

## Reseña

Si hay una ciencia – que es también, en este caso, una técnica y un arte – que no nos es, que no nos puede ser, ajena, esa es la Medicina. Conscientes del lugar tan especial que esta ocupa en la historia de la humanidad, Antonio Mingote y José Manuel Sánchez Ron decidieron unir por tercera vez –tras sus *¡Viva la ciencia!* y *El mundo de Ícaro*– sus fuerzas para componer una gran historia de la Medicina. Aunque desgraciadamente el genial dibujante que fue Antonio Mingote no podrá ver el fruto de sus esfuerzos (falleció en 2012), dejó suficientes materiales para que haya podido completarse este libro, *Una historia de la medicina*. Gracias a su prosa transparente y sus maravillosos dibujos, los lectores de esta deslumbrante obra podrán familiarizarse con los momentos principales de la historia de la medicina, desde su nacimiento en la Antigüedad hasta la nueva medicina basada en las técnicas genéticas. En ese recorrido se encontrarán con episodios que nadie debería desconocer, episodios como el origen y efectos de la epidemias (incluyendo las más recientes, como el Ebola), el descubrimiento de la circulación de la sangre y las primeras transfusiones, allá en el siglo XVII, la introducción de las técnicas de asepsia y anestesia, la teoría microbiana de la enfermedad de Pasteur y Koch, las aportaciones de Virchow y Cajal al mundo de la célula (el “átomo de la vida”) y de la física a la medicina (rayos X, radiactividad, técnicas de imagen), el descubrimiento de los antibióticos (Fleming y la penicilina), el camino que recorrió la

genética desde Mendel hasta Watson y Crick, los transplantes o la fecundación *in vitro*, las terapias génicas, la clonación y las células madre. *Una historia de la medicina* es más que un libro de divulgación y de historia, es un maravilloso instrumento para orientarse en un mundo tan cambiante y tan próximo a todos nosotros como es la Medicina.

## Índice

### [Prólogo y recuerdo de un hombre bueno](#)

1. [El nacimiento de la medicina](#)
2. [El reino de Hipócrates: la medicina griega](#)
3. [De Galeno a Vesalio](#)
4. [Epidemias y hospitales](#)
5. [La circulación de la sangre](#)
6. [Buscando lo inobservable: Hooke, Leeuwenhoek y el microscopio](#)
7. [La medicina científica del siglo XIX](#)
8. [Virchow y Cajal: la célula y la asistencia sanitaria](#)
9. [Anestesia y asepsia](#)
10. [Física y medicina](#)
11. [¿Una medicina para el alma? Freud y el psicoanálisis](#)
12. [Fleming y los antibióticos](#)
13. [Sociedad y salud](#)
14. [Trasplantes](#)
15. [Técnicas de imagen en la medicina](#)
16. [La biomedicina del ADN](#)
17. [Nuevos mundos médicos](#)

### [Bibliografía recomendada](#)

## Prólogo y recuerdo de un hombre bueno

Lo normal es que cuando un autor finalice un libro y ya esté dispuesto a entregarlo a su editorial, la alegría domine sobre cualquier otro sentimiento. En la presente ocasión, este autor no puede decir lo mismo porque su coautor, su amigo, Antonio Mingote (1919-2012), ya no está entre nosotros para ver culminada la empresa que iniciamos juntos hace cerca de tres años. Falleció el 3 de abril de 2012.

Este libro, *Una historia de la medicina. De Hipócrates al ADN*, constituye, y estaba pensado como tal, el último de una trilogía, tras *¡Viva la ciencia!* (2008) y *El mundo de Ícaro* (2010), que Antonio y yo queríamos completar. Recuerdo muy bien cómo empezó todo. Tuve la inmensa fortuna de ser su



compañero en la Real Academia Española. Todos los jueves nos reunimos en el edificio de la calle Felipe IV de Madrid y yo observé que él llegaba siempre un buen rato antes para leer en una de nuestras magníficas bibliotecas, reposos del alma y alimentos del espíritu, algún libro poco común (su cultura era inmensa). Uno de esos jueves, después de haberlo pensado algo, me acerqué a él y le dije: «Antonio, he pensado que tal vez podríamos escribir un libro juntos. Tú dibujas y yo escribo». Me contestó, no lo olvidaré nunca: «Para mí sería un honor». El honor era, naturalmente, para mí.

Y así comenzó la pequeña pero entrañable, para nosotros importante, historia de nuestra colaboración. Creo, estoy seguro, que él no disfrutó menos que yo. La ciencia lo entusiasmó, aunque era menos ignorante de ella de lo que quería aparentar. Era extraordinario ver lo rápido que entendía las ideas para las ilustraciones que yo le sugería, cómo se informaba él mismo y cómo las daba forma, enriqueciéndolas en maneras que yo no había imaginado, además de crear, por supuesto, otras en las que yo no había pensado. Lo pasamos tan bien que después de nuestros dos libros conjuntos planeamos un tercero. Desgraciadamente, su salud fue deteriorándose con rapidez. Su cuerpo no le respondía, no podía seguir el ritmo que su mente, despierta hasta el último momento, exigía. Pudo hacer algunos dibujos, incluyendo la maravillosa cubierta que ahora lo abre y adorna, pero no todos los que planeábamos. Era doloroso ver cómo quería pero no podía y el sufrimiento que ello le producía. En el tintero de los dibujos que no llegaron a nacer, se halla uno con el que luchó sin llegar a tener fuerzas (la imaginación y el arte nunca lo abandonaron): una mezcla de El Bosco y Brueghel el Viejo, que debería mostrar un abigarrado conjunto de humanos enfermos.

Afortunadamente, la producción artística de Antonio Mingote fue tan extensa, tan increíblemente amplia, que he podido encontrar muchos dibujos suyos de temas médicos, unos publicados, aquí y allá, a lo largo de los años, y otros inéditos, lo que ha hecho posible que nuestra historia de la medicina —una historia que no pretende, ni pretendió nunca, ser ni siquiera medianamente completa;

simplemente es nuestra pequeña visión de ella— vea finalmente la luz.

En la tarea de encontrar esos dibujos que completasen los que Antonio hizo para esta obra, su viuda, Isabel Vigiola de Mingote, ha sido fundamental. Es ejemplar el cuidado, el amor, con el que Isabel cuida su legado, lo mismo que hizo en vida de su esposo, con su obra y con él. Entre mis satisfacciones al ver terminada la empresa que Antonio y yo iniciamos juntos, no figura sólo la de honrar la memoria del amigo, de un hombre bueno, que se fue, también está la de añadir un granito de arena al deseo de Isabel de que la memoria de Antonio Mingote continúe acompañando, con renovado vigor, a todos aquellos, una legión inmensa, que lo admiraron y quisieron.



Quiero agradecer también a María Jesús Domínguez su inestimable ayuda en la localización de dibujos. Y al Museo de ABC, en especial a su directora, Inmaculada Corcho, que pusiera a mi disposición los fondos de dibujos que conserva.

*José Manuel Sánchez Ron*

*24 de junio de 2013*

## Capítulo 1

### El nacimiento de la medicina

Aunque el subtítulo de este libro es «De Hipócrates al ADN», es preciso decir algo acerca del origen de esa actividad, la medicina, a la que el gran Hipócrates dedicó sus desvelos. A tal propósito está dedicado el presente capítulo.

#### Las primeras ciencias

La ciencia y la tecnología son, no cabe duda alguna, los mejores instrumentos que los seres humanos hemos inventado para conocer la naturaleza, incluyendo esa parte de ésta que somos nosotros, organismos vivos. Y una pregunta que podemos hacernos es la de cuáles fueron las primeras ciencias que surgieron. La respuesta no es difícil: las matemáticas, la astronomía y la medicina.

Contar es una necesidad para prevenir, para estar en mejores condiciones ante el futuro. Es conveniente, por ejemplo, conocer el consumo para guardar lo necesario y disponer del resto. No es, por consiguiente, sorprendente que contar fuese la primera gran invención de la humanidad; al menos y aunque no se fuese consciente de ello, la primera gran invención de carácter científico, porque al contar estamos estableciendo sistemas de numeración y eso ya es matemática. Las muescas que se encuentran en piezas óseas de gran antigüedad (por ejemplo, las 29 muescas que aparecen en un hueso de una pata de babuino de unos treinta y siete mil años de antigüedad que se encontró en las montañas de



Lebombo, en la frontera entre Swazilandia y Sudáfrica) no tendrían sentido sin que el humano que las hizo no albergase la idea mental de una serie numérica. En formas más complejas, es muy probable que existiera una matemática en el Neolítico, esto es, entre, aproximadamente, los años 3000 y 2500 a.C., que se extendió desde Europa Central hasta las islas Británicas, Oriente Próximo, la India y China.



En cuanto a la astronomía, sabemos muy bien que el cielo, el que se ve durante el día al igual que el nocturno, atrae irresistiblemente la atención de los seres humanos. Durante el día, la presencia del Sol

no sólo se manifiesta imperiosamente sino que influye en nuestras vidas de manera determinante:

*sin él, fuente de calor y de energía, simplemente no podría existir la vida. La noche la domina la Luna, a pesar de que se esconde periódicamente, y esas pequeñas «luces» que finalmente recibieron de los griegos el nombre de «estrellas». Todos estos cuerpos se observan directamente, sin necesidad de disponer de ningún recurso (instrumento) suplementario. Su existencia constituyó, por consiguiente, una experiencia común a los primeros Homo sapiens. Y al observar esos cuerpos, que se movían, existentes más allá de la superficie terrestre, terminaron descubriéndose regularidades en sus movimientos. Han sobrevivido numerosas pruebas que delatan el interés que nuestros antepasados antiguos mostraron por lo que sucede en los cielos: restos arqueológicos orientados de manera que señalan hacia los lugares en los que el Sol se levanta y se pone a mediados del verano y del invierno, tumbas construidas hacia el año 4.500 a.C., cuya forma alargada se alinea con los lugares donde se levantan y ponen estrellas brillantes, como Stonehenge, cuya estructura se adecuaba a posiciones de cuerpos celestes. En el Megalítico, individuos a los que con justicia podemos llamar astrónomos primitivos, grabaron en piedra las figuras de algunas constelaciones fáciles de identificar: la Osa Mayor, la Osa Menor y las Pléyades.*

Finalmente, está la medicina. ¿Cómo no iban a interesarse nuestros antepasados más antiguos en cómo remediar los males que inevitablemente padecerían en algún momento de sus vidas o verían que otros padecían? Entre esos «males» estarían heridas de todo tipo (con la consiguiente pérdida de ese líquido al que se terminaría denominando «sangre»), fracturas de huesos, caries dentales y enfermedades.

La medicina: entre los mitos, la ciencia y la técnica

Que nuestros antepasados lejanos se interesasen por los males que tenían lugar en sus cuerpos es una cosa, que supieran explicar tales «desarreglos» es otra muy diferente.



A la vista de lo difícil que es determinar las causas de la mayoría de los problemas «no mecánicos» (esto es, diferentes a roturas de hueso, heridas o similares) que afectan a los seres vivos —aún hoy distamos de haber resuelto esta cuestión por completo—, no nos debe extrañar que las medicinas antiguas, también denominadas a veces «paleomedicinas», estuvieran basadas en mezclas de creencias mágicas y religiosas con prácticas empíricas (como, por ejemplo, la utilización de plantas), carentes de base sistemática, científica.

Una creencia frecuente era la de considerar a los enfermos como víctimas de un enemigo que lo había hecho objeto de un maleficio mágico o de un demonio o dios al que el enfermo había irritado. De ahí que entre los primeros «médicos» se encuentren hechiceros y una variante de éstos, los chamanes.



En cuanto al recurso a creencias religiosas, todavía hoy se dan a veces tales prácticas. Se puede comprobar esto en, por ejemplo, la religión cristiana, sin más que leer las Sagradas Escrituras. En los evangelios de Mateo, Marcos, Juan y Lucas (que era médico), se citan numerosos ejemplos de la actuación de Cristo como sanador. La «medicina científica» tardaría mucho tiempo en llegar (hablaremos de ella más adelante como un producto del siglo XIX). Ahora bien, la medicina es una ciencia pero también una técnica y, en este apartado, el técnico, se introdujeron instrumentos o prácticas útiles mucho antes de que se dispusiese de explicaciones

científicas. Prácticas que requerían de instrumentación adecuada, aunque fuese primitiva, como la trepanación craneal:

*se han encontrado miles de cráneos trepanados tanto en el Paleolítico japonés como en el Neolítico europeo y, a partir del segundo milenio antes de nuestra era, son particularmente abundantes en Perú.*

### Origen de las enfermedades

Es interesante detenerse en las enfermedades de las que, naturalmente, volveré a ocuparme en este libro. Durante aproximadamente cinco o seis millones de años, los homínidos anteriores a la aparición de los *Homo sapiens*, vivieron, como cazadores y recolectores en pequeños grupos de probablemente entre cincuenta y cien individuos, un tipo de asociación que los *Homo sapiens* mantuvieron hasta que se transformaron en agricultores-ganaderos. Una densidad tan baja de individuos como la que existía entonces, junto con el que fuesen nómadas que cambiaban con cierta rapidez de lugar de residencia, significó que se vieron menos afectados por infecciones bacterianas que dependen del contacto directo entre individuos de la misma especie. Estos patógenos necesitan de poblaciones grandes y densas para sobrevivir transmitiéndose, lo que significa que no debieron de existir muchas de las enfermedades que más adelante afectarían gravemente a los humanos, como el sarampión, la viruela, la tos ferina o la poliomielitis. Sin embargo, sí se pudieron dar enfermedades víricas que se caracterizan por mantenerse en estado

latente y manifestarse de manera recurrente, como el herpes simple o el virus de la varicela. Por otra parte, el no estar atados los homínidos o humanos primitivos a un entorno geográfico estable durante mucho tiempo evitaba, por ejemplo, tanto que las aguas se contaminaran como que el almacenamiento de abundantes desechos se convirtiera en foco de atracción y de diseminación de insectos transmisores de enfermedades infecciosas.

Las fuentes principales de enfermedades para aquellas colectividades primitivas debieron de proceder de la ingestión de carne de animales con microorganismos que éstos soportaban, pero no los homínidos-humanos. Variedades de este tipo de enfermedades son, por ejemplo, la triquinosis, el tétano o la esquistosomiasis, una enfermedad debilitante producida por un parásito llamado trematodo. Y también es posible que se diesen formas de tifus, malaria e incluso fiebre amarilla, aunque encuentros con estas infecciones debieron de ser en general fortuitos e individuales. Estos casos son manifestaciones de una de las formas típicas en las que se contraen enfermedades:

*por contacto entre individuos de especies diferentes, lo que se denomina zoonosis. Y el desarrollo de la ganadería abrió la puerta de par en par a este tipo de fuente de enfermedades entre los humanos.*



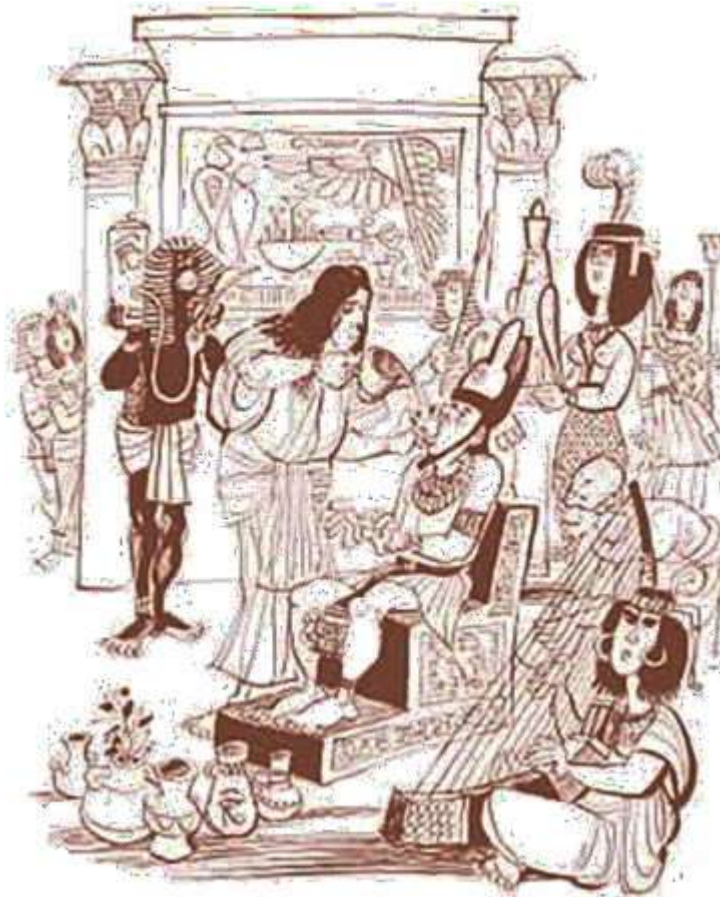


### Pruebas tempranas de prácticas médicas

Existen pruebas del origen temprano de las prácticas que finalmente configurarían lo que denominamos «medicina». En excavaciones arqueológicas han aparecido restos humanos de hace miles de años que muestran que se habían reparado roturas de huesos y curado heridas. Se han encontrado —ya he aludido a ello— restos de cráneos que muestran que la trepanación (agujeros en el cráneo) se practicaba hacia el año 5000 a.C. En algunas tumbas u otros lugares correspondientes al Imperio Antiguo egipcio (siglos XXXI - XXXIII a.C.), han aparecido inscripciones en las que se especifican los nombres de «jefes de médicos», «oculistas»,



«médicos del vientre», «guardianes del ano» o «dentistas», «intérpretes de los líquidos escondidos en el interior»: se trata, como vemos, de pruebas de especialidades médicas. En tablillas cuneiformes de los alrededores del año 3400 a.C. aparecen noticias anatómicas. En un papiro conocido como Edwin Smith, que data del siglo XVII a.C. aunque es copia de uno anterior, se encuentran «Instrucciones relativas a una herida abierta en la cabeza, que penetra en el hueso, fractura el cráneo y deja el cerebro al descubierto» e «Instrucciones relativas a una rotura en la cámara de la nariz». Y, en otro, también copia de uno anterior (se supone que de los alrededores del año 3000 a.C.), el conocido como papiro Ebers, descubierto por un árabe, parece que en Tebas, en 1862 (es un rollo de 20,23 metros y 108 columnas), se describe el corazón como el punto en que convergen todos los vasos por los que circulan los fluidos: sangre, lágrimas, orina y esperma, y se recogen prescripciones para el tratamiento de una serie de enfermedades: del aparato digestivo, como la disentería, del urinario (la hematuria), de los ojos (tracoma ocular) o de la piel. La farmacología egipcia estaba también muy desarrollada y se servía de productos vegetales, minerales o animales: bebedizos, pomadas y cataplasmas eran sus remedios habituales. Y el uso de purgantes era muy frecuente.



También se han encontrado en los restos arqueológicos mesopotámicos pruebas de la presencia de prácticas médicas. En una tablilla babilónica de los alrededores del año 650 a.C. se describe un comportamiento que debía ser consecuencia de la epilepsia.

Cuando se leen textos como los que acabo de citar, se comprueba lo primitivo de aquellos conocimientos y remedios médicos. Sin embargo, esto no significa que no se estableciese una profesión médica sometida a una serie de regulaciones. Un ejemplo en este sentido es el Código de Hammurabi (que reinó entre 1793 y 1750/1743 a.C.), en el que uno de sus apartados, sobre la

«Reglamentación legal de la práctica de los sanadores de rango inferior», incluía las siguientes especificaciones:

*Si un cirujano practica una operación importante a un ciudadano libre con una lanceta de bronce y lo salva o si le abre la órbita superocular y salva su ojo, recibirá diez siclos de plata.*

*Si el intervenido es hijo de un sirviente, el cirujano recibirá cinco siclos de plata.*

*Si se trata del esclavo, su dueño deberá pagar al cirujano dos siclos de plata.*

*Si un cirujano realiza una operación delicada en un señor libre con una lanceta de bronce y causa la muerte de dicho señor o abre la órbita de un señor libre y le destruye el ojo, se condenará al cirujano a cortarle la mano.*

*Si un cirujano somete a una operación importante al esclavo de un sirviente con una lanceta de bronce causándole la muerte, restituirá a dicho señor un esclavo igual al fallecido.*

*Si le abre la orbita superocular con una lanceta de bronce y destruye su ojo, estará obligado a pagar la mitad del precio del esclavo.*

*Si un cirujano ha unido y consolidado un hueso roto a un señor libre o le ha curado la distensión de un tendón, el paciente dará al cirujano cinco siclos de plata.*

Como queda claro, la profesión de cirujano tenía bastantes riesgos en el mundo antiguo, en el que, como vemos, las diferencias entre señores y esclavos estaba bien marcada.

### Acceder al interior del cuerpo humano

Un problema para que la medicina avanzase fue el de acceder al interior del cuerpo humano. Las partes exteriores —cabeza, tronco y extremidades— proporcionaban un conocimiento superficial del cuerpo. Y acceder al interior del cuerpo humano producía graves daños al sujeto, incluso la muerte, circunstancia que explica las dificultades que había que vencer para profundizar en el conocimiento de la estructura interna del cuerpo. Algo se pudo avanzar debido a los traumatismos producidos por acciones exteriores violentas, como fractura de los huesos, heridas producidas en el combate, tanto de los soldados como de los gladiadores, amputaciones accidentales de parte o de la totalidad de alguna extremidad... Junto a lo que tales traumatismos permitían observar directamente, estaban los conocimientos que se derivaban de las acciones destinadas a intentar restaurar los cuerpos a sus estados originales; la reducción de las fracturas, en especial, ayudó al conocimiento del esqueleto y de los tendones, mucho más que intervenciones delicadas y, por tanto, menos frecuentes, como la trepanación o la extirpación de las cataratas. Asimismo, el embalsamamiento de los faraones contribuyó al conocimiento de la anatomía y a la práctica de la cirugía (sabemos que para esas prácticas en el tercer milenio a.C. se utilizaron cuchillos de

obsidiana en Egipto y América, y de cobre en Sumeria). Gracias a la cirugía, se obtuvo una primera versión, parcial, de la composición de los seres humanos. Por otra parte, la extracción de las vísceras proporcionó un conocimiento de las cavidades del organismo.



La disección de seres humanos, un método que podía ayudar a conocer el interior del cuerpo se topó a menudo con dificultades y así terminó constituyendo un arte poco practicado y, en algunas culturas, incluso prohibido, como en China, donde el cuerpo se consideraba sagrado: Confucio había dicho:

*«Nuestro cuerpo con la piel y el pelo procede de nuestros padres. No podemos mutilarlos», por eso la disección no se*

*practicó, salvo casos extraordinarios, como cuando en el siglo XII se diseccionó los cuerpos de 56 bandidos que habían sido ejecutados.*

## Medicinas no occidentales

Como vemos, por constituir una actividad tan necesaria, la medicina se estableció por todo el mundo: encontramos médicos e ideas sobre las materias médicas en todas las civilizaciones. He mencionado ejemplos relativos a Mesopotamia y Egipto, pero también los hay, y abundantes (aunque en Occidente sepamos menos de ellos), en civilizaciones como la china y la india. Los textos más antiguos de la medicina india son las colecciones atribuidas a Sushruta y Charaka, escritas al parecer en el siglo I a.C., que fueron desarrolladas durante las siguientes ocho centurias. En la última se lee:

*Hay tantas clases de vasos en el cuerpo como sustancias diferentes existen en él. Las sustancias o los procesos no llegan a existir ni desaparecer sin sus vasos propios ... Son extraordinariamente numerosos, por lo que algunos maestros dicen que son incontables, aunque hay otros que afirman que pueden contarse. Los vasos llevan la fuerza del aliento vital que está ínsito en el cuerpo, llevan agua y alimento, quilo y sangre y las transformaciones de esta última, que son la grasa, el hueso, la médula y el semen. Llevan también orina, excrementos y sudor.*

Y a continuación se enumeraban las «raíces» de las que procedían algunos vasos; por ejemplo, la raíz que llevaba el «aliento vital» era el corazón; la de los que llevaban el agua, el paladar, y las que transportaban los alimentos, el estómago y el costado izquierdo. «La falta de apetito, las náuseas, la indigestión y los vómitos —se añadía— son síntomas de que estos vasos están alterados.»

Está claro que los textos Charaka combinaban anatomía con sintomatología y recetas. La preocupación por la observación, por no construir edificios conceptuales, teorías médicas, alejadas de la realidad, aparece con gran claridad y modernidad, podríamos decir también, en algunos textos de la colección Sushruta. Veamos lo que se decía en uno dedicado a la «Indagación anatómica con cadáveres humanos»:

*La indagación anatómica rigurosa de las partes del cuerpo que se extienden más allá de la piel no se encuentra en otra parte del saber médico más que en la doctrina quirúrgica. El cirujano que desee tener un conocimiento completamente seguro debe preparar con esmero un cadáver y observar cuidadosamente sus partes, porque mejorará su formación, asociando lo que ve con sus propios ojos y lo que ha aprendido de la tradición válida a través de los libros.*

*Con este fin debe escogerse un cadáver completo en todas sus partes. Tiene que ser el cuerpo de alguien que no sea demasiado viejo ni haya muerto envenenado ni a causa de una enfermedad deformante. Tras quitar de entrañas toda*

*la materia excrementicia, el cadáver debe ser envuelto con juncos, esparto, hierbas o cáñamo y colocado en una jaula de caña o mimbre. Sujetando fuertemente esta última en un paraje oculto de un río con fuerte corriente.*

*Al mismo tiempo, hay que observar ocularmente cada parte del cuerpo, grande o pequeña, externa o interna, empezando por la piel, una tras otra, a medida que aparecen.*

Eran buenos consejos, aunque a nosotros, entre mil quinientos y dos mil años después, nos parezcan zafios y primitivos. No se trataba, además, únicamente de instrucciones de este tipo. La medicina, no lo olvidemos, pretende, por encima de cualquier otra consideración, resolver problemas que afectan a los individuos. Quiere comprender, sí, pero para cumplir ese fin. Un ejemplo de esa dimensión intrínseca de la medicina aparece también en esta colección, Sushruta, india. Citaré lo que se dice sobre un apartado de la cirugía reconstructiva, la rinoplastia:

*Para fijar una nariz artificial, en primer lugar debe buscarse una hoja de enredadera suficientemente larga y ancha para cubrir por completo la parte cercenada. Hay que cortar después de abajo arriba un trozo de carne viva de la región de la mejilla del mismo tamaño de dicha hoja y, una vez escarificado con el bisturí, adherirlo rápidamente a la nariz cercenada. Entonces, el impasible médico ha de sujetarlo firmemente con un vendaje de*



*aparencia decorosa y perfectamente apropiado para el fin que se emplea. El médico debe asegurarse de que se haya efectuado una completa adherencia de las partes seccionadas, así como colocar a continuación dos pequeños tubos en los orificios nasales, para facilitar la respiración e impedir que la carne adherida descienda. Después hay que aplicar a esta última una mezcla de polvos de patanka, yashtimadhukam y rasangadi y envolver la nariz con algodón de karpasa y rociarla varias veces con aceite refinado de sésamo puro. El enfermo deberá beber manteca desleída y será untado con aceite y tratado con purgantes después de que haya digerido totalmente los alimentos que tome, tal y como indican los libros de medicina.*

*Se estimará que la adherencia ha sido completa cuando la úlcera producida por la incisión esté perfectamente cicatrizada; en caso de adherencia parcial, se tiene que repetir la escarificación y el vendaje.*

Evidentemente, semejantes indicaciones revelan una larga experiencia de, podríamos decir, «prueba y error», de prácticas empíricas, un procedimiento frecuente en la medicina hasta que su base científica se asentó con cierta firmeza. Notemos la mención de «polvos de *patanka*, *yashtimadhukam* y *rasangadi*»: estos términos sánscritos designan, respectivamente, las especies vegetales *Caesalpinia sapipan* L., cuya madera es rica en tanino, *Glycyrrhiza glabra* L. o regaliz, y *Balsamodendron myrrha* T. Nees, del que se

obtiene mirra, mientras que el algodón de *karpasa* se refiere al género botánico *Gossypium*, concretamente a la especie euroasiática *G. herbaceum*, de la que se obtiene algodón. Esto nos lleva a otro apartado de la medicina, al que también aludí: el uso de plantas. El ya citado papiro Ebers contiene muchas indicaciones de este tipo, descripciones de fármacos procedentes de plantas con indicaciones terapéuticas, hasta el punto de ser considerado la primera farmacopea. Se identifican en él unos ciento sesenta medicamentos de origen vegetal, entre ellos el ricino, del que se dice:

*Ricinua communis L. Lista de las propiedades del ricino: si su corteza es triturada en el agua y aplicada a una cabeza que sufre, la curará inmediatamente como si nunca hubiera padecido. Si unas pocas de sus semillas son masticadas con cerveza por alguien que padezca estreñimiento, evacuará sus heces. El cabello de una mujer puede hacerse crecer con sus semillas. Triturarlas y amasarlas con grasa y que la mujer se unte con esta pasta la cabeza. Su aceite se obtiene de las semillas. Sirve para untar úlceras malolientes, que quedarán como si nada hubiera ocurrido. Desaparecerán untándolas con este aceite durante diez días, aplicándolo muy temprano, por la mañana. Es un verdadero remedio comprobado innumerables veces.*

Recordemos que el ricino es un arbusto.



