglaterra. Según Baron, el biógrafo bien conocido de Jenner, fue en esta o en una ocasión similar cuando Napoleón exclamó: «¡Jenner! ¡Ah! No podemos negarle nada a este hombre». Jenner también tuvo éxito en obtener la liberación de sir George Sinclair, quien había sido detenido como espía en Gotinga. Además de ayudar a liberar a ingleses detenidos en el continente, Jenner emitió certificados afirmando que viajeros del exterior eran conocidos suyos y estaban realizando un viaje por el bien de la ciencia, la salud u otros asuntos totalmente desconectados de la guerra y que, en su opinión, tenían derecho a protección y libertad.

Este resumen de una conferencia en Londres está tomado de *Nature*, **144**, 278 (1939). Para la vida de Jenner véase, por ejemplo, *Edward Jenner 1749-1823*, de R. B. Fisher (Deutsch, Londres, 1991).

\_\_\_\_\_ 144 \_\_\_\_\_

## El hombre de principios

J. E. (John Edensor) Littlewood (1885-1977) fue uno de los más destacados matemáticos del siglo xx. Su dedicación a esta disciplina y su productividad continuaron casi hasta su muerte. A los ochenta y nueve años, Littlewood tuvo una grave caída e ingresó en una residencia de ancianos en Cambridge donde pareció perder todo interés por la vida. Un joven amigo, Béla Bollobás, le visitó y trató de distraerle con un nuevo problema matemático.

En mi desesperación sugerí el problema de determinar la mejor constante en la desigualdad  $L_1$  débil de Burkholder (una extensión de una desigualdad en la que Littlewood había trabajado). Para mi gran alivio (y sorpresa), Littlewood se interesó por el problema. Nunca había oído hablar de martingalas ¿quién lo ha hecho?. Pero estaba deseando aprender sobre ellas de modo que estaba feliz de oír mi breve explicación y se mostró dispuesto a leer algunos capítulos introductorios. Todo esto a los ochenta y nueve años y con mala salud.

Esta historia da testimonio de los poderes recuperadores de la estimulación intelectual. Bollobás cuenta que Littlewood trabajó arduamente en el problema. Fue terminado por Bollobás; sin embargo, los resultados sólo se publicaron tras la muerte de Littlewood.

El recuerdo de Bollobás puede encontrarse en su prólogo a una colección de *obiter dicta* de Littlewood, de donde procede el siguiente cuento moral sobre el teórico ruso A. A. Markov:

Un doctorando había suspendido claramente y los otros examinadores estaban de acuerdo en dejarlo en eso. Markov deseaba reprenderle severamente por su pésimo resultado, pero se plegó a la decisión de los demás. En su lecho de muerte decía que nunca se había perdonado esta debilidad, y ello entristeció su final.

De *Littlewood's Miscellany*, Béla Bollobás, ed. (Cambridge University Press, Cambridge, 1986).

145

## El invento robado

Dominique Francois Jean Arago [166] se convirtió, tras sus aventuras de juventud, en un mandarín de la comunidad científica francesa y una fuerza (para bien) sobre el escenario político nacional. Fue un formidable gestor en la Academia de Ciencias y trató de garantizar que los elegidos para

ser miembros de la misma fueran quienes lo merecían y no, como solía suceder en el pasado, quienes tenían padrinos más influyentes. En tres ocasiones sucesivas, Arago frustró las aspiraciones de un ingeniero hidráulico, Pierre-Simon Girard, a quien siempre se enfrentaron con éxito los candidatos preferidos de Arago. Los tres tenían currículos distinguidos y sus nombres se conmemoran en los libros de texto actuales. El segundo de ellos era el famoso matemático aplicado Siméon-Denis Poisson (inmortalizado por el módulo de Poisson en la elasticidad y por la distribución de Poisson en estadística). Fue propuesto por el venerado físico y matemático Pierre Simon, marqués de Laplace, pero su elección planteaba un difícil problema político.

La longevidad de los colegas matemáticos de Poisson era prodigiosa y hacía varios años que no quedaba vacante ningún sillón (o *fauteuil*, como aún se le llama) en la sección de geometría. Por ello, Laplace decretó que la candidatura de Poisson debía venir de la sección de física. Poisson no se había acercado nunca en su vida a ningún aparato físico, lo que, según se decía, era una bendición ya que era un hombre torpe y seguramente lo hubiese roto. Laplace y Arago reunieron una pequeña asamblea para considerar cuál sería la mejor forma de convencer a los académicos para elegir al candidato descolocado. Cómo se consiguió el objetivo está ilustrado por la siguiente conversación entre el amigo de Arago, Jean-Baptiste Biot [166], miembro del círculo interno, y el astrónomo Alexis Bouvard. Al encontrarle en la avenida del Observatorio el día siguiente a la discusión, Biot le preguntó a quién iba a votar en la próxima elección. «A Girard», respondió al instante Bouvard. «Usted está equivocado», replicó Biot, «votará a Poisson. El señor Laplace me ha encargado que se lo diga». Para

Bouvard, un deseo de Laplace era una orden y él votó por Poisson. (El perdedor, Girard, más adelante también ingresó en la Academia.)

Biot, que había conseguido ser una eminencia en física, ocupaba de hecho un *fauteuil* en la sección de geometría, y en años posteriores pidió repetidamente que se les permitiera a él y Poisson intercambiar sus plazas, pero se dijo que este movimiento tan lógico violaba los rituales por los que se gobernaba la Academia.

Con el paso del tiempo, los dos viejos amigos, Biot y Arago, se enemistaron. Se creía que Biot estaba resentido por el éxito científico, político y social del más joven, pues él no tenía ni el buen carácter ni la autoridad de Arago. Cuando fue elevado a la posición de *secrétaire perpétuel* de la Academia, Arago la gobernó como un autócrata pese a lo cual retuvo la confianza de los miembros. La medida del rencor que surgió entre él y Biot puede juzgarse por un notable episodio al que Biot no daba crédito. Él y Arago coincidieron al salir un miércoles del Bureau des Longitudes (de donde habían partido muchos años antes en su viaje a las Islas Baleares) y, mientras paseaban por la rue Saint-Jacques, Arago empezó a exponer el principio de un fotómetro (un instrumento para medir intensidades luminosas) que acababa de idear. Biot se mostraba escéptico, así que cuando llegaron a la iglesia de Saint-Jacques-du-Haut-Pas, Arago sacó algunas llaves de su bolsi-

llo y procedió a grabar un diagrama en la columna cercana para explicar mejor su idea.

El lunes siguiente había una sesión de la Academia y Biot se levantó para hablar. Lo que dijo sorprendió a Arago, pues Biot describió como suyo el principio del fotómetro que Arago le había confiado cinco días antes. Arago trató de interrumpirle pero Biot siguió imperturbable. Terminó dibujando en la pizarra el mismo diagrama que Arago había grabado en el pilar de la iglesia. Esto era demasiado para Arago, quien saltó a sus pies y gritó: «¡Esta figura es precisamente la que yo te dibujé para superar tu resistencia al principio que ahora reivindicas como tuyo!». Biot respondió que él no recordaba tal conversación. Acto seguido Arago pidió que la Asamblea diese instrucciones a dos *huissiers* para que se acercasen a

la iglesia de Saint- Jacques-di-HautPas, examinasen la columna citada y volviesen a la Academia para informar. Además, añadió, también podía encontrarse un dibujo con no-

tas en su mesa en el Observatorio. Los oficiales fueron convocados y enviados. Biot no esperó su regreso; dejó la Academia y no se le volvió a ver por allí durante dos años.

Muchos años más tarde, Biot se opuso vehementemente a un proyecto de Arago para abrir al público las sesiones de la Academia. Argumentaba que ello podría promover impropias muestras de vanidad por parte de los sabios, inhibir la franqueza de las conversaciones científicas y causar embarazo cuando académicos ancianos subiesen al estrado sin estar ya en un estado mental adecuado para ser exhibido ante una audiencia juvenil. Arago se aseguró al menos la entrada de los periodistas, para quienes se reservó un banco especial.

Sin duda, Arago no era ajeno a la controversia. Incluso se las arregló para agitar la ira de los ingleses cuando, tras haber escrito una biografía de James Watt, a quien admiraba mucho, habló en Glasgow y Edimburgo. Fue investido como ciudadano honorario de Glasgow y presentado en una reunión pública por un político, lord Brougham. Arago atribuyó a Watt no sólo la invención de la máquina de vapor sino también el descubrimiento de la composición del agua. Ésta era, por supuesto, una afirmación falsa, que generó la ira de la Royal Society pues los miembros sabían que el logro no pertenecía al escocés sino a un inglés, el honorable Henry Cavendish [156]. Arago fue acusado de poner sus convicciones políticas por delante de su objetividad, de elevar el genio de Watt, el hombre práctico, por encima de las elucubraciones de un vástago de la nobleza. La Royal Society exigió y obtuvo una retractación.

Los detalles de la mayoría de los sucesos mencionados se dan en *Arago: La Jeunesse de la Science*, de Maurice Dumas, 2.<sup>a</sup> ed. (Belin, París, 1987, publicado por primera vez en 1943).

146 \_\_\_\_

## Los jesuitas y la bomba

Los jesuitas siempre han tenido interés por la ciencia. Entre sus filas ha habido notables astrónomos y astrofísicos y, de hecho, el laboratorio astrofísico del Vaticano parece haberse establecido con el fin de buscar revelaciones de los meteoritos celestes. Pero en 1896, el padre Frederick Odenbach del Colegio Jesuita de Cleveland, Ohio, desarrolló un interés por la ciencia de la meteorología. Parece que ésta no satisfizo sus apetitos científicos pues, en 1900, había reorientado su atención hacia la sismología. Ese año construyó un sismógrafo y comenzó a hacer observaciones. Tras trabajar durante algunos años, el padre tuvo una idea genial: la orden de los jesuitas estaba representada en casi todos los países y mantenía contactos regulares entre sus establecimientos. ¿Entonces, por qué no organizar una cadena de estaciones de observación sismológica alrededor del mundo y determinar globalmente los movimientos de la corteza de la Tierra?

En 1909, el padre Odenbach escribió a todos los colegios jesuitas de Norteamérica solicitando su colaboración. «Con un pequeño desembolso en algunos de nuestros colegios», les decía, «estaríamos en situación de hacer *algo grande en sismología*». Pronto estaban activos 18 sismógrafos en colegios jesuitas de Estados Unidos y Canadá. Pero intervino la gran guerra y las preocupaciones que trajo con ella, así que el proyecto quedó en suspenso hasta que, en 1925, otro jesuita, el padre John Macelwane, catedrático de Geofísica en la Universidad Washington en San Luis, Missouri, reavivó el tema. Por entonces había estaciones sismológicas en colegios



jesuitas de Australia, Bolivia, China, Colombia, Cuba, Inglaterra, Granada, Hungría, Líbano, Madagascar, Filipinas y España, pero fundamentalmente optaron por un compromiso informal, temiendo que cualquier organización formalmente reconocida pudiera llevar a «malentendidos»; es decir, a la idea de que la orden estaba tramando una conspiración mundial. Pero evidentemente había gran entusiasmo por el proyecto, que tenía la ineludible condición de ser barato, y los participantes se dedicaron a ello con celo profesional.

El éxito más famoso de los jesuitas llegó en 1954 cuando uno de sus miembros, el padre Rheinberger de Sidney, Australia, observó una pequeña señal sismográfica que parecía coincidir con la explosión de la bomba de hidrógeno en el atolón de Bikini en el Pacífico. Se recurrió a las estaciones jesuitas de todo el mundo para consultar sus registros y resultó que las cuatro recientes pruebas de bombas termonucleares habían sido detectadas por sus instrumentos. Así empezó la monitorización mundial de las pruebas nucleares. También hubo un premio añadido para los geofísicos pues los registros mostraban que las explosiones siempre se producían pasados cinco minutos de la hora en punto. Los observadores podían entonces prepararse para seguir el curso y la atenuación de las ondas de choque sísmicas a través de la corteza de la Tierra. Pero, como era de esperar, la petición de que se dispusieran explosiones de bombas de hidrógeno para beneficio exclusivo de los sismólogos, fue rechazada.

Véase *The Dark Side of the Earth*, de Robert Muir Wood (Allen and Unwin, Londres, 1985).

## 147

### Husmeando en un virus

La investigación sobre los virus del resfriado común y la gripe sólo se hizo posible cuando el primero de estos virus fue cultivado en el laboratorio. Durante muchos años, estos rinovirus, como se denominan, resistieron todos los asaltos. El éxito llegó finalmente en el Instituto Nacional de Investigación Médica de Londres. Allí, un grupo de investigadores había estado haciendo todo lo que podía inoculando a muchas especies de animales —cobayas, ratones, conejos, hamsters, erizos y monos— con secreciones de gargantas de humanos enfermos de gripe y con tejido pulmonar extraído en autopsias de víctimas de la enfermedad. Estos preparados eran inyectados en abdómenes, cerebros y testículos, pero todo fue en vano.

Entonces en 1933, Wilson Smith decidió ensayar sus preparados en unos hurones que se estaban utilizando en el mismo laboratorio para estudios sobre el moquillo del perro. Además, él pensó en lo que, visto en retrospectiva, parece el modo obvio de administrar el virus: a través de la nariz. Smith inoculó a dos hurones con lavados de la garganta de uno de sus colegas, que había pillado la gripe. Unos días más tarde, Smith registraba en su cuaderno: «El hurón I parece tener mala pinta —costras alrededor de la nariz y ligera descarga con sugerencia de pus—, ojos también acuosos, estornudos». El hurón II pronto estuvo afectado de la misma forma. No mucho tiempo después, el propio Smith cogió la gripe, se cree que porque uno de los hurones había estornudado en su cara. El virus recuperado de la garganta de Smith resultó ser la cepa que estaba creciendo en el hurón y no la que se estaba extendiendo ese invierno entre la población humana. Y así se estableció la transmisión del virus del hombre al hurón y vuelta al hombre, y la llamada cepa WS se convirtió en el vehículo clásico para la investigación sobre la gripe.

Los sucesos, tal como los recuerdan diferentes participantes, se pueden encontrar en *The Lancet*, ii, 66 (1933), *Nature*, **207**, 1.130 (1966), y *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, **12**, 479, (1965).

148

## Un mundo de hombres

Cecilia Payne-Gaposchkin (1900-1979) fue una astrónoma de gran relieve que sin duda hubiera logrado aún más de lo que consiguió si no hubiera tenido que luchar contra los prejuicios de una profesión aferrada a la tradición. Licenciada en Cambridge inmediatamente después de la primera guerra mundial, intentó inicialmente hacerse bióloga, pero la física formaba parte de su Tripos\* en Ciencia Natural y así

Nombre de los exámenes finales de una licenciatura en Cambridge. (*N. del t.*)

se encontró en el Laboratorio Cavendish, aterrorizada por unos profesores predominantemente misóginos, especialmente Ernest Rutherford [16], en cuyas clases fue obligada, como única mujer, a sentarse en la primera fila y ser la receptora de las ironías olímpicas del gran hombre.

El trabajo de laboratorio era el terreno del doctor Searle, una némesis barbada y explosiva que producía terror en mi corazón. Si uno cometía un error era enviado a permanecer «de pie en el rincón» como un niño que se ha portado mal. No tenía paciencia con las estudiantes femeninas. Decía que perturbaban el equipamiento magnético y más de una vez le oí gritar: «¡ Vaya y quítese su corsé!», pues la mayoría de las chicas llevaban entonces esas prendas en las que los huesos de ballena que les daban rigidez empezaban a ser reemplazados por varillas de acero. Pese a todas sus excentricidades, nos dio una excelente formación en todo tipo de medidas precisas y en el tratamiento correcto de los datos.

La epifanía de Cecilia Payne llegó una tarde cuando, como ella dijo, se le abrió espectacularmente la puerta a un nuevo mundo:

Estaba prevista una conferencia en la Gran Sala del Trinity College. El profesor Eddington [76] iba a anunciar los resultados de la expedición que había dirigido en 1919 para observar el eclipse en Brasil. A los estudiantes del Newnham College se les habían asignado cuatro entradas para la conferencia y (casi por accidente, pues uno de mis amigos no pudo ir) una entrada me tocó a mí.

La gran sala estaba abarrotada. El orador era un hombre delgado y de tez oscura que parecía ajeno a su audiencia y hablaba con una completa indiferencia. Hizo un esbozo de la Teoría de la Relatividad en lenguaje popular, como nadie mejor que él podría hacerlo. Describió la contracción de Lorentz-Fitzgerald [una manifestación de la relatividad], el experimento de Michelson-Morley [medida de la velocidad de la luz] y sus consecuencias [la eliminación del éter de la física, de acuerdo con la teoría de Einstein]. Llegó al desplazamiento de las imágenes estelares cerca del Sol tal como predecía Einstein y describió su verificación de la predicción.

El resultado fue una completa transformación de mi imagen del mundo. De nuevo fui consciente del estruendo que produjo la compren-

sión de que todo movimiento es relativo. Cuando volví a mi habitación descubrí que podía reproducir la conferencia palabra por palabra ... Creo que durante tres noches no dormí. Mi mundo había quedado tan sacudido que experimenté algo muy parecido a una depresión nerviosa.

Desde entonces, Cecilia Payne quedó completamente enamorada de la astronomía. Leyó todos los libros sobre *el* tema que pudo encontrar en la biblioteca. El maravilloso *Hypothèses cosmogoniques* de

Henri Poincaré se convirtió, recuerda ella, en una fuente perenne de inspiración.

Supe que iba a haber una noche abierta al público en el Observatorio. Fui en bicicleta por Madingley Road y encontré a los visitantes reunidos en *el* telescopio Sheepshanks, ese curioso instrumento que, en palabras de William Marshall [un astrónomo residente] «combinaba todas las desventajas de un refractor y un reflector» ... El brusco pero amable segundo ayudante, Henry Green, estaba ajustando el telescopio y al poco tiempo tuve una vista de una estrella doble cuyas componentes (como él señaló) diferían en color. «¿Cómo puede ser eso si tienen la misma edad?», le pregunté. Él no encontraba una respuesta y viendo que yo seguía con mis preguntas abandonó desesperado. «Te dejaré encargada de esto», dijo, y se fue escaleras abajo. Para entonces, él había orientado el instrumento a la espiral Andrómeda. Yo empecé a explayarme sobre ella (¡el cielo perdona mi presuntuosidad!) y estaba de pie con una niña pequeña en mis brazos diciéndole lo que tenía que mirar. Oí una risa ahogada detrás de mí y encontré a Eddington allí de pie.

Como le oí decir más tarde cuando llegué a conocerle, Henry Green había ido al estudio de «el profesor» y le dijo: «Hay una mujer haciendo preguntas», y le pidió ayuda. Había llegado el momento y no perdí la oportunidad. Le dije que me gustaría ser astrónoma. ¿Fue entonces o fue más tarde cuando me dio la respuesta que iba a sostenerme frente a tantos rechazos? «No puedo ver ninguna objeción insuperable». Le pregunté qué debería leer. Él mencionó varios libros y descubrí que los había leído todos. Así que él me remitió al *Monthly Notices* y al *Astrophysical Journal*. Estaban disponibles en la biblioteca del Observatorio en la que dijo que yo sería bienvenida. Para parafrasear el epita-

fo de Herschel [William Herschel, el astrónomo del siglo xviii [1561], él me había abierto las puertas de los cielos.

El entusiasmo y la determinación de Cecilia Payne le ganaron la estima de los más jóvenes y más brillantes astrónomos de Cambridge. Así es como conoció a uno de los más famosos:

Una tarde subí en bicicleta al observatorio de Física Solar con una pregunta en mi mente. Encontré a un joven, al que el cabello le caía sobre los ojos, que estaba sentado en el tejado de uno de los edificios y reparándolo. «He venido a preguntar», le grité, «por qué el efecto Stark [el efecto de un campo eléctrico sobre la posición de las líneas de un espectro] no se observa en los espectros estelares». Bajó y se presentó como E. A. Milne [164], el segundo en el mando del observatorio. Más tarde se convirtió en un buen amigo y una gran inspiración para mí. No sabía la respuesta a mi pregunta, que sigue preocupándome.

A pesar del apoyo de Milne y Eddington, Cecilia Payne no pudo progresar en el mundo cerrado de la astronomía británica, de modo que se trasladó a Harvard donde siguió una carrera notable. Su trabajo más famoso concernía a la composición del Sol. Ella demostró que la interpretación entonces aceptada de las líneas del espectro de la luz solar —según la cual éstas reflejaban la presencia de hierro en gran abundancia en el interior del Sol— estaba equivocada. Descubrió que el Sol estaba formado fundamentalmente por hidrógeno y que el resto era helio.

Este resultado, desarrollado en su tesis doctoral, era demasiado revolucionario para la comunidad de Harvard y sólo le atrajo desdenes, especialmente por parte del decano de los astrónomos norteamericanos, el pomposo y poderoso Henry Norris Russell.

Se necesitaron algunos años para que el trabajo de Cecilia Payne fuese confirmado y aceptado. Y, por supuesto, dio la explicación —fusión nuclear— para el aparentemente inagotable suministro de energía del Sol. Ella fue reivindicada por un análisis teórico de no otro que el propio Russell, quien con retraso le dio su pleno crédito, aunque sin reconocer su anterior repudio hacia aquel trabajo. Harvard siguió sin hacer nada por promocionar su carrera y, pese a la magnitud de sus logros, se le impuso una carga docente tan grande que estuvo a punto de acabar con su investigación. Fue muy admirada como profesora y en una etapa posterior de su carrera se las arregló para colaborar en un proyecto de investigación con su hija, quien siguió sus pasos en la as-

tronomía pero en una época más abierta. Para entonces ella había llegado a ser catedrática y directora del departamento de astronomía de Harvard. Se había casado con un bullicioso astrónomo ruso, Sergei Gaposchkin, a quien había conocido en Europa cuando él estaba en mala situación y había conseguido introducirlo en la facultad de Harvard. Él nunca fue realmente mucho más que el ayudante de su mujer, y en una ocasión se le oyó decir con exageración aparentemente inconsciente: «Cecilia es una científica incluso más grande que yo».

En sus memorias, Cecilia Payne aconsejaba a los aspirantes a científico:

Los jóvenes, especialmente las mujeres jóvenes, suelen pedirme consejo. Aquí está, *valeat quantum*. No emprendas una carrera científica en busca de fama o dinero. Hay maneras más fáciles y mejores de conseguirlos. Empréndela sólo si nada más te satisface; pues nada más es probablemente lo que recibirás.

Los pasajes aquí citados proceden de *An Autobiography and Other Recollections*, de Cecilia Payne-Gaposchkin, Katherine Haramundanis, ed. (Cambridge University Press, Cambridge, 1984). Véase también *Portraits of Discovery* (Wiley, Nueva York, 1998), del astrónomo George Greentein.

## El impacto del reconocimiento

Frederick Soddy, nacido en Eastbourne en 1877, era un químico reclutado por Ernest Rutherford [16], que entonces ocupaba su primera cátedra en la Universidad McGill en Canadá, para ayudarlo en el análisis de elementos radiactivos. Juntos hicieron en 1901 un descubrimiento sorprendente: el torio, un metal radiactivo, daba lugar espontáneamente a un gas radiactivo, un elemento nuevo y diferente. Soddy consiguió preparar suficiente cantidad de este gas para licuarlo y demostrar que se parecía al argón, un gas inerte. Esta «emanación de torio» fue llamada posteriormente radón.

Me embargaba algo más grande que la alegría —no puedo expresarlo muy bien— una especie de exaltación, mezclada con una cierta sensación de orgullo de que yo hubiera sido elegido entre todos los químicos de todas las épocas para descubrir la trasmutación natural.

Recuerdo muy bien cómo permanecí allí paralizado como si me hubiera dejado

aturdido la importancia colosal del asunto y solté, o así pareció entonces: «Rutherford, esto es trasmutación: el torio se está desintegrando y trasmutando en gas argón».

Las palabras parecían pasar a través de mí como si procediesen de una fuente externa.

Rutherford me gritó en su tono jovial: «Por el amor de Mike, Soddy, no lo llames *trasmutación*. Nos tratarán como alquimistas. Ya sabes cómo son».

Después de lo cual empezó a bailar por el laboratorio, con su enorme voz tronando: «Adelante Cristianos so-ho-hojers» que, como H. S. Robinson declaró, era más reconocible por la letra que por el tono.

La advertencia era sabia: los anuncios públicos causaron sensación y, según otro de los colaboradores de Rutherford, A. S. Russell, salió a bolsa una compañía de Glasgow con la promesa de convertir plomo en mercurio y oro. Soddy escribió más tarde:

La naturaleza puede ser sarcástica a veces, cuando llegas a pensar en los cientos de miles de alquimistas en los pocos miles de años pasados trabajando duramente y manejando sus hornos, pasando días laboriosos y noches insomnes, tratando de transformar un elemento en otro, una base en un metal noble, y muriendo sin recompensa en la búsqueda, mientras que nosotros en McGill, en mi primer experimento, tuvimos el privilegio de ver, en el torio, cómo el proceso de trasmutación ocurría espontáneamente, irresistiblemente, incesantemente, inalterablemente. No hay nada que tú puedas hacer. El hombre no puede influir en las fuerzas atómicas de la naturaleza.

Esto fue tan desafortunado como la famosa declaración de Rutherford, unos veinticinco años más tarde, de que dominar la energía atómica eran «pamplinas».

Por el descubrimiento de la transformación radiactiva, Rutherford fue recompensado con el premio Nobel de Química de 1908 y con

gran regocijo por su parte pues, como le gustaba decir, su propia transformación en químico había sido instantánea. Soddy, el verdadero químico en la colaboración, nunca superó el resentimiento por el hecho de que su contribución no hubiera sido igualmente reconocida.

Posteriormente se descubrieron más emanaciones radiactivas, todas con propiedades similares pero con pesos atómicos ligeramente diferentes. De hecho, todas eran el mismo elemento, difiriendo sólo en el número de neutrones en el núcleo y, por lo tanto, en peso. La revelación de que podían existir elementos en formas tan diferentes sin diferencia química entre ellos aclaró varios misterios que habían intrigado a los químicos durante generaciones. Soddy llamó isótopos a estas formas, y por su descubrimiento fue recompensado con el premio Nobel de Química en 1921. Sorprendentemente sirvió de poco para atenuar su amargura por el desliz anterior (tal como él lo consideraba). Para entonces había sido nombrado para la Cátedra de Química-Física *en* Oxford, pero no prosperó allí. Sus planes para la reforma de la investigación y la enseñanza tropezaron con la obstrucción de los tutores de los colegios universitarios y él se sumió en un prolongado mal humor. No hizo más investigación y su departamento se atrofió mientras él se dedicaba a desarrollar una teoría monetaria universal y otras empresas igualmente infructuosas. Finalmente, con cincuenta y nueve años, dimitió de su cátedra y terminó su vida en una oscuridad amargada y paranoide. Frederik Soddy murió en 1956.

Soddy relató su reacción ante el descubrimiento de la trasmutación a su primer biógrafo y amigo, Muriel Howorth, en *Pioneer Research on the Atom: The Life of Frederick Soddy* (New World Publications, Londres, 1958). Véase también la biografía más reciente y menos aduladora de Linda Merricks, *The World Made Now: Frederick Soddy-Science, Politics and the Environment* (Oxford University Press, Oxford, 1996).

## Frutos del mar

El descubrimiento de la anafilaxis fue un punto de no retorno en la inmunología. Este fenómeno —la reacción con frecuencia letal de un sujeto sensibilizado a una minúscula cantidad de un agente, tal como el aguijón de una abeja, un pedacito de marisco o un grano de avellana— esta ligado al nombre de Charles Richet (1850-1935), cuyas investigaciones sobre el tema comenzaron en el yate del príncipe Alberto I de Mónaco. El príncipe, un monarca reformista, que transformó un empobrecido puerto pesquero del Mediterráneo en una próspera democracia, era un apasionado biólogo marino. En su yate había instalado un laboratorio marino lujosamente diseñado, e invitaba a amigos biólogos a acompañarle en sus cruceros. Uno de estos era Richet, entonces catedrático de Fisiología en la Sorbona, quien se había ocupado durante años en el campo de los problemas de inmunización. Había notado que los perros a los que se había inyectado repetidamente suero sanguíneo ajeno enfermaban y a veces morían. También ese año de 1902 se encontraba a bordo del yate otro de los amigos científicos del príncipe, Paul Portier, un fisiólogo y más tarde profesor del Instituto Oceanográfico de París. Así es como, en palabras de Richet, resultó el proyecto:

Durante un crucero en el yate del príncipe Alberto de Mónaco, el príncipe y G. Rickard nos sugirieron a P. Portier y a mí un estudio de las propiedades tóxicas del *Physalia* encontrado en los Mares del Sur. Se realizaron experimentos a bordo del yate del príncipe, que demostraron que un extracto de glicerina acuosa de los filamentos del *Physalia* es extraordinariamente tóxico para patos y conejos. De vuelta a Francia no pude conseguir ningún *Physalia*, y decidí estudiar en cambio los tentáculos de *Actinaria* que se asemejaban al *Physalia* en ciertos aspectos, y se podían conseguir fácilmente.

Richet estaba evidentemente fascinado por la extrema toxicidad de los preparados venenosos que él y Portier habían extraído, y quizá se preguntó si estaban relacionados con el efecto de sensibilización que había atraído antes su atención. En cualquier caso decidió inmunizar animales con la toxina para ver qué sucedía. A partir de tentáculos de *Actinaria*, la anémona de mar, él y Portier prepararon otra vez un extracto de toxina y lo inyectaron en perros.

Mientras nos esforzábamos en determinar la dosis tóxica, pronto descubrimos que debían transcurrir algunos días antes de fijarla, pues varios perros no murieron hasta el cuarto o quinto día después de la administración, o incluso más tarde. Conservamos a los que habían recibido una dosis insuficiente para matarlos y llevar a cabo una segunda investigación con ellos cuando se hubieran recuperado completamente. En este momento ocurrió un suceso imprevisto. Los perros que se habían recuperado eran muy sensibles y morían poco después de una administración de pequeñas dosis.

Richet y Portier describieron los estertores de muerte de un infortunado perro llamado Neptuno, que expiró 25 minutos después de la inyección decisiva, 26 días después de la inoculación. Los experimentadores estaban sorprendidos por el resultado, que comprendieron que estaba en la raíz de las reacciones alérgicas en los humanos. Sólo Richet, que continuó este trabajo, fue recompensado con el premio Nobel en 1913. Más tarde llegó a estar cada vez más implicado en parapsicología y fue una víctima demasiado fácil de los médiums fraudulentos que abundaban en París en esa época.

Para más antecedentes, véase, por ejemplo, *A History of Medical Bacteriology and Immunology*, de W. D. Foster (Heinemann, Londres, 1970).

151

## Un trozo de pi\*

La naturaleza de  $\pi$ , la razón entre la circunferencia de un círculo y su diámetro, ha sido una fuente de frustración y fascinación para matemáticos y filósofos durante milenios. Si se consideran las dimensiones de los cuadrados dibujados dentro y fuera del círculo y que tocan a su circunferencia, resulta obvio que  $\pi$  debe ser mayor que 2 y menor que 4, pero no hay nada que indique que es un número irracional; es decir, un número que no puede expresarse como la razón entre dos enteros. El valor de  $\pi$  ha sido calculado con computadores de alta velocidad con miles de millones de cifras decimales, pero no ha surgido ninguna pauta recurrente [30].

Un matemático canadiense, Simon Plouffe, decidió memorizar  $\pi$  con 4.096 dígitos ( $2^2$ , y, por lo tanto, un bonito número redondo para un matemático). «Yo era joven», explicó cuando le preguntaron, «y no tenía mucho más que hacer». El intento más extraño por racionalizar  $\pi$  se remonta a 1894, cuando Edward Johnston Goodwin, un médico y matemático aficionado de notoria autoestima que vivía en una pequeña ciudad de Indiana, publicó en el *American Mathematical Monthly* un artículo con el título «Cuadratura del círculo». En una serie de pasos obtenía un valor para  $\pi$  de 3,2 (en lugar de  $\pi = 3,14159\dots$ ), aunque de un atento análisis de los argumentos que construía podían extraerse otros ocho valores, que iban desde 3,56 a 4. En cualquier caso, Goodwin advertía en su artículo que había registrado su valor de 3,2 en los registros de propiedad intelectual de Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania, Francia, España, Bélgica y Austria. En 1896 se dirigió a su representante en el Parlamento Estatal de Indiana, míster Taylor I. Record, y le pidió que llevara un proyecto de ley ante la cámara baja, la Cámara de Representantes de Indiana, «para una ley que introduce una nueva verdad matemática y que se ofrece como una contribución a la educación para ser utilizada gratuitamente sólo por el

\* Juego de palabras: fonéticamente  $\pi$  es similar a *pie* (tarta). (*N. del t.*)

Estado de Indiana», mientras que en todo los demás lugares se exigirían derechos de autor. En enero de 1897 llegó a la Cámara la House Bill 246 con este objetivo y después de pasar por dos comités fue aprobada por 67 votos a favor y ninguno en contra. En febrero, a pesar de las mofas de la prensa local, el proyecto de ley fue remitido por el comité responsable a la cámara alta del Parlamento, el Senado, «con la recomendación de que se aprobara la ley».

En este momento intervino un afortunado golpe de suerte en la forma de C. A. Waldo, catedrático de Matemáticas en la Universidad de Purdue, quien casualmente estaba en la Cámara por un asunto de la universidad. Waldo quedó sorprendido al descubrir que ese mismo día se iba a debatir un proyecto de ley sobre un tema matemático. En un artículo escrito 19 años más tarde recordaba:

Un ex profesor de la parte oriental del Estado estaba diciendo: «El caso es muy simple. Si aprobamos este proyecto de ley que establece un nuevo y correcto valor de el autor ofrece a nuestro Estado sin coste alguno el uso de su descubrimiento y su libre publicación en nuestros libros de texto escolares, mientras que todos los demás deben pagarle derechos...». Un miembro mostró entonces a quien esto escribe una copia del proyecto de ley recién aprobado y le preguntó si desearía ser presentado al sabio doctor, su autor. Él

declinó la cortesía dando las gracias y comentando que ya conocía a todos los locos que quería conocer.

Con la exhortación del profesor Waldo, los senadores decidieron que el tema del proyecto de ley no era después de todo un tema de legislación y fue pospuesto *sine die*. Por lo tanto, quizá figure todavía en el código del Estado de Indiana.

La historia ha sido contada varias veces. Una excelente exposición y análisis del razonamiento geométrico del doctor Goodwin la ofrece David Singmaster, «The legal values of pi», en *The Mathematical Intelligencer*, **7** (núm. 2), 69 (1985). Véase también un artículo en internet de Mark Brader ([http://www.urban.legends.com/lrgal/pi\\_indiana.html](http://www.urban.legends.com/lrgal/pi_indiana.html)).

## 152

### El último de los verdaderos aficionados

La ciencia, y especialmente la física, se ha hecho demasiado especializada y demasiado cara para cobijar a aficionados. Los hermanos De Broglie, Louis (quien dio expresión por primera vez a la dualidad onda-partícula [113]), y especialmente su hermano mayor, el duque Maurice de Broglie, estaban entre los últimos.

Louis-César-Victor-Maurice de Broglie (1875-1960) nació en una antigua e ilustre familia francesa; el cuerpo diplomático y el ejército eran las únicas carreras que se pensaba adecuadas para alguien de tan noble linaje y sólo después de delicadas negociaciones con su abuelo, el cabeza del clan, se le permitió entrar en la Marina. Destinado a la flota del Mediterráneo, pronto se afirmó su inclinación científica: fue Maurice de Broglie quien instaló el primer timón sin cable en un buque de guerra francés. Pero le inquietaban las limitadas oportunidades para complacer sus intereses y pidió licencia para dimitir de la Marina y dedicarse a la ciencia. El abuelo estaba escandalizado: la ciencia era una diversión para viejos y no una ocupación para un De Broglie. Pero después de defender su caso, se acordó que el joven Maurice podría convertir una habitación del *hôtel* de la familia en París en un laboratorio en el que divertirse cuando no estuviera en el mar. Sólo después de la muerte del patriarca, Maurice, entonces con treinta y tres años, pudo sentirse finalmente capaz de dimitir de su cargo (aunque volvió para trabajar en comunicaciones submarinas durante la primera guerra mundial). Luego estudió espectroscopia en el Collège de France y completó una tesis con un físico distinguido, Paul Langevin, con quien había trabajado en *el* proyecto submarino. Desde entonces, Maurice de Broglie se retiró a su laboratorio privado soberbiamente equipado donde se le unieron una serie de ayudantes, incluyendo su hermano Louis, quien más tarde ganaría un premio Nobel. El cristalógrafo suizo, P. P. Ewald, contaba en una conferencia en 1953:

Los avances en difracción de rayos X vinieron de muchos países europeos en aquellos primeros años [los que iban desde inmediatamente antes de la gran guerra a algunos años después]. Maurice de Broglie, en París, se dio prisa en desarrollar sus propios medios espectroscópicos y en formar colaboradores como Trillat y Thibaut. Algunos miembros de esta audiencia quizá recuerden el montaje singular de su laboratorio en su *hôtel* privado de la rue Lord Byron donde los cables para la corriente entraban por agujeros horadados en los gobelinos que adornaban las paredes.

El último de los verdaderos aficionados, que nunca buscó un empleo pagado pero hizo importantes contribuciones a la ciencia, fue probablemente Alfred Loomis, nacido en una



próspera familia de Nueva York en 1887. Su educación liberal en Yale no le inclinó hacia la ciencia pero amaba y construía artilugios mecánicos. Tenía una fascinación peculiar por la balística y, al unirse al ejército cuando Estados Unidos entró en la primera guerra mundial, desarrolló nuevos métodos para medir las velocidades de los proyectiles de artillería. Varios de los físicos destacados del país fueron a los Aberdeen Proving Grounds para aportar sus habilidades en temas de interés para el ejército y Loomis llegó a conocer a varios de ellos. Tuvo una relación especial con R. W. Wood [45], quien se convirtió en un amigo duradero. Loomis ya había iniciado una carrera como abogado y banquero y su riqueza creció hasta que le permitió dedicarse a su creciente interés por la ciencia estableciendo un laboratorio privado en su mansión de Long Island. Wood contó cómo sucedió esto:

Loomis estaba visitando a sus tías en East Hampton y me llamó una tarde mientras yo estaba trabajando en mi rústico laboratorio. Tuvimos una larga conversación e intercambiamos historias de lo que él había visto u oído de la ciencia en la guerra. Luego entramos en el tema de la investigación de posguerra y, desde entonces, él tenía la costumbre de llamar casi todas las tardes para tener una conversación pues, evidentemente, encontraba la atmósfera del viejo cobertizo más interesante aunque menos refrescante que la de la playa y el Club de Campo.

Un día sugirió que si yo contemplaba alguna investigación que pudiésemos hacer juntos y que requiriese más dinero del que podía aportar el presupuesto del Departamento de Física, a él le gustaría apoyar-

la. Le hablé de los experimentos de Langevin con supersónica (ahora llamados ultrasonidos) durante la guerra y la muerte de peces en *el Arsenal de Toulon*. Eso ofrecía un amplio campo para la investigación en física, química y biología, pues Langevin había estudiado sólo las ondas de alta frecuencia como medio de detección submarina. Loomis se mostró entusiasta, e hicimos un viaje al laboratorio de investigación de General Electric para discutirlo con Whitney y Hull.

El aparato resultante se construyó en Schenectady y se instaló inicialmente en una habitación grande del garaje de Loomis en Tuxedo Park, Nueva York, donde trabajamos juntos matando peces y ratones y tratando de descubrir si las ondas destruían tejidos o actuaban sobre los nervios o lo que fuera.

A medida que se ampliaba el alcance del trabajo, nos agobiaba el reducido espacio del garaje y mister Loomis compró la casa Spencer Trask, una enorme mansión de piedra con una torre, como una casa de campo inglesa, levantada en la cima de una de las estribaciones de las montañas Ramapo en Tuxedo Park. Él la transformó en un laboratorio privado de lujo, con habitaciones para huéspedes o colaboradores, un completo taller y una docena o más de habitaciones para investigación grandes y pequeñas. Yo trasladé allí mi espectrógrafo de cuarenta pies desde East Hampton y lo instalé en el sótano del laboratorio de modo que pude continuar mi trabajo espectroscópico en un ambiente más adecuado.

El trabajo sobre ultrasónica de Loomis y Wood fue ampliamente reconocido como el que sentó las bases de esta nueva disciplina. Pero Loomis, con y sin Wood y una serie de visitantes, experimentó en muchas áreas de la física, principalmente en el diseño de aparatos de precisión. Durante muchos años continuó dividiendo su tiempo entre Wall Street y su laboratorio hasta que se cansó de la escena financiera. Dio apoyo anónimo a la American Physical Society y a físicos indigentes y, cuando se acercaba la segunda guerra mundial, empezó a dedicar cada vez más tiempo a proyectos militares, especialmente al desarrollo del radar. Sus contribuciones al trabajo del laboratorio del radar en el Instituto de Tecnología de Massachusetts abarcaban tanto los aspectos técnicos como de gestión; formó parte o presidió varios comités importantes y su íntima

amistad con su primo, Henry Stimson, el secretario de Guerra, le dio rápido acceso a los centros de po-

der y financiación. Su interés por la ciencia continuó hasta una edad anciana y entonces se orientó cada vez más al estudio de *Hydra*, una minúscula criatura de agua dulce, a veces en asociación con su hijo el cual era biólogo. Siguió inventando artilugios como, por ejemplo, un carro rodante para repartir comida a los comensales sentados en su larga mesa. Alfred Loomis murió, cargado de honores, en 1975.

Para una exposición de la vida y obra de Loomis, véase el artículo de Luis W. Álvarez, «Alfred Lee Loomis—last grew amateur of science», en *History of Physics*, Spencer R. Weart y Melba Phillips, eds. (American Physical Society). Para la carrera de Maurice de Broglie, véase la entrada escrita por Adrienne Weill-Brunschwig y John L. Heilbron en *Dictionary of Scientific Biography*, vol. I, C. G. Gillespie, ed. (Scribner, Nueva York, 1970).

## 153

### La píldora del doctor Pincus

La píldora para el control de la natalidad está asociada a los nombres de Gregory Pincus, John Rock y Carl Djerassi —el fisiólogo, el médico y el químico orgánico respectivamente— y muchos otros ya que fueron necesarios bastantes hombres y años de paciente investigación para su desarrollo. Buena parte del impulso inicial vino de Margaret Sanger, que quería liberar a las mujeres de la tiranía de los embarazos no deseados, y de la filántropa Katherine McCormick. El primer éxito llegó en 1955 cuando Rock, un profesor de la Harvard Medical School y experto en fertilidad, empezó con cautela a poner a prueba el efecto de la progestina, en una valiente «jaula» de mujeres ovuladoras, todas ellas dispuestas a ser conejillos de indias.

Rock, como médico en activo, puso instintivamente la seguridad de las voluntarias por encima del interés de los investigadores del laboratorio por el resultado del experimento. Como resultado, las precauciones de Rock llegaban mucho más allá de las prácticas habituales de la época. Un joven obstetra, educado en Yale y que asistía a Rock en sus ensa-

yos, el doctor Luigi Mastroianni, ha recordado: «No creo realmente que yo fuera consciente de la verdadera importancia de lo que se estaba haciendo. Entonces no existía el concepto de consentimiento informado del que tanto se habla ahora, y que es un requisito legal de cualquier proyecto de investigación que implique a voluntarios humanos. Pero Rock lo puso en práctica antes de que fuera definido...».

El trabajo llegó a conocerse dentro del equipo de Rock como el PPP —el Proyecto Progesterona Pincus—. Pero eso pronto se tradujo irreverentemente como el proyecto «pi-pi-pi» en honor de la interminable tarea de Mastroianni de comprobar diariamente las muestras de orina de cada una de las cincuenta mujeres.

Los resultados fueron perfectos. Ninguna de las cincuenta mujeres ovuló. Aunque se requería más demostración que un único ensayo con sólo cincuenta mujeres, Pincus y Rock sabían que habían identificado una píldora oral de control de la natalidad.

Especialmente con un socio tan cauteloso como Rock, Pincus no estaba dispuesto a salir corriendo y propagar a los cuatro vientos las grandes noticias. Todavía no. Pero tenía que desahogarse contándolo en alguna parte, a alguien.

Su mujer, Elizabeth, que tenía talento para asimilar episodios complejos en resúmenes sucintos, nunca olvidaría el momento en que su marido llevó la noticia a su casa. Utilizando su nombre íntimo, dijo: «Lizuska, lo he conseguido».

«¿Qué has conseguido?»

«Creo que tengo una píldora contraceptiva.»

«Dios mío, ¿por qué no me lo dijiste?»

Él respondió que lo estaba diciendo en aquel momento. «¿Pensabas que podías obtener alguna vez la píldora?» preguntó ella con admiración.

Pincus respondió ostentosamente: «En ciencia, Lizuska, todo es posible».

La exposición esta tomada de Bernard Asbell, *The Pill* (Random House, Nueva York, 1995).

## 154

### El *philosophe* frívolo

La siguiente historia del embarazoso encuentro de Denis Diderot con Leonhard Euler (1707-1783), el célebre matemático suizo, se atribuía a Augustus De Morgan (1806-1871), matemático y escritor inglés. Se repite en muchas obras de divulgación de matemáticas y dice así: el renombrado *encyclopédiste* estaba visitando la Corte Imperial Rusa, exponiendo su doctrina del ateísmo. Su disertación despertaba mucho interés mezclado con escándalo. Un día fue informado de que Euler, que también había sido recibido en la corte de la emperatriz Isabel, estaba en posesión de una demostración algebraica de la existencia de Dios. Él se la mostraría a Diderot ante la corte si Diderot estaba dispuesto a asistir. El filósofo aceptó de buena gana. Euler fue convocado, avanzó hacia Diderot, y en un tono de solemne convicción se le dirigió así: «Monsieur,  $a + bn/n = x$ , donc Dieu existe: répondez!». Diderot, que era ajeno a cualquier conocimiento matemático, quedó mudo. Avergonzado, y presa del regocijo general, pidió licencia para retirarse y partió inmediatamente para Francia.