Con respecto a la medicina china, me limitaré a mencionar un método particularmente conocido en Occidente: la acupuntura, la introducción de agujas muy finas en puntos específicos del cuerpo. Este tipo de tratamiento se debe situar en el contexto de una vieja idea china que entiende la salud y la enfermedad como producto de la relación entre dos principios opuestos, el *yang* (positivo, cálido, seco) y el *yin* (negativo, frío, húmedo). La acupuntura era una forma de restablecer el equilibrio correcto entre estos dos principios. Veamos lo que se decía al respecto en un tratado médico chino de entre los siglos II a.C. y VII d.C., el *Nei Jing Su Wen* («Canon de medicina interna»):

*La acupuntura se utiliza para suplir lo que falta y para evacuar una plenitud excesiva ... Hay que examinar las tres secciones del cuerpo y las nueve subdivisiones, para ver si existen alteraciones repentinas e interrupciones iniciales de su curso. La aguja debe insertarse en el momento de la inspiración y no debe permitirse que el aliento entre en conflicto con ella. Cuando se pone la aguja debe estar quieta un momento y el enfermo tiene que respirar lentamente. No hay que permitir que entren en el cuerpo influencias perniciosas. Mientras el enfermo esté todavía inspirando, debe girarse un poco la aguja. Hay que empezar a extraerla en el momento de la expiración, pero sin brusquedad; debe estar fuera cuando el aliento se haya expirado por completo. Este procedimiento se llama «drenaje» (de una plétora de yang).*

## Capítulo 2

### El reino de Hipócrates: La medicina griega

A la antigua Grecia le cabe el inmenso honor de haber alumbrado el auténtico pensamiento racional. Fue en el mundo griego, en efecto, donde la capacidad humana de pensamiento simbólico se mostró por primera vez con toda su potencia. Una creación helena particularmente importante fue el de la filosofía, etimológicamente el «amor a la sabiduría» o, según lo definía el primer diccionario de la Real Academia Española, el denominado *Diccionario de Autoridades* (siglo XVIII), «Ciencia que trata de la esencia, propiedades, causas y efectos de las cosas naturales». La filosofía era un «arte» en el que destacaba la «especulación», la capacidad de elaborar sistemas racionales para explicar observaciones.

Debemos a los griegos tesoros inmensos, como son la historia, la literatura, obras de arte (esculturas, edificios) maravillosas, la lógica y la ciencia. Es cierto que textos como la *Física* de Aristóteles hace mucho que se han superado y que, salvo los historiadores, se consideran como manifestaciones de los errores del pasado; y no es menos verdadero que ya sabemos perfectamente que ideas —que defendieron con energía no sólo Aristóteles sino también el extraordinario y convincente Platón— como la «teoría de los cuatro elementos» (fuego aire, agua y tierra), con la que la doctrina china del *yang* y el *ying* comparte algunas ideas, o la cosmología geocéntrica son radicalmente erróneas, pero todas contribuyeron a la configuración y desarrollo de la ciencia. Por otra parte, la

matemática contenida en la obra *Elementos* de Euclides (c. 325-265 a.C.) sigue siendo tan válida como lo era hace alrededor de dos mil quinientos años.



*Asclepios*

A la vista de lo anterior, habría sido sorprendente que los griegos no dejaran también su marca en la medicina. Y la dejaron, aunque podamos encontrar numerosas pruebas de creencia en que la ayuda de los dioses era necesaria para sanar a los enfermos, una idea, por cierto, que, como es bien sabido, aún no ha desaparecido completamente de nuestro mundo. En la Grecia arcaica del siglo

VIII a.C., por ejemplo, se imploraba a Apolo, Artemisa o Atenea, dioses a los que se adjudicaba la capacidad de sanar. Y el más sabio de los centauros, el inmortal Quirón, enseñaba medicina y cirugía en el monte Pelión de Tesalia. A Asclepios (Esculapio para los romanos), una deidad menor, se le atribuían curaciones milagrosas (aparece incluso en la *Ilíada*, en los libros III y IV, en éste en boca del rey Agamenón). Era hijo de Apolo y de la mortal Corónide, que murió asañada por su muy celoso marido, quien extrajo el feto antes de incinerarla, entregándoselo a Quirón para que lo criara y lo educara en el arte de sanar mediante las palabras, las plantas y el escalpelo.

Pero dejemos a los dioses, que poco legado verdadero nos dejaron, salvo recuerdos que se plasmaron en patronazgos o festejos, y pasemos a otros apartados.

### Doctrinas médicas griegas: Empédocles, Platón y Aristóteles

Si, como he señalado, los griegos se adentraron, creándolo, en los mundos del pensamiento especulativo, habría sido extraño que no aplicasen tal método a la medicina, a la curación de enfermedades y el tratamiento de heridas o traumas. El primer texto médico griego del que se tiene noticia en el que aflora un cierto sistema especulativo-organizativo es *Sobre la naturaleza*, cuyo autor fue Alcmeón de Crotona (c. 500 a.C.), localidad situada en el sur de la actual Italia. De él sólo se han identificado algunos fragmentos. «Lo que conserva la salud —se lee en aquella obra— es el equilibrio de las potencias: de lo húmedo y lo seco, de lo frío y lo caliente, de lo

amargo y lo dulce, etcétera, pero el predominio de una entre ellas es causa de enfermedad; pues el predominio de cada opuesto provoca la corrupción.» Considerado el primer anatomista, es posible que la experiencia de Alcmeón se limitase a la extracción del globo del ojo de un animal y a la observación de los vasos (del nervio óptico) que apuntan hacia el cerebro.

Sistemas especulativos médicos más desarrollados (lo que no quiere decir, necesariamente, más precisos) fueron producidos por los filósofos. Que se ocupasen también ellos de la medicina es algo que podemos entender teniendo en cuenta la incapacidad de encontrar respuestas satisfactorias a las cuestiones que surgían en el contexto médico. Entre los ejemplos más notorios de los filósofos cuyas doctrinas influyeron en la medicina, destacan tres: Empédocles de Agrigento (c. 495-435 a.C.), Platón (c. 427-347 a.C.) y Aristóteles (384-322 a.C.). Sanador al mismo tiempo que filósofo, Empédocles formuló la doctrina según la cual todos los seres naturales están compuestos por una mezcla en proporciones variables de cuatro elementos de cualidades opuestas (agua, aire, tierra y fuego), una doctrina que mantuvo su influencia durante prácticamente dos milenios tanto en la medicina como en la química. Por su parte, Platón defendió la idea de la existencia de tres sistemas corporales —corazón, hígado y cerebro— conectados también a los estados mentales, pero sus aportaciones en el campo de la especulación médica no se pueden comparar a las de Aristóteles, su discípulo. Uno de los grandes intereses de Aristóteles fue la *observación* de los seres vivos, pero el filósofo-científico que había en él no podía



contentarse con enumerar y describir. La abundancia de datos anatómico-biológicos que aparecen en los textos aristotélicos no debe llevarnos a pensar que éstos eran su objetivo principal. En este sentido, es ilustrativo lo que escribió en la primera parte de una de sus obras, *Investigación sobre los animales*: «Las indicaciones que preceden [referentes a cuestiones como diferentes clases de animales, modos de alimentación y reproducción] no son más que un simple bosquejo, en cierta manera una degustación anticipada de las materias que vamos a considerar y de sus propiedades. Luego hablaremos de ello con más detalle a fin de abarcar en primer lugar los caracteres distintivos y los atributos comunes. Después será preciso intentar descubrir las causas. Tal es, en efecto, el método natural de la investigación, una vez se ha adquirido el conocimiento de cada punto concreto». Hay que tener en cuenta, eso sí, que para Aristóteles el concepto de «causa» era diferente al nuestro: incluía, por ejemplo, no sólo a la «causa eficiente» sino también a la «causa final», de ahí que caractericemos al sistema que pretendía descubrir en el mundo natural como «teleológico» (condicionado por la «meta final»). Eso sí, negaba que la naturaleza actuase con algún propósito consciente o, si se prefiere decir así, que existiese una inteligencia divina que controlase «desde fuera» los cambios de la naturaleza. Si existe una finalidad en los procesos naturales (biológicos o no), sostenía, ésta es inmanente a los objetos mismos, a los animales y plantas que viven y crecen: la semilla de una planta crece hasta convertirse de forma natural en el ejemplar maduro y el niño hace lo mismo hasta llegar a ser un adulto.

Para Aristóteles, los órganos principales se encontraban en las cavidades corporales: cefálica (cerebro), torácica (corazón) y abdominal (hígado). Con respecto a cuál de ellos era el principal, un criterio para decidir su importancia era el número de conexiones que controlaban. Consideraba que el corazón era el principal (hizo de él el centro del organismo: el origen de los nervios, la fuente de todos los movimientos y el centro del pensamiento, en tanto creía que la función del cerebro era enfriar la sangre: «Y, por supuesto — escribió—, el cerebro no es responsable de ninguna de las sensaciones. El asiento y fuente de las sensaciones es la región del corazón»), pero más tarde Galeno —con el que nos encontraremos en el siguiente capítulo— se inclinó por el cerebro (la cuestión se planteó con mayor rigor cuando hubo que decidir el momento de la muerte, que dejó de ser el fin de la respiración, para ser la falta de pulso; ahora es la muerte cerebral, manifiesta en el encefalograma plano).

Además de por sus reflexiones filosófico-teóricas en el campo médico, Aristóteles debe ser recordado por sus aportaciones observacionales al estudio de la vida. Dentro del *Corpus aristotelicum* se encuentran una serie de tratados de zoología y biología que tomados en su conjunto no fueron igualados ni superados hasta más de un milenio después, con la obra de naturalistas como Linneo o Darwin. Construidos a partir de la observación y en bastantes casos de la disección, lo que le permitió describir las cuatro cámaras del estómago de los rumiantes y la anatomía de los peces, en esos tratados Aristóteles describió

quinientas cuarenta especies animales, en su mayoría peces, de las que había disecado más de cincuenta. La identificación de las especies lo llevó a distinguir entre animales con y sin sangre, una división que correspondía a lo que hoy se hace entre vertebrados e invertebrados. Distinguió entre los primeros a los vivíparos (mamíferos) y a los ovíparos (pájaros y peces). La presencia de los mismos órganos en distintas especies fue la primera clasificación de los animales y se basaba en la función de las distintas partes del cuerpo. La reproducción le mereció una especial atención, observó la evolución del huevo mediante la disección en distintos momentos de su desarrollo: descubrió que los órganos se formaban sucesivamente, en contra de la tesis de la preformación de todos. La idea de una organización progresiva de los seres vivos lo llevó a concebir la idea de una *escalera de la vida*, con once niveles. Las plantas ocupaban los niveles inferiores, los animales procedentes de un huevo ocupaban una posición intermedia y en la superior se situaban a los producían crías vivas.

Su obra biológica constituyó un cambio cualitativo en el campo de la morfología, en tanto que sus aportaciones anatómicas condujeron al establecimiento de la anatomía estructural, la embriología y la morfología comparada. Todo ello se encuentra en sus libros: *Investigación sobre los animales*, el más extenso y seguramente el más antiguo de sus escritos en este dominio que nos han llegado, *Sobre las partes de los animales* o *Sobre la generación de los animales*.

## La gran figura de la medicina griega: Hipócrates

La fuente más extensa de saberes médicos que nos ha llegado del mundo griego es el denominado *Corpus hippocraticum* («Colección hipocrática»), un conjunto de 53 tratados atribuidos a Hipócrates de Cos (c. 460-370 a.C.).



*Hipócrates*

Poco se sabe de la vida de este médico legendario. Aparte de que enseñó en Cos, y de que probablemente su padre también fue médico, sabemos que viajó extensamente por Grecia y gozó de una fama excepcional durante su vida, como muestran las referencias

que se hacen a él en escritos de hombres como Platón o Aristóteles. Parece que contribuyó de manera significativa al conocimiento médico, aunque es difícil determinar cuáles de los tratados (ninguno de anatomía) que se incluyen en el *Corpus hippocraticum* fueron realmente obra suya (se cree que sólo cinco son suyos). De hecho, es seguro que en este *corpus* coexisten obras procedentes de escuelas y épocas diferentes, en su mayoría probablemente de Cnido y Cos, dos localidades cercanas de la costa sudoeste de la actual Turquía.

A Hipócrates y a su yerno, Polibio, se les adjudica una doctrina que fue muy influyente: la doctrina de los cuatro humores. Tal y como aparece en uno de los tratados hipocráticos (*Sobre la naturaleza del hombre*), esta teoría se basaba en caracterizar a los individuos sobre la base de la existencia de cuatro flujos orgánicos (*humores*): sangre, flema, bilis negra (*melancolía*) y bilis amarilla (*cole*). La idea era que la influencia dominante de uno de esos humores era responsable del tipo de personas: sanguíneas, flemáticas, melancólicas y coléricas. El desequilibrio de los humores (*discrasia*) era la causa de la enfermedades y la curación se conseguía tanto mediante la reducción del principio dominante mediante sangrías y purgas, cuyos efectos negativos y a veces mortales sufrieron los pacientes durante dos milenios, como por el refuerzo del principio contrario: contra la fiebre debida a la bilis amarilla, cálida y seca, se prescribían baños de mar que aumentaban la flema, húmeda y fría; en el caso de un exceso de flema, el tratamiento consistía en permanecer en la cama y beber vino. Para las sangrías, una práctica

que sobrevivió hasta el siglo XIX, se utilizaban principalmente dos procedimientos: flebotomías, extracciones de sangre desde venas periféricas, y sanguijuelas, un tipo de pequeño invertebrado (estrictamente su nombre es *hirudinea*) que chupa sangre.

#### Beneficios de purgas y sangrías, según Hipócrates

En 1818, un profesor del Real Colegio de Medicina de Madrid, Manuel Casal y Aguado, publicó un libro titulado *Aforismos de Hipócrates, traducidos, ilustrados y puestos en verso castellano*. Entre las numerosas composiciones versificadas de esta obra, encontramos algunas que se refieren a los beneficios que según Hipócrates —o al menos así argumentaba Casal— se obtenían de purgas y sangrías. Aquí van dos ejemplos (números 51 y 36):

*Purgar, llenar, calentar  
o refrescar de repente  
el cuerpo en grado excesivo,  
es de peligro evidente,  
pues de la naturaleza  
es contrario cuanto excede;  
pero no lo será aquello  
que con método prudente  
se ejecuta poco a poco,  
pues así es seguro siempre.  
Y más si por graduación*

*se evacua lo que conviene,  
se llena lo que conduce,  
se calienta lo que debe  
y se enfría lo que pide  
que se calme y atempere.  
Así pues, de esta doctrina  
sacamos que si conviene  
sangrar, abrir un absceso,  
usar la paracentesis  
u otra operación,  
no se saquen de repente  
la sangre, el agua o el pus  
sino en repetidas veces,  
para que varias se gane  
lo que en una vez se pierde,  
que son las fuerzas vitales  
tan precisas al paciente.*

\* \* \* \*

*La estranguria y la disuria  
[retención de orina y emisión dolorosa e incompleta  
de  
la misma, respectivamente]  
corregirá la sangría.  
Abrid las venas internas  
si la sangre en demasía*

*pecase o manifestase  
flogosis [inflamación] en la vejiga,  
o inflamación en las partes  
inmediatas y vecinas,  
se funda en el texto. Que se abran  
como el aforismo explica  
las venas internas o  
externas es bobería.  
Lo importante es el saber,  
que si la indicación insta  
para sangrar, la primera  
deba ser de la basilica [vena superficial del brazo],  
y la otra de la safena [vena larga de las  
extremidades inferiores],  
si es forzoso repetirla.*

Una de las características que aparecen en los tratados hipocráticos es la preocupación por estudiar las enfermedades en relación con el ambiente. En uno de esos textos se indica lo siguiente:

*Todo el que quiera aprender bien el ejercicio de la medicina debe hacer lo que sigue: primeramente, considerar las estaciones del año y lo que puede dar de sí cada una, pues no se parecen en nada ni tampoco se parecen sus mudanzas; después, considerar los vientos, cuáles son los*



*calientes y cuáles los fríos; primero los que son comunes a todos los países y luego los que son propios de cada región. Debe considerar también las virtudes de las aguas, porque así como difieren éstas en el sabor y en el peso, así también difiere mucho la virtud de cada una. De modo que cuando un médico llega a una ciudad de la cual no tiene experiencia, debe considerar su situación y en qué disposición está respecto de los vientos y del oriente del sol.*

La idea que subyacía en este enfoque era el de la fuerza curativa de la naturaleza, que el médico favorecía mediante medicamentos (la «dieta» entendida en un sentido amplio, como régimen de vida) y, si era necesario, cirugía.



Importante, asimismo, es señalar que Hipócrates (o los autores cuyas obras le adjudicamos a él) hizo hincapié en rechazar la intervención divina en la aparición y curación de los enfermos. En aquella época pocos sanadores no aceptaban la idea de la intervención de algún dios, ya que la mayoría creían en un mundo organizado según «reglas» establecidas por alguna divinidad. Al igual que en épocas posteriores, semejante creencia se veía estimulada por los fracasos de los remedios utilizados. Así, la misteriosa epidemia que afectó a Atenas y otras zonas de Grecia entre los años 430 y 427 a.C. ayudó a extender el culto a Asclepios, que terminó

superando a Apolo como el dios griego más importante para la curación.

En lo que se refiere a la anatomía, al tratar de las fracturas Hipócrates mostraba un buen conocimiento de la inserción de los huesos. De las partes blandas tenía ideas confusas cuando no equivocadas: no distinguía las venas de las arterias, creó la voz *nervio* para referirse al tendón. Concebía el cerebro como una glándula que producía un fluido viscoso. Uno de los autores del *Corpus* hipocrático descubrió las válvulas del corazón, pero no pudo explicar su función.

#### Juramento hipocrático

Juro por Apolo médico, por Asclepios, Higia y Panacea, así como por todos los dioses y diosas, poniéndolos por testigos, dar cumplimiento en la medida de mis fuerzas y de acuerdo con mi criterio a este juramento y compromiso:

Tener al que me enseñó este arte en igual estima que a mis progenitores, compartir con él mi hacienda y tomar a mi cargo sus necesidades si le hiciere falta; considerar a sus hijos como hermanos míos y enseñarles este arte, si es que tuvieran necesidad de aprenderlo, de forma gratuita y sin contrato; hacerme cargo de la preceptiva, la instrucción oral y todas las demás enseñanzas de mis hijos, de los de mi maestro y de los discípulos que hayan suscrito el compromiso y estén sometidos por juramento a la ley

médica, pero a nadie más.

Haré uso del régimen dietético para ayuda del enfermo, según mi capacidad y recto entender: del daño y la injusticia le preservaré.

No daré a nadie, aunque me lo pida, ningún fármaco letal, ni haré semejante sugerencia. Igualmente tampoco proporcionaré a mujer alguna un pesario abortivo.

En pureza y santidad mantendré mi vida y mi arte.

No haré uso del bisturí ni aun con los que sufren del mal de piedra: dejaré esa práctica a los que la realizan.

A cualquier casa que entrare acudiré para asistencia del enfermo, fuera de todo agravio intencionado o corrupción, en especial de prácticas sexuales con las personas, ya sean hombres o mujeres, esclavos o libres.

Lo que en el tratamiento, o incluso fuera de él, viere u oyere en relación con la vida de los hombres, aquello que jamás deba trascender, lo callaré teniéndolo por secreto.

En consecuencia séame dado, si a este juramento fuere fiel y no lo quebrantare, el gozar de mi vida y de mi arte, siempre celebrado entre todos los hombres. Mas si lo trasgredo y cometo perjurio, sea de esto lo contrario.



Otro de los rasgos que sobresalen en la medicina hipocrática —uno que procede sobre todo de la escuela de Cos— es la atención a la historia clínica, la descripción minuciosa y detallada de lo que acontece al enfermo, un elemento que desde entonces configura universalmente la práctica médica.

### Más allá de Hipócrates

Destacar mucho a un personaje, Hipócrates en este caso, tiene ventajas pero también inconvenientes: el de animar a pensar que poco hubo o se hizo fuera de él. Y no fue así en la antigua Grecia. Para comprobarlo, basta con referirse a dos médicos que trabajaron

en Alejandría. Al primero, Herófilo (335-280 a.C.), se le adjudica la descripción de varias zonas del cerebro, el tubo intestinal, los linfáticos, el hígado, los órganos genitales, el ojo y el sistema vascular; interpretó, asimismo, las pulsaciones de las arterias como consecuencia de los latidos del corazón y sostuvo que las arterias eran seis veces más delgadas que las venas y que tenían una estructura diferente. El segundo fue Erasístrato (304-250 a.C.), quien distinguió los nervios sensitivos de los motores y realizó descripciones muy precisas de la estructura del cerebro, la tráquea, el corazón y el sistema vascular, además de otros logros, como el de relacionar la ascitis (presencia de líquido en el abdomen) con el endurecimiento hepático (probable cirrosis). Volveré a hablar de ello en el capítulo 5.

Una de las razones por las que médicos como éstos han pasado prácticamente desapercibidos es porque sus escritos —si los hubo— se han perdido y lo que sabemos acerca de ellos es por las referencias que aparecen en obras posteriores, como las de Galeno. Este tipo de circunstancia no es, por otra parte, exclusiva de la medicina griega, pues afecta a muchas otras disciplinas, especialmente a la matemática.

## Capítulo 3

### De Galeno a Vesalio

#### Galeno, el médico por antonomasia

Cuando contemplamos la medicina antigua desde la ventajosa perspectiva de nuestros conocimientos actuales, debemos reconocer que los conocimientos biológicos, químicos y físicos disponibles entonces hacían muy difícil ir más allá de la «forma», esto es, de la anatomía. Y cuando se habla de esta rama de la medicina, aunque entretrejida con otras consideraciones, hay que dirigirse hacia Alejandría, la nueva ciudad fundada en el delta del Nilo por Alejandro Magno (356-323 a.C.), y luego al mundo romano. Fue en ese entorno, todavía penetrado por la cultura griega, donde vivió un hombre cuyo nombre terminó asociándose al de «médico»: Galeno de Pérgamo (131-201), una ciudad situada en el noroeste de Asia Menor que rivalizaba con Alejandría en cultura.

Hijo de un arquitecto y matemático, Galeno recibió una excelente educación en su ciudad natal, inicialmente en materias como literatura griega, filosofía y matemáticas, pero parece que cuando tenía diecisiete años su padre soñó que su hijo debería estudiar medicina y así comenzaron sus estudios médicos, primero en Pérgamo, después en Corintio, Esmirna y Alejandría. En uno de sus escritos se refirió a las excelencias de la enseñanza médica en Alejandría, al mismo tiempo que a las dificultades que se encontraban para conseguir una buena formación anatómica:

Sea, pues, éste tu trabajo y tu estudio, el de aprender con cuidado todas las clases de huesos humanos, no sólo a través de la lectura de los libros sino también por una observación esmerada y realizada con atención. Esto podrás efectuarlo mucho más fácilmente en Alejandría, donde los médicos exponen a los discípulos la enseñanza de los huesos ante sus propios ojos. Por tanto, creo que debes tratar de vivir en Alejandría si no por otra causa, por lo menos con el fin de aprender. Pero si no puedes hacerlo, límitate a observar los huesos humanos de la manera de que yo me he valido, pues realicé mi investigación en algunos sepulcros y monumentos que se habían destruido. También, un río que pasó por encima de un sepulcro, construido negligentemente unos meses antes, lo destruyó con toda facilidad y, arrancando, con el ímpetu de las aguas, un cadáver entero, de carnes ya putrefactas, pero con los huesos aún estrechamente unidos entre sí, lo arrastró, boca abajo, por la extensión de un estadio. Después que el río llegó a un lugar navegable y de alta orilla, allí se detuvo el cadáver y se presentó a nuestros ojos tal como un médico lo hubiera preparado a propósito para enseñar a los jóvenes. Además, vi el cadáver desecado de un ladrón, el cual yacía sobre un monte un poco fuera del camino.

Tras ejercer en Pérgamo durante cinco años, en el año 162 viajó a Roma como médico de los gladiadores. En una primera etapa, estuvo allí hasta 165, regresando en 168, reclamado por los coemperadores Marco Aurelio y su hermano adoptivo Lucio Vero que querían que les protegiese de los efectos de una epidemia que se propagaba rápidamente (Vero murió, parece que de viruela, aunque



también pudo ser víctima de un envenenamiento). A partir de entonces Roma fue el hogar de Galeno (aunque no se sabe si murió allí o en Pérgamo), alcanzando la reputación que lo convirtió en una figura cuasi-mítica de la historia de la medicina (fue médico de cámara de los emperadores Marco Aurelio, Cómodo y Septimio Severo). Con Galeno entramos, como vemos, en la medicina romana, que salvo por él aportó mucho menos al arte de curar que la civilización griega.