A pesar de su amplia circulación, la historia es, en el mejor de los casos, inexacta y, de hecho, no es convincente pues Diderot, un hombre de conocimientos e inteligencia extraordinarios, difícilmente se hubiera permitido ser engañado tan tontamente. Además, él había enseñado matemáticas e incluso había hecho alguna modesta contribución a la disciplina. Los orígenes deben encontrarse en un libro de De Morgan, en el que hace referencia a las memorias de un tal D. Thiébault, tituladas *Souvenirs de vingt ans de séjour á Berlin* y publicadas en 1804. Thiébault no responde de la veracidad de la historia, pues él no estaba presente en el encuentro, pero era creída, dice a sus lectores, «por los habitantes del Norte». El año era 1774 y el lugar San Petersburgo. El adversario de Diderot en la exposición de Thiébault era un anónimo «*philosophe savant mathématicien* ruso, un distinguido miembro de la academia». (El nombre de Diderot parece haber sido introducido de forma gratuita por De Morgan.) El sabio ruso habló como relata De Morgan (aunque hay variantes de la ecuación con la que Diderot fue puesto a prueba). Diderot, enojado y ofendido por la ridícula travesura, y temiendo que fuera sometido a otras del mismo tipo, salió de la sala y pronto retornó a Francia.

La aclaración estaba en un artículo, «A story concerning Euler and Diderot», de Dirk J. Struik, en *Isis*, **31**, 431 (1939).

## Koch sobre la cocina

Paul Ehrlich (1854-1915), uno de los fundadores de la química médica, es famoso por inventar el primer agente antimicrobiano efectivo y la primera droga para combatir la sífilis sin los efectos secundarios que eran tan destructivos como la propia enfermedad. Uno de sus grandes descubrimientos fue el procedimiento de tinción llamado «ácidoresistente» (acid-fast) para los bacilos de la tuberculosis. Esto sucedió de forma completamente accidental. Los bacilos, que tienen una cubierta de grasa, habían resistido todos los intentos de detección por tinción hasta que un día, Ehrlich dejó una preparación en la estufa del laboratorio. Debió de haber sido un día inesperadamente frío pues un miembro del laboratorio encendió la estufa. La placa se calentó, las bacterias absorbieron el compuesto de tinción caliente y dieron un color intenso bajo el microscopio de Ehrlich. Robert Koch, el descubridor del bacilo de la tuberculosis, escribió: «Debemos a esta circunstancia irrepetible lo que se ha convertido en norma general para buscar el bacilo en los esputos». Éste se estableció rápidamente como el método de diagnóstico universal.

Véase *Paul Ehrlich*, de M. Marquandt (Heinemann, Londres, 1949).

156

## El calor de la luz

Wilhelm Friedrich Herschel, con el tiempo sir William, nació en <sup>1738</sup> en Hannover. Era hijo de un músico y en esta profesión fue instruido. A los diecinueve años viajó a Inglaterra y pronto se estableció como compositor, director, profesor y organista de iglesia en Bath. En <sup>1766</sup> empezó a sentir un profundo interés por la astronomía y, en poco tiempo, había construido su propio telescopio reflector. Con este objetivo pulía sus propios espejos forjados en speculum, una aleación de cobre y estaño. Cada momento libre, incluso durante los intermedios de los conciertos, Herschel corría a su taller a dedicar un poco de tiempo a sus espejos. El astrónomo real de la época, Nevil Maskelyne, invitado a examinar el telescopio de Herschel en Bath, lo declaró superior a cualquiera de los que había en Londres. En poco tiempo, Herschel había hecho una serie de descubrimientos, sobre todo el de un nuevo planeta, Urano. Quiso llamarlo Georgium en honor de Jorge III, pero este nombre fue vetado por la Royal Society.

La fama de Herschel se extendió y pronto el rey le llamó a Windsor como su astrónomo privado. Los dos hannoverianos hicieron buenas migas inmediatamente y el rey fue un patrón fiel. Durante su carrera, Herschel construyó al menos cuatrocientos telescopios con sus propias manos. Buscó en los cielos y encontró muchas nebulosas, de las que correctamente supuso que consistían en cúmulos de estrellas. Descubrió dos lunas en órbita alrededor de su planeta, Urano, y fue el primero en observar la existencia de estrellas dobles —dos estrellas unidas en órbita alrededor de su centro de masas común—.

Una observación de Herschel que causó un gran revuelo fue el perfil de las estrellas fijas: gracias a la alta calidad de sus espejos, que reducía la distorsión óptica (aberración), las imágenes de las estrellas eran redondas, estaban claramente definidas y desprovistas de rayos radiantes. Esto excitó al honorable Henry Cavendish (<sup>1731</sup> -1810), presumiblemente el científico experimental más grande de la época, un soltero tímido y excéntrico que evitaba el contacto humano e incluso tenía una segunda escalera construida en su mansión para alejar *el* peligro de encontrarse con un sirviente cara a cara.

Sir John Herschel estaba orgulloso de recordar esta anécdota que había oído de su padre en relación con esto. Fue en el año 1786 y en una cena dada por mister Aubert [un respetado astrónomo aficionado que había construido un observatorio privado en Deptford, en las afueras de Londres, e instalado allí un telescopio reflector del tipo conocido como Short's Dumpy, considerado tan bueno como el mejor que pudiera haber en Inglaterra]. William Herschel estaba sentado junto a mister Cavendish, quien tenía fama de ser el más taciturno de los hombres. Pasó algún tiempo sin que él pronunciara una palabra y, al cabo, se volvió repentinamente a su vecino y dijo: «Me han dicho que usted ve las estrellas redondas, doctor Herschel». «Redondas como un botón», fue la respuesta. Siguió un largo silencio hasta que hacia el final de la cena, Cavendish abrió otra vez sus labios para decir con voz dudosa: «¿Redondas como un botón?». «Exactamente, redondas como un botón», repitió Herschel, y así terminó la conversación.

Durante buena parte de su vida, la hermana soltera de Herschel, Caroline, cuidó de la casa para él y le ayudó en sus observaciones, llegando a ser finalmente una astrónoma experta. El rey la nombró su astrónoma ayudante con unos emolumentos de cincuenta libras por año. Por sus varios descubrimientos, y especialmente por editar y ampliar el famoso catálogo de cuerpos celestes de John Flamsteed, publicado por primera vez sesenta años antes, ella fue recompensada con la medalla de oro de la Real Sociedad Astronómica. (Habría que añadirse que la publicación en 1712 de la gran compilación de Flamsteed, que él llamo *Historia Coelestis*, estuvo rodeada de gran acritud. Flamsteed era un comprobador de datos compulsivo y no dejaba que saliera nada de su observatorio de Greenwich sin darle vueltas durante años. Esto exasperó a Isaac Newton, quien, necesitando los datos urgentemente, acusó a Flamsteed de retener información que estaba obligado a hacer accesible por las condiciones de su cargo público. Newton obtuvo finalmente lo que necesitaba mediante un subterfugio, y consiguió la publicación de todos los datos de Flamsteed. El enfurecido y disgustado Flamsteed acusó a Newton de robo.

Consiguió recuperar trescientas de las cuatrocientas copias impresas y las quemó.)

Fue el 11 de septiembre de 1800 cuando William Herschel hizo su más extraordinario y casual descubrimiento. Se proponía determinar si la luz generaba calor y cómo podría variar este efecto con el color. Hizo que un haz de luz solar procedente de una rendija en una habitación oscurecida incidiera sobre un prisma y proyectó el arco iris resultante en una pantalla. Colocó su termómetro ante cada una de las componentes de la luz y esperó para ver si registraba un incremento en temperatura. Entonces fue a comer y a su vuelta encontró que el Sol se había movido y el termómetro estaba ahora por debajo del extremo rojo del espectro de colores. Pero para su asombro la temperatura había subido. Herschel comprendió rápidamente que el calor procedía de una radiación que no podía ver. Había descubierto el infrarrojo, la fuente del calor radiante.

William Herschel fue nombrado caballero en 1816, y en 1821, el año anterior a su muerte, fue elegido presidente de la Real Sociedad Astronómica. Su hijo, John, también nombrado caballero más tarde, le siguió en su vocación y consiguió ser reconocido especialmente por sus estudios sobre fotometría, la medida de la intensidad de la luz de las estrellas.

Véase la biografía de C. A. Lubbock, nieta de William Herschel, *The Herschel Chronicle: the Life-History of William Herschel and his Sister Caroline Herschel* (Cambridge University Press, Cambridge, 1933).

## Un mundo de ciencia en una taza de té

R. A. (más tarde sir Ronald) Fisher fue uno de los fundadores de la estadística aplicada. Ideó métodos, hoy estándar, de análisis de datos biológicos y de diseño de tareas tales como ensayos clínicos con drogas. Fisher nació al norte de Londres en 1890 y en 1910 empezó su carrera investigadora en la Estación Experimental Rothamsted situada

cerca de Londres, que era entonces y lo sigue siendo en la actualidad un centro de investigación agrícola. Cuatro años antes, la vida del laboratorio se había enriquecido por la llegada del primer miembro femenino del equipo, Muriel Bristol, una autoridad en el estudio de las algas. Fue por consideración hacia ella por lo que se inició la costumbre del té de la tarde en la sala común.

Un día, poco después de su llegada a Rothamsted, Fisher pasó cortésmente a Bristol una taza de té que, sin embargo, ella rechazó diciendo que prefería que la leche se añadiera al té en lugar del té a la leche. (Esta fina distinción se veía como un rasgo distintivo de la clase social inglesa.) Fisher quedó sorprendido: seguro que ella, como científica que era, no podía creer que ello supusiera diferencia alguna de sabor. Pero la doctora Bristol insistió: seguro que ella podía detectar la diferencia. Fisher decidió poner la cuestión a prueba con un test ciego, y él y William Roach, un químico del laboratorio, idearon una prueba. La cuestión se resolvió en favor de la doctora Bristol: realmente ella podía detectar la diferencia (aunque no está registrado con qué certeza estadística). Fue este episodio el que hizo que Fisher reflexionara sobre los principios generales de la evaluación estadística y que culminó en su magistral tratado *Statistical Methods for Research Workers*, publicado en 1925.

Mucho más tarde, Fisher cayó en desgracia por rechazar la evidencia de un lazo causal entre el tabaco y el cáncer de pulmón. Su explicación para la correlación era que había una disposición genética común hacia el fumar y el cáncer. Fisher estaba entonces, como se supo más tarde, a sueldo de una compañía de tabacos.

El episodio del té con leche aparece en un artículo de George V. Mann, «Chance encounters», en *Perspectives in Biology and Medicine*, 25, 316, (1982).

158

## Un cobre o dos

Rudolf Schoenheimer fue un bioquímico alemán de talento excepcional. Al ser judío perdió su puesto en Alemania antes de la segunda guerra mundial y encontró refugio, junto con muchos otros en la misma dificultad, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Columbia en Nueva York. Allí, el director del Departamento de Bioquímica, Hans Thatcher Clarke, reunió a una brillante, políglota y crítica *galère* de europeos.

Los años inmediatamente posteriores a la guerra vieron una serie de extraordinarios avances en la química de los procesos fisiológicos gracias, en gran medida, a la llegada de los isótopos radiactivos [149]; ahora era posible volver radiactivas, y así que quedaran marcadas, sustancias implicadas en el metabolismo y seguir sus transformaciones químicas en una célula o en un animal. Pero el suministro de isótopos radiactivos era aún escaso y precioso. Schoenheimer quería experimentar con urea marcada radiactivamente, el producto final metabólico excretado por los animales y el hombre. Un líder en el campo de la purificación de isótopos era Harold Urey, quien accedió a proporcionar a Schoenheimer una minúscula cantidad de nitrato de amonio altamente enriquecido en el isótopo de nitrógeno de peso atómico 15, que constituye sólo una proporción

casi despreciable del nitrógeno más abundante en la Tierra, de peso atómico 14. Urey había preparado el material a partir de nitrato de amonio en bruto, una sustancia que puede explotar en ciertas circunstancias; lo había introducido ilícitamente en Nueva York, procedente de una planta de New Jersey, a través de Holland Tunnel en el asiento trasero plegable de su cupé. La ampolla de cristal que presentó a Schoenheimer contenía el grueso del suministro mundial del isótopo purificado  $^{15}\text{N}$ .

Convertir el nitrato de amonio en urea era la tarea del joven ayudante de investigación de Schoenheimer, DeWitt Stetten. Schoenheimer y Stetten tenían que decidir primero un método para sintetizar urea; de ellos había muchos ya que la urea había sido la primera mo-

lécula orgánica preparada en el laboratorio a partir de un material inorgánico (cianato de amonio). Empezaron, como aún lo hacen hoy los químicos orgánicos, consultando la biblia alemana de la química orgánica sintética, el manual Beilstein y se decidieron por un procedimiento aparentemente sencillo: el amoniaco, generado a partir de una solución de nitrato de amonio que se bombearía a través de difenilcarbonato fundido. La reacción daría urea con un 100 por 100 de eficiencia y no se perdería nada del precioso  $^{15}\text{N}$ . Stetten montó el experimento y procedió a ensayar el método con un poco de nitrato de amonio ordinario. Así es como discurrieron las cosas.

Para mi profundo pesar, en apariencia no ocurrió ninguna reacción. El amoniaco que se introducía en el sistema pasaba a través del difenilcarbonato sin alteración química. Naturalmente ensayé todas las posibles variantes del procedimiento, pero en vano, y me vi finalmente llevado a la conclusión de que el autor alemán que había descrito el método, sencillamente había mentido. Profundamente apenado se lo conté a Rudi. «¿Cuándo se informó de la síntesis?», me preguntó. «En 1880», respondí. Con un poco de chauvinismo, Rudi respondió: «En 1880, los químicos orgánicos alemanes no tenían necesidad de mentir». A continuación exploró conmigo los detalles de la descripción original de la síntesis y advertimos que, mientras yo había estado trabajando con cantidades pequeñas de difenilcarbonato, la descripción original necesitaba cantidades de kilogramos de reactantes. De repente, el rostro de Rudi mostró una sonrisa. «Puedo recordar, de cuando era estudiante licenciado en el laboratorio de Thomas en Leipzig, que de las paredes colgaban grandes retortas de cobre polvorientas y otras vasijas de reacción. El vidrio en aquellos días no era tan resistente como lo es hoy. Las reacciones que implicaban cantidades de kilogramos de reactantes, en especial cuando tenían lugar a temperaturas elevadas, se hacían normalmente en recipientes de cobre. ¿No será que el cobre catalizaba esta reacción?» Por eso decidí hacer la síntesis una vez más, ahora con la característica adicional de que se añadiría un poco de cobre al difenilcarbonato. En el almacén de productos químicos encontré una pequeña cantidad de cobre metálico finamente dividido que, al parecer, había sido preparado para ser añadido a una pintura y dotarla de un brillo metálico. Una pizca de este polvo de cobre era todo lo que se necesitaba. El amoniaco, ahora ge-

nerado, fue absorbido por el difenilcarbonato, y la urea se formó como se esperaba.

La síntesis de la urea marcada fue el primer uso del isótopo de nitrógeno  $^{15}\text{N}$  y abrió un nuevo capítulo en la bioquímica. Con el paso del tiempo, Rudolf Schoenheimer empezó a mostrar signos de comportamiento irracional y sufrió ataques intermitentes de depresión profunda. Y una noche de 1941, en la cima de una brillante carrera, se quitó la vida.

DeWitt Stetten cuenta la historia de la síntesis de urea en *Perspectives in Biology and Medicine*, **25**, 354 (1962).

## Los sabios y los chauvinistas

El planeta Urano, descubierto por William Herschel en 1781 [156], empezó en el siglo xix a causar preocupación a los astrónomos. Alexis Bouvard [145] descubrió que su curso observado se estaba desviando de las predicciones basadas en las leyes de Newton, las cuales tenían en cuenta las influencias gravitatorias del Sol y de los otros planetas. ¿Podrían estar equivocadas las leyes de Newton? ¿O había quizá otro planeta no identificado que afectaba a su movimiento? En 1843, actuando bajo esta hipótesis, el joven John Couch Adams, recién graduado en Cambridge, empezó a calcular cuál sería la órbita de semejante planeta. El problema se había considerado intratable, pero al cabo de unos tres años de trabajo, Adams dio con una respuesta aproximada. Cuando llevó los resultados al reverendo profesor John Challis, director del observatorio de Cambridge y guardián de su telescopio, fue despachado con el consejo de que debería enviar una solicitud al astrónomo real, sir George Airy. Sir George tampoco fue de mucha ayuda: dijo a Adams que se necesitarían cálculos más detallados antes de que estuviese preparado para iniciar la búsqueda de un planeta. Estos cálculos representaron otro año de trabajo para el exasperado Adams.

Mientras tanto, en la École Polytechnique de París, Urban Jean Joseph Le Verrier (1811-1877) se había propuesto el mismo proyecto y en junio de 1846 publicó sus predicciones de la posición y tamaño probable del misterioso planeta. También Le Verrier tuvo dificultades para animar a los observadores de estrellas de Francia, y por eso se dirigió personalmente al director del Observatorio de Berlín. La carta de Le Verrier llegó a Berlín el 23 de septiembre y, esa misma noche, un ayudante, Johann Gottfried Galle, empezó la búsqueda. Por una feliz circunstancia, el observatorio había encargado y acababa de recibir una carta celeste nueva y mucho mejor. Con su ayuda, Galle necesitó sólo unas horas para localizar el escurridizo cuerpo. Con excitación escribió a Le Verrier: «El planeta cuya posición indicaba usted, existe *realmente*. El mismo día que recibí su carta descubrí una estrella de octava magnitud que no estaba en la excelente Carta Horta XXI».

Cuando apareció la publicación de Le Verrier, Airy debió sentir cierto remordimiento y rápidamente pidió a Challis en Cambridge que iniciase una búsqueda. Pero el mapa de estrellas de Challis no era comparable a la Carta Horta XXI, y sólo después de que Galle anunciara su éxito comprendió que él también había visto ya el nuevo planeta. Adams, un hombre modesto y reservado, no le guardó rencor, y cuando él y Le Verrier se encontraron algún tiempo después en Cambridge, se hicieron amigos.

El descubrimiento de Neptuno, como fue designado por la Oficina de Longitudes Francesa (pese a la insistencia de Airy en llamarle Océano, basada en argumentos relacionados con la mitología griega, y la preferencia de Galle por Jano) causó sensación. En primer lugar era una reivindicación triunfal del poder de las leyes de Newton y la corrección del modelo de Kepler del sistema planetario. Pero más específicamente, la espectacular reivindicación de la predicción teórica caló en la mente del público y sobre todo en la de los políticos, quienes se concienciaron por primera vez del valor de la investigación científica. Se ha dicho que este suceso marcó el comienzo del interés gubernamental por la ciencia.

Sir John Herschel [156], hijo de William, escribió una exposición divulgativa del descubrimiento en el periódico *The Athenaeum*, mencionando de forma halagadora el trabajo de Adams, lo cual generó una



leplorable efusión de pasión chauvinista en la prensa. Los cálculos de Adams todavía no habían sido publicados y era fácil que en Francia se levantaran sospechas de plagio por parte del pérfido inglés. La prensa inglesa lanzó contra-acusaciones de distorsiones de la verdad y de robo por el francés de un descubrimiento británico. Le Verrier se quejó amargamente a Airy de que Herschel estaba tratando de robarle el crédito de lo que era en verdad una prodigiosa hazaña: los cálculos de Le Verrier eran más precisos que los de Adams y los había hecho en la mitad de tiempo. Airy replicó en tono conciliador:

Estimado señor: He recibido su escrito de 16 [de octubre de 1846]. y lamento mucho descubrir que una carta publicada por sir John Herschel le haya disgustado tanto. Estoy seguro de que sir John Herschel lo sentirá igualmente, pues es el hombre más amable y más escrupuloso que yo haya visto en la tarea de hacer justicia a todas las personas sin ofender a nadie...

Siguieron más recriminaciones e intercambio en el mismo tono, aunque nunca entre Adams y Le Verrier ya que ellos reconocían que su trabajo se había hecho de forma independiente. Ambos recibieron muchos honores; Adams sucedió a su debido tiempo a Airy como astrónomo real y Le Verrier siguió a Arago [166] como director del Observatorio de París. Su carácter brusco e irascible no le ganó las simpatías de todos sus colegas. Arthur Schuster (1851-1934), al final de su vida catedrático de Física de Manchester, tuvo ocasión de joven de visitar el observatorio. Al llegar a París fue a ver en primer lugar a Marie Alfred Cornu, una especialista en óptica quien, al oír que Schuster estaba proponiendo buscar consejo en Le Verrier, movió la cabeza con tristeza. «No sé», dijo a Schuster «si Le Verrier es el hombre más detestable de París, pero sí sé que es el más detestado». Al llegar al observatorio, Schuster fue advertido de que el *patron* acababa de asistir a un funeral y estaba de mal humor. «¿Quién es usted y qué quiere?», preguntó Le Verrier cuando Schuster fue llevado a su presencia. Schuster dio su nombre y expuso su asunto; es decir, solicitar ayuda para el diseño de un espejo. Le Verrier indicó que él ya había dado instrucciones a un miembro de su personal para que diese al visitante plena asistencia y le despachó. Cuando al final de su visita, Schuster fue

a despedirse, el director estaba interrogando a un ayudante aterrorizado por un cálculo fallido. Terminada la entrevista, Le Verrier se volvió a Schuster con una risa ahogada: sabía desde el principio cuál era el error del ayudante, pero quería ver si éste podía descubrirlo por sí mismo. Schuster fue llevado luego a dar un paseo por los jardines y siempre tuvo un caluroso recuerdo del brusco y buen humor de Le Verrier.

Hay muchas exposiciones del descubrimiento de Neptuno; véase, por ejemplo, *Astronomy* de Fred Hoyle (Macdonald, Londres, 1962); y (a pesar de su título) *A History of Astronomy from 1890 to the Present* de David Leverington (Springer, Londres, 1995).

## El caso de las orejas flácidas

Lewis Thomas fue un distinguido científico médico que llegó a ser director del Instituto para la

Investigación del Cáncer Sloan-Kettering de Nueva York, y que consiguió amplia fama por sus colecciones de lúcidos y elegantes ensayos sobre ciencia, medicina y temas afines. Una de sus primeras aventuras en investigación ocurrió en 1936 cuando era un ambicioso estudiante de medicina. Thomas estaba intrigado por algo llamado el fenómeno Shwartzman. El investigador epónimo había observado que cuando se inyectaba endotoxina bacteriana (una secreción tóxica más bien leve de ciertas bacterias) en la piel de un conejo, el único resultado era una ligera inflamación local; pero cuando se repetía el proceso, aunque sólo dentro de un intervalo temporal muy estrecho de 18-24 horas, se producían hemorragias y extensas lesiones en la piel. Si la segunda dosis de toxina se inyectaba en una vena no sucedía nada, pero cuando ambas inyecciones eran intravenosas, el resultado era catastrófico y culminaba con la destrucción de los riñones.