*Galeno*

Autor prolífico (parece que utilizó veinte escribientes para transcribir sus palabras), aunque muchas de sus obras se han perdido, la síntesis de la medicina que elaboró, y que dominó la historia de esta disciplina durante más de mil quinientos años, estaba basada en la tradición hipocrática, en Platón y en Aristóteles. En el ámbito experimental, se ocupó de muy diversas cuestiones, entre ellas las variaciones del pulso, la relación de la pérdida de sensibilidad y la parálisis con determinados nervios y con la médula espinal, o la demostración de que la orina llega a la vejiga a través de los uréteres. Ofreció, asimismo, la primera descripción de las cuatro cámaras del corazón, aunque cometió el error de suponer que la sangre retornaba por los mismos canales. Según él, la sangre procedente del hígado y el corazón circulaba por todo el cuerpo hasta consumirse en la formación de tejidos. La circulación recorría un camino único, pero la diferencia entre venas y arterias exigía que sus funciones fuesen distintas, de acuerdo con el principio de que la naturaleza no hace nada en vano. La solución que propuso suponía que las arterias llevaban sangre y la fuerza vital (*pneuma*), en tanto por las venas circulaba la sangre, y supuso la idea de la comunicación entre ambos circuitos por unos vasos invisibles (capilares).

En cuanto a sus aportaciones a la anatomía, se esforzó por unirla con la fisiología, una senda todavía poco frecuentada. A pesar de la firmeza con la que, en la cita que presentamos antes, se refería a los requisitos para una buena práctica anatómica, no fue él mismo demasiado exigente en este dominio, seguramente por las

dificultades (a las que también aludía) de encontrar cadáveres con los que practicar. Sabemos que aunque trabajó ocasionalmente con algunos cadáveres humanos, las fuentes de sus enseñanzas anatómicas procedieron casi exclusivamente de otros animales, sobre todo de monos, pero su prestigio fue tan grande, el poder de sus escritos tan abrumador, que tales defectos tardarían casi mil quinientos años en ser señalados.

### La medicina grecorromana

Los contenidos, el conjunto de saberes y prácticas de una disciplina es, por supuesto, importante, pero para hacerse una idea medianamente de ella es preciso decir algo más: referirse a la profesión, a su consideración social. En algunos aspectos, es posible referirse a las medicinas griega y romana de manera conjunta. Por ejemplo, en ambos casos, con las excepciones que señalaré, la profesión médica no estaba institucionalizada y en general carecía de consideración social, pues muy pocos consiguieron reconocimiento: Hipócrates y Galeno pertenecieron a este reducido grupo. Una de las razones de esto es que tanto griegos como romanos, las clases altas en especial, desdeñaban los trabajos manuales y la medicina tenía por naturaleza mucho de manual. De hecho, dentro de la propia medicina, también encontramos una manifestación de semejante minusvaloración de «lo manual». Me estoy refiriendo a la separación que ya desde la Grecia clásica se estableció entre «médicos» y «cirujanos». Hoy, por supuesto, los cirujanos son unos médicos especialistas muy prestigiosos y

apreciados, pero no fue así durante muchos siglos: se encontraban en una escala claramente inferior a los médicos, pertenecientes éstos a la en principio más respetable tradición de los sacerdotes y chamanes. La propia palabra «cirugía» revela aquella valoración: procede de *khéir*, «mano», y *érgon*, «trabajo». Los cirujanos eran los «técnicos», de formación artesanal, que se ocupaban de los trabajos sucios, manuales, de recoser heridas, corregir fracturas, vendar laceraciones, sajar abscesos... Dentro de esta tradición, ya en épocas posteriores, y hasta aproximadamente el siglo XIX, surgió una curiosa derivación de aquellos cirujanos: el cirujano-barbero o, acaso mejor, el barbero-cirujano, que lo mismo cortaba la barba o el pelo que sacaba una muela o practicaba una operación. En el mismo *Don Quijote* aparece (capítulo V de la Primera Parte) uno de estos personajes, el barbero maese Nicolás, que atendió al hidalgo castellano después de ser molido a palos tras una de sus hazañas. Un caso extraordinario fue el de Ambrosio Paré (1510-1590), hijo de una prostituta francesa, que pasó de aprendiz de barbero-cirujano a cirujano real y a ser considerado uno de los padres de la cirugía universal, al descubrir la hemostasia por ligadura (tomar entre pinzas los grandes vasos sangrantes y aplicar ligadura de los mismos con un hilo). También introdujo este antiguo barbero-cirujano la cura de heridas con ungüentos suavizantes a base de huevo, agua de rosas y otros elementos, abandonando la dolorosa práctica de la cura con aceite hirviendo.



*Ambrosio Paré*

Volviendo a la medicina grecorromana, naturalmente existieron particularidades. En Grecia, se dio algún tipo de institucionalización, pero no una que incluyese sistemas educativos que permitiesen dar continuidad oficial a la profesión: lo que se dio fue grupos de médicos —escuelas médicas— que trabajaban en el mismo lugar y que compartían orientaciones teóricas y prácticas.

Hay pruebas de que en el imperio romano la situación de los médicos fue con frecuencia peor. En el siglo I, Plinio el Viejo, autor de la enciclopedia más importante de la Antigüedad, *Historia naturalis*, a la que volveré enseguida, afirmaba: «El pueblo romano

estuvo más de seiscientos años no sin medicina sino sin médicos». Sin duda que no fue así —basta con recordar a Galeno—, pero es verdad que, al igual que los griegos y como ya he señalado, la clase alta romana sentía aversión por los trabajos manuales y pensaba que la práctica de la medicina era algo indigno de un hombre instruido.



*La medicina en Roma, una ocupación «inferior»*

Frecuentemente, tenían como médico particular, «de familia», a un esclavo, aunque también existían médicos «libres» (*libertos*) a los que podían recurrir. Había también médicos esclavos municipales y del

estado. Y muchos, sobre todo en las primeras épocas, eran de origen griego, egipcio o judío. También como en el caso griego, pocos médicos consiguieron elevar su posición social: Galeno fue uno de los pocos que lo logró.

Inicialmente, al igual que en Grecia, no existió en Roma ningún tipo de reglamentación para la práctica médica, esto es, para actuar como médico. Fue el emperador Severo Alejandro, que gobernó entre 222 y 235, quien promulgó leyes para regular la enseñanza, la titulación de médico y el ejercicio profesional. De esta manera, lo que antes se basaba en enseñanzas particulares que se dispensaban a cambio de unos honorarios, pasó a ser supervisada por una especie de gremio que disponía de algunos profesores, el denominado Collegium Archiatri. Paralelamente, la medicina fue aumentando su consideración social y también diversificándose, esto es, aparecieron «especialistas»: por ejemplo, *ocularii* (entre cuyas misiones estaban la de extraer los cristalinos que se habían vuelto opacos, es decir, las cataratas), *auricularii*, *dentarii*, versiones primeras de lo que luego serían oftalmólogos, otorrinolaringólogos y odontólogos. Semejante diversificación fue, por cierto, criticada por Galeno, que la consideraba una amenaza para la unidad de la medicina.

## Farmacología

En páginas anteriores he mencionado, pero sin apenas detenerme en ello, algunos remedios medicinales en los que se utilizaban plantas. Como al menos una de las figuras más importantes en este

dominio trabajó en Roma, he demorado hasta ahora tratar de este punto, que tiene que ver con el más general de los medicamentos. La *farmacología*, la disciplina que se ocupa de elaborar productos que ayuden a combatir las enfermedades, nació a partir de tratamientos con plantas existentes en la naturaleza.

Sabemos que en Mesopotamia se dispuso de un amplio conjunto de conocimientos farmacológicos de tipo empírico. Han sobrevivido, en efecto, numerosas tablillas que contienen listas de repertorios medicinales, que, en ocasiones, van acompañadas del nombre de la enfermedad para la que se aplicaba. En general, los medicamentos citados eran de origen vegetal (de ellos se han identificado hasta doscientos cincuenta diferentes), pero también los había de procedencia animal o mineral.

Los egipcios también se interesaron por estos medicamentos. El papiro Hears, por ejemplo, que data del entorno al año 1550 a.C., contiene doscientas setenta recetas farmacéuticas. En algunos templos de la cultura egipcia se han descubierto lugares que debieron servir para preparar medicamentos: algunas paredes de las salas denominadas Is de templos (Edfou, Penderah, Philae) de Alejandría de la dinastía de los Ptolomeos (que comenzó en 304 a.C.) estaban repletas de recetas. En recetas como éstas u otras, se habla de procedimientos y productos que con justicia podríamos denominar químicos, del tipo de pociones, cocimientos, maceraciones, tisanas, cataplasmas, ungüentos, colirios, pomadas, fumigaciones o lavatorios.



Teofrasto (c. 371-287 a.C.), el sucesor de Aristóteles en el Liceo, identificó y clasificó por sus caracteres visibles las plantas que le proporcionaron las campañas de Alejandro. Su *Historia de las plantas*, impresa finalmente en 1644, está compuesta por dos partes: en la primera, describe los caracteres y la localización de las plantas, que divide en arboles, matorrales y hierbas; en la segunda, describe sus posibles usos, médicos entre ellos.



*Preparación y aplicación de medicamentos*

Mucho más conocida fue una obra —una enciclopedia en realidad— del romano Cayo Plinio Segundo (23-79), más conocido como Plinio

el Viejo. Su voluminosa *Historia naturalis* está dividida en 37 libros, en los que analizaba y, sobre todo, describía, el mundo, los elementos, países, pueblos, animales, plantas, medicamentos, geología, mineralogía e inventos varios: esa obra constituía, en suma, una ambiciosa enciclopedia de todos los conocimientos que había acumulado el mundo clásico.

El interés por la botánica se debía sobre todo a su papel en el tratamiento de las enfermedades, como atestigua una obra, editada cientos de veces a lo largo de los siglos (en España el médico segoviano del siglo XVI, Andrés Laguna, la tradujo al castellano): *De materia medica*. Su autor fue un médico griego instalado en Roma que sirvió en las legiones de Nerón, Pedacio Dioscórides Anazarbeo (c. 40-90). Sus largos viajes con el ejército —por Grecia, España, norte de África, las Galias y Siria— le dieron ocasión para reunir una gran cantidad de conocimientos, que reunió en *De materia medica*, conocida por muchos como, simplemente, «el Dioscórides», básicamente una enciclopedia farmacológica, en la que trataba de las propiedades medicinales de plantas (de las que describía más de seiscientas), animales (noventa) y minerales (noventa).

### La triaca magna

Si se habla de medicamentos antiguos, es obligado mencionar uno, cuya historia es larga, muy larga: la *triacca magna*. Los antecedentes de este «medicamento», al que más bien habría que calificar de panacea universal, se remontan al siglo II a.C., cuando Nicandro de Colofón tituló dos de sus escritos *Theriaca* y *Alexifármaca*, el

primero dedicado al estudio de los animales venenosos, su mordedura y los remedios más eficaces, y, el segundo, a los venenos en general y sus antídotos.

Ese interés tenía que ver sobre todo con las serpientes, un ser al que los seres humanos siempre han temido; sentimos por él algo así como un temor ancestral. Me viene a la mente en este sentido algo que Charles Darwin escribió a finales del siglo XIX en su autobiografía:

*¿Se puede confiar en la mente humana, que, según creo con absoluta convicción, se ha desarrollado a partir de otra tan baja como la que posee el animal más inferior, cuando extrae conclusiones tan grandiosas? ¿No serán, quizá, éstas el resultado de una conexión entre causa y efecto, que, aunque nos da la impresión de ser necesaria, depende probablemente de una experiencia heredada? No debemos pasar por alto la probabilidad de que la introducción constante de la creencia en Dios en las mentes de los niños produzca ese efecto tan fuerte y, tal vez, heredado en su cerebro cuando todavía no está plenamente desarrollado, de modo que deshacerse de su creencia en Dios les resultaría tan difícil como para un mono desprenderse de su temor y odio instintivos a las serpientes.*

«Temor y odio instintivos a las serpientes», decía. Pero continuemos con la triaca magna.

El deseo de obtener remedios contra envenenamientos animó también a Mitrídates VI Eupátor (120-63 a.C.), rey del Ponto, quien estableció un auténtico laboratorio dedicado a preparar venenos y a estudiar sus efectos sobre seres humanos y animales. Producto de esas actividades, farmacológicas en última instancia, tempranas, de las que se encuentran continuaciones en múltiples lugares y épocas, como los imperios bizantino y árabe y, continuando durante las Edades Media y Moderna, fue la elaboración de un medicamento al que se denominó triaca magna, que el diccionario de la Real Academia Española define como «Confección farmacéutica usada de antiguo y compuesta de muchos ingredientes y principalmente de opio». Como ha explicado el historiador de la farmacia y de la ciencia en general, Javier Puerto (*La triaca magna*, 2009), en realidad se trata de «un preparado polifármaco, compuesto por muchísimos simples, procedentes de los tres reinos biológicos tradicionales: animal, mineral y vegetal, en donde pueden contemplarse la totalidad de las características de los medicamentos mágicos». Lo que me interesa destacar aquí son varios puntos. El primero, que a pesar de que podamos calificarlo de «medicamento mágico», de dudosos efectos (se trataba sobre todo de un placebo, de un producto que producía efectos positivos mediante procesos de índole psicológica), la triaca magna forma parte de la historia de la farmacología. El segundo punto, que su preparación y su aplicación se mantuvieron mucho tiempo. Al tratarse de un producto de difícil definición y variada composición, el prestigio que pudieran alcanzar algunas triacas podía significar una fuente de enriquecimiento. Ta l

fue el caso de la triaca fabricada en Venecia. Así, recurriendo de nuevo al profesor Puerto:

*A partir del Renacimiento ... la Triaca veneciana se impuso en toda Europa ... Su preparación la vigilaba el Magistrado de la Sanidad; los simples se exhibían, durante cuatro días, en vasos bellísimos. Quien quisiera, tenía derecho a comprobar su autenticidad. Al cuarto día se convocaba al prior y a los consejeros médicos. Hacían un examen de los simples y se procedía a la preparación, también a la vista de todos. La República no monopolizó ni la preparación, ni su posterior comercio, sólo aseguraba la pureza del ritual. Para ello no autorizaba más que a unas cuantas boticas ... Esas farmacias estampaban bellísimos carteles de propaganda sobre las virtudes del medicamento ... Lo hacían en italiano, pero también en inglés, francés, castellano, griego, árabe, turco o armenio. Hasta mediados del siglo XIX, el tráfico de la Triaca fue un puntal de la economía veneciana. En esa época las autoridades sanitarias se desligaron del ritual de preparación, aunque no lo prohibieron. La farmacia de La Cabeza de Oro continuó preparándola hasta 1950.*



Con respecto a sus propiedades, veamos algunas, de las 51, virtudes que le adjudicaba Lorenzo Pérez en un texto, *Libro de Theriaca*, publicado en 1575:

*«alarga la vida, pues las venas se hinchan de sangre; antiveneno; aprovecha a los asmáticos; aprovecha para echar a la criatura muerta del cuerpo; cura la disentería, la lientería (si vomitan comida sin cocer), la tos fresca y antigua, las lombrices; es contraria a la lepra, según Galeno, incluso la puede sanar; evita el vómito y las diarreas; provoca las purgaciones de las almorranas; quiebra la piedra en los riñones y la echa fuera».*

Aunque es extraordinario que semejante compuesto mantuviese su presencia durante tanto tiempo, en realidad, no nos debe extrañar: daba esperanzas de curación que ni la medicina ni otros productos farmacológicos podían ofrecer. De ahí su larga vida. Murió cuando la medicina se hizo plenamente científica.

### El camino del islam

Al igual que sucedió en prácticamente todos los ámbitos del saber, los conocimientos médicos alcanzados en Grecia y Roma se trasladaron al mundo árabe, donde vivieron largo tiempo experimentando en el tránsito modificaciones y mejoras, favorecidas por la aparición del islam como poder político y religioso. La causa de semejante trasvase fue que la parte occidental del imperio romano, la latina, desapareció como entidad política debido a las invasiones de los pueblos germánicos, mientras que la parte oriental, la bizantina, se mantuvo hasta la conquista de Constantinopla (la actual Estambul) por los turcos en 1543.

Durante la primera etapa de este proceso los textos médicos antiguos fueron recogidos en Alejandría pasando de allí a Constantinopla. Hunayn Ibn Ishaq (809-873), un médico y traductor sirio (dirigió la Escuela de Traductores de Bagdad), seguidor de la doctrina según la cual Cristo poseía dos naturalezas distintas e independientes, una humana y otra divina (nestorianismo), que aprendió árabe, persa y griego, fue la figura dominante en la recepción de la cultura clásica. Tradujo al árabe y al sirio 116

títulos, entre ellos el *Timeo* de Platón, la *Metafísica* de Aristóteles y el Antiguo Testamento y escribió 26 estudios médicos y una compilación de la mayoría de los escritos de Galeno, entre ellos siete cuyos originales se perdieron. Su aportación a la anatomía se encuentra en los *Diez tratados de oftalmología*, la primera obra especializada en la materia. Un persa, nacido cerca de lo que hoy es Teherán, Abû Bakr Muhhamad ibn Zakariya al-Razis, o Rhazes (865-925), el nombre por el que fue conocido en Europa. Rhazes estudió medicina y alquimia en Bagdad, la ciudad que al-Mansur, califa abasida, eligió para crear una capital centralizada y que se convirtió en un gran foco no sólo político sino también cultural, con una biblioteca que iluminó al mundo intelectual islámico y con una —ya citada— escuela de traductores o Casa de la Sabiduría. Parece que Rhazes escribió cerca de dos centenares de libros, la mitad de medicina, de los cuales muy pocos han sobrevivido (el más famoso es un inventario de medicina en diez volúmenes: *Kitab Al-Mansur*, «Libro de al-Mansur»). Racionalista y crítico frente a la religión y ante Galeno, al que dedicó una de sus obras (*Dudas sobre Galeno*), rechazó la doctrina de los humores y distinguió entre la viruela y el sarampión, que describió con detalle en *Sobre las viruelas y el sarampión*, un magnífico estudio clínico. Allí escribió pasajes como el siguiente:

*La erupción de viruelas está precedida por fiebre continua, dolor en la espalda, prurito nasal y ensueños terroríficos. Éstos son los síntomas más característicos de su próxima aparición, en especial dolor de espalda con fiebre. El*



*enfermo siente también pinchazos por todo el cuerpo; tensión en la cara, que a veces desaparece y vuelve; color rojo intenso en ambas mejillas; los ojos asimismo enrojecidos; pesadez de todo el cuerpo y gran desasosiego, que se manifiestas con desperezos y bostezos; dolor en la garganta y el pecho, con ligera dificultad para respirar y tos; inquietud, angustia, náuseas y ansiedad; calor en todo el cuerpo, color rojo brillante y, especialmente, color rojo intenso del sudor. Cuando veas estos síntomas o alguno de los peores, puedes asegurar que está próxima la erupción de una de estas dos enfermedades. En el sarampión no hay tanto dolor de espalda como en la viruela y en ésta no existen tantas náuseas y ansiedad como en el sarampión, a no ser que se trate de viruelas de la peor clase.*

Otro de los grandes nombres de la medicina árabe, es Ibn Sinā (987-1037). Natural de Aflana, actualmente en Uzbekistán, y conocido en Europa como Avicena, fue un autor prolífico, un filósofo que se ocupó de la medicina. Su famoso *Canon de la medicina*, una enciclopedia escrita en árabe, se convirtió en la principal autoridad en la materia hasta el siglo XVII (fue utilizado, traducido al latín, como libro de texto en la facultades de medicina europeas hasta, al menos, 1600). Destacó el papel de la anatomía para la medicina: «Con respecto a las partes del cuerpo y sus funciones, es necesario que se consideren a través de la observación y la disección». Amplió,

asimismo, la teoría de los humores para explicar otros caracteres de la personalidad.



Existen muchas otras pruebas de los avances médicos durante la «era islámica». Así, Ibn al-Quff (1233-1286), el editor de la mayor enciclopedia quirúrgica del islam, describió la conexión de las arterias y las venas a través de unos capilares invisibles y explicó la acción de las válvulas cardíacas en la circulación de la sangre, ideas cuya verificación tendría lugar con el microscopio. E Ibn al-Nafis (1213-1288), es mi último ejemplo, un médico sirio nacido en Damasco, sustituyó la versión galénica de la circulación pulmonar y

publicó el primer tratado de oftalmología. Fue el autor de un monumental *Libro comprehensivo del arte de la medicina*, pensado para trescientos volúmenes, de los que escribió ochenta. Las aportaciones anatómicas, dispersas a lo largo de la obra, restauraron el crédito de las ideas galénicas de los humores y los temperamentos.

### Alquimia y medicina

Algunas de las actividades que he tratado hasta el momento —por ejemplo, el uso de plantas como medicamentos— están relacionadas, de una manera u otra, con lo que ahora denominamos química. Y en este punto es preciso referirse a una variante de esa química antigua, la alquimia, que aunque sus orígenes se pueden rastrear en la Antigüedad (diré algo más sobre esto enseguida), tomó sendas más firmes posteriormente.

Como tantas otras civilizaciones a lo largo de la historia, la árabe también terminó cediendo su privilegiada posición, su hegemonía. Poco a poco, los viejos conocimientos grecorromanos que el islam había cultivado, enriqueciéndolos, regresaron a Europa. La puerta de entrada fue la península Ibérica, el Toledo de las tres culturas y las tres lenguas, árabe, hebreo y latín. El Toledo al que, sobre todo a partir del siglo XI, llegaban eruditos de todas partes de Europa para acometer la hermosa y gigantesca tarea de verter la ciencia, la técnica, la medicina y la filosofía del idioma árabe a una lengua, la latina, que había estado durante siglos al margen de esos temas. Gentes cuyos nombres revelan, con la claridad del agua más

transparente, el carácter internacional y multicultural de aquella empresa: Platón de Tívoli, Gerardo de Cremona, Adelardo de Bath, Robert de Chester, Hermann el Dálmata, el judío converso hispano Mosé Sefardí de Huesca —quien tomó, al ser bautizado, el nombre de Pedro Alfonso—, Rodolfo de Brujas o Juan de Sevilla.



*Avicena*

Sería largo detallar todo lo que se recuperó, todo lo que se importó, de la cultura y la ciencia árabes, pero me detendré ahora en un apartado que tuvo que ver con la medicina y del que comencé a hablar al comienzo de esta sección, la alquimia, una disciplina cuyo

nombre ya nos muestra su relación con el mundo árabe: procede de la palabra egipcia *keme*, que significa «tierra», de la que surgió *khemia*, «transmutación», que se convirtió en el islam en *al-khemia*, «transmutación».

El origen de la alquimia estuvo relacionado con la búsqueda de la inmortalidad que se practicó en China mediante el consumo de drogas, hierbas y compuestos en el siglo IV a.C. De ahí se terminó pasando a la meditación interior y al desarrollo de la fuerza propia mediante el ejercicio. La influencia china se manifestó en la India a partir de los siglos V y VI. El *Rasatrastra* describió los 17 procesos a que se sometía el mercurio para que el consumo del producto final regenerase el cuerpo volviéndose así resplandeciente e inmortal.

No es, por supuesto, tarea de este libro detenerse en algunos de los grandes nombres de la historia de la alquimia, nombres como Hermes Trismegisto («tres veces grande»), una figura mítica de la Antigüedad, del que derivó el nombre de «ciencia hermética» dado a la alquimia y también del adjetivo «hermético» como «oscuro». Lo que me interesa aquí es señalar que medicina y alquimia mantuvieron algunas relaciones. Una buena prueba de que así fue es Rhazes, con el que ya nos encontramos. Uno de sus libros se tituló *El secreto de los secretos*, donde describió los detalles de las experiencias que lo habían llevado a descubrir el ácido sulfúrico y procedimientos químicos como la sublimación y condensación del mercurio, la precipitación del azufre y del arsénico y la calcinación de los minerales, y a ocuparse también de las aplicaciones alquímico-químicas en la farmacia.

El legado de los alquimistas, químicos, médicos o artesanos de la farmacopea árabes fue descomunal. Incluye el descubrimiento del alcohol, de los ácidos nítrico y sulfúrico (éste fue descrito por un personaje de oscura procedencia —parece que fue español— que floreció hacia el año 1300, conocido como Falso Geber), del nitrato de plata y el potasio, la determinación del peso específico de algunos cuerpos, el desarrollo de las técnicas de sublimación, cristalización y destilación, y usos industriales como la utilización de tintes y la fabricación de destilados de plantas, para lo cual introdujeron o mejoraron numerosos instrumentos (morteros, hornos y crisoles, alambiques, vasos de cerámica y de vidrio para la decocción, cohabitación, sublimación, filtración, coagulación). Las aportaciones realizadas en el mundo árabe dejaron claro que la alquimia englobaba diversos apartados, prácticos al igual que teóricos, incluyendo en ellos a la medicina. Es dentro de esta tradición, la de oponerse a la escuela aristotélica (y también a la de Galeno), en la que hay que enmarcar a uno de los grandes personajes de la historia de la alquimia: Philippus Teophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), el médico y alquimista suizo más conocido como Paracelso.

Como médico que era, en la losa de mármol que cubre su tumba en la iglesia de San Esteban de Salzburgo, se puede leer todavía el siguiente epitafio:

*«Aquí yace Theophrastus Bombastus von Hohenheim.  
Famoso doctor en medicina, que curó toda clase de heridas,  
la lepra, la gota, la hidropesía y otras varias enfermedades*



*del cuerpo, con ciencia maravillosa». Uno de los intereses de Paracelso era combatir las enfermedades, una tarea en la que desempeñaba un papel importante el arte alquímico; así, en el capítulo tercero («Sobre el método de acción de las tres primeras sustancias, el sujeto intermedio y la alquimia») de su Opus paramirum («Libro paramérico»), se lee: «Las enfermedades extrañas requerirán que el médico las estudie con métodos extraños, aplicándoles las concordancias que correspondan, preparando y separando las cosas visibles y reduciendo sus cuerpos a la última materia con ayuda del arte espagírico o de la alquimia».*



Paracelso y la medicina, según Pedro Laín Entralgo

Pedro Laín Entralgo (1908-2001) fue un distinguido historiador de la medicina español. En uno de sus libros, *Historia de la medicina. Medicina moderna y contemporánea* (1954), abordó la cuestión de lo que Paracelso significó en la historia de la medicina. Por su interés, reproduzco a continuación algo de lo que escribió allí.

Creo que el haber histórico de Paracelso en la historia de la medicina puede ser cifrado en cinco puntos:

1. Su idea de médico y del oficio de curar. Acaso no haya existido en la historia otro médico con una idea tan alta y exigente de su vocación y de su quehacer. «Esto prometo: perfeccionar mi medicina y no ceder mientras Dios dispense su gracia al oficio; amar a los enfermos. A cualquier enfermo, más que si se tratase de mi cuerpo; y no ilusionarme, sino saber»...
2. La iniciación de una idea activa y dinámica de la enfermedad. En ésta no ve Paracelso un desequilibrio, ni una deformación de la naturaleza individual sino un proceso viviente y específico, realizado como flujo de materia y energía; no *páthos*, «pasión», sino *Wirkung*, «acción». De ahí su ruptura con el viejo humoralismo ... y su invención de una patología química y vitalista, expresiva de la radical actividad del proceso viviente en que la enfermedad consiste. Ello hace de Paracelso el primer fundador de la iatroquímica y, por tanto, iniciador de la fisiopatología dinámica o procesal.



3. Su vigoroso entusiasmo terapéutico. Paracelso no concibe al médico como patólogo, sino como terapeuta; y aunque admite, con Hipócrates, la *vis medicatrix naturae*, no se siente ante el enfermo mero «servidor de la naturaleza» sino «colaborador de Dios» en el regimiento de una naturaleza sobre la cual, como hombre, está. Por eso aspira a una terapéutica verdadera y puramente «causal», y no se conforma con un medicación sólo «adyuvante». Por eso, también, pudo introducir con largueza los remedios minerales, hasta el punto menos que proscritos, y constituirse en principal fundador de la quimioterapia...
4. La energía con que afirmó el primado de la experiencia en la tarea del médico y la condición fáustica de esa experiencia...
5. La proclamación de una medicina plenariamente humana, así porque en ella interviene todo el ser del hombre, como por el objetivo hacia el cual tiende la operación del médico...

Sin embargo, todo esto no impedía a Laín reconocer los límites de Paracelso y su medicina:

*«Todo esto —escribía— constituye el oro de la aportación de Paracelso a la historia de la medicina. Mas ya sabemos que no todo en ella fue oro. Su virtud quedó muchas veces en pura jactancia; su experiencia, en error grosero; su ciencia, en elucubración cabalística; sus principios terapéuticos, en crédula superstición; su medicina antropológica, en mal disfrazada hechicería».*

Ahora bien, nada de esto nos debe sorprender: la medicina ha tenido que recorrer —aún lo recorre— un largo camino para alcanzar la plenitud científica. Es demasiado compleja.

Vemos que Paracelso hacía alquimia sinónimo de «espagiria», un término muy elocuente: *spagyria* proviene, en efecto, de las raíces griegas «sacar, extraer, separar» y «reunir», dos raíces etimológicas en las que se encuentran los dos conceptos u operaciones fundamentales de la química: el análisis y la síntesis. Según él, todo se podía explicar en base (mediante combinaciones y transmutaciones) a tres principios, la *tria prima*: sal, azufre y mercurio. En este sentido, contemplaba la enfermedad como una consecuencia de la acción de estas tres sustancias. De hecho, por mucho que se moviese con frecuencia en terrenos confusos, sus ideas y trabajos hicieron mucho por llevar la alquimia a la medicina, en concreto, a la *iatroquímica*, química médica. Hasta entonces, la farmacopea había recibido pocos beneficios de los trabajos de los alquimistas y continuaban dominando las teorías de Galeno, incluyendo sus recetas sobre la elaboración de medicamentos. Paracelso, sin embargo, obtuvo algunos preparados durante sus trabajos alquímicos que se abrieron camino en la medicina.



*Paracelso*

El primer gran anatomista: Vesalio

Muy diferente al estilo paracelsiano, es el del personaje del que me ocuparé ahora, uno cuya influencia en el devenir de la medicina fue mucho mayor, incomparablemente mayor, que el de la medicina alquímica: Andreas Vesalio (1514-1564).

A partir de los siglos XV y XVI, la disección cobró un nuevo impulso, algo que se puede apreciar incluso en la pintura, donde se convirtió en una escena frecuente. Un ejemplo sobresaliente en este sentido es *La lección de anatomía* (1632) de Rembrandt, donde se ve al doctor Nicolaes Tulp, un famoso médico de Ámsterdam, explicando

la musculatura del brazo a un grupo de cirujanos. Pero en ningún lugar, la nueva ciencia anatómica se alió con el arte como en un libro del médico belga Andreas Vesalio, que estudió en Lovaina, donde publicó una tesis en la que comparaba las terapias musulmana y galénica (*Paraphrasis in nonum librum Rhazac ad regem Almansorem*, 1537), así como en París y Padua y fue uno de los médicos de Carlos V y después también de Felipe II: *De humani corporis fabrica*, publicado en 1543 (el mismo año en que apareció el *De revolutionibus orbium coelestium* [«Sobre las revoluciones de los orbes celestes»] de Nicolás Copérnico). En *La fábrica del cuerpo humano* —otro título utilizado en la traducción al español es *La arquitectura del cuerpo humano*—, Vesalio realizó un vibrante llamamiento en defensa de la práctica anatómica, de la disección, como base imprescindible para la comprensión de la estructura y funciones del cuerpo humano, haciendo hincapié en las limitaciones de los estudios de Galeno y en la degradación que la práctica anatómica había experimentado tras él. Es cierto que la aportación anatómica había experimentado tras él. Es cierto que la aportación de Vesalio no significó con respecto a la medicina galénica una revolución tan marcada como lo que sucedió con Copérnico frente a la astronomía ptolemaica (geocéntrica), pero sus enseñanzas y críticas eran imprescindibles para que pudiese darse en el futuro una revolución parecida.

Cuáles eran las opiniones de Vesalio es algo que quedaba perfectamente claro en la «Dedicatoria a Carlos V, el más grande e invicto emperador» que abría el libro. Cito de ella:

*Esta funesta desmembración de las técnicas curativas según las distintas tendencias ha provocado hasta ahora un naufragio mucho más execrable y una calamidad mucho más triste en la parte principal de la filosofía natural, a la que, porque abarca la anatomía humana y debe ser considerada con razón el fundamento más sólido de toda la ciencia médica y el inicio de su constitución, Hipócrates y Platón contribuyeron tanto que no dudaron en incluirla entre las partes principales de la medicina. Al principio sólo los médicos la cultivaron, poniendo todo su empeño en dominarla; pero luego, comenzó a decaer tristemente al perder la anatomía, por dejar ellos mismos en manos de otros la actividad manual. En efecto, mientras los médicos afirmaban que sólo les incumbía la curación de las afecciones internas, pensando que les bastaba con conocer las vísceras, se desentendieron de la estructura de los huesos, los músculos, los nervios, las venas y las arterias que se extienden por los huesos y los músculos, como si no fuera cosa suya. Además, como se confiaba a los barberos toda la disección, los médicos no sólo perdieron el conocimiento auténtico de las vísceras, sino que también desapareció completamente la actividad de la disección, porque éstos no se ocupaban de hacer disecciones; a su vez, aquellos en cuyas manos se dejaba esa actividad eran tan ignorantes que no entendían los escritos de los maestros de disección ... ¡Hasta tal punto la vieja medicina*

*se ha apartado desde hace muchos años del antiguo esplendor!*

Por otro lado, esa medicina ya hace algún tiempo que ha empezado a revivir con todos los estudios en esta época tan próspera ... y a levantar cabeza desde las tinieblas más profundas, de tal manera que parecía que en algunas escuelas casi se había recuperado sin discusión el antiguo esplendor y que ésta sólo necesitaba el conocimiento casi extinguido de las partes del cuerpo humano.

Y en este punto, recordaba su propia experiencia:

Yo mismo, estimulado por el ejemplo de tantos hombres ilustres, pensé que debía acometer esta tarea en la medida de mis fuerzas y de todas las maneras posibles ... Sin embargo, este intento no hubiera tenido éxito si, cuando trabajaba como médico en París, no me hubiera dedicado a esta empresa y mis compañeros y yo no hubiéramos tenido la oportunidad de que unos barberos nos mostraran someramente algunas vísceras en repetidas disecciones públicas ... Luego, en Lovaina, adonde tuve que volver a causa de la guerra, lo que allí en dieciocho años los médicos ni siquiera habían soñado respecto a la anatomía y para congraciarme con aquella escuela y coger más experiencia en un tema por completo oculto ... describí con algo más de diligencia que en París la anatomía humana, de tal manera que ahora los profesores jóvenes de esa escuela parecen dedicar una atención grande y seria al conocimiento de la anatomía humana, comprendiendo bien qué egregio bagaje cultural les proporciona su conocimiento. Por otro

lado, como en Padua, en la escuela más famosa de todo el mundo, gracias al Senado de Venecia, muy ilustre y generoso en los estudios científicos, desde hace ya cinco años ocupó el cargo de profesor titular de anatomía en relación con la medicina quirúrgica, me he esforzado por conocer la anatomía humana, de tal manera que ahora he practicado con más frecuencia y, tras desterrar de las escuelas tan ridículo sistema, la he enseñado de modo que no pudiéramos echar de menos nada de lo que nos legaron los antiguos.

Sin embargo, se enfrentaba a dificultades: la «desidia de los médicos» había sido tal que no se conservaban las obras de médicos del pasado que se habían ocupado de la disección, médicos, señalaba, «a los que hasta Galeno cita en más de veinte ocasiones en el segundo comentario al libro de Hipócrates titulado *La naturaleza humana*». Muy diferente sucedía con las ideas de Galeno y de sus seguidores, que, manifestaba, habían recogido torpemente la doctrina de Galeno en libros voluminosos, sin apartarse ni una coma de él ... De tal manera han confiado todos en él, que no he encontrado ni un solo médico que piense que en los libros de anatomía de Galeno se ha encontrado alguna vez ni el más ligero error y mucho menos que pueda encontrarse, si bien, aparte de que Galeno rectifica frecuentemente y varias veces señala los errores de unos libros en otros, al estar más preparado con el paso del tiempo, diciendo acto seguido lo contrario, ahora nos consta, basándonos en el renacido arte de la disección, en la lectura atenta de los libros de Galeno y en muchos lugares de los mismos

aceptablemente corregidos, que él en persona nunca diseccionó un cuerpo humano recién muerto. Sin embargo, sabemos que, engañado por sus monos (aunque se le presentaron cadáveres humanos secos y preparados para examinar los huesos), frecuentemente criticaba sin razón a los médicos antiguos que se habían ejercitado en disecciones humanas. Puedes incluso encontrar en él muchísimas cosas que ha descubierto de manera poco ortodoxa en los monos. Además, resulta muy extraño que, a pesar de las múltiples diferencias existentes entre los órganos del cuerpo humano y los de los monos, Galeno no haya advertido casi ninguna salvo en los dedos y en la flexión de la rodilla, observación que sin duda hubiera omitido, lo mismo que las otras, si no fuera evidente sin necesidad de practicar la disección humana.





*Galeno diseccionando monos, no humanos*

En más de doscientas ocasiones, advertía, se desviaban las descripciones de Galeno de «la auténtica descripción de la armonía, del uso y de la función de las partes del cuerpo humano».

Fue para remedir todas estas limitaciones, para describir las partes del cuerpo humano, por lo que Vesalio escribió *De humani corporis fabrica*. En la primera de las siete partes que lo componen, explicó la naturaleza de los huesos y de los cartílagos, que, escribía, «como sostienen las partes restantes y son descritos en función de ellas, deben ser conocidos primero por los estudiosos de la anatomía». En la segunda parte, trató de los ligamentos, «que unen entre sí los

huesos y los cartílagos» y, después de los músculos, «que son autores de los movimientos voluntarios». En la tercera, se ocupaba de las venas «que llevan a los músculos, a los huesos y a las demás partes la sangre necesaria para su nutrición», y después de las arterias «que moderan la temperatura del calor natural y del aliento vital». En la cuarta, mostraba las ramificaciones de los nervios «que llevan el aliento vital a los músculos», mientras que la quinta detallaba la estructura de los órganos de la nutrición, incluyendo además, «a causa de su proximidad, los instrumentos creados por el Artífice supremo para la propagación de la especie». La sexta parte estaba dedicada al corazón, «impulsor de la facultad vital, y a las partes que le sirven». Y, finalmente, la séptima exponía «la armonía de los órganos del cerebro y de los sentidos». La división en libros responde, por consiguiente, a un criterio topográfico, de dentro hacia afuera: esqueleto (I), ligamentos y músculos (II), venas y arterias (III), nervios (IV), en tanto que los tres últimos describían el contenido de las tres cavidades del cuerpo humano: abdominal, torácica y cefálica. La división en sistemas se inspiraba en criterios formales: *constructivos* los dos primeros, *conectivos* los siguientes e *impulsivos* los tres últimos, de acuerdo con la concepción galénica. Vesalio, en resumen, introdujo una importante novedad, que ahora a nosotros nos puede parecer una trivialidad, pero que entonces no lo fue en absoluto: en vez de confiar a un matarife, o a un barbero-cirujano, el despiece del cadáver mientras se leían los párrafos correspondientes de los clásicos, realizaba personalmente la disección.



Pero el interés de *De humani corporis fabrica* no reside únicamente en el ámbito científico, porque es también una obra de arte. Contiene una colección de más de doscientas láminas anatómicas de impresionante belleza y realismo, en las que aparecen imágenes del esqueleto y musculatura humanos.

Algunos sostienen que el artista autor de los grabados fue Jan Stephan van Calcar (c. 1499-1546/1550), un compatriota de Vesalio y discípulo de Tiziano (1477-1576). A favor de que Tiziano participase, aunque fuese de forma indirecta, en la edición de *De*

*humani corporis fabrica*, está el que parece que los bloques de madera para las ilustraciones fueron preparados en Venecia —la ciudad en la que trabajaba y tenía su taller Tiziano— bajo la supervisión de Vesalio y enviados a Oporinus, el impresor encargado de la edición, en Basilea. En el mismo sentido, algunos historiadores del arte han argumentado que uno de los grabados de la obra, uno que aparece en el libro (parte) V, en el que se muestra la musculatura de un hombre colocado en posición lateral, está modelado siguiendo un conocido cuadro de Tiziano, *Alocución de Alfonso d'Avalos, marqués del Vasto*, que el maestro terminó en 1541. Sin embargo, otros historiadores del arte mantienen tesis diferentes. Analizando el único dibujo preliminar que ha sobrevivido de los que se utilizaron para la composición de *De humani corporis fabrica* y comparándolo con el grabado correspondiente que finalmente apareció en el libro, se ha argumentado que la preparación de los detallados estudios anatómicos y su subsiguiente transformación en bloques de madera tallados debió de exigir una colaboración tan estrecha entre Vesalio y el o los artistas encargados de tallar los bloques que éstos se debieron preparar no en Venecia, donde se encontraban Tiziano y sus discípulos, sino en Padua, en cuya universidad el autor de *De humani corporis fabrica* ocupaba una cátedra desde el 6 de diciembre de 1537, y que mantuvo hasta 1543. Aunque Padua y Venecia no están demasiado alejadas, las reglas que regían su cátedra obligaban a Vesalio a residir en Padua la mayor parte del tiempo y eso habría impedido la participación de artistas de la escuela de Tiziano.



## Capítulo 4

### Epidemias y hospitales

En el primer capítulo de este libro ya mencioné, muy brevemente, el posible origen de algunas enfermedades infecciosas que aquejan a los seres humanos. En este capítulo me voy a ocupar de las *epidemias*, es decir, de aquellas enfermedades que se propagan durante algún tiempo por un país o región (ahora incluso a escala cuasi-planetaria), afectando simultáneamente a un gran número de personas. Y dentro de ellas, de las *pandemias*: enfermedades epidémicas que se extienden a muchos países o que atacan a casi todos los individuos de una localidad o región.

La existencia de enfermedades infecciosas no es sino consecuencia de un hecho común para toda la vida: la necesidad de alimentarse, la búsqueda de alimento. Ahora bien, decir «vida» es algo muy genérico: hay diferentes tipos de seres vivos. Están, por ejemplo, los animales y los vegetales; también los microorganismos. Éstos se encuentran en todas partes: los hay en el aire que respiramos, en el agua que bebemos, en los alimentos que comemos, incluso en nuestros propios cuerpos: nuestro intestino inferior, por ejemplo, alberga poblaciones masivas de bacterias. Que los llevemos con nosotros no significa, sin embargo, que nos resulten dañinos y, de hecho, incluso pueden ser beneficiosos, ayudando, por ejemplo, a la digestión o impidiendo que nos ataquen otros «visitantes» más peligrosos.

La razón por la que nos abordan microparásitos es la ya mencionada: porque nos quieren para alimentarse (se nutren de tejidos humanos). Algunos de esos microparásitos —virus o bacterias, por ejemplo— originan enfermedades en los seres humanos en los que se instalan, enfermedades de las que no nos podemos recuperar, pudiendo llegar a sucumbir ante ellas, o de las que nuestros cuerpos se defienden provocando reacciones de inmunización que matan a los invasores. Es posible, asimismo, que los portadores (nosotros u otros animales) de esos microparásitos patógenos sirvan de vehículo para transmitirlos a otros individuos, propiciando de esta manera epidemias, procesos que podemos entender como si fueran reacciones en cadena.

Estos males han atacado a los seres humanos (y también, por supuesto, a otros animales) a lo largo de toda la historia de la humanidad. Sabemos, en efecto, que existen microparásitos que producen enfermedades en los humanos desde hace mucho tiempo, como es el caso del causante de la *malaria*, al que se denomina *plasmodio*, y que probablemente es el más antiguo de los parásitos que nos producen enfermedades. La *tuberculosis* también puede ser tan antigua como el hombre; el *cólera* llegó a Europa de la India en el siglo IV a.C.; la *viruela* acompañó a Hernán Cortés (1485-1547) cuando llegó a México; y parece que el *tifus* se manifestó con claridad por primera vez en 1546 en América.

Los procesos de transmisión de un individuo a otro de estas enfermedades son variados. Algunas necesitan de un «vehículo» que porte el parásito de un infectado a otro huésped potencial. Tal es el

caso de la malaria, que se transmite mediante un mosquito, y también el de la peste bubónica, de la que trataré enseguida (aquí el vehículo son roedores). La esquistosomiasis es transmitida por gusanos, caracoles y babosas; la enfermedad del sueño, por la mosca tse-tsé; el tifus, por pulgas y piojos. Por el contrario, otras enfermedades humanas pasan directamente de una persona a otra, sin necesidad de un transmisor. Así ocurre con la tuberculosis, el sarampión, la viruela, la varicela, la tosferina, las paperas o la gripe. Las cifras de muertos producidos a lo largo de la historia por estas infecciones que se convierten en epidemias son terribles, aunque las estimaciones sean más o menos fiables según la época de la historia en que se produjeron. La peste bubónica (producida por el bacilo de Yersin (*Yersinia pestis*), denominado así en honor de André Yersin (1863-1943), microbiólogo francés del Instituto Pasteur que logró aislar e identificar la enfermedad en Hong Kong en el año 1894, es causada por ratas y otros roedores, que la portan pero no es patógena para ellos, sí para los humanos, a los que afecta desde antiguo. Se sabe, por ejemplo, de una conocida como «plaga de Justiniano», que afectó entre los años 541 y 542 al imperio romano, extendiéndose por el norte de África, Europa y Asia occidental, llegando a matar, parece, a entre el 50 y el 60 por ciento de la población. Otra fue la llamada «Peste Negra», un tipo de peste bubónica, que se inició en 1348 y mató a unos veinticinco millones de personas, entonces más de un tercio de la población mundial. Desaparecieron por completo miles de aldeas y perdieron alrededor



de la mitad de sus habitantes ciudades como Florencia, Venecia, París y Valencia.



Otras epidemias famosas son las de Milán y Londres en el siglo XVII, la de Marsella en el XVIII y la de China de 1855. No se conocían entonces las causas que las producían ni había medios para combatirlas. Evitar las zonas pantanosas en las que pululaba una vida incomprensible (*miasmata*) fue el consejo que daba el militar romano Marco Terencio Varrón (116-27 a.C.).

La Peste Negra de 1348 en el *Decamerón* de Boccaccio Giovanni Boccaccio (1313-1375), el inolvidable autor del *Decamerón*, se refirió a la Peste Negra de 1348 en la introducción a su obra:

Al cumplirse mil trescientos cuarenta y ocho años de la fructífera Encarnación del Hijo de Dios, la mortífera pestilencia llegó a la egregia ciudad de Florencia, la más noble de las italianas ... Había comenzado antes en las partes de Oriente, aniquilando una innumerable cantidad de vidas, y se había extendido hacia Occidente de un lugar a otro, sin detenerse en ninguno. En ella de nada servían la prudencia ni la previsión humanas; aunque la ciudad fue limpiada de muchas inmundicias por encargados de esta tarea, se prohibió entrar a cualquier enfermo, se dieron muchos consejos para la conservación de la salud e incluso las personas devotas hicieron humildes súplicas a Dios, no una vez sino muchas, en procesiones y de otras formas, en la primavera de dicho año comenzó a manifestar sus dolorosos efectos de forma horrible y sorprendente...

Al principio, a los hombres y mujeres les aparecían en la ingle o bajo el sobaco ciertas hinchazones, algunas de las cuales, crecían más o menos como una manzana corriente y otras, como un huevo, que la gente llamaba «bubones». En poco tiempo, dicho bubón mortífero comenzó a extenderse desde esas dos partes del cuerpo y a aparecer en cualquiera

otra sin distinción; después la cualidad de la enfermedad comenzó a transformarse en numerosas manchas negras o lívidas, que aparecían en los brazos, las piernas y en el resto del cuerpo, siendo algunas grandes y difusas y otras, pequeñas y espesas. El bubón había sido al principio y continuaba siendo indicio ciertísimo de muerte futura, que sufrían todos los que la tenían. Para la curación de esta enfermedad no parecía servir o hacer provecho ni el consejo ni la virtud de ninguna medicina...

Esta pestilencia adquirió mayor fuerza porque de los enfermos que la padecían pasaba a los sanos al estar juntos, de forma semejante a lo que hace el fuego con las cosas secas o grasientas cuando se acercan mucho. Más tarde empeoró todavía más, ya que no solamente hablar o tratar con enfermos transmitía a los sanos la enfermedad y, por lo general, con la misma muerte sino que incluso tocar las ropas o cualquiera otra cosa que hubieran tocado o utilizado parecía transmitirla...

De estos sucesos y de otros parecidos o más graves procedían los diversos miedos e imaginaciones de los que quedaban vivos, casi todos los cuales tenían un objetivo bastante cruel, que era esquivar a los enfermos y huir de ellos y de sus cosas, creyendo que así cada cual conseguía conservar la propia salud. Había algunos que pensaban que vivir moderadamente y evitar todo lo superfluo era muy

importante para resistir tan fatal trastorno; se reunían y vivían separados de los demás, reclusos y escondidos en casas donde no había enfermos y, para vivir mejor, consumían de forma muy moderada alimentos delicados y buenos vinos, huían de la lujuria, no hablaban con nadie, ni querían recibir noticia alguna del exterior sobre la muerte y los enfermos, entreteniéndose con músicas o diversiones a su alcance. Otros, por el contrario, afirmaban que la más segura medicina para tanto mal consistía en beber mucho, andar cantando y solazándose, satisfacer los apetitos todo lo posible en cualquier cosa y reírse y burlarse de lo que pasaba; y tal como lo decían lo ponían en práctica en cuanto les era factible, merodeando de día y noche de una taberna a otra, bebiendo sin prudencia ni medida y, todavía más, haciendo en casas ajenas solamente aquello que les apetecía o les causaba placer ... Muchos otros seguían una vía media entre las dos citadas, no encerrándose en sus viviendas, como los primeros, ni excediéndose en la bebida y otros desenfrenos como los segundos, sino usando las cosas de modo suficiente según su apetito, y, sin recluirse, paseaban llevando en las manos flores, hierbas aromáticas y diversas especias, que olían a menudo, creyendo era óptimo confortar el cerebro con dichos aromas, ya que el aire apestaba, penetrado del hedor de los cadáveres, la enfermedad y las medicinas ... Era tan grande el espanto que esta tribulación

había producido en el pecho de los hombres y mujeres, que un hermano abandonaba al otro, el tío al sobrino, la hermana al hermano, a menudo la esposa al marido y, lo peor y casi increíble, los padres y madres rehuían visitar y atender a los hijos, como si no fueran suyos.

¿Por qué las epidemias?

Como se ve en la cita de Boccaccio, el temor y el desconcierto eran terribles. No se sabía a qué se podían deber las terribles plagas que atacaban a los seres humanos (habría que esperar hasta el siglo XIX, a la teoría microbiana de la enfermedad desarrollada por Pasteur y Koch, para comprender tales causas). «Preguntad a los médicos y constataréis su estupor», escribió Petrarca al perder a un familiar. Una «explicación» no infrecuente era la de que constituían «castigos divinos»: a menudo se describía la peste como una lluvia de flechas que se abatían sobre los hombres, lanzadas por un dios (o por un demonio) para hacerles pagar sus pecados, o como un fuego que consumía todo. Disponemos de abundantes cuadros que ilustraban tales visiones o que, simplemente, ofrecían imágenes de sus terribles efectos (piénsese, por ejemplo, en *El triunfo de la muerte*, pintado en 1562 por Brueghel el Viejo).



*Protegiéndose de las epidemias*

Resignados a su ignorancia, los médicos trataban de cumplir con sus deberes asistenciales, pero procurando no verse afectados por la enfermedad. A mediados del siglo XVII, el médico, matemático y teólogo danés Thomas Bartholin recomendaba a sus colegas que no llevaran barba ni el pelo largos, que se pusieran anteojos (gafas) y un espolón, pico largo, repleto de lo que consideraban antídotos y productos olorosos para proteger la nariz del «aire corrupto». La ropa, añadía, debía estar hecha con «lino comprimido», no con paño ni lana, tejidos en los que se podían agarrar los «microbios».

Llevaban, además, un palo largo para evitar entrar en contacto con el «apestado».

## Epidemias en la colonización española de América

He mencionado, hace un momento, la viruela como una enfermedad infecciosa que llevó Hernán Cortés a América desde España. El efecto que enfermedades llevadas por los españoles —que ya estaban inmunizados al haber estado expuestos a ellas desde su infancia— al Nuevo Mundo y las consecuencias que pudieron tener en la conquista de imperios como el azteca, constituyen un tema clásico de la historiografía. La cuestión surge de manera casi inevitable como ayuda para poder entender cómo un puñado de españoles fueron capaces de dominar a poblaciones muchísimo más numerosas y con un importante grado de desarrollo.

Parece que los encuentros de los amerindios con enfermedades epidemiológicas antes de la llegada de Colón no fueron importantes. Los amerindios no eran portadores de infecciones graves transmisibles a los europeos, con una excepción: la sífilis (infección de transmisión sexual crónica producida por la bacteria espiroqueta *Treponema pallidum*, subespecie *pallidum*), que, aunque no exista consenso generalizado, parece existió en las civilizaciones precolombinas y fue exportada desde allí a Europa. Una posible explicación de la carencia de enfermedades epidemiológicas en América es, como argumentó William McNeill (*Plagas y pueblos*, 1976), que los animales domésticos que existían allí no eran portadores de infecciones del tipo de las que hacen posible la

transmisión de su parasitismo a grandes poblaciones humanas, entre otras razones porque el número de animales que formaban rebaños domesticados era mucho más pequeño que en Europa y más dispersos geográficamente.