Algunos días después de leer un artículo sobre la reacción Shwartzman que mostraba una imagen de los riñones necrosados de

un conejo, Thomas estaba sentado tras la mesa de conferencias del despacho de su profesor durante un seminario semanal de patología.

He olvidado de qué se estaba hablando, pero recuerdo que me recosté en mi silla y me golpeé la cabeza contra una pesada jarra de cristal en la estantería de muestras de tejido que había detrás de mí la cual cayó al suelo. La recogí para volver a colocarla y vi que contenía un par de riñones humanos precisamente con la misma lesión que los de la fotografía. La etiqueta decía que los órganos eran de una mujer que había muerto de eclampsia (elevada presión sanguínea debida a toxemia durante el embarazo) y también con severa infección bacteriana.

Thomas decidió llegar al fondo de la extraña anomalía y él y sus colegas en cuatro universidades la estudiaron durante diez años. Nunca resolvieron todos los detalles, pero establecieron cómo se cortaba el suministro de sangre para provocar la muerte de los tejidos y demostraron que los glóbulos blancos eran los agentes principales de la catástrofe. Eliminando estos glóbulos de la circulación (hasta que se pudiera formar una nueva hornada un día después), o inhibiendo la coagulación de la sangre, Thomas y sus amigos podían curar a los conejos de la respuesta de Shwartzman. Pero en el curso de sus investigaciones tropezaron con otra manifestación interesante:

Se nos ocurrió que la liberación de un enzima proteolítico [uno que ataca y digiere las proteínas] por células de tejido dañado podría ser una vía de romper vasos pequeños, y conjeturamos que un enzima semejante podría ser más activo en el entorno ácido que sabíamos que existía en la piel preparada del conejo. Así, sin pensarlo mucho, inyectamos pequeñas cantidades de un enzima vegetal de este tipo, la papaína (del látex de papaya), en la piel del conejo, y en menos de una hora tuvimos un clara copia de la necrosis hemorrágica del fenómeno de Shwartzman local.

Pensamos que éste era sin duda el camino a seguir. El próximo paso era inyectar papaína de forma intravenosa para reproducir la reacción generalizada, necrosis renal y todo lo demás. Hicimos esto y nada sucedió. Los animales seguían en buena forma, activos y hambrientos, y sus riñones seguían inmaculados. Lo repetimos, utilizando dosis variadas de papaína, siempre con resultados negativos. Pero entonces ad-

vertimos que los conejos, pese a sus manifestaciones de buena salud, *se veían* diferentes y divertidos. Sus orejas, en lugar de estar tiesas en cada lado al estilo de los conejos, se ablandaban poco a poco y en pocas horas se caían hasta que quedaban colgando como las orejas de los spaniel. Un día después, estaban arriba otra vez.

Me da vergüenza decir cuánto tiempo nos llevó descubrir lo que había sucedido. Observé

por primera vez el efecto de la papaína en 1947 y examiné secciones microscópicas de las orejas afectadas sin encontrar nada extraño en las células, tejido fibroso, cartílago u otras estructuras de la oreja, y entonces lo dejé. Muy frecuentemente volvía a ello, a veces para mostrar el extraordinario cambio a amigos y colegas, pero nunca di con una explicación. Sólo seis años más tarde caí en la cuenta de que puesto que las orejas de un conejo se mantienen rígidas por el cartílago, sencillamente algo tenía que ir mal con las placas cartilagosas en esas orejas. Empecé de nuevo comparando la cantidad de matriz cartilaginosa —la materia sólida entre las células de cartílago— en las orejas de conejos tratados con papaína y conejos normales y descubrí la dificultad inmediatamente: aunque las células de cartílago parecían perfectamente sanas, casi toda la matriz que la soportaba había desaparecido con la papaína. Además, los mismos cambios ocurrían en todo el tejido cartilaginoso, incluida la tráquea, los tubos bronquiales e incluso los discos intervertebrales. Dicho sea entre paréntesis, varios años después de mi informe publicado sobre este asunto, algunos cirujanos ortopédicos introdujeron el uso de la papaína como un método de deshacerse de discos intervertebrales rotos sin necesidad de cirugía.

Thomas reconoce que no había otras consecuencias clínicas de su observación, pero recuerda haber sido entrevistado por dos sociólogos, quienes, al descubrir que otro investigador había dado con el fenómeno pero no había publicado sobre ello ni lo había seguido, quisieron saber por qué Thomas (y no el otro) sí lo había hecho. Ellos escribieron más tarde un artículo erudito sobre los resultados de sus investigaciones, pero Thomas, aunque hizo lo que pudo por justificar su afición durante tanto tiempo por algo tan frívolo en esencia, confesó al final que no había motivo mayor que el hecho de que a él le divertía.

La historia procede de Lewis Thomas, *The Youngest Science: Notes of a Medicine Watcher* (Oxford University Press, Oxford, 1985).

161—

## El filósofo bondadoso

Albert Einstein (1879-1955) fue uno de los primeros científicos judíos en dejar Alemania. Había sido blanco de insultos desmedidos por parte de los campeones de lo que se conocía como la *Deutsche Physik*, en especial dos premios Nobel, ambos simpatizantes de Hitler, que mantenían que la pureza de la ciencia alemana había sido contaminada por influencias extranjeras; es decir, judías. Ellos aborrecían especialmente los nuevos desarrollos contraintuitivos en física teórica, relatividad y mecánica cuántica. Los arios que aceptaban estos conceptos eran denunciados como «judíos blancos». (El primero entre éstos era Werner Heisenberg [180], quien propuso, entre otros nuevos conceptos revolucionarios, el Principio de Incertidumbre, anatema para los tradicionalistas.) Un amigo judío de Einstein, el ministro de Asuntos Exteriores, Walter Rathenau, fue asesinado por matones fascistas y el propio Einstein había sido amenazado con sufrir el mismo destino. Ahora pensaba que ya había soportado bastante y dejó su país para no

regresar nunca más.

En el curso de sus peregrinaciones, antes de establecerse finalmente en Princeton, Einstein pasó un breve período en Oxford. Eran tiempos turbulentos e inquietos, pero Einstein siempre podía encontrar tranquilidad en sus pensamientos. En una ocasión, en Estados Unidos, un joven físico pidió una audiencia y Einstein, como siempre hacía, accedió. Concertaron encontrarse en una esquina concreta de Nueva York, pero el joven estuvo retenido por el tráfico y llegó una hora

tarde. Estaba avergonzado y ofreció excusas. Einstein sonrió; no importaba, dijo, él podía trabajar en plena calle, con un tráfico intenso, igual que en cualquier otro lugar. A continuación se describe un encuentro con Gilbert Murray, el erudito clásico, en el Christ Church College de Oxford que era donde Einstein se alojaba:

Al entrar un día en Tom Quad, Murray vio a Einstein sentado con una expresión de ausencia en su rostro. Tras esa mirada ausente había evi-

dentemente algún pensamiento feliz pues en ese momento el semblante del exiliado era sereno y sonriente. «Doctor Einstein, dígame en qué está pensando», dijo Murray. «Estoy pensando», respondió Einstein, «en que, después de todo, ésta es una estrella muy pequeña».

El colega de Murray, Arnold Toynbee, que dejó esta historia a la posteridad en sus memorias, interpreta que lo que Einstein quería decir era esto:

Todos los huevos del universo no estaban en esta cesta que estaba ahora infestada de nazis; y, para un cosmólogo [sic], la idea era convincentemente consoladora.

Evidentemente, Einstein también encontró solaz en lo que su Teoría de la Relatividad General le decía sobre la naturaleza de la eternidad. «Para un físico convencido», escribió hacia el final de su vida, «la distinción entre pasado, presente y futuro es tan sólo una ilusión».

Einstein era amable y modesto y tenía un agudo sentido del humor. Su afición en sus últimos años a las frases ambiguas, que podían generar desconcierto entre sus admiradores, está bien captada en el siguiente recuerdo del periodista científico J. G. Crowther. El año era 1948.

[Oswald Veblen [el matemático y director del Instituto de Estudio Avanzado en Princeton] 164] me llevó por el campus de Princeton a Fine Hall. Por el camino comentó de repente: «Ahí está Einstein, debe usted conocerle». Corrimos hacia a él, y Veblen me presentó como «el corresponsal científico del *Manchester Guardian*». Einstein se inclinó y dijo: «El *Manchester Guardian* es el mejor periódico del mundo». Eso es todo lo que dijo, y luego echó a andar. Una vez que yo había regresado a Londres, me llamó uno de los incondicionales del *Manchester Guardian* desde su oficina de Londres inquiriéndome sobre si había oído rumores sobre Einstein. «¿Qué rumores?», pregunté. «Bien, corre el rumor en Fleet Street de que se ha vuelto loco». «Si es así», dije, «es una desgracia para el *Manchester Guardian*». «¿Qué quiere decir?», preguntó mi interlocutor. «Le conocí hace poco y me dijo: "el *Manchester Guardian* es el mejor periódico del mundo"». «Oh», dijo so-

lemnemente el hombre del *Manchester Guardian*, «es evidente que nuestra información es incorrecta».

Los dos primeros extractos son de *Acquaintances*, de Arnold Toynbee (Oxford University Press, Oxford, 1967); el recuerdo de J. G. Crowther está en su libro *Fifty Years with Science* (Barrie and Jenkins, Londres, 1970).

Desde hace dos décadas circula una anécdota, renovada y adornada cada vez que hay una reunión de biólogos, cuyos protagonistas varían de una ocasión a otra aunque, al parecer, sólo apareció en prensa una vez:

Un trabajador escribió a otro laboratorio preguntando por un X-fago que había sido descrito allí mismo recientemente. En respuesta recibió una carta denegando el fago y en la que se dejaba bien claro que el trabajador que hacía la petición no era un miembro adecuado del club. Pese a esta obvia carencia de cualificación para recibir el regalo, el bellaco peticionario tuvo el descaro de darse cuenta de que tales fagos «se difunden» por los laboratorios, y consiguió de la manera más elegante cultivar el X-fago incubando la propia carta de rechazo. El final de la historia queda en la oscuridad, pero uno espera que *el* director del laboratorio haya añadido ahora la fumigación de todas las cartas salientes a sus otras obligaciones censoras.

El X-fago mencionado es un bacteriófago contenedor de ADN [55], que ha tenido amplio uso en ingeniería genética. La historia, que ha alcanzado el estatus de una leyenda urbana, debe probablemente su perenne atractivo al hecho de que este campo de estudio estaba dominado por un pequeño y brillante círculo cerrado de iniciados que desarrollaron buena parte de la genética molecular desde el principio. Tiene su génesis en una travesura de Sydney Brenner, un líder de di-

cho grupo y miembro del famoso Laboratorio de Biología Molecular, todavía uno de los intelectos dominantes de la biología molecular.\* Brenner lo ha divulgado todo en un artículo.

El bacteriófago en cuestión se denominaba f2 (y, a diferencia del lambda, era de un tipo contenedor de ARN, y no de ADN), y había sido descubierto en las aguas residuales de Nueva York por un genetista, Norton Zinder. Al tener noticia de ello, Brenner pensó en pedir una muestra, pero se contuvo pensando que Zinder no le creería si contaba la verdad: que Brenner lo quería para investigar sobre «factores sexuales» bacterianos (elementos genéticos encontrados en algunas bacterias, que pueden transferirse a una bacteria receptora). Zinder supondría que en donde realmente quería inmiscuirse Brenner era en el tema de su interés: la replicación del ARN, el material genético del fago. También había otros interesados en el bacteriófago f2, y fue entonces cuando Brenner lanzó el bulo acerca de un cultivo con una carta de Zinder, insinuando que él ya lo había hecho. En realidad, Brenner había ideado el experimento mental inverso consistente en sazonar las cartas, ya fueran para rivales o para pesados que hacían peticiones cargantes, con otro bacteriófago llamado T1: éste es un invasor viril y duro, que soporta incluso el secado, de modo que si se infiltraba en un laboratorio se asentaría en todos los cultivos y cualquier investigación que implicase bacteriófagos se detendría de forma abrupta y catastrófica.

En cualquier caso, Brenner no hizo ningún cultivo de ninguna carta sino que decidió que podría encontrar sus propios bacteriófagos ARN en el alcantarillado local. Su ilustre amigo Francois Jacob, añade, encontró sus bacteriófagos en farmacias parisinas, donde los preparados derivados de las aguas residuales se vendían como remedios para trastornos gastrointestinales. Ahora que tantos materiales farmacéuticos se producen en bacterias modificadas genéticamente, las compañías de biotecnología son naturalmente muy cuidadosas en esterilizar los vertidos de los laboratorios; de hecho, Brenner recuerda haber examinado una muestra que le enviaron de interferón, una proteína comercialmente valiosa, preparada en bacterias modificadas con

\* Sydney Brenner recibió el premio Nobel de Medicina en el año 2002. (*N. del t.*)

ingeniería genética. Él quería ver si en el cultivo quedaban algunas bacterias vivas pero desgraciadamente no había ninguna.

El primer pasaje, que no identifica a los supuestos protagonistas, es de un artículo de A. C. Fabergé, «Open information and secrecy in research», en *Perspectives in Biology and Medicine*, 25, 263 (1982). Para el artículo de Sydney Brenner, véase «Bacteriophage tales», *Current Biology*, 7, 8736 (1997).

## 163

### «Donde están las hormonas, allí me quejo»\*

Casimir Funk (1884-1967), el bioquímico polaco, es ahora recordado (si lo es) por darnos la palabra vitamina, pero se merece algo mejor de la historia. Funk empezó su carrera en Varsovia y luego emigró a Francia donde trabajó en una empresa farmacéutica. Más tarde fundó su propio laboratorio con apoyo de la industria en el extrarradio de París, la Casa Biochemica, y allí, de 1928 a 1939, orientó su atención hacia las hormonas. Aisló un preparado de hormona masculina de las gónadas de gallos, y al poco tiempo informó que había encontrado trazas de hormonas sexuales en la sangre de los animales. También buscó y encontró hormonas en la sangre y la orina de mujeres embarazadas y fue capaz de distinguir químicamente entre hormonas masculinas y femeninas. Cuando expuso estos descubrimientos en conferencias en Estados Unidos se enfrentó a un considerable escepticismo.

Siendo un hombre de recursos, Funk provocó un incidente diplomático menor durante la invasión de Abisinia (Etiopía) por parte de Italia en 1936. Leyó en un periódico que los combatientes irregulares etíopes tenían la costumbre de castrar a sus prisioneros italianos: aquí, entonces, estaba la fuente ideal del material que necesitaba, e intentó

\* En el inglés original «Where the hormones there moan I», juego de palabras intraducible. (*N. del t.*)

negociar con el régimen etíope un envío de testículos seccionados. Ello llegó a oídos del gobierno italiano y el plan de Funk fue interpretado como un insulto a la bandera. Además, los miembros de las tribus etíopes tenían evidentemente otros usos para el material, pues parece que Funk nunca recibió ninguno de los preciosos despojos.

Cuando se acercaba la segunda guerra mundial, Funk se marchó a Estados Unidos y allí continuó su trabajo sobre las hormonas sexuales —preparando cantidades de miligramos a partir de cientos de litros de orina— y otros compuestos biológicos hasta su muerte.

La vida y carrera de Casimir (Kazimierz) Funk se describen en *Casimir Funk und der Vitaminbegriff*, de Bernhard Schulz (tesis, Universidad de Düsseldorf, 1997), pero se omiten sus escaramuzas con el gobierno italiano.

## El hombre desagradable

Uno de los villanos de la ciencia del siglo xx vivió y prosperó en Alemania aunque nació en 1877 en Suiza. Su nombre era Emil Abderhalden y fue un estudiante de Emil Fischer, el gran químico orgánico. Fischer estaba por entonces interesado en la estructura de las proteínas y había desarrollado métodos de sintetizar péptido; es decir, aminoácidos empalmados en una cadena del tipo que se encuentra en las proteínas naturales; pero mientras que las proteínas consisten en cadenas de centenares, incluso millares de aminoácidos (aunque de sólo veinte tipos) en un orden definido, la química de la época sólo podía reunir unos pocos. Cuando Abderhalden consiguió independencia como profesor en una escuela de veterinaria en Halle, continuó la misma línea de trabajo y sus ayudantes sintetizaron péptidos en gran número. Para hacer algo útil con estos materiales Abderhalden se orientó al estudio de los enzimas proteolíticos, los enzimas digestivos que descomponen las proteínas en pequeños fragmentos.

En 1909, Abderhalden anunció su descubrimiento más egregia-

mente falso: afirmaba que cuando en el cuerpo entran sustancias extrañas se generan nuevos enzimas que destruyen las moléculas ajenas. Ya se había establecido que el cuerpo tiene realmente mecanismos de defensa en forma de anticuerpos, pero lo que entonces se sabía sobre el sistema inmunológico no guardaba ninguna relación con los enzimas «protectores» o «defensores» de Abderhalden, como él los llamaba. Rápidamente se amplió el alcance del descubrimiento y con el tiempo incidió en la medicina. En efecto, Abderhalden anunció ahora que las proteínas fetales entraban en el torrente sanguíneo de las mujeres embarazadas, induciendo la formación de enzimas defensores. Aquí había entonces un test inicial para el embarazo. Los procedimientos de Abderhalden fueron asumidos por laboratorios clínicos y aparentemente confirmados, pero los enzimas eran un espejismo, como reconocían los bioquímicos más respetables que se habían interesado en el tema. Sus objeciones fueron respondidas con insultos por parte de Abderhalden, quien por entonces era una figura pública con una influencia poderosa y sistemáticamente maligna en el mundo académico alemán.

El avance de la ilusión fue imparable: los enzimas protectores eran inducidos por tumores y por otras afecciones médicas, incluyendo trastornos neurológicos, y se publicaron innumerables artículos sobre el tema procedentes de muchos centros clínicos. Y lo que es peor, el antropólogo nazi, el *Freiherr* Otmar von Verschuer y su discípulo favorito, Josef Mengele, de infame memoria, se embarcaron en un estudio de los enzimas defensores de diferentes razas, y cuando llegó el momento obtuvieron muestras del feudo de Mengele en Auschwitz. Sólo en 1947, en una conferencia en Alemania dedicada al tema de los enzimas defensores, se decidió que en el mejor de los casos su existencia estaba por demostrar. Abderhalden murió en 1950, pero el trabajo sobre sus enzimas continuó durante años en algunos rincones del sistema académico alemán siendo defendido por su hijo.

La personalidad de Abderhalden está recogida en la siguiente anécdota, narrada por el profesor John Edsall de la Universidad de Harvard. Cuando era joven, en los años veinte del siglo pasado, Edsall había permanecido algunos años en Cambridge en el laboratorio de sir Frederick Gowland Hopkins, uno de los bioquímicos destacados de la

época. Allí conoció a un joven bioquímico inglés, que recientemente había regresado de una estancia en Alemania, y que le contó su experiencia en el laboratorio de Abderhalden. Al llegar a Halle para comenzar un año de trabajo posdoctoral, él le habló al *herr professor* del proyecto de investigación que acababa de terminar en Cambridge. «Wann publizieren Sie, Herr Doktor?»,

preguntó Abderhalden obviamente intrigado. «Pronto», fue la respuesta, pues ya tenía el borrador de un manuscrito. El inglés partió entonces para unas vacaciones de escalada en las montañas del sur. Prevenido, había guardado sus papeles en el cajón de una mesa cerrado con un grueso candado. A su regreso encontró el candado forzado y su manuscrito había desaparecido. Investigando el asunto descubrió que su artículo ya estaba en prensa, sin cambios, excepto que el nombre de Abderhalden figuraba ahora a la cabeza de la lista de autores. Apenas cuenta como atenuante el hecho de que en muchos laboratorios en esa época, en Alemania y en otros lugares, existía la costumbre de añadir el nombre del catedrático a todas las publicaciones que salían de su departamento; pero esto difícilmente sería aplicable a un trabajo hecho en otro laboratorio y en otro país.

La carrera tristemente famosa de Abderhalden, y en particular la lamentable historia de sus enzimas imaginarios, está descrita por Ute Deichmann y Benno Müller-Hill en su artículo, «The fraud of Abderhalden's enzymes», *Nature*, 393, 109 (1998).

## 165

### El chisporroteo que hizo historia

En enero de 1891, sir William Preece, ingeniero jefe del Servicio Postal Británico, en una entrevista en un periódico opinaba: «Probablemente, con la telegrafía sin hilos hemos hecho el máximo que puede hacerse». Diez años más tarde, en Terranova, sobre un promontorio azotado por el viento, Guglielmo Marconi se acercó al oído el auricular de un teléfono y oyó el ruido crepitante de una señal lanzada al vacío en

Poldhu, Cornwall, a 2.900 kilómetros de distancia. Preece había asegurado —y muchos expertos coincidían con él— que «puentear el Atlántico» era una quimera, pues «la curvatura de la Tierra enviaría las ondas al espacio». Hay que decir que Preece parece haber ostentado un récord en lo que se refiere a predicciones. Cuando Alexander Graham Bell mostró su primer teléfono, Preece dio testimonio ante un comité de la Cámara de los Comunes. Su valoración fue: «Los norteamericanos necesitan este invento, pero nosotros no. Tenemos muchos chicos mensajeros». (Los norteamericanos, por el contrario, eran en general cautamente optimistas. «Un día», dijo el alcalde de Chicago después de presenciar una demostración del instrumento, «habrá uno en cada ciudad». Por otra parte, un senador a quien dijeron que Maine pronto podría hablar con Texas respondió: «¿Qué tendría que decirle Maine a Texas?».)

El joven Marconi (tenía veintisiete años y era totalmente autodidacta) cuya Compañía Telefónica Angloamericana era apenas solvente, se había instalado en un viejo hospital que daba al puerto de St. John. Su objetivo era detectar la señal transatlántica, pero para mantener el secreto había dejado entender que simplemente quería comunicarse con un barco, el *SS. Lucinda*: estaba poniendo a prueba un sistema para prevenir naufragios. Esto habría causado poca sorpresa, pues las señales ya se transmitían normalmente a distancias de cientos de kilómetros. El martes 12 de diciembre estaba soplando un fuerte temporal pero Marconi decidió seguir e izó su antena atada a una cometa a la altura de 130 metros. Había decidido utilizar un receptor telefónico como detector, basado en que el oído discriminaría mejor que cualquier aparato una señal de *clics* débiles sobre un ruido de fondo intenso. Marconi recordaba más tarde:



De repente, aproximadamente a las doce y media, sonaron tres pequeños y secos *clics* del «transmisor», demostrándome que algo estaba pasando, y escuché con atención.

Inequívocamente, los tres secos *clics* correspondientes a tres puntos (la letra S en código Morse) sonaron varias veces en mi oído; pero no me quedaba satisfecho sin corroboración.

Marconi pasó el auricular a su ayudante, George Kemp, quien confirmó lo que había oído.

Supe entonces que había estado absolutamente correcto en mis cálculos. Las ondas eléctricas que se estaban enviando desde Poldhu habían atravesado el Atlántico, ignorando serenamente la curvatura de la Tierra (refractadas de hecho por una capa atmosférica densa) que tantos escépticos habían considerado que sería un obstáculo fatal.

Cuando se anunció el resultado en la prensa local, las autoridades indignadas expulsaron inmediatamente a Marconi y su pequeño equipo pues afirmaban que la Compañía Telegráfica Angloamericana no tenía derecho a transmitir o recibir señales en su territorio. Además, el entusiasmo creado por el triunfo de Marconi fue menos que unánime. ¿Cómo podía estar seguro de que había oído clics y no perturbaciones atmosféricas? Preece y sir Oliver Lodge (el físico que había descubierto las ondas de radio independientemente de Hertz [94]) estaban entre los escépticos; y el grosero Thomas Alva Edison calificó el informe de «un fraude periodístico». Marconi prevaleció y con el tiempo fue nombrado *marchese* y se unió al Partido Fascista.

Véase *Marconi and the Discovery of Wireless*, de Leslie Ready (Faber, Londres, 1963), y *Marconi: A Biography*, de W. P. Jolly (Constable, Londres, 1962).

## 166

### Las peregrinaciones del físico

Si bien los revolucionarios franceses cortaron la cabeza de Antoine Lavoisier, declarando que la Revolución no necesitaba sabios [90], la República sostenía en cualquier caso la primacía de la razón y alentó el crecimiento de la ciencia y la tecnología. Uno de sus monumentos es el sistema métrico decimal, que triunfó en todas las esferas excepto en la del tiempo. El patrón de longitud establecido, el metro, iba a ser una diezmillonésima parte de la distancia entre el Polo Norte y el

Ecuador a lo largo del meridiano de París. En 1806 se encargó al Bureau des Longitudes la determinación de esta longitud con la máxima precisión posible. Ya se habían hecho algunas medidas preliminares basadas en la distancia de Dunkerque a Barcelona y una barra de metro provisional descansaba ya en París, pero se requería mayor precisión; las medidas iban a extenderse más al sur de Barcelona hasta las Islas Baleares, también cruzadas por el meridiano. Dominique François Jean Arago (1786-1853) y Jean-Baptiste Biot (1774-1862) fueron elegidos para la tarea; Arago tenía entonces veinte años y Biot era doce años mayor.

La distancia de las islas a Barcelona impedía la observación directa de fuegos. Por ello

Biot y Arago hicieron triangulaciones desde las cimas de montañas de la costa española hasta Denia; luego, desde allí a Ibiza y Formentera, cruzando el brazo de mar más estrecho — lo que seguía siendo una difícil tarea con observaciones visuales—; y luego finalmente hasta Mallorca. En Ibiza utilizaron la montaña Camp Vey y en Formentera el punto más alto de la isla, La Mola. A finales de 1807, Biot regresó a París con las observaciones de Ibiza y

Formentera y dejó solo a Arago para completar las lecturas finales de Mallorca. En Mallorca, Arago escogió S'Eslop, un pico de la costa noroeste, como punto de observación de Ibiza y Formentera. Había construido una cabaña en la cima y se estableció allí con sus instrumentos para la serie de medidas final. Pero los sucesos no siguieron de acuerdo con sus planes.

En junio de 1808 estalló la guerra entre Francia y España mientras Arago estaba en la cima de S'Eslop. Muy pronto los mallorquines sospecharon que las hogueras nocturnas eran señales y que Arago debía ser un espía francés y, por tanto, se envió a la montaña un destacamento de soldados para capturarlo. Arago se enteró y en sus memorias cuenta lo que sucedió a continuación: «Salimos para Palma y encontramos a las tropas que habían venido a buscarme. Nadie me reconoció porque yo hablaba mallorquín perfectamente. Exhorté al pelotón a continuar el camino, y nosotros seguimos nuestra ruta hacia la ciudad». (Arago hablaba mallorquín, un dialecto del catalán, pues había nacido en los Pirineos franceses, una región de Francia de habla catalana.) Pero su fuga fue sólo temporal. Finalmente terminó en el Castillo de Bellver, sobre Palma de Mallorca. Ahora atracción turística, era entonces una prisión.

Al final Arago consiguió persuadir a las autoridades de que no era un espía, y dejó las islas para ir a Argel. Desde allí tomó un barco que se dirigía a Marsella, pero su mala suerte continuó: el barco fue interceptado por piratas españoles y escoltado a Cataluña, donde de nuevo fue encarcelado. Una vez más, consiguió liberarse y zarpó de nuevo para Marsella. Esta vez no fueron los piratas sino el mal tiempo el que intervino —ahora era diciembre de 1808—. El barco fue obligado por una tormenta a atracar en un pequeño puerto en Argelia y fue incapaz de hacer la travesía a Marsella en invierno, de modo que Arago se dirigió por tierra a Argel. Aquí fue capturado otra vez, ahora como rehén de los argelinos hasta que los franceses pagaran por las mercancías enviadas a Francia.

Esto se resolvió en julio de 1809, y tras un año largo de odisea, Arago regresó finalmente a Francia para presentar sus informes científicos recibiendo una triunfal recepción en París. Los trabajos de Arago y Biot confirmaron la precisión de las medidas originales; al final, el prototipo del metro difería de la definición del meridiano original en sólo un 0,02 por 100.

El meridiano de Arago y Biot está señalado en París por una serie de placas en el pavimento. Tanto Arago como Biot siguieron carreras distinguidas en física (véase también [145]). El nombre de Biot se conmemora en la Ley de Biot y la Ley de Biot-Savart, que describen la interacción magnética. Fue Biot el invitado a examinar la veracidad del famoso experimento de Pasteur sobre la separación de isómeros ópticos [129]. También Arago fue responsable de muchos avances en óptica física, estando entre sus innovaciones el prisma de Arago y el disco de Arago. Dejó su marca en política como ministro de la República. Fue amigo de Jules Verne, quien utilizó sus aventuras en las islas Baleares para una de sus novelas.

En Formentera se recuerda mejor esta ficción que la historia real, pues en La Mola se alza un monumento que no está dedicado a Arago y Biot sino a Verne, quien probablemente nunca visitó las islas.

Una notable biografía de Arago sigue sin traducir: *Arago: La Jeunesse de la Science*, de Maurice Daumas, 2.<sup>a</sup> ed. (Belin, París, 1987, publicada por primera vez en 1947); el pasaje antes reproducido procede de un excelente y entretenido artículo de Julyan Cartwright en *Nature*, **412**, 683 (2001).

De todos los medicamentos descubiertos en los cincuenta últimos años aproximadamente, el litio ha sido probablemente el que ha sido más beneficioso. El cloruro de litio, muy similar al cloruro sódico, la sal común, es tomado en grandes cantidades por los que sufren depresión clínica y estados afines. Es barato, carece esencialmente de efectos secundarios a largo plazo y ha hecho la vida tolerable para muchas personas desesperadas. Ninguna ruta lógica hubiera permitido adivinar su eficacia y nació de una extraña serie de razonamientos incorrectos.

El doctor John Cade era psiquiatra en un pequeño centro neurológico de Australia. Concibió la idea de que la enfermedad maníaca está causada por una toxina endógena. Si así fuera, cabría esperar razonablemente que, como muchas toxinas conocidas, sería eliminada continuamente del cuerpo y se manifestaría en la orina. No era una conjetura irrazonable, especialmente dado que había informes (aunque más tarde desautorizados) de un componente característico en la orina de los esquizofrénicos. Cade decidió poner a prueba una toxina excretada inyectando la orina de sus pacientes en conejillos de indias. Los animales enfermaron, pero también lo hicieron cuando se les inyectó la orina de control normal. Cade no se lamentó, sino que dio el curioso paso de ensayar urea pura, el principal producto final metabólico que constituye el grueso de la materia disuelta en la orina. Los conejillos de indias reaccionaron aún peor; de hecho morían cuando se les inyectaban concentraciones muy altas de urea, presumiblemente por fallo renal. En cualquier caso resultó, lo que no era muy sorprendente, que la concentración de urea no era más alta en la orina de los pacientes que en la de los sujetos normales.

En este momento la lógica desaparece, pues Cade decidió a continuación someter a los conejillos de indias a un tratamiento con ácido úrico. Esta sustancia está relacionada químicamente con la urea y es el producto de la secreción de algunos animales, especialmente aves. El inconveniente es que el ácido úrico es insoluble, mientras que, como

descubrió Cade en una visita a la biblioteca, su sal de litio sí se disuelve en agua. Así que inmediatamente pensó en inyectar la sal de litio [65], que se mostró inocua, mitigando incluso los efectos tóxicos de la urea y ejerciendo un «efecto calmante» en los conejillos de indias justificadamente agitados. Ahora, el doctor Cade bajó a la tierra: se preguntó si los efectos beneficiosos podrían incluso deberse al litio y no al ácido úrico. Buscó una botella de carbonato de litio que también tranquilizó a los roedores. Animado por ello, el doctor Cade ensayó el carbonato de litio en un paciente. Los resultados fueron milagrosos y el paciente seriamente trastornado regresó a algo parecido a un estado mental normal. Éste, por supuesto, no era un ensayo clínico, para el que quizá no se hubieran encontrado los medios; no obstante, se escribió un artículo que fue publicado en 1949 en una revista insignificante y que inmediatamente desapareció de la vista, para ser redescubierto cinco años más tarde en el curso de una búsqueda bibliográfica por un investigador danés, Mognes Schou. Schou pensó que valía la pena seguir el informe, con la consecuencia de que el litio es ahora celebrado como un triunfo de la ciencia clínica. Pero los pacientes con la enfermedad maníaca no tienen toxina en su urea y los conejillos de indias del doctor Cade se volvieron menos activos sólo porque el carbonato de litio les calmó.

Véase Alexander Kohn, *Fortune of Failure: Missed Opportunities and Chance Discoveries in Science* (Blackwell, Oxford, 1989).

Gabrielle-Émilie le Tonnelier de Breteuil, marquesa de Châtelet, nacida en 1706, fue la primera persona en traducir al francés la obra publicada de Isaac Newton [15]. Su traducción, con explicaciones, de la obra más importante de Newton, los *Principia*, sentó su reputación como mujer sabia. Irrumpió como una bomba en la escena intelectual

francesa y, muy pronto, la explicación de Newton del movimiento planetario gobernado por la atracción gravitatoria había suplantado a la teoría de los «vórtices elementales» de Descartes y había cambiado la dirección del pensamiento matemático en Francia.

*Madame* de Châtelet se había hecho amiga y cautivado a Voltaire, entonces en la cima de su fama, el cual se instaló en el Château de Cirey, propiedad del marido de la marquesa. Cobró fama pública cuando, en 1736, ella y Voltaire participaron en un concurso convocado por la Academia de Ciencias. Ella escribió una *Dissertation sur la nature et la propagation du feu*, y con Voltaire montaron un laboratorio en Cirey para llevar a cabo este estudio y quemaron y pesaron diversos materiales, incluyendo metales, madera y otros vegetales. Los resultados no eran ni mucho menos concluyentes, pues algunas sustancias perdían y otras ganaban peso, de modo que poco podía decirse del «peso del fuego»; pero la contribución de *madame* de Châtelet debió juzgarse meritoria porque, aunque no ganó el premio (que fue compartido por Leonhard Euler [154] y dos mortales menores), la Academia hizo una mención favorable de su contribución en su informe: «La presentación número 6», afirmaba, «es de una dama de alto rango, *madame* la marquesa de Châtelet». Este anuncio fue suficiente para situarla como una figura pública, y siguió conquistando nuevas cimas. Se decía de ella que «lee a Virgilio, Pope y álgebra como otros leen novelas». Su facilidad matemática era claramente excepcional. Se susurraba con admiración que podía «multiplicar mentalmente números de nueve cifras» y nada menos que Ampère [17] la calificó de genio en geometría. Cirey se convirtió en un lugar de peregrinaje para muchos destacados estudiosos europeos y sus habituales fueron bautizados como «los *Émiliens*». Además de su traducción con explicaciones de los *Principia*, *madame* de Châtelet publicó una obra influyente titulada *Institutions de Physique*, una disertación sobre el espacio, el movimiento y la energía.

*Madame* de Châtelet no fue, por supuesto, elegida como miembro de la Academia, que siguió siendo durante más de otro siglo un coto masculino [9], pero recibió muchas alabanzas. Federico el Grande de Prusia, el «patrón» de Voltaire, la llamó Venus-Newton, y se escribieron muchos versos en su honor. Quedó embarazada a los cuarenta y

dos años de edad y murió, como había temido, de fiebre puerperal. Durante su vida, y especialmente tras su muerte, fue blanco de la malicia de las altaneras *salonnières*, *madame* de Deffand y *madame* de Staél, quienes dejaron caer rencorosas maledicencias sobre su carácter. Un escandalizado Voltaire, que ya había compuesto un conmovedor epitafio de su amiga (*L'Univers a perdu la sublime Émilie...*), respondió con su *Epístola sobre la calumnia*, que Tobias Smollet tradujo al inglés en verso; concluye:

Nunca hiciste alarde de virtud,  
No has hecho la corte a los hipócritas, Por eso, cuidate de la  
calumnia,

Enemiga de los virtuosos y los justos.\*

*Madame* de Châtelet no fue la única sabia notable del siglo XVIII y como matemática fue superada por su contemporánea italiana Maria Gaetana Agnesi, nacida en Milán en 1718. Niña prodigio, a la edad de nueve años dominaba varias lenguas. Su *magnum opus* fue el tratado en dos volúmenes sobre el cálculo infinitesimal, *Le Instituzione Analitiche*. Se decía que con frecuencia,

tras sopesar un difícil problema, se levantaba por la noche en estado sonámbulo, iba a su estudio, escribía la solución y volvía a la cama; al día siguiente no recordaba nada de su excursión nocturna. Se necesitaron cincuenta años para que la obra de Maria Agnesi llegase traducida a Inglaterra después de ser elogiada por John Colton, el ocupante de la Cátedra Lucasiana de Matemáticas (en un tiempo ocupada por el propio Newton) en Cambridge. Recibió el homenaje de muchos estudiosos destacados y se le dieron numerosos honores, incluyendo una invitación del pontífice de la época para la Cátedra de Matemáticas en la Universidad de Bolonia, la más ilustre de Italia (pero ella no quería dejar Milán y la declinó). La Academia Francesa estaba tan impresionada por su trabajo que delegó en un miembro de su comité para escribirle una exagerada carta de estima. Concluía asegurando que ella debería haber sido elegida

\* You ne'er virtue made parade, / To Hypocrites no court you've paid, / Therefore, of Calumny beware, / Foe to the virtuous end the fair.

académica pero que, lamentablemente, las mujeres estaban excluidas de esta distinción. Para asombro y consternación general, Maria Agnesi renunció a su vocación matemática y científica cuando aún no había cumplido treinta años y se dedicó a las buenas acciones entre los pobres. Murió en Milán a los ochenta y un años de edad.

Las matemáticas parece haber ejercido siempre una atracción especial para mujeres intelectualmente dotadas, quizá porque podía practicarse sin acudir al mundo competitivo y, al menos en el pasado, excluyente de la ciencia experimental. Emmy Noether y la formidable Mary Cartwright fueron ejemplos sobresalientes en el siglo xx. (El inseguro y amante del cricket, G. H. Hardy [10] pedía que no se le sentara cerca de Mary Cartwright en los banquetes de la Sociedad Matemática de Cambridge porque «su bola rápida», se quejaba, «es devastadora».)

La primera mujer matemática en alcanzar distinción fue probablemente la famosa Hipatia, nacida en Alejandría, aproximadamente el 370 d.C. y asesinada allí en el 415. Era la hija de un matemático, Teón de Alejandría, al que se supone que ayudó en su trabajo en su juventud. Llegó a ser directora de la escuela de filosofía de su ciudad natal, y su enseñanza en matemáticas, ciencia y filosofía atraía a intelectuales foráneos. Uno de sus pupilos, Sinesio, obispo de Ptolemais, le escribía cartas, algunas de las cuales se han conservado, pidiéndole consejo sobre temas tales como la construcción de instrumentos científicos. Las opiniones tolerantes de Hipatia le ganaron las antipatías de los elementos más píos de la ciudadanía alejandrina y finalmente fue atacada por una turba cristiana que le dio muerte. (Los cristianos de entonces se distinguieron también por destruir la Biblioteca de Serapio que, probablemente, guardaba la mayor parte de la obra escrita de Hipatia y de la que nada ha quedado.)

Para una breve vida de *madame* de Châtelet, véase Esther Ehrman, *Mme. du Châtelet: Scientist, Philosopher and Feminist of the Enlightenment* (Ber, Leamington Spa, 1986); para más detalles de su vida y la de Maria Gaetana Agnesi, véase H. J. Mozans, *Women in Science* (Appleton, Nueva York, 1913, reimpreso por MIT Press, Cambridge, Mass., 1974). Véase también el artículo de G. J. Tee, «Pioneering women in mathematics», *The Mathematical Intelligencer*, 5, 27 (1983).

## El patrón oro

El origen del magnetismo terrestre fue una fuente de intensos debates desde el siglo xvi en adelante. Durante la segunda guerra mundial, dos distinguidos físicos británicos, Edward Bullard

y Patrick Blackett, estaban comprometidos en un proyecto para combatir el peligro que suponían las minas magnéticas para los barcos aliados. Mientras trabajaban en ello, empezaron a discutir sobre el magnetismo terrestre. Al final de la guerra, ambos regresaron a Cambridge y siguieron considerando el problema.

Blackett era muy admirado como teórico y como experimentador ingenioso y, más tarde, en 1948, ganó un premio Nobel. Tenía una formación inusual: nacido en una familia de navegantes, ingresó en la Royal Navy como cadete a la edad de trece años y sirvió en muchos de los compromisos de la primera guerra mundial. Cuando volvió la paz, fue elegido miembro de un pequeño grupo de jóvenes oficiales de carrera enviados a Cambridge para un curso de seis meses. Para entonces, Blackett ya había demostrado una excepcional facilidad técnica y había ideado una ayuda para la artillería utilizada en la Royal Navy. En Cambridge fue a visitar el Laboratorio Cavendish por la curiosidad de ver cómo era un laboratorio de física. Seducido al instante, dimitió de su comisión y se matriculó en la Universidad como licenciado maduro. Allí desarrolló su ideología política; su simpatía por la Unión Soviética iba a mantenerle fuera del programa de bomba nuclear británico tras la segunda guerra mundial, aunque había participado en el Proyecto Manhattan en Estados Unidos. Al final de su vida se sentaba en los escaños laboristas en la Cámara de los Lores como lord Blackett de Chelsea; murió en 1974.

La idea de Blackett, nacida de sus conversaciones con Bullard, era que el magnetismo de la Tierra era el resultado de la rotación y que, de hecho, cualquier cuerpo masivo rotante generaría un campo magnético. Un aspecto atractivo de esta hipótesis era su posible relación con la idea de Einstein de un nexo entre gravedad y electromagnetismo.

Blackett se propuso detectar tal efecto generado por un cuerpo no magnético en rotación. Esto requería la medida de intensidades de campo magnético muy por debajo de las que podían detectarse con las técnicas existentes. En consecuencia, Blackett ideó y construyó un magnetómetro de sensibilidad inigualable. El ambiente de un laboratorio universitario era inapropiado debido a la presencia de fuentes de magnetismo de fondo, así que Blackett instaló un cobertizo construido en madera, sujeto con clavos de cobre, en un campo de Jodrell Bank, en Cheshire, donde su amigo, Bernard Lowell, había situado su radiotelescopio. En la cabaña erigió un bloque de cemento, que descansaba sobre un cojín de goma blanda, con una cavidad en el centro, donde colgó su cuerpo rotante. Gracias a sus relaciones durante la guerra, pues su país había reconocido sus servicios, se las arregló para que el Banco de Inglaterra le prestase el oro suficiente para fundirlo en un cilindro de 10 centímetros de diámetro que pesaba más de 15 kilogramos.

Blackett hizo sus medidas pero el cilindro rotante no generaba ningún campo magnético perceptible. La teoría, había que admitirlo, era errónea. Pero el logro técnico fue prodigioso y proporcionó un medio para medir el contenido magnético de los minerales. Esto, a su vez, inauguró un nuevo capítulo en la geofísica, pues las medidas de la intensidad y dirección del magnetismo residual en rocas condujeron a nuevas ideas sobre los movimientos de la corteza de la tierra a lo largo de los tiempos. La plasticidad de la corteza fue propuesta en el siglo XIX por George Darwin, hijo de Charles, quien por ello entró en conflicto con el gran pope de la física victoriana, William Thomson, lord Kelvin [10]. El padre de Darwin le incitó: «Hurra por las entrañas de la tierra», escribió a George, «y su viscosidad y por la luna y por los cuerpos celestes y por mi hijo George». Hubiera estado encantado por todo lo que surgió del experimento de Blackett en la cabaña en Jodrell Bank.

Véase P. M. S. *Blackett: A Biographical Memoir*, de sir Bernard Lowell (Royal Society, Londres,

1976); también, *The Dark Side of the Earth*, de Robert Muir Wood (Allen and Unwin, Londres, 1985).

170

## Margen de error

Pyotr (o Peter) Leonidovich Kapitsa (o Kapitza) era un físico ruso que pasó sus años de formación en el Laboratorio Cavendish de Cambridge durante el «reinado» de Rutherford [16]. Kapitza llegó a Cambridge siendo joven, recién terminados sus estudios en Moscú, y buscaba una entrevista con Rutherford pues se había empeñado en trabajar con el gran hombre.

Rutherford se negó a considerar a Kapitsa porque el laboratorio ya estaba seriamente abarrotado. Impetuosamente, el joven le preguntó: «¿Cuántos estudiantes de investigación tiene?». «Unos treinta», fue la respuesta. «¿Cuál es la precisión acostumbrada de sus experimentos?» fue la siguiente pregunta, a lo que Rutherford respondió: «Alrededor del 2 o 3 por 100». «Bueno», sonrió Kapitsa, «entonces un estudiante más pasaría desapercibido dentro de esa precisión».

Rutherford, así dice la historia, no pudo resistir una apelación tan ingeniosa y Kapitsa pronto se convirtió en su protegido favorito. Aunque Kapitsa tenía una fuerte vena del tradicional autoritarismo ruso que ejerció sobre los que más adelante trabajaron con él, adoraba a Rutherford. Como miembro permanente del Cavendish hizo un trabajo notable en la física de bajas temperaturas. En 1934, en su visita anual a su familia en Rusia, fue detenido por orden de Stalin. Los llamamientos al gobierno soviético por parte de colegas y políticos de Occidente fueron en vano. Kapitsa fue instalado en un laboratorio en Moscú e informado de que su deber era para con la Unión Soviética y no con Inglaterra o la comunidad internacional. Rutherford se dio finalmente por vencido y tuvo que enviar el equipo de Kapitsa a Moscú.