Según algunas estimaciones, la población amerindia anterior a la conquista española era de unos cien millones de personas, de los que entre veinticinco y treinta corresponderían a México. Hacia 1568, cuando no habían transcurrido cincuenta años desde que el pequeño ejército de Hernán Cortés conquistara el imperio azteca, esa población se había reducido a unos tres millones. La disminución de población continuó, aunque a un ritmo menor, durante el siguiente medio siglo, alcanzando el umbral de 1,6 millones de habitantes en México en 1620.

La primera epidemia de la que se tiene noticia en el Nuevo Mundo fue una de gripe porcina (los cerdos, introducidos en América por Cristóbal Colón, que los llevó allí en su segundo viaje, el de 1493), que en 1543 diezmó la población de La Española, la isla situada entre Cuba y Puerto Rico que en la actualidad alberga a la República Dominicana y Haití, cuya población antes del contacto se estima entre quinientos mil y setecientos cincuenta mil. Más grave y, como veremos enseguida, de tremendas consecuencias políticas fue la de viruela, que en 1518 se manifestó también en La Española. Sobrevivieron, parece, únicamente un millar de indígenas. Y desde allí, la viruela, también importada por los españoles, viajó a México, adonde llegó en 1520, precisamente en el momento en que Hernán Cortés se estaba enfrentando a las huestes de Moctezuma, en



condiciones de desventaja, debido sobre todo a la enorme diferencia en el número de los dos ejércitos (recordemos que Cortés había desembarcado en 1519 en el puerto de Veracruz con quinientos cincuenta hombres y, aunque más tarde recibió refuerzos, no fue en grandes números). Veamos lo que McNeill escribió al respecto en el libro antes citado:

Claramente, si la viruela no hubiera estallado en el momento en que lo hizo, no se habría producido la victoria española en México. Lo mismo ocurrió con la expedición filibustera de Pizarro a Perú. Porque la epidemia de viruela no confinó sus estragos al territorio azteca sino que se expandió a Guatemala, donde apareció en 1520, y continuó hacia el sur, penetrando en los dominios incas en 1525 o 1526. Las consecuencias fueron tan drásticas como entre los aztecas. El rey inca murió de la enfermedad, mientras estaba fuera de la capital, realizando una campaña militar en el norte. También murió el heredero designado, sin dejar un sucesor legítimo. A eso siguió la guerra civil y fue durante esa quiebra de la estructura política inca cuando Pizarro y su puñado de matones se abrieron camino hasta Cuzco y saquearon sus tesoros. No encontraron ninguna seria resistencia militar.

Y no fue la de la viruela la única enfermedad infecciosa que llevaron los españoles. El sarampión se extendió por México y Perú en 1530-1531. En 1533, Francisco de Castañeda escribía al emperador Carlos V informándole que una epidemia de sarampión había ocasionado seis mil muertes entre los indios, y añadía: «Los indios desta provincia se acaban, y si no se remedian con brevedad, no hay

indios para cuatro años; según los indios dicen, cada año en esta provincia les daban muy grandes enfermedades y pestilencias». Pero no es preciso ofrecer más detalles. Queda clara la incidencia decisiva que pueden llegar a tener las epidemias en la historia política de la humanidad.



### La gran peste inglesa de 1665

Otro ejemplo histórico de gran epidemia es la peste que asoló Inglaterra en 1665 y 1666 que llegó a matar a cerca de cien mil personas. Uno de los lugares que más afectó fue a la capital, Londres, adonde llegó a mediados de julio de 1665 (mató a

aproximadamente el quinto de la población). Como la Peste Negra, la infección fue debido a la peste bubónica y parece que llegó de Holanda, en las pulgas de ratas de los barcos. El famoso escritor inglés Daniel Defoe (c. 1659-1731) escribió un libro sobre aquella peste, que él mismo conoció, aunque fuese en su infancia, *Diario del año de la peste* (1722), que comenzaba refiriéndose a ese origen.

Fue hacia principios de septiembre de 1664 cuando yo, al igual que el resto de mis vecinos, supe incidentalmente que la peste había vuelto a invadir Holanda, pues ya había azotado violentamente aquel país, sobre todo Ámsterdam y Róterdam, en el año 1663, cuando, decían, había sido introducida, según unos de Italia, según otros de Oriente, con unas mercaderías que transportaba su flota de Turquía; otros decían que había venido de Candía; otros de Chipre. Pero poco importaba de donde viniese; lo cierto es que todos estaban de acuerdo en que ahora había vuelto a invadir Holanda.

Los historiadores de la ciencia saben bien de la existencia de esta plaga porque afectó a una de las grandes figuras de toda la historia de la ciencia, quizá la más importante: Isaac Newton (1642-1727). En el verano de 1665, muy poco después de que Newton se hubiese graduado allí, la Universidad de Cambridge —a la que el gran físico y matemático continuaría estando vinculado durante la mayor parte de su vida, como catedrático— cerró durante dos años para evitar que la peste diezmasa a profesores y estudiantes. Newton se trasladó entonces a la casa materna, Woolsthorpe, en Lincolnshire. Allí, especialmente durante 1666 (conocido como su *annus*

*mirabilis*), efectuó avances considerables, históricos, tanto en la física del movimiento y la gravitación, como en las matemáticas.

Una pregunta interesante es la de cómo se organizaban las autoridades de las poblaciones para combatir aquellas terribles epidemias en una época en la que sus causas eran desconocidas. El libro de Defoe nos ayuda en este sentido, ya que reproduce algunas de las ordenanzas que se dictaron en Londres. Eran las siguientes.

Ordenanzas concernientes a la epidemia de peste, redactadas y promulgadas por el lord alcalde y los regidores de la ciudad de Londres, 1665

*Considerando que durante el reinado de nuestro difunto soberano, el rey Jacobo, de feliz memoria, se promulgó una ley sobre los auxilios caritativos y las disposiciones a tomar referentes a las personas contaminadas de peste, por la cual se autorizaba a los jueces de paz, gobernadores y demás altos cargos, a nombrar dentro de sus respectivas jurisdicciones inspectores, inquiridoras, guardianes, vigilantes y sepultureros, para las personas y lugares contaminados y tomarles juramento para mejor ejercicio de sus funciones. Y como los mismos estatutos autorizan a tomar otras disposiciones complementarias, según lo exijan las circunstancias que pudieran presentarse, consideramos, después*

*de haber celebrado las pertinentes deliberaciones, que es de todo punto necesario, para prevenir y evitar que el mal se extienda (si así place a Dios Todopoderoso), que sean nombrados los oficiales siguientes y que se cumplan las ordenanzas que se dictan a continuación.*

Los oficiales en cuestión eran: «inspectores en cada parroquia», «guardianes» (dos para cada casa contaminada), «inquiridoras» (mujeres «de mejor reputación y de mayor honradez», para informarse sobre las causas de la muerte de las personas, cuyos cadáveres debían inspeccionar), «cirujanos» y «asistentas de enfermos». De éstas, se decía que «en caso de que abandonasen una casa contaminada antes de los veintiséis días siguientes al de la muerte de una persona apestada, la casa a la que la susodicha asistente de enfermos se haya trasladado será clausurada hasta que expire ese plazo de veintiocho días».

En un libro como el presente, merece la pena reproducir lo que se decía sobre los cirujanos:

*Dado que hasta ahora los numerosos errores y declaraciones equivocadas que ha habido del mal, han contribuido en gran modo a la extensión de la epidemia, se ordena que, para ayudar a las inquiridoras, se elijan y sean nombrados cirujanos capacitados y de buen criterio, independientemente*

*de aquellos que ya forman parte del hospital de apestados, y que la ciudad y las liberties se dividan según el modo más conveniente, y que cada uno de estos cirujanos tome a su cargo una de estas demarcaciones; y los susodichos cirujanos, en cada demarcación, deben colaborar con las inquiridoras en el reconocimiento de los cadáveres, a fin de que los informes que se den del mal sean fidedignos.*

*Los susodichos cirujanos deberán visitar y reconocer a las personas que les manden llamar, o que sean nombradas y designadas por los inspectores de cada parroquia, debiéndose informar por sí mismos del mal que aqueja a dichas personas.*

*Dado que los susodichos cirujanos no podrán dedicarse a ninguna otra actividad, y que se dedicarán exclusivamente a atender a los afectados por la epidemia, se ordena que cada uno de los susodichos cirujanos perciban doce peniques por cada persona que reconozcan, dinero que deberá pagar el enfermo, si tiene medios, y de lo contrario pagará la parroquia.*

Luego venían las «Ordenanzas concernientes a las casas contaminadas y a las personas afectadas por la peste», que resumo a continuación:

*Notificación del mal*

*En toda casa en la que alguien se queje de manchas, rojeces o hinchazón en cualquier parte del cuerpo o caiga gravemente enfermo sin que aparentemente se adviertan señales de que ello es debido a algún otro mal, el dueño de la casa dará aviso al inspector de salud en el plazo de dos horas, a partir del momento en que se han manifestado los susodichos síntomas.*

#### *Reclusión de enfermos*

*Tan pronto como cualquier persona sea declarada contaminada de peste, sea por un inspector, una inquiridora o un cirujano, a partir de aquella misma noche quedará recluida en su casa; y en este caso, aunque más tarde la susodicha persona no muera, la casa que ha habitado quedará clausurada por un mes, después de que los demás miembros de la familia hayan usado todas las medidas preventivas que se consideren necesarias.*

#### *Desinfección de los efectos domésticos*

*Por lo que respecta a la desinfección de los efectos domésticos, las camas, junto con toda su ropa y las colgaduras de las alcobas, deberán ser desinfectadas por medio del fuego y de los perfumes que se usan en tales casos dentro de la casa contaminada, antes de que puedan volverse a*

*utilizar. Los inspectores serán responsables del cumplimiento de estas medidas.*

#### *Clausura de la casa*

*En caso de que alguien haya visitado a una persona que se sabe se halla enferma de la peste, o haya entrado voluntariamente en una casa notoriamente contaminada, sin estar autorizado para ello, la casa donde dicha persona habite quedará clausurada durante todo el tiempo que determine el inspector.*

#### *Prohibición de mudarse de casas contaminadas*

*Nadie podrá mudarse de la casa donde ha caído enfermo de peste y trasladarse a otra de la ciudad (si no es al hospital de apestados, a una tienda de campaña o a alguna otra casa que el propietario de la casa contaminada poseyera y habitara con su propia servidumbre); y se darán garantías a la parroquia en donde se haga el traslado, que las susodichas personas enfermas serán objeto de todas las atenciones y cuidados, y que se cumplirán todos los requisitos que se han indicado antes, sin que la parroquia en donde tenga lugar este traslado tenga que correr con ningún gasto, y el traslado se hará de noche...*

#### *Entierro de los muertos*

*El entierro de los muertos que cause esta epidemia*



*se hará a las horas más convenientes, siempre antes de la salida del sol, o después de la puesta, de acuerdo con los capilleros o los alguaciles, y no de otro modo; y no se permitirá a ningún vecino o amigo acompañar el cuerpo a la iglesia, ni entrar en la casa contaminada, bajo pena de que se le clausure su casa o de ser encarcelado.*

*Ningún cadáver de apestado podrá ser enterrado ni permanecer en la iglesia, cuando en ésta haya servicios religiosos, plegarias públicas o sermones. Y cuando se celebre un entierro en alguna iglesia o cementerio no se permitirá a ningún niño que se acerque al cadáver, féretro o tumba. Y todas las tumbas deberán tener una profundidad mínima de seis pies.*

*Además, toda aglomeración de gente en los otros entierros queda prohibida mientras dure la actual epidemia.*

A continuación venían ordenanzas sobre «prohibición de disponer de los efectos domésticos de las casas contaminadas», «prohibición de sacar a ninguna persona de una casa contaminada», «señales que debe haber en todas las casas contaminadas» (una cruz roja de un pie de longitud en medio de la puerta y un letrero que diga «Señor, ten piedad de nosotros»), «vigilancia de las casas contaminadas»,

«habitantes de las casas» y «coches de alquiler». Había, asimismo, ordenanzas para la «limpieza y mantenimiento del decoro de las calles» y «concernientes a personas de vida irregular y a lugares de esparcimiento» (afectaban a «mendigos», «espectáculos», «prohibición de banquetes», «despachos de bebidas»).

Vemos que estas ordenanzas eran, en general, razonables medidas, podríamos decir profilácticas, pero estaba el gran problema de, como decía antes, que las causas de la plaga eran desconocidas. Y lo serían, como también he señalado, básicamente hasta el siglo XIX. En semejante situación, no es sorprendente que las personas se aferrasen a todo tipo de explicaciones, auxilios o consuelos. También Defoe se refería a esta circunstancia, aunque de una forma un tanto curiosa:

*Hay algo que no puedo omitir aquí, y que me pareció verdaderamente extraordinario, y que por lo menos parecía ser una notable manifestación de la justicia divina. Me refiero a que todos los adivinos, astrólogos, profetas y los que llaman magos, hechiceros y demás gente de su ralea; los que hacían horóscopos, los visionarios y demás hombres de esta suerte, habían desaparecido, se habían esfumado. Y no quedaba ni uno solo. Yo estoy plenamente convencido de que muchos de ellos se habían arriesgado a quedarse en la ciudad esperando poder obtener grandes*

*ganancias y habían muerto víctimas de la epidemia. Y la verdad es que sus ganancias fueron muy importantes durante algún tiempo, gracias a la locura y a la necesidad de las gentes. Pero ahora habían sido reducidos al silencio; muchos de ellos fueron a su última morada sin haber sabido predecir su propio destino ni descifrar su propio horóscopo.*

Nuevas construcciones y materiales, menos riesgos

Como he señalado, la plaga de 1665 se propagaba a través de las pulgas que llevaban las ratas. Los techos de paja, que abundaban entonces, favorecían el contagio a los humanos; simplemente esos techos constituían buenos refugios para las ratas y porque era fácil que una pulga cayera del techo a alguien que estuviera debajo. La sustitución de los techos de paja por los de tejas evitó este peligro. Otra consecuencia beneficiosa para la salud pública derivada de los cambios arquitectónicos provino de, en buena parte de Europa occidental, la escasez de madera, que llevó a construir las viviendas con piedras y ladrillos y ello tendió a dificultar los contactos entre roedores y personas dentro de una misma casa. Es cierto que en principio estos cambios se producían lentamente, pero en Londres una dramática circunstancia obligó a cambios rápidos. Un gran incendio asoló Londres en 1666. La magnitud del incendio, el número de edificaciones que quedaron destruidas, hizo que se introdujeran nuevas normas de edificación que obligaban a utilizar materiales incombustibles, como los ladrillos o la piedra, siendo

desterrados de las construcciones las hasta entonces dominantes vigas de madera y los techos de paja.

La medicina en el *Quijote* y la práctica médica en tiempos de Cervantes

La mención de Daniel Defoe y el libro que escribió sobre la epidemia de 1665-1666, me lleva a mencionar que la medicina ha sido un tema frecuente en obras literarias. Recordemos, por ejemplo, novelas contemporáneas como *La montaña mágica* (1924), de Thomas Mann, *Dr. Arrowsmith* (1925), de Sinclair Lewis, o *La historia de San Michele* (1929), de Axel Munthe. Y aunque no sea, en modo alguno, su tema central, la medicina también aparece —en general no muy bien considerada— con cierta frecuencia en la «primera novela», en *Don Quijote de la Mancha* (primera parte 1605, segunda parte 1615), el libro inmortal de Miguel de Cervantes. Así, en el capítulo LXXI de la segunda parte (todos los que utilizaré son de esta parte), decía Sancho Panza a don Quijote:

*—En verdad, señor, que soy el más desgraciado médico que se debe hallar en el mundo, en el cual hay físicos [médicos] que con matar al enfermo que curan, quieren ser pagados de su trabajo que no es otro sino firmar una cedulilla de algunas medicinas.*

En otro capítulo, el XLVII, en el que Sancho es gobernador de

la ínsula Barataria, en cierto momento púsose al lado del antes escudero, «un personaje, que después mostró ser médico». Y cuando el glotón Sancho intentó disponer de un plato de perdices, «bien sazonadas», que a su parecer no le harían ningún daño, el médico le respondía: «Ésas no comerá el señor gobernador en tanto que yo tuviere vida».

—Pues, ¿por qué? —dijo Sancho.

Y el médico respondió:

—Porque nuestro maestro Hipócrates, norte y luz de la medicina, en un aforismo suyo, dice: *Omnis saturatio mala, perdices autem pessima. Quiere decir: «Toda hartazgo es mala; pero la de las perdices, malísima».*

El aforismo en cuestión, nada tenía que ver, por supuesto, con Hipócrates. Se trataba de un aforismo latino, en el que Cervantes sustituye *panis* por *per dices*, aunque lo correcto sería haber escrito «perdicis».

En este mismo capítulo hay otra referencia médica. Un labrador, natural de Miguel Turra, se presenta ante Sancho el gobernador y le dice: «Soy viudo, porque se murió mi mujer, o, por mejor decir, me la mató un mal médico, que la purgó estando preñada», palabras que parecen aludir a un caso real, el de la reina Isabel de Valois, la tercera esposa de Felipe II, cuyo fallecimiento suele atribuirse al mal tratamiento que le dieron sus médicos, que incluso llegaron a

sangrarla. Parece que sufría una *pielonefritis gravídica*, pero los médicos pensaron que tenía tuberculosis. Cuando se dieron cuenta de que estaba embarazada, intentaron cuidarla para que no abortase, dándole toda clase de hierbas, e incluso rodeándola de amuletos.

Otra referencia interesante ocurre cuando en el capítulo XXXV quien se dice ser el mago Merlín califica la naturaleza de Sancho de la manera siguiente: «Sé que sois de complexión sanguínea, y no os podrá hacer daño sacaros un poco de sangre».

Mi último ejemplo aparece en el capítulo LX, cuando don Quijote dice al bandolero catalán Roque Guinart: «Señor Roque, el principio de la salud está en conocer la enfermedad y en querer tomar el enfermo las medicinas que el médico le ordena: vuestra merced está enfermo, conoce su dolencia, y el cielo, o Dios, por mejor decir, que es nuestro médico, le aplicará las medicinas que le sanen, las cuales suelen sanar poco a poco, y no de repente y por milagro».

La presencia de la medicina en el libro de Cervantes no es, en realidad, sorprendente, pues muchos son los accidentes posibles —desde traumatismos hasta desarreglos intestinales— que pueden acechar a un caballero andante. Esto me lleva a la situación de la medicina en la España de la época de Cervantes. Citaré en este sentido lo que Pedro García Barreno escribió en un libro colectivo que yo mismo

dirigí, *La ciencia y el Quijote* (2005):

*Quienes en España, durante el siglo XVII, cumplieron cometidos curadores componen un abigarrado conjunto de profesionales, universitarios los menos y empíricos hábiles en el ejercicio de concretas prácticas terapéuticas la mayoría; estos últimos facilitados por la escasez de médicos profesionales titulados quienes, en la mayoría de los casos, estaban vinculados al servicio de la Corte, de grandes señores y prelados, de cabildos y concejos. Los habitantes de los núcleos urbanos y la casi totalidad de la población rural no debieron disponer de asistencia médica profesional. Algo similar ocurría con los cirujanos ... Con los cirujanos colaboraban un nutrido y dispar grupo de profesionales carentes de formación reglada: los algebristas o sanadores de huesos (empíricos especializados en fracturas y dislocaciones); hernistas o sacapotras especializados en la reparación de hernias inguinales; lito-tomistas o sacadores de piedras enclavadas en la uretra y solucionadores de los problemas ocasionados por las carnosidades uretrales provocadas por la sífilis; sacamuelas; barberos sangradores; parteras, y personajes varios que añadían a su oficio sanador*

*ingredientes mágicos y recursos supersticiosos e invocaciones demoníacas o milagreras.*

## La gripe

No he dicho nada aún de una enfermedad infecciosa de la que prácticamente todo el mundo tiene noticia: la gripe. Identificada desde la Antigüedad (Hipócrates ya se refirió a ella), la gripe se manifiesta anualmente y causa además numerosas pandemias. Desde 1510 se han descrito unas 31 pandemias, la más conocida y mortífera, la denominada «gripe española» de 1918-1919, que mató entre cincuenta y cien millones de personas (el apelativo «española» es completamente injusto: se detectó por primera vez en el estado estadounidense de Texas, desde donde se expandió por todo el mundo; parece que se la denominó «española» porque fue en España, que era un país neutral entonces, durante los años de la primera guerra mundial, donde la prensa dio mayor noticia de ella, mientras que en otros lugares la información se censuró). La gripe, que afecta a aves y animales, la produce un tipo de virus de la familia de los *Orthomyxoviridae*. En los seres humanos afecta a las vías respiratorias (puede confundirse al principio con un simple resfriado) y con frecuencia va acompañada de dolor de garganta, debilidad, dolores musculares, estomacal, articulares y de cabeza, con tos, malestar general y fiebre. En los casos más graves puede complicarse con una neumonía, trastorno muy peligroso, mortal en ocasiones, especialmente en ancianos.



En los últimos años se han hecho famosas gripe como la aviaria (o aviar), una enfermedad infecciosa que afecta a las aves, pero que puede —y de ahí su peligro para nosotros— infectar a otras especies, los seres humanos y los cerdos entre ellas. Fue identificada por primera vez en Italia a principios del siglo XX y hasta la fecha se ha manifestado en diversas partes del mundo. Un caso que provocó alarma mundial es el de la producida por el virus H5N1: comenzó en Hong Kong en 1997 y se caracterizó por su alta tasa de mortalidad (hasta un 33 por ciento) y de incidencia de neumonía (61 por ciento). En una era donde la movilidad mundial no conoce fronteras, se temió que se extendiese por todo el mundo, algo que, afortunadamente no sucedió.

### Hospitales y enseñanza médica

Las consideraciones y ejemplos precedentes nos conducen, de manera natural, a preguntarnos por los medios de atender a los enfermos. Se trata de una cuestión compleja, que se extiende, en formas diversas, a lo largo de toda la historia. En este capítulo me limitaré a unas pocas explicaciones.

A pesar de todos los avances médicos que se lograron en la antigua Grecia, allí no existieron hospitales. Los enfermos o heridos eran tratados en sus casas o llevados a los templos para recibir los supuestos beneficios de los dioses, Asclepios en particular. El imperio romano siguió pautas similares, aunque sí se establecieron hospitales militares, en los que se ofrecía una primera asistencia y un período de convalecencia, aunque nunca se incluyó un

tratamiento prolongado con cuidados de enfermería, ya que su principal misión era devolver cuanto antes al ejército a aquellos soldados capaces de reanudar el combate.



*Don Quijote enfermo*

No existe prueba de la existencia de edificios dedicados a la atención médica hasta bien entrada la era cristiana. El que Cristo hubiese distinguido con su atención a los enfermos y necesitados —a menudo, cierto es, mediante procedimientos ni científicos ni médicos como son los milagros que se le adjudicaban—, encajaba bien con extender esa atención utilizando mecanismos más terrenales. No mucho después de que Constantino hiciese del cristianismo la religión oficial del imperio romano en el año 337, comenzaron a surgir hospitales. Uno, parece que el primero, fue

fundado en Roma en 390 por Fabiola, una rica romana que se convirtió al cristianismo y que dedicó el resto de su vida (murió en 399) a ocuparse de los pobres y enfermos. En el siglo VII ya existían en Constantinopla (entonces capital del imperio romano) hospitales bien consolidados en los que se atendía a hombres y mujeres en instalaciones separadas y que contaban con salas especiales para cirugía y cuidado de los ojos. Una iniciativa interesante, que en el futuro pasaría a formar parte de los grandes hospitales, es la que encontramos en la carta fundacional del hospital Pantokrator de Constantinopla, fundado en 1136, en la que se establecía que dentro del centro se ofrecerían enseñanzas médicas. Relevante es, asimismo, señalar que el Pantokrator formaba parte de un complejo religioso, que incluía un monasterio, una casa para ancianos (*gerokomeion*, de donde procede el término «geriátrico», hospital o clínica donde se trata a los ancianos) y, alejada siete kilómetros, una leprosería.

Mención especial se debe a la escuela médica de Salerno, ciudad situada en el sur de Italia. A finales del siglo VII, los monjes benedictinos fundaron allí un monasterio. Como en otras de estas instituciones, los monjes crearon un hospital asociado al monasterio; con el tiempo, aquel hospital se emancipó de la tutela eclesiástica, favoreciendo una diferenciación entre monjes enfermeros y laicos médicos, lo que a su vez condujo al establecimiento de una comunidad médica, de estilo gremial, la primera de este tipo en la Europa medieval. Se trataba de una comunidad que no desdeñó en absoluto la experimentación y las

demostraciones prácticas de anatomía animal y que también se preocupó por la enseñanza de su disciplina. Consecuentemente, abrieron sus puertas a alumnos procedentes de toda Europa, con un programa que terminaba en un examen. La Escuela de Salerno fue así pionera en lo que más tarde serían las facultades universitarias de medicina.



La figura más importante de la Escuela de Salerno, que floreció sobre todo entre los siglos XI y XIII, fue Constantino el Africano (segunda mitad del siglo XI), llamado así porque era oriundo del norte de África. Dominaba el árabe y el latín, lo que le permitió traducir del primero al segundo obras de Galeno y de médicos árabes anteriores a Avicena. De hecho, uno de los rasgos sobresalientes de esta escuela es que en ella confluyeron las medicinas griega, judía, árabe y monástica. En los textos salertianos

encontramos desde fórmulas magistrales de medicamentos hasta recomendaciones para combatir la migraña, el insomnio y, en general, mantener la salud mediante una vida sana.

En la Europa cristiana, la creación de hospitales prosperó a partir del siglo XII. El ya mencionado ideal de cuidar de los enfermos como un acto de caridad cristiana tuvo mucho que ver con ello (recordemos la relación que existe entre los términos «hospital» y «hospitalidad»). Coherente con esto es que con frecuencia esos hospitales se establecieron —como en los casos que acabo de mencionar— bajo la protección y reglas de órdenes religiosas. Sin que esto signifique que no se deba reconocer el mérito de aquellas humanitarias actuaciones, es preciso mencionar que con frecuencia a los monjes les era más importante que los enfermos muriesen en estado de gracia, después de haber recibido los sacramentos, que asegurarse que dispusieran de tratamientos médicos todo lo prolongados que hiciera falta. Por otra parte, muchos de aquellos hospitales tuvieron una vida efímera, algo que no sucedió con aquellos que se establecieron en las grandes ciudades. El Hôtel Dieu («Casa de Dios») de París, el más antiguo de esa ciudad, regido por las hermanas agustinas, fue fundado en 651, continúa existiendo hoy, lo que mismo que otros dos hospitales medievales: el hospital del Santo Espíritu de Roma y el Hôtel Dieu de Lyon (como vemos, se trataba también de centros nacidos al abrigo de órdenes religiosas). Da idea de la extensión de este tipo de centro médico el que a finales del siglo XIV había cerca de cuatrocientos hospitales en Inglaterra y, en el siglo XV, 33 en Florencia.

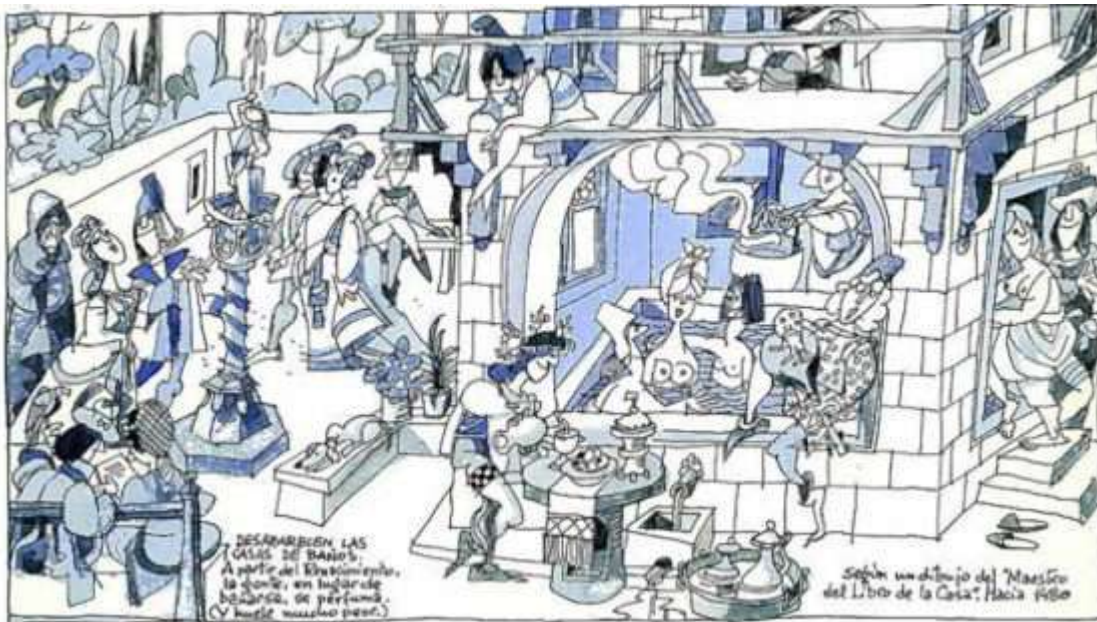


*La escuela de Salerno*

Otro elemento que hay que tener en cuenta a la hora de reconstruir la historia de los hospitales europeos, las razones de por qué surgieron cuando lo hicieron, es el de la situación sanitaria. Ese «otro elemento» es el de las peores enfermedades infecciosas que asolaron el continente europeo. La lepra, un mal del que se sabe ha acompañado a la humanidad desde hace al menos cuatro mil años (lo produce la bacteria *Mycobacterium leprae*, identificada en 1874 por el médico noruego Gerhard A. Hansen, por lo que es denominado «bacilo de Hansen»), figura entre esas enfermedades



infecciosas. En los siglos XII y XIII se crearon cientos de asilos de leprosos (leproserías): hacia 1225 existían cerca de diecinueve mil en Europa. Al ir declinando la lepra, edificios que se dedicaban a sus enfermos pasaron a ocuparse a otros menesteres médicos: para, por ejemplo, personas de las que se sospechaba transportaban enfermedades infecciosas, para enfermos mentales e incluso para indigentes.



Así, el Hôpital des Petites Maisons, cercano al monasterio de Germain des Près, en las afueras de París, comenzó como una leprosería y pasó más tarde a ser utilizado para sifilíticos indigentes y peregrinos con trastornos mentales. Cuando la peste bubónica, la Peste Negra, golpeó Europa en el siglo XIV, las leproserías fueron requisadas. A finales de aquella centuria, comenzaron a construirse *lazaretos* (en honor de san Lázaro, del que en el Evangelio de san

Juan se dice que fue resucitado por Jesús; los cristianos designaron a la lepra con el nombre de *mal de San Lázaro*, en la creencia de que Lázaro había fallecido a causa de este mal).

Unas palabras ahora acerca de la enseñanza de la medicina, pero no del tipo de educación al que ocasionalmente me he referido, sino una que se considerase «oficial». Y aquí la institución fundamental es la universidad, una creación de la Alta Edad Media. Lo normal al principio fue que las universidades contasen entre sus enseñanzas con al menos dos de las tres facultades superiores: derecho, teología y medicina. Con respecto a la última, una de las más antiguas y notables fue la *Universitas Medicorum* de Montpellier, que recibió sus primeros estatutos de Honorio III en 1220. La constitución *Quia Sapientia* (1289) de Nicolás IV completó su perfil al añadir las otras tres facultades (teología, derecho y artes liberales). En 1340, se introdujo la práctica de la disección, una disección cada dos años, y, en 1376, un decreto real amplió esta práctica al entregar los cuerpos de los que habían sido ejecutados, mientras que en París no se realizó ninguna en todo el siglo. La enseñanza de la anatomía fue decisiva para el prestigio de Montpellier, que en 1558 fue dotada de un anfiteatro anatómico y de un jardín botánico. Otra Facultad de Medicina importante fue la de Bolonia, establecida en 1219.

Eso sí, la dependencia de los textos clásicos fue prácticamente absoluta en la universidad medieval, pues la aportación de los maestros y doctores se limitó al comentario puntual de lo que decían. Las fuentes eran limitadas: la lógica de Aristóteles para las artes liberales, Hipócrates y Galeno para los médicos.



## Enfermedades infecciosas emergentes: el Ébola y el SIDA

Junto a las enfermedades infecciosas, digamos «clásicas», de las que me he ocupado en las secciones precedentes, que han acompañado a los seres humanos desde hace mucho tiempo, el siglo XX asistió a la aparición de otras nuevas. Una de estas enfermedades emergentes es la causada por el virus Ébola, nombre tomado del río Ébola de la República Democrática del Congo (antes Zaire), donde fue identificado por primera vez en 1976, en la ciudad de Yambuku. Se trata de un mal terrible (su tasa de mortalidad es, de media, del 83 por ciento), una enfermedad altamente infecciosa que afecta tanto a animales como a seres humanos, aunque, afortunadamente, no se han dado muchos casos de ella: los brotes que ocurrieron en el Congo y en Sudán en 1976 y 1979 no llegaron a mil casos. Probablemente, considerando el número total de víctimas, su exagerada fama se deba mucho a la película *Outbreak* («Estallido») dirigida por Wolfgang Petersen y protagonizada por Dustin Hoffman, estrenada en 1995.

Otra enfermedad emergente infectocontagiosa, muy conocida, es la debida a un virus que afecta al sistema inmunológico, desorganizándolo completamente: el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), causante del SIDA (síndrome de inmunodeficiencia adquirida), cuya existencia comenzó a ponerse de manifiesto en 1981, como una condición que subyacía en un conjunto de diversas enfermedades, en particular en un tipo de neumonía que afectaba a ciertos grupos demográficos (en Estados Unidos, sobre todo a

varones homosexuales). Pero no fue hasta 1983 cuando un equipo del Instituto Pasteur de París, dirigido por Luc Montagnier (n. 1932), descubrió que se trataba de algo nuevo, de la existencia de un virus con una estructura cambiante y compleja, que se transmite sobre todo a través de las relaciones sexuales en las que no se utilizan ninguna protección o por transfusiones de sangre infectada (también por utilizar jeringuillas contaminadas). Los trabajos de Montagnier —que obtuvo en 2008, compartido con Harald zur Hausen y Françoise Barré-Sinoussi, el premio Nobel de Medicina— fueron confirmados el año siguiente por el estadounidense Robert Gallo (n. 1937), quien intentó reclamar una parte de la prioridad del descubrimiento, aunque finalmente quedó demostrado que sólo había descrito el virus tras haber recibido muestras de los franceses.

Intensas campañas publicitarias explicando los procedimientos para prevenir la transmisión de la enfermedad y su desarrollo durante la década de 1990, de varios medicamentos que logran evitar la decadencia física y, finalmente, la muerte de los infectados, han logrado que disminuya la incidencia del SIDA en los países desarrollados: en Estados Unidos, decayó, entre 1993 y 1997, casi un 50 por ciento, afectando a unas veintidós personas de cada cien mil. Sin embargo, aún dista mucho de estar erradicada y, lamentablemente, sigue aumentando en los países con escasos recursos: según la Organización Mundial de la Salud, en diciembre de 2006 había en el mundo 39,5 millones de personas infectadas por el VIH, de las cuales 24,7 millones vivían en el África

subsahariana, donde los mecanismos para informar a la población sobre cómo evitar la enfermedad son escasos o rudimentarios y donde sus creencias dificultan las medidas de prevención, además de que su pobreza hace que sea extremadamente difícil acceder a los costosos medicamentos ya disponibles. Siendo como es la cifra anterior muy importante, es necesario indicar que al terminar el siglo XX, los veinticuatro millones de casos de SIDA en África estaban muy lejos de los 171 millones de enfermos de tuberculosis y los más de trescientos de paludismo.

## Capítulo 5

### La circulación de la sangre

#### La sangre

Si hay algo del interior de nuestros cuerpos con lo que estamos familiarizados es, muy probablemente, la sangre, ese fluido de una cierta viscosidad que brota a la mínima herida. Hipócrates, recordemos, incluyó a la sangre entre los humores, concibiéndola como un fluido homogéneo, idea que no encontró alternativa hasta que en 1658, un joven microscopista holandés, Jan Swammerdan (1637-1680), descubrió los glóbulos rojos, que otro gran microscopista, del que trataré en el capítulo siguiente, Antoon van Leeuwenhoek describió en 1674, estimando su tamaño en 1/250.000 de un grano de arena. Como señalé en el capítulo 2, Aristóteles consideraba al corazón —del que hoy sabemos es una bomba de cuatro cavidades, separadas por músculos cardíacos, que se contraen y distienden durante el ciclo cardíaco—, la «central» por la que pasa toda la sangre, como el órgano más importante del organismo humano, una idea, por supuesto, que no nos debe extrañar (en las primeras líneas de un libro, *Motu cordis*, del que me ocuparé enseguida, su autor, Harvey, escribía, casi dos mil años después de Aristóteles: «El corazón de los animales es el fundamento de la vida, el principio de todas las cosas, el sol del microcosmos; de él depende todo crecimiento y emana todo vigor y fuerza»). Mientras que la composición de la sangre tuvo que esperar al desarrollo de la química, la circulación de ésta atrajo pronto el

interés de los observadores, que, no en vano, hay que insistir en este punto, ocupaba un lugar central como uno de los cuatro humores médicos. Herófilo, del que ya traté en el capítulo 2, distinguió las venas y las arterias y mediante una clepsidra consiguió medir los pulsos de la sangre en las arterias. El movimiento de la sangre le llevó a la observación del cerebro, que aisló del cerebelo y, en contra de Aristóteles, vio en él la sede del ánimo de los seres humanos. Erasístrato —también hablé de él en el capítulo 2— descubrió que las arterias eran vasos y rechazó la opinión de Aristóteles al atribuir al cerebro las funciones mentales y el origen de los movimientos. Concibió el cuerpo humano como compuesto de distintos sistemas, se interesó por las funciones biológicas, en especial la respiración, y rechazó la doctrina de los humores. Tras él se inició el declive de la disección y los romanos prohibieron su práctica en 150 a.C.

Por su parte, el gran Galeno creía —ya traté de estas cuestiones en el capítulo 3, pero es conveniente volver a ellas— que la sangre era producida en el hígado distribuyéndose por las arterias y venas, en una especie de movimiento de marea, hacia los órganos a los que llevaba el alimento necesario para que funcionasen y donde era consumida. Argumentó, en concreto, que la parte de la sangre que se dirigía desde el hígado hacia el ventrículo derecho del corazón se dividía en dos cauces: uno que pasaba por la arteria pulmonar hacia los pulmones y otro que atravesaba el septo (o *septum*, la pared o tabique que divide una cavidad o estructura en otras más pequeñas) del corazón a través de los «poros interseptales» invisibles

entrando en la parte izquierda, donde se mezclaba con el aire (*pneuma*) calentándose y creando un «espíritu vital» que después se distribuía por todo el cuerpo. Consecuencia de sus ideas era que el sistema venoso estaba separado del arterial, excepto en los poros del septo que separaban las dos mitades del corazón

La caracterización realizada por Galeno de la circulación sanguínea no fue cuestionada, por lo que sabemos, hasta que lo hizo en el siglo XIII Ibn al-Nafis, con quien ya nos encontramos en el capítulo 3, en una obra titulada *Comentario de la Anatomía del Canon de Avicena*, en la que escribió que «la sangre de la cámara derecha del corazón debe llegar a la cámara izquierda pero no hay una vía directa entre ambas. El grueso septo cardíaco no está perforado y no tiene poros visibles como alguna gente piensa ni invisibles como pensaba Galeno. La sangre de la cámara derecha fluye a través de la vena arteriosa [arteria pulmonar] hasta los pulmones, donde se distribuye a través de su parénquima, se mezcla con el aire, pasa a la arteria venosa [vena pulmonar] y alcanza la cámara izquierda del corazón y allí forma el espíritu vital».



*Miguel Servet*

## Miguel Servet

Pero la noticia de los trabajos de al-Nafis parece haberse perdido, aunque puede (algunos así lo sostienen) que Servet hubiese accedido a una traducción de su libro. Me estoy refiriendo al teólogo y médico español Miguel Servet (1511-1553), al que se le adjudica, más que a al-Nafis, el descubrimiento de que existía una «circulación menor» de la sangre a través de los pulmones; es decir, que la sangre no podía, como sostenía Galeno, pasar del ventrículo derecho al izquierdo, sino que debía ir de alguna otra manera (la circulación menor, o pulmonar, de la sangre es la parte del sistema

circulatorio que transporta sangre desoxigenada desde el corazón hasta los pulmones, regresando luego oxigenada al corazón). Aunque se basó en consideraciones anatómicas (como la estructura del tabique pulmonar), para Servet la sangre tenía un interés especial, que iba más allá de «lo puramente material»: creía que era la sede del alma, insuflada a los seres humanos por Dios.



*Servet, quemado en Ginebra*

Esta mezcla de teología con ciencia, que difundió en un libro de contenido fundamentalmente teológico, *Christianismi restitutio*, le costó la vida: fue condenado por Calvino a ser quemado vivo —lo



que ocurrió en Ginebra, el 27 de octubre de 1553— por sus ideas heréticas (de su libro sólo se salvaron tres ejemplares).

Aunque las tesis sobre la circulación pulmonar de Servet fueron reiteradas (no se sabe si conociendo el libro de éste) por otros, como el anatomista italiano Realdo Colombo (c. 1516-1559), sucesor de Vesalio en la cátedra de Padua, y por el español Juan Valverde de Amusco (c. 1520-1619), discípulo de Colombo, en un libro que tuvo una gran difusión, *Historia de la composición del cuerpo humano* (1556), una obra claramente influida por *La fábrica del cuerpo humano* de Vesalio, las tesis galénicas continuaron siendo las utilizadas mayoritariamente.

### William Harvey

Fue el médico inglés William Harvey (1578-1657), otro de los protagonistas de la revolución científica, quien más se distinguió en el estudio de la circulación de la sangre, dando de esta manera el que probablemente fue el mayor impulso que experimentó la fisiología hasta el siglo XIX.

Como tantos otros, Harvey estudió medicina en Italia, en la Universidad de Padua, donde se doctoró en 1602, tras haber seguido las enseñanzas de un notable anatomista, Girolamo Fabrizzi d'Aquapendente (1537-1616), autor de un texto (*De motu local animalium*, 1618) en el que estudiaba los movimientos de las fibras que forman los diferentes órganos. De regreso a Inglaterra, destacó lo suficiente como para llegar a ser médico de cámara del rey Carlos I. En 1615, el Colegio de Médicos de Londres le encargó

que dictase un curso sobre anatomía (las *Lumelian Lectures*), que constituyó el germen del que brotaría trece años más tarde su gran libro: *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* («Una disquisición anatómica relativa al movimiento del corazón y la sangre en los animales», 1628). *De motu cordis*, como es habitualmente denominado, es un texto fundacional de la fisiología moderna. En él, mediante una serie de disecciones y experimentos, Harvey describió el corazón como un músculo que se contrae y dilata, explicando la circulación de la sangre como el resultado del impulso recibido por la dilatación de las arterias cuando se contrae el corazón. Demostró, asimismo, que las válvulas del corazón, de las arterias y de las venas, están dispuestas en un solo sentido, y que el corazón, durante la sístole, se contrae como si fuese una bomba muscular que expelle sangre. También observó que el ventrículo derecho sirve a las necesidades de flujo sanguíneo de los pulmones, mientras que el izquierdo atiende a las del sistema arterial, comprobando que la sangre circula a través de las venas en dirección al corazón. Con tales resultados, unidos al cálculo de la cantidad de sangre bombeada, concluía que la sangre, efectivamente, circulaba, aunque al no disponer de microscopios no consiguió demostrar cómo procedía el trasvase de la sangre arterial al sistema venoso.



*William Harvey, intentando convencer de sus ideas*

Para llegar a este resultado, fue esencial que Harvey participara del nuevo espíritu científico cuyo principal representante fue Galileo, un espíritu que buscaba cuantificar los fenómenos. Como acabamos de decir, Harvey calculó la cantidad de sangre bombeada en la acción cardíaca: peso de la sangre, pulsaciones por minuto y volumen por hora. El resultado que obtuvo era paradójico: «de una manera continua e ininterrumpida el pulso del corazón transmite la sangre de la vena cava a las arterias, en tan gran cantidad que no puede ser suministrada por los alimentos ingeridos», escribía en el capítulo IX («La existencia de la circulación de la sangre se deduce de la

demostración de una primera tesis») de *De motu cordis*. Era, por consiguiente, necesario concluir la existencia de una cantidad menor, que *circulaba* por todo el cuerpo: «Creo —señalaba— que será manifiesto que la sangre efectúa un rodeo, una vuelta, siendo impulsada del corazón a las extremidades y regresando de las extremidades al corazón, y que así lleva a cabo una especie de movimiento circular». Como no utilizaba el microscopio, no pudo establecer la conexión entre arterias y venas, que encontró Marcello Malpighi, de quien me ocuparé en otro capítulo, el de la célula.

### La primera transfusión de sangre

Hoy todos sabemos de las transfusiones de sangre, y de cómo hacerlo con seguridad, teniendo mucho cuidado en cuál es el tipo de sangre («grupos sanguíneos») de la persona a la que se le realiza la transfusión. Pero no siempre fue así, a pesar de que las primeras experiencias de transfusiones de sangre datan de hace siglos.

La creencia de que tomando sangre de otra persona se podía recuperar la juventud es muy antigua. En 1492, cuando el papa Inocencio VIII se encontraba muy débil (en coma, seguramente), se le suministró la sangre de tres jóvenes, que murieron. No se sabe cómo se le administró aquella sangre, pero probablemente fue por la boca.

Tras el descubrimiento de Harvey de la circulación de la sangre, se suscitó la posibilidad —y el efecto que produciría— de transferir directamente sangre de un donante a un receptor, posibilidad que fue investigada en Francia e Inglaterra.



*La primera transfusión*

Por lo que sabemos, la primera transfusión a un humano realizada en Inglaterra tuvo lugar el 23 de noviembre de 1667, bajo el patrocinio de la Royal Society, la sociedad científica (que todavía existe) fundada en 1660. Fue esta institución la que intentó encontrar algún «loco del hospital de Bedlam» para llevar a cabo el experimento, pero el director de ese centro se negó. La elección recayó entonces en Arthur Coga, un «imprevisible y extravagante» licenciado en teología de la Universidad de Cambridge, al que, siendo indigente, se persuadió para que se presentase voluntario, a cambio del pago de una guinea.

La transfusión la realizaron dos médicos, miembros de la Royal Society: Richard Lower y Edmund King. De los dos, fue Lower el más activo en estas investigaciones (King era médico del rey Carlos II). Considerado el fisiólogo británico más importante, después de Harvey (de quien fue el más brillante seguidor) del siglo XVII, Lower había llevado a cabo con éxito, en febrero de 1665 y en Oxford, el primer experimento de transfusión de sangre entre dos perros, experimento que apareció descrito en la revista patrocinada por la Royal Society, *Philosophical Transactions*, en diciembre de 1666.

También apareció en esta revista (en el número 30, correspondiente al 9 de diciembre de 1667) la descripción de la transfusión de sangre a un hombre, efectuada en noviembre de 1667. Esa descripción era de carácter eminentemente empírico, descriptivo. Pertenece, no hay que olvidarlo, a una época en la que una de las tareas más importantes era, simplemente, registrar lo que se observaba en la naturaleza y explorar lo que sucedía cuando se manipulaba esa naturaleza o los entes, orgánicos al igual que inorgánicos, que existían en ella. Sistemas teóricos, como el que presentó Isaac Newton en su gran libro de 1687, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, eran todavía muy raros. Representa, sin embargo, un momento máximo de atrevimiento y deseos de explorar la naturaleza, de hacer avanzar la ciencia.

En el cuadro adjunto, reproduzco la noticia que se dio en *Philosophical Transactions*.

«Una descripción del experimento de transfusión práctica  
en un hombre en Londres»

*Philosophical Magazine* (1666)

Esta [transfusión] fue realizada el 23 de noviembre de 1667, sobre un tal Mr. Arthur Coga, en Arundel House, en presencia de muchas personas consideradas e inteligentes, a cargo de esos dos conocedores y diestros médicos anatomistas, Dr. Richard Lower y Dr. Edmund King, el segundo de los cuales comunicó su desarrollo, en la forma que sigue.

El experimento de transfusión de sangre a una vena humana se llevó a cabo por nosotros de la manera siguiente. Habiendo preparado la arteria carótida en una oveja joven, insertamos un tubo de plata en los tubitos para que la sangre corriese a través de él hacia una escudilla, y en el tiempo de casi un minuto, alrededor de 12 onzas [1 onza = 28,35 gramos] de la sangre de la oveja pasaron a través del tubo al recipiente, lo que nos iba a dar idea de la cantidad de sangre que debíamos pasar al hombre. Hecho esto, cuando fuimos a preparar la vena en el brazo del hombre, la vena parecía demasiado pequeña para el tubo que queríamos introducir en él, lo que nos obligó a emplear otro, alrededor de un tercio menor, en el extremo pequeño. A continuación realizamos una incisión en la vena, según el método publicado con anterioridad (en el número 28 [*Philosophical*

*Transactions*]), que obedecemos sin ninguna alteración, salvo en la forma de uno de nuestros tubos, que encontramos más conveniente para nuestro propósito. Y, después de haber abierto la vena en el brazo del hombre ... dejamos que saliesen unas 6 o 7 onzas de sangre. En ese momento pusimos nuestro tubo de plata en dicha incisión, e insertamos tubitos entre los dos tubos ya introducidos en los dos seres, para transportar la sangre arterial de la oveja a la vena del hombre. Pero pasó un minuto antes de que pasase a través de los tubos y tubitos al brazo; y entonces corrió libremente por la vena del hombre por espacio de dos minutos al menos; de forma que pudimos sentir un pulso en dicha vena justo más allá del final del tubo de plata; aunque el paciente dijo que no había sentido la sangre caliente ... lo que muy bien puede imputarse a la longitud de los tubos, a través de los cuales pasó la sangre, perdiendo así mucho de su calor, para llegar a una temperatura muy agradable a la sangre venosa. Con relación a la sangre que recibió la vena del hombre, juzgamos que fue de unas 9 o 10 onzas...

Después de esta operación, al igual que durante ella, el hombre se encontró muy bien, y ha suministrado su propia versión con su misma mano, insistiendo más en los beneficios que, según piensa, ha recibido de ella, de lo que nosotros creemos adecuado por el momento. Nos urgió a que repitiésemos el experimento con él tres o cuatro días



después, pero se pensó que era más conveniente demorarlo algo más. Y la vez siguiente esperamos ser más exactos, especialmente pesando al animal que suministra la sangre, antes y después de la operación, para poseer una idea más justa de la cantidad de sangre que habrá perdido.

Finalmente, se le realizó una nueva transfusión —esta vez de 14 onzas de sangre de oveja— el 12 de diciembre de 1667. De nuevo, el individuo sobrevivió, aparentemente sin daño. Sin embargo, en 1668 un paciente del pionero francés en transfusiones, Jean Denis, que enseñaba medicina en Montpellier, murió tras una transfusión y este hecho puso fin a tales experimentos con seres humanos, hasta que el descubrimiento de los anticuerpos y antígenos hizo que tal práctica fuese más segura: en 1901, el médico austríaco, instalado posteriormente en Estados Unidos, Karl Landsteiner (1868-1943), identificó los tres tipos sanguíneos, A, B y O, y otros tres en 1930, M, N y P. En 1905, George Washington Crile (1864-1943) realizó la primera transfusión de sangre directa, aunque la práctica no se generalizó hasta la primera guerra mundial. El primer banco de sangre se creó en Leningrado en 1932.

## Capítulo 6

### Buscando lo inobservable: Hooke, Leeuwenhoek y el microscopio

En los capítulos anteriores han aparecido varias menciones a un instrumento esencial en la historia de la medicina. Sin él no habría sido posible estudiar la composición de los tejidos de los cuerpos animales o vegetales, ni las más básicas células, los «átomos de la vida», de los que tales tejidos están, en última instancia, formados. Tampoco se podrían haber observados los «cuerpos» (bacilos, virus, etcétera) que atacan a los humanos, produciéndoles enfermedades. Es el momento, por consiguiente, de detenerse en este instrumento que no se sabe realmente dónde ni quién inventó, pero sí cuándo. Casi con seguridad, en la segunda década del siglo XVII. El diplomático Constantijn Huygens, padre del célebre físico Christiaan Huygens, afirmó que había visto un instrumento, unas lentes capaces de observar objetos microscópicos, en una visita que realizó a Londres en 1621.

#### El microscopio

La representación gráfica más antigua que se conoce de un microscopio es un dibujo de Isaac Beeckman de 1631. El nombre, *microscopium*, fue acuñado en 1625 por miembros de una de las primeras corporaciones científicas, la Accademia dei Lincei. Los principios que lo inspiraban eran los mismos que los del telescopio, la ampliación de la imagen, aunque ahora se trataba de observar las

cosas más pequeñas y la combinación de lentes requería también de una fuente luminosa sobre la preparación.

No sorprendentemente, el primer científico conocido que realizó observaciones biológicas con un microscopio fue Galileo Galilei (1564-1642), que fue uno de los primeros en recurrir al telescopio para observar los cielos. Lo que observó Galileo con lo que denominó *occhialino* («pequeño antejo») fueron algunos insectos. Pero Galileo apenas continuó por esta senda, algo que sí hizo Marcello Malpighi (1628-1694), catedrático de la Universidad de Bolonia considerado el fundador de la investigación textural con el microscopio. Entre sus aportaciones (utilizando la luz solar para iluminar la muestra), sobresale una que llevó a cabo observando un fino corte del tejido pulmonar de una rana y encontrando que había sangre en el interior de unos finos tubos (presentó este resultado en un libro que publicó en 1661, *De pulmonis*); había descubierto los *capilares* y comprobado la exactitud de la hipótesis de Harvey de la existencia de una comunicación entre el sistema arterial y el venoso y completado el diseño del circuito sanguíneo. Describió con detalle la preparación de las muestras para su observación: las inyecciones de mercurio y de cera, los métodos para teñir con tinta y otros líquidos y los medios de iluminarlas. Fue el primer observador sistemático de la naturaleza: descubrió la red de capilares, estudió el desarrollo de los pollos desde el huevo, introdujo la anatomía comparada, y fue el primero en estudiar los tejidos.