Kapitsa se distinguió por defender resueltamente a científicos rusos víctimas del régimen de Stalin y probablemente salvó a muchos de ellos de la muerte o del Gulag. Evidentemente, Stalin tenía debilidad por este hombre valiente y resuelto, y le mantuvo a salvo de las garras del mefistofélico jefe de la NKVD, Beria, que había pedido su cabeza. De todas formas, Kapitsa sufrió varios años de arresto domicilia-

rio, haciendo ciencia lo mejor que podía en un laboratorio que él mismo construyó en un cobertizo y con su hijo como ayudante. Sólo cuando ya era viejo se le permitió salir del país para recibir un tardío premio Nobel (en 1978) y hacer una visita sentimental a Cambridge.

La historia del primer encuentro de Kapitsa ha sido contada a menudo. La versión que aquí se da está tomada de Lawrence Badash, *Kapitsa, Rutherford and the Kremlin* (Yale University Press, New Haven y Londres, 1985).

171

## Pompa y circunstancia

Samuel Pierpont Langley (1831-1906) fue un físico norteamericano de alta reputación, aunque no tan elevada como él creía. Fue catedrático de Física en Pittsburgh y director del Observatorio

Allegheny. Langley era pomposo y engreído y tenía una fe inquebrantable en su infalibilidad. Éste es un recuerdo de sir Arthur Schuster [159], catedrático de Física en la Universidad de Manchester, quien hizo muchas contribuciones importantes especialmente en el campo de la espectroscopia:

El invento de Langley del bolómetro [un instrumento para la medida del calor radiante] y su trabajo pionero en la construcción de la máquina voladora, son logros suficientemente grandes para asegurar una reputación que contrarreste el recuerdo de sus defectos debidos a una conciencia de dignidad exagerada, acompañada de una marcada incapacidad para ver el lado humorístico de las cosas. Me encontré con Langley por primera vez con ocasión del eclipse total de sol en agosto de 1878, cuando él estableció una estación de observación en la cima de Pike's Peak para obtener, si fuera posible, una medida de la radiación térmica de la corona solar. Por desgracia sufría gravemente del mal de altura y tuvo que ser descendido antes del día del eclipse.

Al año siguiente, Langley visitó Inglaterra y me expresó el deseo de conocer a Clerk Maxwell [44]. Yo estaba trabajando entonces en el La-

boratorio Cavendish y pude asegurarle que Maxwell estaría interesado en conocerle porque él se había referido, en mi presencia y en términos muy elogiosos, a un método propuesto por Langley para eliminar la ecuación personal [es decir, la subjetividad] en las observaciones transitorias. Precisamente entonces, Clerk Maxwell estaba editando los manuscritos científicos de Cavendish y repitiendo a conciencia todos los experimentos que se describían en ellos. Estaba especialmente interesado en el método que Cavendish había ideado para estimar las intensidades relativas de dos corrientes eléctricas haciéndolas pasar a través de su cuerpo y comparando la contracción muscular sentida al interrumpirlas: «Todo hombre es su propio galvanómetro», como decía Maxwell. Cuando llegó Langley, le llevé a la habitación donde estaba Maxwell en mangas de camisa con las manos sumergidas en sendos recipientes llenos de agua a través de los que se hacía pasar la corriente. Entusiasta sobre la precisión inesperada del experimento, y suponiendo que cualquier científico estaría igualmente interesado, trató de convencer a Langley de que se quitase su abrigo e hiciera una prueba. Esto era demasiado para la dignidad de Langley; ni siquiera hizo un esfuerzo por ocultar su ira y, mientras salía del laboratorio, se volvió y me dijo: «Cuando un hombre de ciencia inglés viene a Estados Unidos no le tratamos así». Le expliqué que si solamente hubiera tenido un poco de paciencia y entrado en el espíritu del experimento de Maxwell, el resultado de su visita hubiera sido más satisfactorio.

Como experimentador, Langley tenía un alto nivel, aunque los resultados numéricos que obtenía estaban a menudo basados en cálculos que no se hallaban totalmente libres de defectos. Esto le llevó en ocasiones a una valoración optimista de su exactitud. Al encargar a un ayudante que repitiera su medida de la denominada constante solar, que expresa la radiación solar total en ciertas unidades, sus palabras finales fueron: «Recuerde que cuanto más se aproxime su resultado al número 3, mayor será mi opinión sobre la exactitud de su observación». El ayudante, que desde entonces ha alcanzado una alta posición entre los hombres de ciencia norteamericanos, era afortunadamente un hombre de habilidad y juicio independiente para tomar y tratar sus observaciones, con el resultado de que el número 3 está ahora casi desacreditado.

De sir Arthur Schuster, *Nature*, **115**, 199 (1925).



He aquí como Louis Pasteur (1822-1895) dio con uno de los principios fundamentales de la vacunación. Ilustra perfectamente su famosa máxima de que la fortuna favorece a la mente preparada. Él había estado estudiando en gallinas el cólera de las aves de corral e interrumpió su trabajo para tomarse unas vacaciones. Cuando volvió comprobó los cultivos de las bacterias del cólera y encontró que se habían vuelto inactivos; de hecho habían muerto. Los subcultivos (medios de crecimiento sembrados con bacterias de los cultivos originales) no crecían y las aves en los que eran inyectados no desarrollaban ningún síntoma de la enfermedad. Pasteur se preparó para empezar con nuevos cultivos pero, en lugar de abandonar simplemente el experimento abortado, decidió, sin razón alguna que pudiese argumentar, reinyectar a las mismas aves con un nuevo cultivo activo. Uno de sus colegas expuso el resultado:

Para sorpresa de todos, y quizás incluso de Pasteur que no esperaba semejante éxito, casi todas estas aves de corral resistieron la inoculación, aunque las aves de corral nuevas sucumbieron tras el período de incubación habitual.

Este inspirado experimento estableció el principio de inmunización con bacterias atenuadas, el cual fue también crucial más adelante para proteger contra otros patógenos, incluyendo virus.

Es justo añadir que hay alguna duda sobre la veracidad exacta de la exposición original ya que, probablemente, procedía del más devoto apóstol de Pasteur, Émile Duclaux. Hay alguna evidencia de que el colega más joven de Pasteur, Émile Roux, continuó los experimentos después de que Pasteur se hubiera ido de vacaciones e introdujo sus propios métodos para generar una preparación de vacuna atenuada. Tanto Duclaux como Roux se convirtieron años después en directores del Instituto Pasteur.

Para la historia original véase, por ejemplo, W. I. B. Beveridge, *The Art of Scientific Investigation*, 3.<sup>a</sup> ed. (Heinemann, Londres, 1960).

## El oficio de profesor

Muchos de los más grandes científicos del mundo han sido profesores excepcionalmente malos. La opacidad de las actuaciones públicas de Niels Bohr era legendaria [31]. Su amigo Ernest Rutherford era un orador desbordante [16], pero rompía en incoherencias cuando se veía forzado a manipular ecuaciones algebraicas. En una ocasión se volvió enojado contra su audiencia: «¡Todos están ahí sentados como tarugos y ninguno va a decirme dónde me he equivocado!». Para otros, más inclinados hacia la teoría, las derivaciones matemáticas eran demasiado fáciles y los estudiantes se quedaban perplejos mientras el profesor se saltaba los pasos intermedios de una demostración. Se cuenta que el matemático G. H. Hardy [10] empezó su perorata en una clase con la declaración: «Es ahora obvio que...». Acto seguido se detuvo y se volvió a contemplar en silencio las ecuaciones que había escrito en la pizarra. Tras una pausa interminable, dejó ver una sonrisa y aseguró a sus oyentes que realmente era obvio.

Norbert Wiener fue un visionario, famoso por su trabajo pionero en cibernética, un neologismo que él acuñó. Era profesor en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, y su lucidez matemática y analítica, su vanidad y su distracción dieron lugar a muchas leyendas. En una ocasión desarrolló la demostración de una proposición matemática ante una clase en la pizarra,

saltando de un paso lógico a otro sin ofrecer ninguna explicación del razonamiento. Cuando un miembro de su audiencia le preguntó si podría repetir el ejercicio más lentamente, él asintió amablemente, luego se quedó de pie, en silencio e inmóvil ante la pizarra durante unos minutos y, sonriendo con satisfacción, añadió un punto triunfante a la última línea.

Sir Joseph (J. J.) Thomson [73] recordaba en sus memorias las clases de su profesor en Manchester, Osborne Reynolds (1842-1912), un famoso físico e ingeniero que dio su nombre al número que describe la naturaleza del flujo de un fluido.

En ocasiones, olvidaba que tenía que dar clase en los cursos superiores y, después de esperar durante diez minutos más o menos, enviábamos al bedel a decirle que la clase estaba esperando. Él entraba apresurado en la habitación poniéndose la toga mientras cruzaba la puerta, tomaba un volumen de Rankine [un libro de texto estándar en la época] de la mesa, lo abría aparentemente al azar, veía alguna fórmula y decía que estaba equivocada. Entonces iba a la pizarra para demostrarlo. Escribía en la pizarra de espaldas a nosotros, hablando para sí mismo y, de vez en cuando, lo borraba todo y decía que estaba mal. Luego empezaba otra vez una línea nueva y así sucesivamente. En general, hacia el final de la lección, terminaba una que no borraba y decía que esto demostraba que Rankine tenía razón después de todo. Esto, aunque no aumentaba nuestro conocimiento de los hechos, era interesante, pues mostraba el trabajo de una mente muy aguda luchando con un problema nuevo.

Sir Arthur Schuster [159], otro alumno de Manchester, recordaba las clases de Reynolds en un curso elemental:

En sus lecciones, Osborne Reynolds se perdía a menudo y entraba en dificultades. Se cuentan algunos incidentes humorísticos relativos a su forma de salir de ellas. Una vez estaba explicando a su clase la regla de cálculo: sosteniendo una en su mano, exponía con detalle los pasos necesarios para realizar una multiplicación. «Tomemos como ejemplo sencillo tres por cuatro», dijo, y después de la explicación apropiada continuó: «Ahora llegamos al resultado; tres por cuatro es 11,8». La clase sonrió. «Esto es bastante aproximado para nuestros fines», dijo Reynolds.

Véase *John von Neumann and Norbert Wiener: From Mathematics to the Technology of Life and Death*, de Steve J. Heims (MIT Press, Nueva York, 1980) [Hay traducción española: *J. Von Neumann y N. Wiener* (2 vols.), Salvat, Barcelona, 1989]; *Recollections and reflections*, de J. J. Thomson (G. Bell, Londres, 1936); sir Arthur Schuster, *Nature*, **115**, 232 (1925).

## La nube púrpura

Con la destrucción de la armada francesa durante la expedición de Napoleón a Egipto, cobró efecto el bloqueo naval británico del Mediterráneo. Una primera consecuencia es que los suministros de nitrato potásico, el salitre, principal ingrediente de la pólvora y que se había importado básicamente a través de los puertos del sur de Francia, empezaron a agotarse. El material se obtenía de los contenidos de los pozos negros de África del Norte por fermentación bacteriana. (Para las demandas masivas de la primera guerra mundial, Alemania importó inicialmente el salitre de las minas de Chile y el suministro fue interrumpido de nuevo por un bloqueo naval; esta vez fue Fritz Haber [96], el famoso químico, quien resolvió el problema ideando un proceso de «fijación de

nitrógeno» químico en lugar de biológico.) Los franceses querían fermentar sus propios pozos negros, así como los productos de las granjas, mataderos y playas, y se emplearon químicos para mejorar las recogidas de salitre de dichas fuentes. Uno de ellos era Bernard Courtois (1777-1838), pero él siguió un camino diferente y en su lugar se propuso recoger compuestos de potasio de las algas marinas.

Courtois extrajo las cenizas de algas marinas quemadas con agua hirviendo, evaporó la solución resultante y experimentó con los productos. Un día de 1811, mientras añadía ácido sulfúrico al residuo, observó un fenómeno extraordinario: nubes de humo púrpura surgieron de la mezcla caliente y se condensaron en relucientes cristales negros. Courtois había descubierto el yodo. La exploración completa de las propiedades quedó para otros, pero Courtois descubrió la reacción del yodo con amoníaco, que daba el altamente explosivo triyoduro de nitrógeno.

El descubrimiento de Courtois se mostró también de interés médico fundamental, pues desde tiempos antiguos, que se remontan a los chinos hace dos milenios, se había dicho que las algas o esponjas quemadas tenían la capacidad de aliviar los síntomas del bocio. En 1820,

un médico suizo, Jean-François Coinder, ensayó soluciones de yodo en pacientes con bocio con cierto éxito (pero había desagradables efectos secundarios). Una forma efectiva de administrar yodo (en forma de una mezcla de cloruro y yoduro sódico) fue desarrollada más tarde por un médico en Cleveland, Ohio. Para entonces ya se había descubierto la presencia de compuestos de yodo en la glándula tiroides cuando, supuestamente, un experimentador derramó algo de ácido concentrado en una glándula tiroides extirpada y vio ascender el vapor púrpura.

Véase John Ensley, *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements* (Oxford University Press, Oxford, 2001).

## 175

### El puño en la fístula\*

Fue un extraño accidente el que dio a un atento fisiólogo aficionado acceso por primera vez a los procesos digestivos en el estómago humano. William Beaumont fue un cirujano militar norteamericano de la primera mitad del siglo XIX. Como médico era el producto del sistema de instrucción dominante, cuando los aspirantes a doctor no se titulaban yendo a la facultad de medicina sino haciendo su aprendizaje en la práctica privada de un médico o un cirujano.

Mientras estaba destacado como cirujano en un fuerte de un remoto refugio en Michigan, Beaumont fue llamado una tarde para asistir a la víctima de un accidente en un cercano puesto de comercio de pieles. Alexis St. Martin, un joven canadiense del lejano norte, había sido alcanzado por la explosión de una escopeta en un campo de tiro próximo y yacía inconsciente en un charco de sangre cuando Beaumont llegó. Guata, perdigones y trozos de ropa habían penetrado en su caja

\* En el inglés original «The fist in the fistula», juego de palabras intraducible. (*N. del t.*)

torácica y su estómago, formando un agujero por el cual podía pasar el puño de un hombre. Para asombro general, la víctima no murió, pero puesto que no era suficientemente fuerte para trabajar, las autoridades del puesto comercial, que no estaban dispuestas a mantener a un inválido, decidieron que regresara a su casa en Canadá. Beaumont dudaba de que St. Martin resistiera el viaje de más de tres mil kilómetros, de modo que le recogió, «le cuidó, alimentó, vistió, alojó, le

proporcionó todas las comodidades y vendó sus heridas regularmente, en general dos veces al día». St. Martin se recuperó por completo y volvió a su negocio como maderero. Pero en el costado izquierdo de su torso quedó una abertura hasta la altura de su estómago. Beaumont podía suministrarle medicinas «como ninguna medicina se había administrado antes desde la creación del mundo; a saber, derramándola a través de las costillas en el orificio del estómago».

Con el paso del tiempo, Beaumont se dio cuenta de que la fístula gástrica le ofrecía un medio único de observar lo que pasaba dentro. «Podía introducir agua con un embudo», escribió, «o meter comida con una cuchara, y sacarla de nuevo con un sifón. Frecuentemente he dejado carne, cruda y descompuesta, y otras sustancias en la perforación para averiguar el tiempo requerido para digerir cada una de ellas; y en una ocasión utilicé un apósito de buey crudo, en lugar de gasa, para cerrar el orificio y encontré que, en menos de cinco horas, estaba completamente digerido tan suave y uniforme como si hubiese sido cortado con un cuchillo».

Beaumont ensayó los efectos de los jugos gástricos, tanto dentro como fuera del estómago de St. Martin, en muchos tipos de alimentos que retiraba y observaba a intervalos. Examinó la acción de la bilis en los procesos digestivos y midió la temperatura y la acidez.

Finalmente, St. Martin se cansó de su papel como sujeto experimental, un mero estómago ambulante, y desapareció en las tierras vírgenes del norte. Con el tiempo encontró un empleo en la compañía Bahía Hudson, se casó y tuvo dos hijos. El angustiado Beaumont se tomó muchas molestias para encontrarlo de nuevo y, cuando lo consiguió, pagó a St. Martin y a su familia para que volvieran a Estados Unidos. Los abandonos y reencuentros del errante St. Martin continuaron hasta que Beaumont había acumulado resultados de 238

experimentos. Para entonces, St. Martin había tenido suficiente. Beaumont publicó su libro, *Experimentos y observaciones sobre el jugo gástrico y la fisiología de la digestión* en 1833, y una segunda edición ampliada siguió tras un intervalo de catorce años. Los resultados sirvieron de base para un montón de trabajo posterior, incluyendo el de Claude Bernard [138] y el de Ivan Petrovich Pavlov, los cuales abrieron fístulas en los estómagos de perros. Alexis St. Martin sobrevivió 28 años a su salvador y murió en Canadá a la edad de ochenta y tres años.

Una buena exposición (entre otras muchas) de esta historia se encuentra en *The Story of Medicine* de Victor Robinson (Tudor, Nueva York, 1931).

## 176

### Tropezar con una respuesta

Isidor Rabi [21] llegó a la madurez científica precisamente en la época en que en Alemania estaba surgiendo la nueva física de la mecánica cuántica y la mecánica ondulatoria. En 1926, Rabi estaba en la última etapa de su doctorado en la Universidad de Columbia en Nueva York y enormemente excitado por los nuevos desarrollos. Por todas partes surgían fuegos artificiales, como él dijo más tarde. Erwin Schrödinger [116] había conseguido reconciliar su mecánica ondulatoria con la mecánica cuántica de Werner Heisenberg, a primera vista completamente diferentes, pero como Schrödinger en definitiva demostró, diferentes formulaciones matemáticas de los mismos principios. El método de Heisenberg apelaba a unas matemáticas nuevas [180], mientras que el de Schrödinger, aunque difícil, tenía una forma que podía reconocer un físico bien instruido.

Rabi y su amigo algo más viejo y experimentado, Ralph Kronig, encontraron más agradable la aproximación de Schrödinger y decidieron ver adónde llevaba. Mientras Schrödinger había calculado los estados de energía permitidos sólo en átomos, Rabi y Kronig querían enlazar su método en moléculas de una forma conocida como trompo simétrico. Establecieron su versión de la formulación de Schrödinger y se encontraron frente a una ecuación de un tipo que nunca habían visto antes y no sabían cómo resolver. Lo intentaron con tres colegas, pero todos admitieron la derrota.

La tendencia de Rabi a librarse de las pesadas demandas del trabajo cotidiano escapando a la pacífica serenidad de la biblioteca rompió el *impasse*. Era un momento en que debería haber estado ocupado. No sólo estaba impartiendo clases veinticinco horas a la semana en el CCNY [City College of Nueva York] sino que también estaba bajo la presión de concluir su tesis, mantenerse al día en los desarrollos de la nueva mecánica cuántica y trabajar con Kronig en su problema mecanocuántico. En cualquier caso, él estaba sentado en la biblioteca leyendo por placer las obras originales de Carl Gustav Jakob Jacobi, eminente matemático de la Alemania del siglo xix. Mientras ojeaba las páginas de Jacobi, una ecuación pareció saltar de una página. «¡Dios mío!», pensó. «¡Ésta es nuestra ecuación!» Tenía la forma de una ecuación hipergeométrica [perteneciente a unas matemáticas que trascienden la geometría normal], que Jacobi ya había resuelto. La solución se expresaba en términos de una serie hipergeométrica; y, en términos de esta serie, la intratable ecuación podía resolverse ahora.

El resultado fue la demostración de que las moléculas de la familia del trompo simétrico sólo podían existir en ciertos estados de energía definidos. Este resultado provocó un cambio de pensamiento en el campo de la espectroscopia molecular [70].

De la biografía por John S. Rigden, *Rabi: Scientist and Citizen* (Basic Books, Nueva York, 1987).

## Despistando a los sabuesos

La superconductividad fue descubierta en Holanda en 1911 por Heike Kamerlingh Onnes —*le gentleman du zéro absolu*, como se le conocía—. Kamerlingh Onnes había dedicado su vida a la obtención de bajas temperaturas y había conseguido licuar el helio, del cual descubrió que tenía un punto de ebullición a 4,2 grados por encima del cero absoluto. El cero absoluto, la temperatura a la que cesa (aproximadamente) el movimiento molecular es  $-273$  grados Celsius, designado como O K (grados Kelvin) en la escala absoluta. Kamerlingh Onnes y sus estudiantes en Leiden procedieron a medir propiedades eléctricas de sólidos a temperaturas cercanas a la del helio líquido. Esperaban que la resistencia de los metales caería hasta un nivel muy bajo, pero los resultados fueron sorprendentes: en algún lugar próximo al punto de ebullición del helio líquido, la resistencia caía abruptamente por debajo del nivel detectable. La resistencia eléctrica de los metales se hacía prácticamente cero, de modo que una corriente en un circuito a esta temperatura seguiría circulando para siempre. El fenómeno puso en jaque a los físicos durante la mayor parte del siglo xx y se necesitaron muchas décadas de esfuerzos antes de que finalmente surgiera una teoría del proceso [69]. También empezó entonces la búsqueda de un material que pudiera hacerse superconductor a temperaturas más altas, pues las posibilidades tecnológicas que esto proporcionaría parecían ilimitadas.

La teoría de la superconductividad hizo posible una base más racional para semejante búsqueda

y, en 1985, dos científicos en Suiza prepararon una mezcla compleja de material metal-óxido cerámico que se hacía superconductor a una temperatura crítica de 35 K. La publicación de este trabajo (que condujo a un premio Nobel en 1987) desencadenó una frenética carrera en laboratorios universitarios e industriales en todo el mundo en busca de materiales con una temperatura crítica aún más alta. La perspectiva de las recompensas en términos de fama, patentes y riquezas que traería el éxito era embriagante. Uno

de los más decididos buscadores era Paul Chu, catedrático de Física en la Universidad de Houston. En 1987, él y sus estudiantes habían preparado y examinado un enorme abanico de mezclas complejas y un día, a principios de ese año, sus esfuerzos dieron fruto en forma de un material que se hacía superconductor a 90 K. Ésta era una mejora espectacular sobre lo que se había conseguido antes.

Pero el éxito planteaba a Chu un dilema: cómo publicar (y patentar) su resultado sin revelar a sus competidores el secreto de la composición. La revista elegida para una publicación rápida en física es *Physical Review Letters*. Como todas las revistas respetables, sigue el sistema de «revisión por los pares»; es decir, los artículos enviados para publicación deben ser examinados críticamente por el editor y en general dos revisores, quienes son necesariamente expertos en el tema y, por lo tanto, en una área tan hiperactiva como lo era entonces la superconductividad, probables competidores. Es una grave falta de honradez por parte de los revisores hacer cualquier uso de la información que hay en un manuscrito, pero aquí pueden converger la debilidad de la naturaleza humana y la paranoia. Y Chu, en cualquier caso, no quería correr riesgos. Llamó al editor de la revista y le pidió que le dejara enviar su informe sin identificar realmente su material superconductor. El editor, como era previsible, puso reparos pero el artículo se remitió con lo que se suponía que eran los detalles completos y fue oportunamente aceptado para publicación. Mientras tanto, Chu dio una conferencia de prensa anunciando su descubrimiento pero sin divulgar la composición del material y la Universidad de Houston preparó una solicitud de patente.

El anuncio causó conmoción en el mundo de la física y en los laboratorios de todo el mundo, los investigadores trataron de averiguar cuál podría ser el material. Una fotografía en la revista *Time* mostraba a Chu sosteniendo un trozo de sustancia verdosa. El verde podría implicar un compuesto de níquel, pero esto resultó ser una pista falsa. Luego empezaron a circular rumores de que el ingrediente mágico era el yterbio, un miembro de un grupo de elementos estrechamente relacionados, las tierras raras, también conocidos como lantánidos; pero éste no se mostró más efectivo que el níquel. El manuscrito enviado por Chu daba la composición del superconductor cerámico, expresán-

dola solamente mediante los símbolos químicos de los elementos, Yb, Ba, Cu —y no sus nombres, yterbio, bario y cobre—. Repetir el resultado de Chu y sus colaboradores debería haber sido sencillo, pero en los laboratorios en los que se intentó sólo hubo fracasos. Y además, al poco tiempo emergió una vergonzosa historia.

El yterbio toma su nombre de «el pueblo de los cuatro elementos», Ytterby, en Suecia, donde a finales del siglo XVIII se descubrió un nuevo mineral. Se le llamó yttria y contenía, como se estableció más tarde, cuatro nuevos elementos, todos muy similares y pertenecientes a la familia de las tierras raras. Se les dieron los nombres de yterbio, terbio, erbio e ytrio. El símbolo para el ytrio es Y, y el símbolo para el yterbio, lógicamente, Yb. El superconductor de Chu contenía ytrio, no yterbio como implicaba su artículo. Cuando sus indignados colegas físicos le acusaron de engaño deliberado, él negó tal intención. No, sucedía simplemente que su secretaria había tecleado Yb en lugar de Y cada vez que aparecía en el manuscrito; es decir, un puro accidente. Además, como era claramente propensa a lapsus de concentración y Chu era un lector de pruebas descuidado, ella

también había cometido un error en las proporciones de los componentes del complejo. El día antes de que la revista fuese a la imprenta, Chu llamó a la oficina editorial para corregir los tipos. Algunos físicos, cuando se les preguntó, reconocían que si hubieran estado en el lugar de Chu habrían recurrido al engaño para proteger su prioridad, pero otros fueron menos indulgentes. Lo que es peor, sin embargo, fue la fuga de información de la receta incorrecta de Chu; de hecho, antes de que se publicase el artículo también había empezado a circular un rumor sobre la sustitución ytrio-yterbio.

Nunca se descubrió si la confidencialidad había sido quebrada por un recensor o lo fue en la oficina editorial de *Physical Review Letters*, pero la historia lleva una moraleja: las conciencias se hacen elásticas cuando hay mucho en juego. Algunos de los protagonistas en la carrera hacia la superconductividad de alta temperatura (aunque todavía 183 grados Celsius por debajo del punto de congelación del agua) tuvieron que lamentarse: el yterbio formaba después de todo, como se vio más tarde, un superconductor a alta temperatura si los complejos se preparan de la manera correcta; y otro equipo de investigación encontró que habían preparado el mismo material que Chu pero decidie-

ron no ponerlo a prueba porque un examen de su estructura mostraba heterogeneidad, algo que antes siempre se había tomado como marca de una preparación sin ningún valor.

Véase un artículo con el título «Yb or not Yb? That is the question?», de Gina Kolata, *Science*, 236, 663 (1987), y el libro de Bruce Schechter, *The Path of No Resistance: The Story of the Revolution in Superconductivity* (Simon and Schuster, Nueva York, 1989).

## La generosidad del cuerpo

Las creencias sobre las virtudes curativas de los productos corporales humanos eran comunes en otros tiempos, pero el valor del aceite secretado por la cabeza de un filósofo probablemente no tiene precedentes. El filósofo en cuestión era Jeremy Bentham, fundador del University College de Londres como una institución para el libre pensamiento: sus miembros estaban liberados de la tiranía de la Iglesia anglicana bajo la que funcionaban las antiguas universidades de Inglaterra. Cuando Bentham murió en 1832, su cuerpo fue embalsamado, tal como él había establecido en su última voluntad, y sus restos momificados reposan aún en una caja de caoba en el vestíbulo del colegio para ser expuestos a la vista en ocasiones ceremoniales. Thomas Love Peacock, el novelista, había sido amigo de Bentham, de quien «habló extensamente».

Él mencionó entre otras cosas que cuando se estaban haciendo experimentos con el cuerpo de míster Bentham tras su muerte, míster James Mill [filósofo y padre del filósofo utilitarista John Stuart Mill] entró un día en la habitación de míster Peacock en la India House y le dijo que de la cabeza de míster Bentham exudaba una especie de aceite, que era casi imposible de congelar y que él imaginaba que podría utilizarse para engrasar cronómetros que se llevaran a grandes latitudes. «Cuanto menos hable sobre eso, Mill», dijo Peacock, «mejor será para usted,

porque si eso llega a saberse alguna vez, igual que ahora leemos en los periódicos que hay que

matar a un excelente oso para obtener su grasa,  
tendremos anuncios diciendo que hay que matar a un excelente filósofo para obtener su  
aceite».

De sir Mountstuart Elphinstone Grant Duff, *Notes from a Diary*, vols. 1 y 2 (John Murray, Londres, 1897).

179—

## La venganza del aplanador de la Tierra

Alfred Russell Wallace era un naturalista apasionado cuya larga vida extendió desde 1823 hasta la víspera de la gran guerra en 1913. asó sus primeros años explorando la vida salvaje en rincones remo-)s del mundo desde Sarawak al Amazonas. Reflexionó sobre la naturaleza de la especiación y el concepto de selección natural cristalizó su mente mientras estaba tiritando, demasiado débil para moverse,  
esa de la malaria.

Darwin, quien había trabajado muchos años duramente en su agna obra, *Sobre el origen de las especies*, quedó conmocionado al scubrir los principios esenciales de su gran concepción prefiguradas en un artículo que Wallace envió en 1858 desde su base en una a malaya. Darwin buscó consuelo en sus amigos: ¿podía ahora, tras ber leído el manuscrito de Wallace, publicar honorablemente un resumen de su propia obra, algo que no hubiera hecho de otro modo? escribió a su amigo y defensor, el geólogo Charles Lyell, mostrando vergüenza por sus propios “sentimientos ostentosos». «Quemaría o mi libro», concluía su carta, «antes que él o cualquier otro pura pensar que yo me había comportado como un espíritu mezquina. Pero Wallace era un hombre humilde que reconocía el genio de Darwin y se contentó con el acuerdo a que se llegó rápidamente: se le-un resumen, o “esbozo», de la teoría de Darwin, junto con la prosta de Wallace, en la reunión de la Sociedad Linneana de Londres.

En lo sucesivo, Wallace se contentaba con aparecer como «la Luna para el Sol de Darwin».

Tras su regreso a Inglaterra, Wallace escribió artículos incisivos en

defensa de Darwin y de la selección natural y se interesó por muchos temas incluyendo, por desgracia, la parapsicología, el espiritismo y la frenología (el estudio de las protuberancias craneales como indicadores de proclividades intelectuales y morales). Luego, en 1870, Wallace, que siempre andaba mal de dinero, se implicó en lo que iba a terminar siendo una apuesta desastrosa. En febrero de ese año apareció en una revista popular, *Opinión Científica*, un anuncio de un tal John Hampden que ofrecía «depositar desde cincuenta a quinientas libras, en términos recíprocos, y desafía a todos los filósofos, teólogos y científicos del Reino Unido a demostrar la redondez y la revolución del mundo a partir de las Escrituras, la razón o los hechos. Reconocería que había perdido su depósito si su oponente podía mostrar, para satisfacción de cualquier árbitro inteligente, una vía de tren, río, canal o lago convexo». Es evidente que Hampden era, por supuesto, miembro del vociferante grupo de aplanadores de la Tierra, un colectivo que aún sobrevive y que se mantiene impasible ante la evidencia de la circunnavegación o las imágenes tomadas desde satélites. (El cuartel general de la actual Sociedad de la Tierra Plana está en California.)



Con el apoyo de Charles Lyell, que deseaba ver que estas plagas fuesen definitivamente aplastadas, Wallace aceptó el desafío y el dinero fue debidamente depositado actuando como árbitro independiente John Walsh, editor de la revista *The Field*. Wallace montó su demostración en el Canal Bedford, donde había dos puentes separados por un tramo recto de diez kilómetros. Wallace halló que el parapeto de hierro del Puente Welney estaba a 4,05 metros por encima del agua, mientras que el Puente Viejo de Bedford era un poco más alto. En este puente, y en presencia de Hampden, el árbitro y otros dos testigos, Wallace, que en su juventud se había formado como topógrafo, fijó una tira de tela blanca en la que había pintado una línea negra a la misma altura sobre el canal que el parapeto del Puente Welney. En el punto medio entre los puentes levantó un mástil que tenía dos discos rojos; uno, centrado a la misma altura sobre el agua que la línea negra y el parapeto de hierro y, el segundo, un metro y veinte centímetros por debajo.

Wallace montó su telescopio en el parapeto de hierro. Había calculado que la curvatura de la Tierra desplazaría el disco superior 1,70 metros respecto a la recta que unía los dos puntos de referencia, y que el efecto de la refracción reduciría esta distancia en aproximadamente treinta centímetros; por lo tanto, parecería estar 1,40 metros por encima de la posición que exigía la idea del mundo de Hampden. El señor Walsh echó una mirada y declaró concluyente la demostración. Pero Hampden se negó a mirar por el telescopio, afirmando que la idea misma de agua curvada era una afrenta al sentido común. Walsh intentó razonar con él, fue rechazado, publicó en su revista un informe de lo que había sucedido y ofreció las quinientas libras a Wallace.

El enfurecido Hampden invocó entonces una cláusula de la ley de apuestas según la cual el trato tenía que ser resuelto por el corredor de la apuesta sin demora. Walsh había tratado de evitar el enfado de Hampden y hacerle entrar en razón antes de entregar el dinero, de modo que, tras una prolongada disputa legal, se vio obligado a devolver toda la suma entregada a Wallace. No contento con esto, Hampden se dedicó a insultar y vilipendiar públicamente al desgraciado Wallace y a su esposa le dirigió una carta amenazadora e insultante. En este momento, Wallace pasó a la acción y llevó a Hampden ante un juez. Hampden, ahora totalmente desquiciado, siguió impenitente su *vendetta* durante quince años, durante los cuales fue encarcelado tres veces. Wallace sufrió muchas molestias y estimó que el asunto le había costado mucho más que las quinientas libras, que finalmente recuperó, además de los gastos legales. Sólo en sus últimos años, los ingresos procedentes de sus libros le procuraron a él y a su familia cierta seguridad.

Hay varias exposiciones de la vida de Wallace y de la historia de la Tierra plana en particular. Una buena es *Darwin's Moon-A Biography de Alfred Russell Wallace*, de Annabel Williams Ellis (Blackie, Londres, 1966).

## Baches en el camino de la fama

Werner Heisenberg fue un miembro del pequeño grupo de teóricos que forjó la revolución en la física durante la primera mitad del siglo xx. Nacido en 1901, tenía poco más de veinte años cuando construyó una base matemática para la mecánica cuántica. Su director en la Universidad de Munich, Arnold Sommerfeld, reconoció el genio de Heisenberg e hizo todo lo que pudo para promocionar su carrera. Cuando llegó el momento de presentar su tesis doctoral, Heisenberg ya había resuelto algunos problemas teóricos de enorme dificultad, pero sus hazañas en el laboratorio habían sido menos espectaculares.

Había cierta tensión en el departamento de física de Munich entre Sommerfeld y el profesor de

física experimental, Wilhelm Wien. Wien censuraba la actitud «de dejar hacer» de su colega en la formación de los aspirantes a investigadores. Aunque él no era un teórico en absoluto, Wien había obtenido su premio Nobel en 1911 por sus estudios experimentales sobre la radiación de objetos calientes, y observaba con desaprobación las convulsiones conceptuales que estaban erosionando los cimientos de la física clásica. Había planteado a Heisenberg un problema, como parte de su curso de doctorado, que implicaba la medida de las longitudes de onda de las líneas del espectro del vapor de mercurio, desdobladas en dos componentes bajo la acción de un campo magnético (el denominado efecto Zeeman). A Heisenberg se le dio un aparato para este fin, en concreto un interferómetro de Fabri-Perot, un instrumento para la determinación precisa de las longitudes de onda de la luz. Más tarde, él afirmó que no se le había dicho que podía hacer uso de los talleres del departamento y por ello había tratado de montar su experimento con trozos de madera sacados de cajas de puros. Esto había provocado la ira del profesor y Heisenberg, probablemente, no había ocultado su fuerte preferencia por el trabajo teórico.

La némesis alcanzó a Heisenberg en el examen oral para su doctorado. Él relataba la historia hacia el final de su vida (murió en 1976) en una entrevista con el historiador y filósofo de la ciencia Thomas Khun. Al principio, el examen había ido bien, pero entonces llegó el turno de Wien:

Yo no me había ocupado, como debería haberlo hecho, de las cuestiones principales concernientes a mi ejercicio experimental. En el examen, Wien me preguntó por el poder de resolución [la mínima diferencia en longitud de onda que podía discriminar el instrumento] del interferómetro de Fabri-Perot [sic] ... y esto era algo que nunca había estudiado. Por supuesto, durante el examen traté de deducirlo, pero en este corto tiempo no pude dar con ello. Entonces él se irritó y preguntó por el poder de resolución de un microscopio. Como yo no lo sabía, preguntó por el poder de resolución de un telescopio y yo tampoco lo sabía.

De modo que me preguntó sobre el funcionamiento de una batería de plomo, y yo tampoco lo sabía ... No estoy seguro de si quería suspenderme. Probablemente tuvo después una acalorada discusión con Sommerfeld.

La actuación de Heisenberg había sido vergonzosa ya que las preguntas de Wien eran las que podría haber respondido un escolar que estudiara física. A los candidatos a doctor en Alemania se les daba una única calificación por su capacidad combinada en física teórica y experimental y, por lo tanto, Wien y Sommerfeld tuvieron que llegar a un compromiso. El informe de Wien contenía la frase «ignorancia sin fondo», mientras que Sommerfeld se refería al «genio único» de su protegido. La máxima calificación era uno y la peor era un cinco, de modo que a Heisenberg se le dio la media entre ambas: un tres, un aprobado raspado.

La animosidad de Wien hacia Heisenberg no se atenuó totalmente con el paso del tiempo. En 1926, dos años después de la dura experiencia de Heisenberg, Erwin Schrödinger [116] dio una conferencia en Munich en la que esbozó su recién concebida mecánica ondulatoria; ésta, afirmaba, sustituiría a la mecánica cuántica de Heisenberg. En la discusión que siguió, Heisenberg no pudo intervenir mucho, Wien aplaudió el logro de Schrödinger y denunció brutalmente el «misticismo atómico» de Heisenberg y ni siquiera Sommerfeld salió en defensa de su discípulo favorito.

Heisenberg, por supuesto, prevaleció finalmente, aunque no sin vicisitudes. Sommerfeld había pedido a la Universidad que nombrara a Heisenberg como su sucesor en la Cátedra de Física Teórica, pero para entonces los nazis estaban en el poder y Heisenberg, al igual que Sommerfeld, fue denunciado por los defensores de la física nacionalista alemana como «judío blanco»; es decir, un ario que había aceptado la nueva física contraintuitiva, asociada con los nombres de Einstein

[161], Pauli [25] y Born [73], todos ellos judíos. Hans Bethe [62], otro brillante discípulo de Sommerfeld, y judío, estaba presente cuando Sommerfeld empezaba una clase subiendo la pizarra en la que, el día anterior, había escrito ecuaciones. Hubo un silencio horrorizado por parte de la audiencia y Sommerfeld se giró para ver garabateadas las palabras «malditos judíos». En esa ocasión, la cátedra de Sommerfeld fue ocupada por una insignificancia del partido y la física en la Universidad se atrofió hasta el regreso de Heisenberg unos años más tarde.

La suerte de Heisenberg en su examen de doctorado produjo mucho regocijo entre los físicos de todo el mundo, pero quizá no fuera extraño que el proyecto de la bomba atómica alemana, con sus enormes demandas experimentales, no prosperara bajo su liderazgo. El papel de Heisenberg en este episodio es, no obstante, un capítulo de la historia más complejo y controvertido. En 1944, el OSS (precursor de la CIA) destinó a un agente, Moe Berg, para asistir a una conferencia de Heisenberg en Zurich, en la neutral Suiza. Berg era un héroe del deporte, una estrella del béisbol, que hablaba alemán (y varios idiomas más) y sabía algo de física. Tenía que adivinar, a partir del discurso de Heisenberg, si el proyecto de bomba atómica alemán estaba haciendo progresos. Si podía sacar esa conclusión, sus instrucciones eran matar de un tiro al conferenciante. Berg aguantó la conferencia hasta el final, con la mano en la pistola, pero, y esto no sorprende demasiado, Heisenberg no aludió a la cuestión, y el asesino frustrado regresó tranquilamente a su base.

La biografía más sobresaliente de Heisenberg es la de David C. Cassidy, *Uncertainty: The Life and Science of Werner Heisenberg* (Freeman, Nueva York, 1991); pero véase también, *Heisenberg's War: The Secret History of the German Bomb* (Jonathan Cape, Londres, 1993), de Thomas Powers. El pasa-

je antes citado está traducido de una breve biografía de Armin Hermann: *Heisenberg in Selbstzeugnissen und Bildkumenten* (Rohwolt, Hamburgo, 1976).

181 \_\_\_\_\_

## La estratagema de Humboldt

Joseph-Louis Gay-Lussac [136] fue un ilustre químico francés recordado, entre otros muchos logros, por su ley que relaciona los volúmenes combinantes de gases —un avance importante en la teoría química—. En su trabajo fue ayudado por el joven Alexander von Humboldt [134]. Sus experimentos necesitaban unos vasos de reacción de pare-les especialmente finas que tenían que comprarse en Alemania. Humloldt aplicó su ingenio natural al problema de evitar los aranceles sobre las importaciones que en aquella época eran excepcionalmente levados. Dio instrucciones a los sopladores de vidrio alemanes para ue sellaran los largos cuellos de los recipientes y pusiesen una etiqueta en los envases: *Manejar con cuidado-Aire alemán*. Los *douaiers* franceses no tenían instrucciones respecto a tasar el «aire alemán», de modo que dejaron pasar el envío. Humboldt y Gay-Lussac cortaron los extremos de los recipientes sellados y continuaron los experimentos.

la historia se cuenta en *Was nicht in den Annalen steht*, de Josef Hausen Verlag Chemie, Weinheim, 1958).

## Agradecimientos

El autor y el editor quisieran dar las gracias a las siguientes personas o entidades por permitirles citar extractos de sus libros (los números entre paréntesis se refieren a las anécdotas en las que aparecen los pasajes citados):

Adam Hilger (27.1); Allen Lane (127); American Center for Physics (69); American Chemical Society (3); American Institute of Physics (89); American Society for Biochemistry and Molecular Bio-

logy (50); *Annual Reviews* (98); *British Medical Journal* (80); California Monthly (72); Cambridge University Press (15, 20, 28, 37, 54, 65, 116, 144, 148); Cassell & Co. (138); Christian Ejlers'Forlag (75); Cold Spring Harbor Laboratory Press (88); Columbia University Press (86); Constable & Robinson Ltd. (71); Elek Science (107); Elsevier Science Ltd. (34, 104); Fourth Estate Ltd. (62); George Bell (1, 173); Victor Gollancz Ltd. (42); Harcourt Ltd. (45); HarperCollins (25, 52, 53, 55); Harvard University Press (12); Heinemann Publishers, Ltd. (59, 74, 97); Hodder & Stoughton (85, 115); Houghton Mifflin Company (25, 52); Institute of Physics (60); Johns Hopkins University Press (158, 162); Little, Brown (41, 71); Macmillan Publishing (10, 57, 61); Marcel Dekker, Inc. (5); MIR Publishing, Moscú (31); MIT Press (20); The Nature Publishing Group (2, 73, 84, 106, 119, 143, 166); Neal-Schuman Publishers, Inc. (66); W. W. Norton & Company, Inc. (65, 89, 101, 126); Oxford University Press (17, 18,

21, 31, 40, 79, 83, 88, 160, 161); Penguin Putnam, Inc. and Penguin UK (10, 12, 18, 22, 60, 67, 87, 137); Pergamon Press, Inc. (112); Perseus Books Group (2, 25, 62, 95, 176); Princeton University Press (83); Proceedings of the National Academy of Sciences (105); Random House (64, 67, 72, 85, 141, 153, 161); *The Scientist* (92); Simon & Schuster, Inc. and Simon & Schuster UK Ltd. (29, 51, 56); Springer Verlag New York Inc. (11, 27, 68, 86, 103); Taylor & Francis Group (90, 109); University of California Press (48, 56, 76); Weidenfeld and Nicholson (88); Wiley-VCH Verlag GmbH (96); *Wisconsin State Journal* (42). El primer extracto en la anécdota 72 (pp. 180-182) esta reproducido de *Lawrence and Oppenheimer*, de Nuel Pharr Davis (Copyright © Nuel Pharr Davis 1969), con permiso de PFD en nombre del autor. Los extractos en la anécdota 85 (pp. 207-213) concernientes a J. B. S. Haldane están reproducidos de *J. B. S.: The Life and Work of J. B. S. Haldane*, de Ronald Clark (Copyright © Ronald Clark 1968), con permiso de PFD en nombre de The Estate of Ronald Clark.

A pesar de los esfuerzos por entrar en contacto con los poseedores de los derechos y obtener así un permiso previo a la publicación de este libro, esto no ha sido posible en todos los casos. Si recibimos notificación de cualquier error u omisión en los que involuntariamente layamos podido incurrir, los rectificaremos gustosamente en futuras ediciones.