Robert Hooke

Un nombre que no puede faltar cuando se habla del microscopio es el de Robert Hooke (1635-1703), un distinguido y polifacético científico inglés, coetáneo de Newton, con quien tuvo más de un desencuentro. Hooke, que completó el microscopio con la luz de una llama frente a una lente amplificadora en cuyo foco se situaba la preparación, publicó en 1665 un libro que se convirtió en un gran clásico de la microscopía: *Micrographia* («Micrografía»), significativamente subtítulo *O algunas descripciones fisiológicas de los cuerpos diminutos realizadas mediante cristales de aumento con observaciones y disquisiciones sobre ellas*. Aunque sus elaboradas imágenes (cada una acompañada de comentarios) no respondían a un programa específico, sabía muy bien que estaba penetrando en un territorio inexplorado que guardaba todo tipo de sorpresas. «No parece improbable —manifestaba en el prefacio— que mediante la ayuda de estos medios llegue a descubrirse más plenamente la sutil composición de los cuerpos, la estructura de sus partes, las varias texturas de su materia, los instrumentos y modos de sus movimientos internos y todas las demás posibles constituciones de las cosas, todo lo cual los antiguos peripatéticos se conformaban con abordar mediante dos palabras generales e inútiles (si no se explican más), como son *materia* y *forma*.»

### El telescopio

Como el microscopio es posterior, y deudor, del telescopio, conviene tener una idea de la aparición de éste.

La observación telescópica —al igual que la microscópica— es un apartado de la óptica, la disciplina que se ocupa de la luz, un asunto relacionado también con la medicina, no en vano vemos a través de los ojos.

La invención del telescopio no fue consecuencia de la imaginación de los grandes teóricos sino de artesanos como el holandés Hans Lipperhey (1570-1619), de Middelburg, que llegó a solicitar una patente, acción que provocó que otros dos holandeses, fabricantes de lentes (el nombre procede del latín *lens*, lenteja, por la forma biconvexa de las lentes más comunes), Jacob Metius (c. 1571-1630), de Alcaaar, y Zacharias Jansen (1588-1638), de Middelburg, reclamaran la paternidad de la invención (el 2 de octubre de 1608; la cuestión de patentar el telescopio fue debatida en el Parlamento, que finalmente decidió no adjudicar la patente a nadie, entre otras razones porque creían que semejante arte no podía permanecer en secreto).

Hay otros nombres que se deberían citar si se pretendiese construir una historia medianamente completa del origen del telescopio, pero como ésta no es mi intención aquí, pasaré directamente a Galileo.

A comienzos del verano de 1609, Galileo supo mientras se hallaba en Venecia que en Holanda se había construido un antejo con el que se veían más cerca los objetos alejados. He aquí como explicó en un libro que volveré a citar enseguida

(*Sidereus nuncius*) cómo había llegado a construir el catalejo: Hace ya alrededor de diez meses me llegó un rumor de que un cierto neerlandés había fabricado un antejo, merced al cual los objetos visibles, aunque muy alejados del ojo del espectador, se veían nítidamente como si estuviesen cerca. Además, algunas experiencias de este efecto, ciertamente admirable, andaban de boca en boca, y mientras unos las creían, otros las negaban. Pocos días después, esa misma noticia la confirmó, por medio de una carta desde París, el noble galo Jacques Badovere [(1570-1610?), se trata de un discípulo de Galileo en Padua en 1598], lo que fue, al fin, la causa de que me implicase por entero en la busca de las razones, y también de idear los medios, por los cuales se llega a inventar un instrumento semejante, lo que conseguí poco después sustentándome en la teoría de las refracciones. En primer lugar, procuré un tubo de plomo y en sus extremidades adapté dos lentes, ambas con una parte plana, pero, por la otra una era esférica convexa y la otra, a su vez, cóncava. Luego, acercando el ojo a la parte cóncava vi los objetos bastante grandes y cercanos, pues aparecían tres veces más próximos y nueve veces más grandes que cuando se miran únicamente de forma natural. Enseguida, me esforcé en hacer otro más exacto, que representaba los objetos más de sesenta veces más grandes. Al fin, sin ahorrar ningún esfuerzo ni coste, sucedió que fui capaz de

construirme un instrumento tan excelente, que las cosas vistas por medio de él aparecen casi mil veces mayores, y más de treinta veces más próximas que si se mirasen sólo con las facultades naturales.



*Galileo y el telescopio*

Estaría de más exponer en qué medida y qué grande sería la utilidad de este instrumento, tanto en las necesidades terrestres como en las marítimas. Pero decidí olvidar las cosas terrenales y me dediqué a la observación de las

celestes.

Y, en efecto, esto es lo que hizo, en observaciones que realizó en 1609 y 1610. Con lo que vio escribió un libro, *Sidereus nuncius* («Noticiero sideral»), publicado en 1610, que contribuyó decisivamente a socavar el aún vigente modelo geocéntrico de los antiguos (la Tierra está en el centro del Universo y alrededor de ella giran los demás planetas del sistema solar, incluyendo el Sol, y también las estrellas fijas), y a promover la visión contraria, heliocéntrica (es el Sol el que está en el centro del Universo).

En la *Micrografía* aparecen estudios micrográficos muy variados; por ejemplo, la punta de una «agujita aguda», el filo de una navaja, el «tafetán o seda en relieve», «figuras de seis brazos formadas en la superficie de la orina por congelación», el moho azul, el musgo, el aguijón de una abeja, las plumas del pavo real, las patas, alas y ojos de las moscas, la tarántula, la hormiga, la pulga o la «estructura o textura del corcho y de las celdas y poros de algunos otros cuerpos esponjosos semejantes». Este último caso, el del corcho, le daba oportunidad de entrar en el campo de la fisiología vegetal: «Nuestro microscopio —escribía— nos informa que la sustancia del corcho está totalmente llena de aire y que dicho aire está perfectamente encerrado en cajitas o celdas separadas las unas de las otras». Este resultado le llevaba a preguntarse si se podrían descubrir estructuras similares en otros cuerpos y así dar con «la causa de la



elasticidad y rigidez de algunos». Fiel a la idea de que era necesario descubrir observando más que pensando o imaginando, Hooke señalaba que «hasta tanto nuestro microscopio o algún otro medio nos permita descubrir la verdadera estructura y textura de todos los tipos de cuerpos, hemos de andar a tientas en la oscuridad, conjeturando tan sólo las verdaderas razones de las cosas mediante símiles y comparaciones». Al decir esto, estaba anunciando un programa que conduciría, en el siglo XIX, cuando se dispuso de mejores microscopios, a la identificación definitiva de la estructura celular en los seres vivos (animales o vegetales). De hecho, Hooke utilizó un microscopio más avanzado que el inicial (o *simple*), el denominado *compuesto*. El primero estaba formado por una lente convergente de foco corto, con la cual se observaban objetos situados entre la lente y su foco principal, mientras que el segundo estaba compuesto por dos vidrios lenticulares convergentes fijos en un mismo tubo de manera que coincidiesen sus ejes —uno de foco corto, llamado «objetivo», porque daba frente al objeto, y el otro, menos convergente, denominado «ocular», porque se encontraba cerca del ojo del observador.

### Antoon van Leeuwenhoek

Junto a Hooke, e independiente de él, el otro gran protagonista de los primeros momentos de la historia del microscopio fue un holandés, Antoon van Leeuwenhoek (1632-1723). Natural de Delf, Leeuwenhoek carecía de educación científica. Su primer trabajo fue de aprendiz de tejidos en Ámsterdam. Con esa formación, regresó a

su ciudad natal, donde abrió una pequeña tienda, trabajando también como ujier de la cámara de concejales de la ciudad, lo que entonces significaba ser una especie de portero de las oficinas municipales. Desde sus tiempos de aprendiz, se aficionó a examinar con una lupa la trama de los tejidos con los que trabajaba, un interés que le terminó llevando a los microscopios, ciertamente más eficaces para observar estructuras pequeñas que las lupas.

Mostrando una gran habilidad manual y técnica, Leeuwenhoek se dedicó a construir microscopios durante cerca de medio siglo, lo que significaba tallar él mismo las lentes de éstos. Se estima en alrededor de quinientos los que salieron de sus manos, artificios con una sola lente y de gran sencillez que producían hasta trescientos aumentos, mucho más que los de Hooke. Es importante señalar que carecía de un programa de investigación definido: Hooke era, sobre todo, un curioso que observaba con sus microscopios todo lo que caía en sus manos, animado por el deseo de sobrepasar los límites entonces conocidos de lo visible. Estudió desde el ojo compuesto de los insectos, hasta la tela de la red construida por una araña, pasando por la estructura del cristalino del ojo, los cabellos humanos, la composición de la epidermis y de los huesos. A partir de 1673 comunicó sus observaciones a la Royal Society de Londres, que las tradujo para publicarlas y terminó admitiéndolo entre sus miembros el 29 de enero de 1680, el *fellow* número 362 de la historia de la corporación. La observación de una gota de agua de lluvia le descubrió la presencia de unos seres minúsculos que se movían (la asociación del movimiento con la vida le llevó a

identificarlos como *animáculos*, o «animalillos»). Entre sus descubrimientos se hallan la identificación de las bacterias, que observó (en 1683) en sus propios esputos y sarro dental, la forma y tamaño de los hematíes o glóbulos rojos de la sangre y la textura de la pared de los vasos sanguíneos, del corazón, de los músculos, de la sustancia blanca del encéfalo y de la médula espinal.



*Antoon van Leeuwenhoek*

La finura de sus cortes era tal que al someter uno de ellos al microscopio electrónico, se vieron con toda claridad las paredes de las células.

No tuvo discípulos, ni descubrió sus procedimientos y la observación microscópica no encontró instrumentos mejores hasta la aparición en la década de 1820 de los microscopios acromáticos, que eliminaron la aberración esférica y los halos.

Leeuwenhoek y la primera descripción de las bacterias  
El 1695, Leeuwenhoek publicó un trabajo (*Arcana naturae detecta*) en el que se encuentra la primera descripción de las bacterias. Esto es lo que escribió:

*Le envié hace algún tiempo mis observaciones acerca de los esputos, que he visto después impresas en las Lectures and Collections publicadas por Robert Hooke, secretario de la Royal Society, el año 1678. Desde entonces he realizado nuevas indagaciones en mis esputos, con la idea de que si existen animalillos en el cuerpo acabarán por aparecer tarde o temprano en los conductos salivares. No obstante, en las observaciones que he practicado con tal fin, no he podido descubrir animalillos en ellos, ni añadir nada nuevo a lo que ya tengo escrito.*

*Por la mañana acostumbro a frotarme los dientes con sal y a enjuagarme después la boca con agua. A menudo, después de comer, me limpio los molares con un mondadientes y me los froto enérgicamente*

*con un trozo de tela. Por ello mis incisivos y mis molares están limpios y blancos, mientras que los han perdido la mayor parte de las personas de mi edad (cincuenta y un años), y mis encías nunca sangran a pesar de lo fuerte que es la sal con que me las froto. No obstante, mis dientes no están tan limpios que no encuentre introducida entre algunos de ellos, siempre que los miro con una lente de aumento, un poco de materia blanca, tan espesa como si fuera pasta. Al examinarla, pensé, aunque no podía ver nada que se moviera, que quizá contenía animalillos vivos. La mezclé, por lo tanto, en diversas ocasiones con agua limpia de lluvia que no tenía animalillos, y también con mis propios esputos, después de haber eliminado las burbujas de aire para evitar que produjeran cualquier movimiento en ellos. Observé entonces casi siempre, con gran asombro, que en la citada materia existían numerosos animalillos vivos dotados de movimientos muy bonitos. Se movían muy rápidamente, atravesando el agua (o los esputos) de manera parecida a un esturión ... Casi siempre eran escasos.*

Por su forma, Leeuwenhoek distinguió tres tipos de «animalillos» (*animáculos*). Los más numerosos «a veces

aparentaban ser oblongos, mientras otros parecían perfectamente redondos». Eran tan pequeños que no pudo verlos todos bien. «Avanzaban de modo tan veloz y tan unidos que semejaban un gran enjambre de mosquitos o de moscas revoloteando confusamente. Estimo que había varios miles de ellos en una gota de agua o de esputos (mezclada con la materia antes citada) del tamaño de un grano de arena, a pesar de que había partes de agua o esputos y una de materia que había tomado de entre mis incisivos o mis molares.»

## El termómetro y otros instrumentos en medicina

Haber tratado de los microscopios como un instrumento extremadamente útil para la medicina, me lleva, para cerrar el presente capítulo, a la cuestión más general del papel de los instrumentos en la medicina, indispensables para ir más allá de la mera detección de la enfermedad, del diagnóstico del fallo orgánico. Dejando de lado otros instrumentos más primitivos, el primero de aquellos que han sobrevivido en nuestro tiempo es el *termómetro*, el instrumento que sirve para medir la temperatura. La historia de la termometría comenzó, que sepamos, con la *Pneumática* de Herón de Alejandría (siglo I a.C.), donde se mencionaban aparatos, que carecían de escala, que se utilizaban para demostrar la dilatación de un gas en el interior de un bulbo de vidrio cuando éste era calentado. Más de un milenio y medio después, en 1597, Galileo

diseñó un aparato que consistía en un bulbo lleno de aire, prolongado en un tubo fino, cuyo extremo abierto era introducido en un recipiente con agua. Cuando aumentaba la temperatura, el aire del bulbo se dilataba, haciendo que el nivel del agua del tubo ascendiese. Aunque existía el problema de que ese aumento de nivel dependía también de la presión atmosférica, está claro que el instrumento de Galileo era un tipo de termómetro.

De diseño parecido al de Galileo, es el termoscopio que fabricó en 1612 un contemporáneo y conocido suyo, Santorio Santorio (1561-1636), profesor de Medicina en Padua: incluía una escala que tenía como puntos extremos la temperatura de la nieve y la de la llama de una vela.

Es interesante señalar que aunque Santorio creía que salud y enfermedad dependían del equilibrio de los cuatro humores clásicos, fue más allá, insistiendo en que ese equilibrio debía ser medido (era, en este sentido, un hijo de la cultura científica que introdujo sobre todo Galileo). Para ello, se esforzó en tomar el mayor número posible de medidas cuantitativas relativas a la «situación» del cuerpo humano, la temperatura entre ellas. «Uno debe creer, primero, en sus propios sentidos y experiencia; luego en el razonamiento, y sólo en tercer lugar en la autoridad de Hipócrates, de Galeno, de Aristóteles y de otros excelentes filósofos», escribió en uno de sus libros, *Methodi vitandorum errorum omnium qui in arte medica contingunt* (1603). Siguiendo esta metodología demostró que no es cierto, como se creía entonces, que el cuerpo humano está más frío por la noche que por el día.

Los primeros termómetros que utilizaron líquidos en lugar de un gas, se construyeron hacia 1641: consistían de un bulbo lleno de agua o alcohol diluido coloreados con el que se comunicaba un tubo de vidrio fino con muescas, sellado en el extremo para evitar la influencia de la presión atmosférica. En el siglo XVII, Christiaan Huygens, por ejemplo, eligió como punto de referencia el grado de calor del agua en ebullición, mientras que Newton describió una escala termométrica dividida en doce grados, el punto inferior correspondiendo a la congelación del agua y el superior al grado de calor de una persona sana. Pero los termómetros que se impusieron llegaron a principios del siglo XVIII: el del alemán Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736), el del francés René-Antoine de Réaumur (1683-1757) y el del físico y astrónomo sueco Anders Celsius (1701-1744). Fahrenheit utilizó primero un termómetro de alcohol, que en 1714 sustituyó por uno que utilizaba mercurio, en el que introdujo su luego famosa «escala de grados Fahrenheit», que se determinó considerando las propiedades de dilatación del mercurio y tomando cuatro puntos fijos: la del invierno, particularmente frío, de 1709, que imitó utilizando una mezcla de hielo, sal común y cloruro amónico; la del hielo fundente, la del cuerpo humano y la de la ebullición del agua. Por su parte, Réaumur empleó alcohol y tomó como puntos fijos el de la congelación del agua y el que correspondía a la temperatura que podía soportar su termómetro sumergido en agua hirviendo sin que llegase a hervir él mismo. La novedad que introdujo, en 1742, Celsius, fue tomar como puntos de referencia en un termómetro de mercurio la temperatura de



congelación y de ebullición del agua. A la primera le asignó el valor 100 y a la segunda el 0, esto es, la temperatura más elevada correspondía a la situación de «menos calor», mientras que la más baja a la de «más calor». Fue un compatriota suyo, el gran botánico Carl Linneo (1707-1778), quien dos años después invirtió esta escala, quedando tal y como la utilizamos aún. Se trata, por supuesto, de la escala de grados *centígrados* o *Celsius* (°C).

Fue el médico y patólogo alemán, formado en Berlín, Viena, Breslau y París, Ludwig Traube (1818-1876), quien introdujo el termómetro en la práctica clínica hacia 1850. Traube sostenía —como explicó en un libro que publicó en 1863, *Fieberlehre*— que la *fiebre* era en realidad una alteración funcional que se debía entender como una disminución de la pérdida de calor y no como un exceso de su producción; la cuantificación mediante el *termómetro* de la temperatura corporal constituía un elemento muy importante para deducir el estado del paciente. Dos años después, 1865, de la aparición de su libro, el uso del termómetro fue introducido en el hospital de Nueva York, y otros dos años después Thomas Clifford Allbutt (1836-1925), *Regius Professor* de Medicina en Cambridge hacía lo propio en Inglaterra. En la década de 1880 el termómetro se había convertido en parte habitual del equipo de un médico, debido a su utilidad para medir la fiebre. Aunque la temperatura del cuerpo humano depende del lugar donde se mide, el valor medio comúnmente aceptado es de 37 °C (debajo de la lengua es algo menor, 36,8°).

Aproximadamente al mismo tiempo que Traube introducía el termómetro en la medicina, otro médico alemán, Hermann von Helmholtz, inventaba mientras enseñaba en la Facultad de Medicina de Königsberg un instrumento que resultó vital para una de las ramas de la medicina, la oftalmología. Pero de Helmholtz y del oftalmoscopio me ocuparé en el capítulo siguiente.

Aunque no sea propiamente un instrumento, tal y como entendemos éstos (su mecanismo se basó inicialmente en golpes en el pecho, método luego ayudado por otros aparatos), una gran novedad en la detección de trastornos internos fue la que introdujo el austríaco Joseph Leopold Auenbrugger (1722-1809): la *percusión torácica* (en realidad, desde la Antigüedad, los médicos habían escuchado los sonidos que se producen en el interior del pecho, pero no asignaron a este método valor como indicador de enfermedades). El lugar en el que Auenbrugger dio a conocer el nuevo método fue en un libro que publicó en 1761, *Inventum novum ex percussione thoracis humani ut signo abstrusos interni pectoris morbos detegendi* («Nueva invención para diagnosticar enfermedades ocultas del interior del pecho mediante la percusión del tórax humano como signo»), en el que escribía: «Al percutir el tórax de una persona sana se produce un sonido ... En estado de salud, las vísceras que contiene están adaptadas a sus respectivas funciones. El sonido provocado de esta forma en el tórax sano es semejante al ruido amortiguado de un tambor cubierto con un paño grueso u otra envoltura ... El sonido patológico aparece en enfermedades agudas y crónicas; siempre acompaña a un derrame copioso de

líquido en la cavidad torácica. Hay que admitir que cuando disminuye el volumen del aire contenido en el tórax lo hace también el sonido natural de esta cavidad».

A pesar de lo familiar que nos resulta el método de Auenbrugger, que continúa utilizándose en la actualidad, no se generalizó hasta comienzos del siglo XIX. El principal responsable de su recuperación fue el cirujano y profesor de Clínica Médica en el hospital parisino de La Charité (fue también médico de cámara de Napoleón) Jean Nicolas Corvisart (1755-1821), que no sólo publicó en 1808 una traducción al francés del *Inventum novum*, que acompañó con extensas notas y comentarios, sino que se ocupó de difundirlo y destacar sus méritos. Un discípulo de Corvisart, René Théophile Héophile Hacinthe Laennec (1781-1826), otro de los grandes nombres de la historia de la medicina, avanzó en las ideas de Auenbrugger introduciendo la auscultación del tórax. En el que fue su libro más influyente, *De l'auscultation médiate, ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du coeur, fondé principalement sur ce nouveau moyen d'exploration* («Sobre la auscultación mediata, o tratado del diagnóstico de enfermedades, de los pulmones y del corazón, fundado principalmente sobre este nuevo método de exploración», 1819), explicó cómo había llegado a él:

*En 1816 fui consultado por una joven que presentaba síntomas generales de enfermedad del corazón, y en la cual la aplicación de la mano y la percusión daban poco resultado a causa de su leve obesidad. Como la edad y el*

*sexo de la enferma me vedaban el recurso a la auscultación inmediata, vino a mi memoria un fenómeno acústico muy común: si se aplica la oreja a la extremidad de una viga, se oye muy claramente un golpe de alfiler dado en el otro cabo. Imaginé que podía sacar partido, en el caso de que se trataba, de esta propiedad de los cuerpos. Tomé un cuaderno de papel, formé con él un rollo fuertemente apretado, del cual apliqué un extremo a la región precordial. Poniendo la oreja en el otro extremo, quedé tan sorprendido como satisfecho, oyendo los latidos del corazón de una manera mucho más clara y distinta que cuantas veces había aplicado mi oído directamente.*

Una vez utilizado este recurso de urgencia, Laennec sustituyó el rollo de papel por un cilindro de madera con un conducto interno y una pieza en forma de embudo, un instrumento —éste ya sí lo era plenamente— que bautizó con el nombre de *estetoscopio* (de las raíces griegas *esteto*, «pecho», y *escop*, «ver») y que constituyó la mayor innovación diagnóstica hasta el descubrimiento de los rayos X, de los que me ocuparé más adelante.

Continuando con la cuantificación de los procesos orgánicos vitales, hay que recordar al médico italiano Scipione Riva-Rozzi (1863-1937), quien en 1896 inventó un sencillo instrumento (*tensiómetro*) para estudiar el funcionamiento del corazón: midió la presión de la sangre utilizando una banda de goma rellena de aire, que rodeaba, apretándolo, un brazo. De esta manera bloqueaba al principio la

circulación de la sangre por la arteria braquial, liberándola lentamente a continuación.



*El estetoscopio*

Aunque se dispuso del tensiómetro antes de que terminase el siglo XIX, la medida de la tensión arterial no comenzó a convertirse en un procedimiento habitual para los médicos hasta aproximadamente tres lustros después. No fue hasta 1912, por ejemplo, cuando los médicos del Hospital General Massachusetts de Boston comenzó a registrar la tensión arterial de los pacientes que admitía. Fue a

partir de entonces cuando empezaron a advertirse riesgos para la salud como la hipertensión (tensión alta).

La medida de la tensión arterial aporta datos relevantes acerca del funcionamiento del corazón, pero tiene sus límites, que sobrepasó un nuevo instrumento, introducido por un fisiólogo holandés, Willem Einthoven (1860-1927), quien construyó en 1901 (publicó los detalles en 1903) un sofisticado aparato para representar la traza de la corriente eléctrica que cruza el corazón en cada latido (*electrocardiógrafo*). Básicamente, lo que hizo fue unir un galvanómetro (para medir la corriente eléctrica) a un aparato que proyectaba una traza de sus medidas en una placa fotográfica, creando así una imagen de la onda eléctrica producida en el corazón. Fue una buena idea, destinada a afincarse sólidamente en la práctica médica, aunque los primeros modelos de electrocardiógrafos (por ejemplo, el que construyó en 1912 el cardiólogo galés Thomas Lewis) exigían que el paciente colocase sus manos y sus pies en cuatro cubos llenos de agua.

## Capítulo 7

### La medicina científica del siglo XIX

Hooke y Leeuwenhoek murieron en el siglo XVIII, el siglo de la Ilustración. Ahora voy a pasar al siglo XIX. Obviamente, no se puede decir que no se produjesen avances en el ámbito de la medicina entre el siglo XVIII y el XIX (de hecho menciono algunos nombres de ese período), pero en una historia como la presente, el siglo XIX destaca porque representa uno de los grandes momentos de la medicina, uno en el que se produjo un salto fundamental, cualitativo y cuantitativo, en los conocimientos médicos. Fue entonces, como veremos, cuando la medicina se hizo plenamente científica.

#### La fisiología decimonónica

A comienzos del siglo XIX, la fisiología —la rama de la medicina que trata de explicar los procesos vitales entendiéndolos como procesos físico-químicos— no existía realmente como disciplina independiente, aunque con razón podamos considerarla, por ejemplo, Harvey como un fisiólogo. La fisiología se encontraba entonces firmemente unida a la anatomía, lo que implicaba que las funciones vitales no eran explicadas, si acaso localizadas. «La anatomía descriptiva —escribió Claude Bernard, de quien diré más en este mismo capítulo, en su última obra, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux* («Lecciones sobre los fenómenos de la vida comunes a los animales y

a los vegetales», 1878), publicada póstumamente— es a la fisiología lo que la geografía a la historia y, al igual que no es suficiente conocer la topografía de un país para comprender su historia, tampoco es suficiente conocer la anatomía de los órganos para comprender sus funciones.» Antes, en 1816, el médico francés François Magendie, uno de los que más hizo para cambiar la situación en que se encontraba la fisiología (fue uno de los primeros defensores radicales de la investigación empírica y experimental para comprender el funcionamiento orgánico: un «trapero de datos» se definía a sí mismo), señalaba en su *Précis élémentaire de physiologie* («Compendio elemental de fisiología») el retraso en que se encontraba su disciplina:

*Las ciencias naturales han tenido, igualmente que la historia, sus tiempos. La astronomía ha empezado por la astrología; la química hace poco no era más que un conjunto pomposo de sistemas absurdos, y la fisiología un largo y fastidioso romance; la medicina, un cúmulo de preocupaciones hijas de la ignorancia y el temor de la muerte, etcétera.*

*Tal fue el estado de las ciencias naturales hasta el siglo XVII. Entonces apareció Galileo y los sabios pudieron aprender que para conocer la naturaleza no se trataba de forjarla ni de creer lo que habían dicho los autores antiguos sino que era menester observarla y preguntarle además por medio de experimentos.*



*Esta fecunda filosofía fue la de Descartes y Newton, la propia que les inspiró constantemente en sus inmortales tareas. La misma que poseyeron todos los hombres de ingenio que en el siglo último redujeron la química y la física a la experiencia...*

*Ojalá pudiera decir que la fisiología, esta rama tan importante de nuestros conocimientos, ha tomado el mismo vuelo y sufrido la misma transformación que las ciencias físicas, pero, por desgracia, no es así. La fisiología, para muchos, y aun en casos todas las obras de este dominio, aparece tal cual era en el siglo de Galileo, un juego de imaginación; tiene sus diferentes creencias y sus opuestas sectas; invoca la autoridad de los autores antiguos, los cita como infalibles y pudiera llamarse un cuadro teológico caprichosamente lleno de expresiones científicas.*

Por entonces, sin embargo, ya habían comenzado a fructificar algunas semillas plantadas antes. Una de esas semillas, la más importante para la cuestión que me ocupa, fueron las ideas sobre la respiración que el químico Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) presentó en un trabajo que publicó en 1777 bajo el título «Experiencias sobre la respiración de los animales y sobre los cambios que sufre el aire al pasar por los pulmones». La respiración, sostenía Lavoisier (que en 1780 desarrolló sus ideas en otro trabajo, éste en colaboración con otro de los grandes científicos de la Ilustración, Laplace), es una forma de combustión en la que

carbono (procedente, por ejemplo, de los alimentos) y oxígeno se oxidan (o, en otras palabras, el oxígeno quema al carbono) convirtiéndose en dióxido de carbono y agua, desprendiendo calor, el mismo calor que, argumentaba, se produce en animales de sangre caliente. La respiración, en definitiva, pasaba a ser considerada una forma lenta de oxidación, en la que el oxígeno del aire desempeña el papel principal, y no otros gases que se encuentran también en el aire, como el nitrógeno, que se exhalan, inalterados, durante la respiración. (Lavoisier y Laplace demostraron la equivalencia de ambos procesos —respiración y oxidación— a través de medidas calorimétricas al igual que recogiendo y analizando los gases que intervienen en la respiración, y también, en 1783, utilizando un conejillo de Indias, de ahí la expresión «hacer de conejillo de Indias».)