## Índice de materias

aceleradores de partículas, 74, 180182, 217-218  
acesulfamo (edulcorante), 28

ácido desoxirribonucleico, *véase* ADN  
actividad óptica, 17-18, 65, 326-327 ADN, 87, 131, 140, 218-219, 266267, 307, 337-340  
adrenalina, 197  
aglutinación, test de, 153-154, 259260  
alcoholismo, 209  
algodón pólvora, *véase* nitrocelulosa aminoácidos, 28, 399  
anafilaxis, 371-372  
antibióticos, 143, 271-278 aspartamo, 27  
aspirina, 315-316  
Auschwitz, 171-172, 260, 340, 400 autoexperimentación, 196, 207-213, 251

bacteria, 153-154, 257-261, 271278, 381, 392, 416 bacteriófago, 141-143, 396-397  
benceno, 23  
big bang, teoría del, 198-201  
bomba atómica, 56, 78, 144, 231232, 301, 319-320  
botella de Leyden, 99, 151 buceo submarino, 210-211 buckminsterfullereno, 303-307

caos, teoría del, 241-243  
carbono, 303-304, 333  
caucho, 171, 324-325 cefalosporinas, 277-278  
celacanto, 247-248  
cerveza, 340-343  
ciclamato, 28  
ciclotrón, 181-182  
círculo, cuadratura del, 50, 252, 373-374  
Clonidina, 207  
colorantes, 64-65  
compuestos del carbono, 17, 303307  
computadores, 202-203, 241-242 congelación, *véase* crioprotección corazón, 167-168, 243

malaria, 318-319  
Marte, 347-348  
metano, 210  
meteorología, 241-242, 362

Neptuno, 389-391  
nervio, 166-167  
neutrón, 12, 55-56, 73, 76-78, 181, 231-232, 298  
nitrocelulosa, 245  
nitrógeno, 226  
núcleo atómico, 57-59, 180-181, 281  
Nutrasweet (edulcorante), 27

ondas de radio, 233-235, 401-403 óxido nítrico, 313-315  
oxígeno, 226

paleontología, 105-106, 201-202, 308-312  
parásitos, 229-230, 249-251 partículas alfa, 57, 281  
PCR, *véase* reacción en cadena de la polimerasa  
penicilina, 272-278  
péptidos, 28, 399  
pi, 80, 373-374



Abderhalden, E., 399-401 Abraham, E. P., 278 Adams, J. C., 388-390 Agnesi, M. G.,  
 409-410 Airy, G., 388-390  
 Aitken, A. C., 38  
 Aldini, G., 152  
 Allison, V. D., 272-273 Alpher, R., 198-201, 343-344 Amaldi, E., 76-77  
 Ampère, A. M., 49, 408  
 Arago, D. F., 359-361, 390, 404405  
 Arquímedes, 71-72, 354 Azbel, M., 61-62

Bacon, F., 102-103  
 Baeyer, A. von, 10, 24, 63, 65, 205206, 332  
 Banting, F., 157-161  
 Barbellion, W. N. P., 307  
 Bardeen, J., 175-176  
 Bayliss, W. M., 284-286  
 Beaumont, W., 420-422  
 Beaven, G. H., 21  
 Beckman, O., 63 Becquerel, H., 34, 94-96  
 Beddoes, T., 313 Bell, J., 270-271 Bentham, J., 427 Beringer, J., 201-202  
 Bernard, C., 8, 283, 346-347, 422 Bernstein, J., 69, 137-138, 161-163,  
 198-199, 200  
 Berzelius, J. J., 53-54

Best, C., 158-160  
 Bethe, H., 41, 68, 78, 135, 137, 161, 223, 343-344, 433  
 Biot, J.-B., 326-327, 359-360, 404405  
 Blackett, P. M., lord, 411-412  
 Bliss, M., 159-169 Bloch, A., 92-93 Blondlot, R. P., 119-122  
 Bodenstein, M., 54-55  
 Bohr, H., 51  
 Bohr, N., 9, 11-13, 51, 56-59, 6869, 82-84, 97, 111, 138-139, 195-196, 278-279, 417  
 Bollobás, B., 358  
 Bonaparte, Napoleón, véase Napoleón I  
 Born, M., 183, 185, 433 Bosch, C., 56, 156-157 Bouvard, A., 359, 388 Boyle, R., 349-  
 352  
 Bragg, W. L., 219 222 Brandt, H., 350-351 Brattain, W., 175  
 Brenner, S. L., 396-398 Broglie, L. de, 149, 280 Broglie, M. de, 375-376 Bronstein, A.,  
 344-345 Brotzu, G., 277  
 Buckland, E., 43-44 Buckland, W., 43-44, 321, 323 Buffon, G.-L. Leclerc, conde de, 72,  
 294-298  
 Bullard, E., 411  
 Bumm, E. von, 251  
 Bunsen, R., 54, 177-178 Bumell, J. B., véase Bell, J.

Casimir, H. G. B., 68-69, 138-139 Cade, J., 406-407  
 Cartwright, M. E., 410  
 Cavendish, H., 8, 361, 382-383, 415 Chadwick, J., 298-302  
 Chain, E. B., 275-276 Chandrasekhar, S., 77, 187 Châtelet, E., marquesa de, 407-  
 410  
 Cherwell, lord, véase Lindemann, F. A.  
 Chevreul, M. E., 95 Chu, P., 425-426  
 Coleridge, S., 284-286 Coleridge, S. T., 313 Collip, J., 158-161

Compton, A. H., 128-129, 320 Condon, E. U., 42  
Cope, E. D., 105-107 Courtenay-Latimer, M., 246-247 Courtois, B., 419-420  
Crick, F. H. C., 8, 20, 218-219, 329 Crowther, J. G., 164-166, 395 Cummings, B. E, véase  
Barbellion,  
    W. N. P.  
Curie, M., 34-36, 95, 255  
Curie, P., 34-35, 95

Dale, H. H., 96, 166-168  
Dalton, J., 86-88  
Darwin, C., 48, 105, 112, 115, 237, 323, 337, 412, 428-429  
Darwin, G., 412  
David, E., 103-104  
Davisson, C., 281-283  
Davy, H., 152, 312-315, 335, 356 Dawson, C., 309-311  
Dicke, R., 41, 200  
Diderot, D., 49, 380  
Dirac, P. A. M., 107-112  
Dolomieu, D., 91-92  
Dreser, H., 316  
Dumas, J.-B., 342  
Durham, H. E., 153-154  
Dyson, sir Frank, 188-190  
Dyson, Freeman, 70, 134-138, 162

Eddington, A., 9, 186-190, 365, 367 Edgeworth, M., 314-315  
Edsall, J. T., 400-401  
Ehrlich, P., 272, 381  
Eichengrün, A., 316  
Eijkman, C., 194-195  
Einstein, A., 8-9, 10n, 12-13, 27, 29, 58, 60, 67, 111, 133, 147, 163,  
    186-190, 195-196, 239, 328, 344, 365, 394-395, 411, 433  
Elliot Smith, G., 309  
Ellis, C. D., 300-301  
Erdiis, P., 12, 163  
Euler, L., 380, 408

Fahlberg, C., 27  
Faraday, M., 53, 229, 312, 314 Federico el Grande (Federico II de Prusia), 72, 269, 408  
Feldberg, W., 169-170  
Fermi, E., 76-78, 107, 162, 231-232 Feynman, R., 8-9, 47, 135, 223-225, 248, 319-320  
Fisher, R. A., 384-385  
Flamsted, J., 45, 383  
Fleming, A., 271-277  
Florey, H. W., 273-278  
Forster, E. M., 111-112  
Franck, J., 13, 82, 278-279 Franklin, B., 100-101, 126-127, 151, 295  
Franklin, R. E., 219  
Frisch, O. R., 29, 57-59, 97, 190 Funk, C., 193, 398-399

Galle, J. G., 389 Galois, E., 123-126 Galton, F., 337  
Galvani, L., 151-153, 335



Gamow, G., 58, 60, 69, 186, 198, 200, 343-346  
Gardiner, B., 311 Gauss, K. F., 125, 354 Gay-Lussac, J. L., 342-343, 434 Germain, S., 354-355  
K., 327-329 Goethe, J. W. von, 293  
Goodwin, E. J., 373-374  
Goodyear, C., 324-325 Gosse, E., 236-238 Gosse, P., 235-238 Gray, S., 99  
Gross, L., 257-258 Gruber, M., 153 Guthrie, E. R., 52-53

Haber, F., 239, 419 Hahn, O., 56-59 Hald, J., 208-209 Haldane, J. B. S., 209-212  
Haldane, J. S., 210-211 Hampden, J., 429-430  
Hardy, G. H., 11, 37-39, 410, 417 Harrod, R. F., 145-151 Heatley, N. G., 275  
Heisenberg, W., 69, 394, 422, 431-433  
Heitler, W., 68-69 Herman, R., 198-201, 344  
Herschel, C., 383 Herschel, J., 383, 389-390  
Herschel, W., 366, 382-384, 388 Hertz, H., 233-235, 403 Hevesy, G. von, 118, 278-280  
Hewish, A., 270-271 Hey, J. S., 263-265 Hilbert, D., 39, 327-328 Hill, A. V., 48, 287 Hinton, M. A. C., 311-312  
Hitler, A., 238-240 Hobbes, T., 50  
Hoffmann, A. W. von, 63-64, 342 Hoffmann, E., 315-316 Hooke, R., 102, 163-164  
Hooker, J., 112-116 Hopkins, F. G., 194, 400-401  
Hough, L., 29,  
Houtermans, F., 190-193  
Hoyle, F., 200, 271  
Humboldt, A. von, 335-337, 342, 434  
Hunter, J., 251  
Huxley, T. H., 112-116, 237 Hipatia, 92, 410

Infeld, L., 108-109

Jacobsen, E., 207-209  
Jansky, K., 199, 262-265  
Jefferson, T., 295, 356  
Jeffreys, A., 338-340  
Jeffreys, H., 134  
Jenner, E., 196-197, 356-357  
Jones, R. V., 56, 73, 154-157, 261262  
Joseph, H. W. B., 147-150  
Jowett, B., 147, 179

Kac, M., 46-47  
Kamen, M., 128-129, 144 Kammerlingh Onnes, H., 424 Kapista, P. L., 84, 346, 413-414  
Keilin, D., 88  
Keith, A., 309, 311  
Kekulé von Stradonitz, A., 22-24 Kelvin de Largs, lord, 26, 38, 48, 334, 412  
Khrushchev, N. I., 215-217 Kirchhoff, G., 177-178 Koch, R., 194, 381  
Kornberg, A., 131-133  
Koshland, D. E., 244  
Kovalevsky, S., 252-256 Kraft, D., 349-352  
Küchenmeister, E., 249-251  
Ladenburg, R., 26

Lambert, J. H., 269  
Landau, L. D., 84, 191, 199, 344-346  
Langevin, P., 35, 375, 377  
Langley, S. P., 414-415  
Laplace, P. S., marquis de, 187, 359 Laue, M. von, 192, 195, 278-279 Lavoisier, A., 226-228, 403  
Lawrence, E. O., 180  
Lazowski, E., 259  
Lecoq de Boisbaudran, P., 330-331 Lee, T. D., 133  
Lefschetz, S., 90  
Leibniz, G., 45, 203  
Lemaitre, G., 237-238  
Lenard, A., 133-134  
Lenard, P., 12-13, 27, 187  
Le Verrier, U. J. J., 389-391  
Levi, P., 171-172  
Levi-Montalcini, R., 302  
Lewis, G. N., 180-181  
Libby, W. F., 243-244  
Liebig, J. von, 22, 340-343 Lindemann, F. A., 145-151, 289-290 Liouville, J., 39, 125  
Littlewood, J. E., 358  
Lodge, O., 235, 403  
Loewi, O., 166-169  
Loomis, A., 376-378  
Lorenz, E., 241-243  
Lubbock, J., 112-115  
Luna, S., 141-143  
Lyell, C., 428, 429  
Lysenko, T. D., 214-217

Macelwane, J., 362  
Macleod, J. R. R., 157-161 McGillivray, W., 321-323  
Magendie, E., 283-284 Marcet, J., 314-315 Marconi, G., 401-403 Mark, H. F., 280  
Markov, A. A., 358 Marsh, O. C., 105-107 Matulewicz, S., 259-260 Mawson, D., 103-104  
Maxwell, J. C., 100, 116-117, 229, 414-415  
Meitner, L., 56-59  
Mendeleev, D. I., 329-332 Mengele, J., 339-340, 400 Metchnikoff, E., 32-33 Meyer, V., 64-65  
Meyerhoff, O., 288 Mill, J., 427  
Milne, E. A., 73, 164-165, 367 Minkowski, O., 158 Mittag-Leffler, G., 255 Moivre, A. de, 334-335 Mond, L., 332-334  
Montagu, lady Mary Wortley, 356 Moore, B. R., 52-53  
Moran, C. McM. Wilson, lord, 277 Mott, N., 20-22, 140 Motz, L., 41  
Müller, P., 317-319 Mullis, K., 266-268

Nalbandov, A., 183-185  
Napoleón I, 91, 152, 355, 357 Neisser, A., 251  
Nelson, J., 66  
Nernst, W., 44, 145  
Nesmeyanov, A., 215-216 Neumann, J. von, 202-204

Newton, G. G., 278  
 Newton, I., 11, 45-47, 82, 107, 163, 188-190, 217, 296-297, 334, 383, 407  
 Nicolle, C., 258  
 Niepce de Saint-Victor, A., 95-96 Nollet, J. A., 100-101

Ochoa, S., 132-133  
 Oersted, H. C., 228-229  
 Oliphant, M. L., 73-74, 97  
 Oliver, G., 197  
 Oppenheimer, J. R., 144-145, 320 Ostwald, W., 63  
 Owen, R., 113

Pais, A., 82, 195, 203 Parkes, A. S., 129-131, 184  
 Parnas, J. K., 287-288  
 Pasteur, L., 62, 194, 249, 325-327,  
 341, 356, 416-417 Paulesco, N., 157-158  
 Pauli, W., 9, 67-70, 84, 107, 195, 433 Pauling, L., 219-222 Pauling, P., 219-220 Payne-  
 Gaposchkin, C., 364-368 Peacock, T. L., 427-428 Peierls, R., 67, 97, 111-112 Pekelharing, C., 194  
 Penzias, A., 199-200 Perkin, W. H., Sr., 63 Perutz, M. F., 88, 219-222 Pfeiffer, R., 153, 154  
 Phadnis, S., 29  
 Picard, A., 128  
 Picard, J., 128-129 Pincus, G., 378  
 Planck, M., 25, 149, 238-240, 289, 300  
 Plinio el Viejo (Gaius Plinius Secundus), 75, 126

Poincaré, J. H., 35, 93, 366  
 Poisson, S.-D., 123, 359  
 Poncelet, J. V., 90 Pontecorvo, B., 76 Pope, W. J., 17-20, 65 Portier, P., 371-372  
 Poulton, E. B., 307 Povzner, A. Y., 61-62 Preece, W. H., 401-403 Priestley, J., 226  
 Pitágoras, 79-80

Rabi, I. I., 29, 31, 40-42, 59-60, 231-232, 320, 422-423  
 Ramanujan, S. A., 37-39  
 Raynal, G.-T.-F., 295  
 Read, J., 17-20, 65, 205  
 Remsen, I., 27  
 Reynolds, O., 418  
 Rhoads, C., 33-34  
 Richet, C., 283, 371-372 Richmond, H. W., 165  
 Ringer, S., 167-168  
 Röntgen, C. W., 24-27, 94 Rosenfeld, L., 68, 83  
 Rothschild, M., 229-231  
 Rubbia, C., 353  
 Runge, F., 64  
 Russell, B., 11-12, 37, 179 Rutherford, E., lord, 8, 13, 47-49,  
 55, 73-74, 95, 146, 182-183, 185,  
 281, 299, 301, 365, 368, 413, 417

Sajarov, A. D., 198 Sapper, R., 64  
 Schäfer, véase Sharpey-Schäfer, E. Scheele, K. W., 226 Schlatter, J., 28, 29 Schoenheimer, R., 386-  
 388  
 Schönbein, C. F., 245  
 Schrödinger, E., 289-293, 422, 432 Schuster, A., 390-391, 414-415 Schwinger, J., 41, 135-136



1. El gran hedor .....	17
2. Choque de culturas .....	20
3. Los sueños de Kekulé .....	22
4. Los rayos de Rontgen .....	24
5. Luz sobre el dulzor: el descubrimiento del aspartamo . .....	27
6. Los puros sulfurosos de Otto Stern .....	29
7. Metchnikoff devuelto a la vida .....	32
8. Un mal viento .....	33
9. Marie Curie y los inmortales .....	34
10. «Cualquier número entero es amigo personal suyo»: Hardy visita a Ramanujan.....	37
11. Elogio de David Hilbert .....	39
12. Rabi conoce a su igual .....	40
13. Los Buckland echan por tierra <b>un</b> milagro .....	43
14. Termodinámica de la granja .....	44
15. Newton pondera .....	45
16. Rutherford encuentra una solución .....	47
17. La pizarra que desaparece .....	49
18. Gatos y dogmas .....	52
19. Pero ¿para qué sirve? .....	53
20. Abrir las cadenas .....	54
21. De vida y muerte.....	59
22. Peligro matemático.....	60
23. La fortuna favorece al torpe .....	62
24. Distinguir una auténtica vocación .....	66
25. El principio de Pauli .....	67
26. El primer eureka .....	71
27. Desdén señorial .....	73
28. Un mártir de la ciencia .....	75
29. El mármol y la fregona .....	76
30. El tema de Pitágoras .....	79
31. Nuevos usos para los barómetros .....	81
32. El profesor recuerda .....	85
33. El daltonismo de Dalton .....	86
34. El truco de la garrapata .....	88
35. Consuelo en la adversidad .....	90
36. Invierno en París: Becquerel y el descubrimiento de la radiactividad.....	94
37. La clave indescifrable .....	97
38. Doscientos monjes brincando y el diablo en la botella. ...	99
39. El éxito de la operación y la muerte del paciente .....	102
40. El profesor colgante .....	103
41. Disputa .....	105
42. Un hombre de pocas palabras .....	107
43. Atacado por el Bulldog .....	112

44.	Amortiguando el rotor canino .....	116
45.	Némesis en Nancy .....	117
46.	Melodrama de un matemático .....	123
47.	Ben Franklin calma las olas .....	126
48.	Fuego fraternal .....	128
49.	El precio del pecado .....	129
50.	Amar un enzima .....	131
51.	El duende de la puerta de al lado .....	133
52.	El solucionador de problemas .....	134
53.	El Puente de la resonancia .....	138
54.	Una libación de laboratorio .....	139
55.	La máquina tragaperras da un premio gordo .....	141
56.	Derribando a Venus .....	144
57.	Ninguno tan ciego .....	145
58.	Levantando a los muertos .....	151
59.	Vibriones en Viena.....	153
60.	Ahogando el teléfono .....	154
61.	Problemas en el laboratorio .....	157
62.	El niño es padre del hombre.....	161
63.	La treta de Hooke .....	163
64.	Conoce a tu adversario .....	164
65.	La chispa divina viene de noche .....	166
66.	Siguiendo el ejemplo .....	170
67.	Ciencia para supervivencia .....	171
68.	El acoso de J. J. Sylvester.....	173
69.	El americano tranquilo .....	175
70.	Resolviendo lo insoluble .....	177
71.	Un escéptico confundido .....	179
72.	Experimento erróneo, conclusión correcta .....	180
73.	Los viejos soldados nunca mueren .....	182
74.	Un caso de inanición nocturna .....	183
75.	Afortunado encuentro furtivo .....	185
76.	La conciencia desobediente de Eddington .....	186
77.	Fumando por el Führer .....	190
78.	Pelar y perecer .....	193
79.	Tabaco y cuantos .....	195
80.	El médico rural, su cautivo y el profesor .....	196
81.	Susurros del vacío .....	198
82.	Las piedras mentirosas del Monte Eivelstadt .....	201
83.	La mente de un matemático.....	202
84.	El viejo melón .....	205
85.	Medicina fuerte .....	207
86.	Una tragedia rusa .....	213
87.	Así funciona el mundo .....	217
88.	Estirón en el hilo de la vida .....	218
89.	Lo trivial y lo profundo.....	223
90.	El flogisto condenado a las llamas.....	226

91. La brújula errante .....	228
92. Liberación por el fuego .....	229
93. ¿Cuán pequeño es pequeño? .....	231
94. Viendo chispas .....	233
95. Una tragedia victoriana, una secuela del siglo xx . . . .	235
96. Una visita al Führer .....	238
97. Mariposa en Beijing.....	241
98. La cocinera sabe más .....	243
99. Química en la cocina: el descubrimiento de la nitrocelulosa .....	245
100.El fósil viviente.....	246
101.El sonido de la física .....	248
102.Gran guiñol.....	249
103.El papel de pared matemático .....	252
104.De las bocas de los poetas .....	256
105. Alimaña venenosa .....	257
106. Un principio mal aplicado .....	261
107. Un mensaje del espacio .....	262
108. El tablero de ajedrez del emperador .....	265
109. Una modesta evaluación.....	269
110. Los hombrecillos verdes que no existían .....	270
111. Las virtudes de la penuria .....	271
112. El subterfugio de Hevesy .....	278
113. Cristalino .....	280
114. El perrito marrón .....	283
115. Amigos y enemigos.....	287
116. La metedura de pata del maestro .....	289
117. Vigor híbrido .....	293
118. Las bolas de fuego de Buffon .....	294
119. Ciencia <i>in extremis</i> y la pasta de dientes fosforescente . . . .	298
120. Sus señorías dan una patada a un balón .....	303
121. El poder de los encantamientos.....	307
122. ¡Engaño! .....	308
123. Humphry Davy se da aires.....	312
124. La verdad es más extraña que la ficción.....	315
125. El mosquito deja de picar .....	317
126. Algunos nacen grandes .....	319
127.Vitalidad victoriana .....	320
128.Charles Goodyear vulcaniza .....	324
129.Pasteur empuña las pinzas .....	325
130.Los límites de la lógica .....	327
131.Como en un sueño .....	329
132.El metal adquiere alas .....	332
133.Una muerte matemática .....	334
134.Terrible experimento .....	335
135.Galton superado .....	337

136. Carne y cerveza .....	340
137. La ira de los locos.....	343
138. <i>Domestic horror show</i> .....	346
139. Una bola en Marte .....	347
140. Boyle sobre la ebullición .....	349
141. El físico como un viajante .....	352
142. La preocupación de <i>monsieur</i> Leblanc .....	354
143. El emperador y el científico .....	355
144. El hombre de principios .....	358
145. El invento robado .....	359
146. Los jesuitas y la bomba .....	362
147. Husmeando en un virus .....	363
148. Un mundo de hombres .....	364
149. El impacto del reconocimiento.....	368
150. Frutos del mar .....	371
151. Un trozo de pi .....	373
152. El último de los verdaderos aficionados .....	375
153. La píldora del doctor Pincus .....	378
154. El <i>philosophe</i> frívolo .....	380
155. Koch sobre la cocina .....	381
156. El calor de la luz .....	382
157. Un mundo de ciencia en una taza de té .....	384
158. Un cobre o dos .....	386
159. Los sabios y los chauvinistas .....	388
160. El caso de las orejas flácidas .....	391
161. El filósofo bondadoso .....	394
162. Un mito y su génesis .....	396
163. «Donde están las hormonas, allí me quejo» .....	398
164. El hombre desagradable .....	399
165. El chisporroteo que hizo historia .....	401
166. Las peregrinaciones del físico .....	403
167. De manía a milagro .....	406
168. <i>Madame la savante</i> .....	407
169. El patrón oro .....	411
170. Margen de error.....	413
171. Pompa y circunstancia .....	414
172. La utilidad de las vacaciones .....	416
173. El oficio de profesor.....	417
174. La nube púrpura .....	419
175. El puño en la fístula.....	420
176. Tropezar con una respuesta .....	422
177. Despistando a los sabuesos .....	424
178. La generosidad del cuerpo.....	427
179. La venganza del aplanador de la Tierra .....	428
180. Baches en el camino de la fama .....	431
181. La estratagema de Humboldt .....	434



<i>Agradecimientos</i> .....	435
<i>Índice de materias</i> .....	437
<i>Índice de nombres</i> .....	441