## El vitalismo

A pesar de lo que significaban aproximaciones como las de Lavoisier y Laplace, cuando comenzaba el siglo XIX todavía predominaba la creencia de que en la vida, en los procesos que la sustentan, intervienen fuerzas no reducibles a las físico-químicas. Es lo que se denominaba *vitalismo*. El gran fisiólogo, físico y matemático Hermann von Helmholtz (1821-1894) recordaba en uno de sus artículos:

*Todavía a comienzos de este siglo [el XIX] los fisiólogos creían que era el principio vital el que producía los procesos de la vida, y que se rebajaba la dignidad y naturaleza de*

*ésta si alguien expresaba la creencia de que la sangre era conducida a través de las arterias por la acción mecánica del corazón, o que la respiración tenía lugar siguiendo las leyes habituales de la difusión de los gases. Por el contrario, la generación actual trabaja duramente para encontrar las causas reales de los procesos que tienen lugar en un cuerpo vivo. No suponen que exista ninguna diferencia entre las acciones químicas y las mecánicas en el cuerpo vivo y fuera de él.*

Esa generación —generaciones, realmente— a la que se refería Helmholtz trabajó duramente, cierto es, y lo hizo utilizando con profusión escenarios que no siempre coincidían con los que sus predecesores habían preferido. Y es que el vitalismo fue finalmente abandonado cuando la investigación experimental de laboratorio pasó a ser una fuente primordial de la medicina. Así, gracias a la química resultante de la revolución que había encabezado Lavoisier, se pudo acometer el análisis de la composición tanto de sustancias inorgánicas como de origen biológico y así se comprobó que las primeras contenían elementos que aparecían también en las segundas, por lo que llegó a aceptarse de modo casi general que no existía diferencia entre ambas desde el punto de vista químico. Un hito en este sentido fue la obtención de la urea, en 1828, a partir del cianato amónico, una sustancia inorgánica, por el alemán Friedrich Wöhler (1800-1882), que había estudiado medicina en las universidades de Marburgo y Heidelberg y química en Estocolmo,

donde fue ayudante de Berzelius, uno de los padres de la química moderna.

Quienes combatían los principios vitalistas, buscaban dar a la medicina una base científica, demostrando, entre otras cosas, que las enfermedades no eran nada más que desviaciones de los procesos fisiológicos normales. Convencidos de que tales procesos obedecían a leyes deterministas de la naturaleza, argumentaban que la medicina, la verdadera medicina, esto es, la *medicina científica*, debería encaminarse a determinar cómo se comportaban los cuerpos, sujetos a tales leyes, bajo condiciones alteradas. Así, en sus declaraciones programáticas, estos científicos (médicos, en general, pero no sólo médicos) hacían hincapié en la utilización de experimentos fisiológicos, anatomía patológica, microscopía, química, física y, por supuesto, observaciones clínicas, como las herramientas básicas para analizar las funciones corporales y la aparición de enfermedades. Y para ello necesitaban instrumentos refinados. Es ilustrativo el caso de Emil du Bois-Reymond (1818-1896), quien se distinguió por sus trabajos en electrofisiología. A lo largo de su carrera, Du Bois-Reymond concentró sus investigaciones en el desarrollo de dos tipos de instrumentos: electrodos para la conducción de corrientes bioeléctricas débiles sin distorsión y aparatos para detectar y amplificar estas corrientes. Esta línea de investigación, en la que medicina, fisiología, química y física se enriquecían mutuamente, terminó conduciendo a la enunciación de uno de los instrumentos más fecundos para la

ciencia de los siglos XIX y XX, el principio de conservación de la energía, formulado en su forma más general por Helmholtz en 1847.

### Hermann von Helmholtz: de la fisiología a la física

El ejemplo de Helmholtz es especialmente significativo. Nacido en Potsdam, en 1838 se trasladó a Berlín para iniciar sus estudios médicos en el Instituto Real Médico-Quirúrgico Federico-Guillermo, una escuela de medicina destinada a formar médicos militares. Helmholtz eligió esta escuela porque su familia no poseía medios suficientes y en el Instituto Federico-Guillermo los estudiantes no tenían que pagar (de hecho recibían un estipendio), a cambio de comprometerse a dedicar los ocho años siguientes a su licenciatura al servicio del ejército prusiano.

Una vez finalizados sus estudios, en octubre de 1843, Helmholtz fue nombrado oficial médico y destinado al hospital militar de Potsdam. Allí permaneció cinco años. Como sus obligaciones médicas no eran excesivas, pudo compatibilizarlas con la investigación y montó un pequeño laboratorio en un barracón, en el que se dedicó a estudiar la producción de calor durante la contracción muscular y así descubrió que la explicación del calor animal en función de transformaciones químicas en los músculos encajaba perfectamente con los propósitos de una física que no fuese ajena a los fenómenos orgánicos. Demostró entonces que el calor no era transportado a los músculos a través de los nervios o de la sangre sino que era producido por los propios tejidos. Cuantificando estos hechos fisiológicos, dedujo un equivalente mecánico del calor que incorporó

en su gran memoria de 1847, *Über die Erhaltung der Kraft* («Sobre la conservación de la fuerza»), un trabajo que le ayudó, de la mano del influyente geógrafo y naturalista Alexander von Humboldt, a obtener permiso para abandonar (en 1848) el ejército y aceptar la oferta de enseñar anatomía en la Academia de Bellas Artes de Berlín. Allí estuvo sólo un año y a continuación pasó a la Universidad de Königsberg como profesor asociado (catedrático desde 1851) de fisiología, donde permaneció seis años, durante los cuales continuó sus investigaciones en fisiología de los nervios (midiendo, por ejemplo, la velocidad de los impulsos nerviosos), entrando, asimismo, en la óptica y acústica fisiológica, áreas en las que siguió interesándose los siguientes veinte años. Preparando una de sus clases, se dio cuenta de que las sencillas leyes de la óptica geométrica le permitían construir un instrumento de gran importancia potencial para la comunidad médica: el oftalmoscopio. Mientras preparaba su clase, Helmholtz se preguntó cómo producían una imagen los rayos de luz reflejados, de esta manera comenzó a estudiar las trayectorias de los rayos y descubrió que éstos seguían caminos idénticos tanto al entrar como al salir del ojo. Una vez interesado en el problema, tardó únicamente ocho días en resolverlo y en inventar un instrumento que le permitía ver la retina de un ojo vivo.

### La invención del oftalmoscopio

En diciembre de 1850, Helmholtz escribió a su padre

expresando su sorpresa porque nadie antes que él hubiese dado con la idea del oftalmoscopio, que, añadía, solamente necesitaba de sencillas leyes de óptica geométrica. Sin embargo, subestimaba el conocimiento matemático que se necesitaba para comprender la óptica geométrica en la que se basaba el oftalmoscopio, así como el valor de su formación pluridisciplinar, algo que queda patente en lo que escribió en su autobiografía:

Conocía bien, de mis estudios médicos, las dificultades que tenían los oftalmólogos con los problemas entonces agrupados bajo el nombre de «amaurosis», e inmediatamente me puse a construir el instrumento utilizando lentes de gafas y láminas de vidrio de las empleadas como portamuestras en los trabajos con microscopio. Al principio era difícil de usar y, si no hubiese tenido la firme convicción teórica de que tenía que funcionar, no habría perseverado. Al cabo de una semana, sin embargo, tuve el gran placer de ser el primer hombre en contemplar claramente una retina humana en un ser vivo.

La construcción del oftalmoscopio tuvo un efecto decisivo en mi posición a los ojos del mundo. Desde aquel momento conté con el reconocimiento inmediato de las autoridades y de mis colegas, así como con un fuerte deseo por satisfacer mis deseos. Fui de esta manera capaz de seguir mucho más libremente los impulsos de mis ansias de conocimiento. Debo

decir, no obstante, que yo atribuyo mi éxito en gran medida al hecho de que, poseyendo algún entendimiento geométrico y equipado con un conocimiento de física, tuve la buena fortuna de ser lanzado a la medicina, en donde encontré en la fisiología un territorio virgen de gran fertilidad. Además, mi conocimiento de los procesos vitales me llevó a preguntas y puntos de vista que habitualmente son extraños a los matemáticos puros y a los físicos. Hasta entonces solamente había podido comparar mi habilidad matemática con la de mis compañeros de estudios y colegas médicos; el que en general yo fuese superior a ellos en este aspecto quizá no quería decir mucho. Además, las matemáticas fueron consideradas siempre en la escuela como un tema de importancia secundaria.

Con semejantes logros, en los que física y medicina se beneficiaban mutuamente, no es sorprendente, aunque sí muy poco frecuente, si no único, que Helmholtz terminase su carrera académica como catedrático de Física en la Universidad de Berlín, adonde llegó en 1871.

Pero dejemos la fisiología, para pasar a Louis Pasteur, con quien la medicina dio algunos pasos gigantescos.

Louis Pasteur y la teoría microbiana de la enfermedad



Natural de Dole, en el denominado Franco Condado, hijo de un curtidor, Louis Pasteur (1822-1895) estudió en la sección científica de la École Normale Supérieure y allí terminó sus estudios en 1845. Dos años más tarde, logró el grado de doctor por la Universidad de París, con una tesis dividida en dos partes, una de química y otra de física, la primera titulada «*Estudio de fenómenos relativos a la polarización rotatoria de los líquidos*» y la segunda «*Aplicación de la polarización rotatoria a la solución de diversas cuestiones de química*». Lejos de ser un trabajo correcto pero más o menos intrascendente, los contenidos de su tesis, sobre todo los de la segunda parte, pertenecientes al campo de la cristalografía y la simetría molecular, resultaron tan importantes que dieron origen a una nueva rama de la ciencia: la estereoquímica, que estudia las formas tridimensionales alternativas de las moléculas. Con anterioridad a la tesis de Pasteur, se sabía de la existencia de dos formas de ácido tartárico, una que hacía girar el plano de la luz polarizada hacia la derecha, y otra que no lo hacía girar en absoluto. Pasteur fue capaz de aislar un ácido tartárico desconocido entonces, que hacía girar la luz polarizada hacia la izquierda y no hacia la derecha, y demostrar que el ácido tartárico que no hacía girar el plano de polarización de la luz estaba compuesto de dos cristales diferentes, uno el que producía giros hacia la derecha y otro hacia la izquierda: al coexistir cristales que giraban en sentidos opuestos, el resultado era que se neutralizaban entre sí.

Comenzó así un período de la vida (1847-1857) dominado por este tipo de investigaciones, un período en el que se fue estableciendo

profesionalmente. En septiembre de 1848, fue designado profesor de Física en el Liceo de Dijon, pero permaneció poco tiempo en aquel puesto, ya que en diciembre del mismo año fue nombrado profesor suplente de química de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Estrasburgo, donde pasó a catedrático titular en 1852. En 1854 se trasladó a la Universidad de Lille, la ciudad de mayor actividad industrial del norte de Francia, como decano y profesor de Química de la nueva Facultad de Ciencias. En 1856, la Royal Society londinense le otorgó la prestigiosa medalla Rumford por sus estudios de cristalografía, un reconocimiento que seguramente lo ayudó a acceder, el año siguiente, en París, como administrador y director de la rama de ciencias de su antigua alma máter, la École Normale Supérieure.

Instalado en la capital, el centro neurálgico de la vida francesa — incluida la científica—, los intereses profesionales de Pasteur pasaron al dominio de la fermentación y generación espontánea, al que estuvo dedicado plenamente hasta 1865. Después vendrían otras etapas de su vida científica, protagonizadas por investigaciones en enfermedades del gusano de seda (1865-1870), estudios sobre la cerveza (1871-1876) y enfermedades infecciosas (1876-1895). También se debe mencionar que en 1867 tomó posesión de la cátedra de Química Orgánica de la Sorbona.

Aun sin detallar las motivaciones y resultados del conjunto de la obra pasteuriana, hay dos hechos que deben resaltarse: a) fue un químico y físico que terminó ocupándose de problemas médicos, y (b) no eludió las investigaciones aplicadas. En realidad, ambos

aspectos de su carrera están íntimamente relacionados: por un lado, estaban sus conocimientos químicos y físicos y, por otro, no era ajeno al mundo que lo rodeaba, al mundo, por ejemplo, de la industria de la seda o de la cerveza, el mundo agrícola o el de las enfermedades (si como muestra sirve un botón, he aquí el título de uno de sus trabajos, y no menor: *Estudios sobre el vino: sus enfermedades, causas que las provocan, procedimientos nuevos para conservarlo y para envejecerlo*, 1866). Ambos rasgos le fueron llevando, en una secuencia que a veces uno está tentado en considerar inevitable, de un tema de investigación a otro.

Así, sus estudios sobre disimetría molecular lo condujeron a ocuparse del alcohol amílico, activo también ópticamente. Ahora bien, resulta que el alcohol amílico desempeña un papel importante en la fermentación láctica (la fermentación tiene una larga historia, pues fue utilizada para la producción de bebidas en Babilonia en el año 5000 a.C.). Se abría de esta manera la puerta a las investigaciones de Pasteur sobre fermentación, un hecho éste que él mismo reconoció y explicó en la sección inicial de su primer artículo en este campo («Memoria sobre la fermentación llamada láctica», 1857), que habitualmente se considera el inicio de la bacteriología como ciencia: «Creo que es mi deber indicar con algunas palabras cómo me he visto conducido a ocuparme en investigaciones sobre las fermentaciones. Habiendo aplicado hasta el presente todos mis esfuerzos a tratar de descubrir los vínculos que existen entre las propiedades químicas, ópticas y cristalográficas de ciertos cuerpos con el fin de aclarar su constitución molecular, quizá pueda

asombrar verme abordar un tema de química fisiológica, muy alejado en apariencia de mis primeros trabajos. Sin embargo, están relacionados de forma muy directa».

En sus investigaciones sobre la fermentación, Pasteur demostró que ésta era resultado de la acción de organismos vivos microscópicos; que no se producía cuando se excluían o aniquilaban (sometiéndolos, por ejemplo, a la acción del calor, la forma más primitiva de un proceso que, tras ser perfeccionado, recibió en honor suyo el nombre de *pasteurización*). Al llegar a semejantes conclusiones, Pasteur se había adentrado, lo quisiese o no, en una cuestión tan básica como de larga historia: la de si era posible la generación espontánea, esto es, si seres vivos pueden surgir de sustancias inanimadas.

En muchas civilizaciones antiguas se creyó que la vida aparecía de manera espontánea a partir de materia inanimada. Observaciones diarias parecían confirmar tal idea: se veía aparecer gusanos de la descomposición de materiales orgánicos, y moscas de trozos de carne expuestos al sol. Sin embargo, en la segunda mitad del siglo XVII, Francesco Redi (1626-1698) observó que en un frasco abierto el pescado putrefacto generaba, al cabo de un tiempo, moscas, mientras que no ocurría lo mismo en un jarro idéntico pero cerrado. De este experimento —que detalló en *Esperienze intorno alla generazione degli' insetti* (1668)— extrajo la consecuencia de que las moscas no surgían del pescado sino de huevos. Sin embargo, su meticulosidad científica no fue lo suficientemente poderosa como para impedir el paso a especulaciones religiosas que utilizaron sus

descubrimientos para señalar que aunque era cierto que la vida no surgía espontánea m ente sino sólo de vida preexistente, la cadena de progenitores biológicos que esta idea requería debía tener un punto de partida: en el comienzo, Dios había creado todos los animales y plantas que existen.

En las décadas, y casi dos siglos, que siguieron al descubrimiento de Redi, la invención y utilización del microscopio sirvió para observar microorganismos de todo tipo (recordemos, por ejemplo, los trabajos de Leeuwenhoek); estas observaciones revivieron entre muchos la creencia en la generación espontánea de la vida. En el curso de sus investigaciones sobre la fermentación, Pasteur puso punto final de manera definitiva a esta cuestión. El lugar en el que con más rotundidad y claridad expresó sus puntos de vista es en un artículo publicado en 1862: «Memoria sobre los corpúsculos organizados que existen en la atmósfera. Examen de la doctrina de las generaciones espontáneas», en el que presentó los resultados a que había llegado con experimentos no demasiado diferentes de los de Redi. En primer lugar, demostró que hay microorganismos que viven en el aire que nos rodea y que pueden contaminar incluso el cultivo más estéril. A continuación, mostró que si un caldo de cultivo estéril era introducido en un recipiente sellado al vacío, en el que no podía penetrar el aire, no surgía en él ningún microorganismo. «No, no hay ninguna circunstancia hoy conocida — manifestaba orgullosamente en una conferencia que pronunció en la Sorbona en 1864 («La generación espontánea») — en la que se pueda afirmar que seres microscópicos han venido al mundo sin

gérmenes, sin padres semejantes a ellos. Los que lo pretenden han sido juguetes de ilusiones, de experiencias mal hechas, plagadas de errores que no han sabido percibir o que no han sabido evitar.»

Establecido este punto, era razonable pensar en aplicar el nuevo planteamiento al origen de enfermedades. Semejante convicción fue la que llevó finalmente a Pasteur a la investigación médica, que inició con el estudio del ántrax o carbunco (inflamación de origen bacteriano con abundante producción de pus) en 1877, cuya causa asoció también con un microorganismo, la «bacteridia». En una conferencia que leyó ante la Academia de Medicina de París en 1878, «La teoría de los gérmenes y sus aplicaciones a la medicina y la cirugía», Pasteur explicó con claridad el origen y naturaleza de sus intereses médicos, al igual que algunos de los problemas con los que se encontraba:

Todas las ciencias ganan si se prestan un apoyo mutuo. Cuando después de mis primeras comunicaciones sobre las fermentaciones en 1857-1858 puede admitirse que los fermentos propiamente dichos son seres vivos, que en la superficie de todos los objetos, en la atmósfera y las aguas abundan gérmenes de organismos microscópicos, que la hipótesis de una generación espontánea es una quimera, que el vino, la cerveza, el vinagre, la sangre, la orina y todos los líquidos del organismo no sufren ninguna de sus alteraciones comunes en contacto con el aire puro, la medicina y la

cirugía han dirigido sus ojos a estas novedades tan evidentes. Un médico francés, el doctor [Casimir Joseph] Davaine, hizo la primera aplicación con éxito de estos principios a la medicina en 1863.

Nuestras investigaciones durante el último año han avanzado mucho menos en la etiología de la enfermedad pútrida o septicemia que en la del carbunco. Creíamos que la septicemia dependía de la presencia y multiplicación de un organismo microscópico, pero no ha podido demostrarse rigurosamente esta importante conclusión. Para afirmar de modo experimental que un organismo microscópico es en realidad el agente de la enfermedad y el contagio, no veo otro medio, en el estado actual de la ciencia, que el de someter al *microbio* (nueva y feliz expresión propuesta por Sédillot [1878]) al método de los cultivos fuera del organismo.

## Robert Koch

En este punto entra en escena Robert Koch (1843-1910), que, entre otras virtudes, se distinguió en el problema con el que Pasteur terminaba la anterior cita: el de desarrollar técnicas para estudiar microbios en cultivos.

Koch comenzó a estudiar ciencias naturales en la Universidad de Gotinga, donde fue discípulo de Jakob Henle, y se doctoró en 1866. A continuación fue médico militar en la guerra franco-prusiana (1870) y, a partir de 1872, trabajó como médico rural en Wollstein.

Con cuarenta años de edad sus intereses experimentaron un fuerte cambio: comenzó a ocuparse del ántrax, desarrollando nuevas técnicas para el estudio de cultivos y describiendo su etiología y patología en 1876, esto es, antes que Pasteur.

En 1879, publicaba uno de sus trabajos fundamentales, «La etiología de las enfermedades traumáticas infecciosas», en el que se encuentran los postulados de su nombre que explican cómo probar que una bacteria determinada produce una condición específica:

- 1) el agente patógeno debe estar presente en cada caso de la enfermedad;
- 2) el agente debe ser aislado del cuerpo en un cultivo puro a partir de las lesiones de la enfermedad;
- 3) el agente debe producir la enfermedad en un animal susceptible de ser inoculado, y
- 4) el agente podrá aislarse de nuevo a partir de las lesiones de los animales usados en el experimento.





*Robert Koch*

Tras estas aportaciones fue designado por la Oficina Imperial de la Salud de Berlín para asesorar en cuestiones de salud e higiene públicas. En 1882, después de haber desarrollado métodos sencillos y originales para crecer y examinar cultivos bacterianos, anunciaba en la Sociedad de Fisiología de Berlín su descubrimiento del bacilo de la tuberculosis, una enfermedad —cuya primera denominación fue «tisis», «consunción» después— responsable entonces de la muerte de millones de personas cada año (sólo en Prusia la mortalidad ascendía en 1882 a trescientos por cada cien mil habitantes). Un año más tarde, al sumarse a una expedición

francesa a Alejandría, consiguió aislar el bacilo del cólera (o vibrión colérico). En 1890, el X Congreso Internacional de Medicina se celebró en Berlín y Koch, presionado por el gobierno, anunció el descubrimiento de la *tuberculina*, una sustancia que inhibía el desarrollo del bacilo, no una vacuna (trataré enseguida de las vacunas). Su principal virtud era la capacidad de distinguir a los afectados por la enfermedad de los sanos. La vacuna más eficiente, aún en uso, sería descubierta en 1923 por Albert Calmette y Camille Guérin. El nombramiento de Koch como profesor de Higiene en Berlín (1885) fue decisivo para la salud de la ciudad gracias a las medidas higiénicas que introdujo.

En 1883, y hasta 1907, Koch realizó diversos viajes por África, la India y Nueva Guinea para estudiar las enfermedades infecciosas que se daban allí. Consecuencia o tal vez origen de iniciativas como ésta, es que a lo largo del siglo XIX la medicina amplió las fronteras nacionales, haciéndose más internacional y «global». La Cruz Roja fue fundada por la Convención de Ginebra en 1864, el Primer Congreso Internacional de Medicina tuvo lugar en París en 1867 y la especialización en las enfermedades tropicales se inició en la década de 1870, favorecida, no hay que olvidarlo, por el colonialismo decimonónico. La malaria, de la que ya hablé, tenía mayor incidencia en la India y África, el cólera se extendió a partir de la India, y la fiebre amarilla adquirió proporciones inquietantes con la guerra hispano-americana.

En sus trabajos, Koch empleó técnicas de observación avanzadas. Utilizó una placa como soporte de una base orgánica: finas rodajas

de patata sobre las que disponía las células de la especie deseada, que al reproducirse daban lugar a cultivos, visibles a simple vista, compuestos por millones de individuos. Utilizó placas de cristal recubiertas con una emulsión y, más adelante, gelatina y agar (un polímero de galactosa), que aportaban nutrientes al cultivo. Naturalmente, fueron también muy importantes para él los microscopios, beneficiándose de los avances realizados en este campo por Ernst Abbe (1840-1905), quien al distinguir entre *ampliación* y *resolución* descubrió que el aumento de la primera no producía necesariamente la mejora de la segunda. Orientó entonces su trabajo en mejorar la segunda, advirtiendo que para conseguir mayor resolución había que incluir la luz refractada en la observación. Llegó a la conclusión de que con la inmersión de las lentes en aceite se conseguía que el índice de refracción fuese igual en ambos medios, diseñando al mismo tiempo un condensador para que un cono de luz ocupase toda la apertura del objetivo, un artificio especialmente eficiente para observar las muestras tintadas. En 1879, Abbe preparó la primera descripción del nuevo microscopio después de recibir la visita de Koch a la fábrica Zeiss. De hecho, la comunidad de intereses contribuyó a la fama de ambos. Fue provisto con el nuevo instrumento, cuando Koch aisló en 1882 el bacilo de la tuberculosis.

### La vacunación

Gracias a las investigaciones de Pasteur y de Koch, y de los que vinieron tras ellos, se llegó a conocer con gran precisión científica la relación causal entre microorganismos y enfermedades infecciosas.

Surgió así un modo nuevo de concebir la enfermedad: la teoría microbiana de algunas enfermedades. Estrechamente asociada a esta visión se encuentra el desarrollo decimonónico de vacunas. Desde tiempos remotos, los turcos «vacunaban» contra la viruela tomando muestras del contenido de las pústulas de los casos moderados de viruela e inoculándolas a personas sanas (la palabra «vacunación» deriva del latín *vaccinae*, que quiere decir «de la vaca», y parece que fue Pasteur el primero en emplearla en 1880). La arriesgada práctica llegó a oídos de la esposa del embajador de Inglaterra en Constantinopla, lady Mary Wortley Montagu (1689-1762), quien en 1718 la difundió, a través de sus contactos políticos y médicos, en Gran Bretaña, aunque no era infrecuente que algunas de las personas con las que se utilizaba muriesen. Sería otro inglés, Edward Jenner (1749-1823), el responsable de la introducción, en 1798, de la vacunación contra la viruela a gran escala en Inglaterra. En 1880, tras aislar el microbio responsable del cólera de las gallinas (un mal que podía matar hasta el 90 por ciento de las gallinas de un corral), Pasteur consiguió disminuir su virulencia siguiendo la técnica de Jenner, esto es, inyectando en las gallinas microbios debilitados. Estimulado por los resultados favorables que obtenía, aplicó el principio de la debilitación de los gérmenes para preparar vacunas contra la rabia, enfermedad infecciosa mortal, que afecta a los perros (que enloquecen produciéndoles horror el agua, por lo que también se denomina hidrofobia), pero que también pueden contraer —mediante mordeduras de éstos— las personas. Sus primeros estudios en este campo comenzaron en diciembre de

1880, cuando un veterinario le llevó dos perros rabiosos y le pidió su opinión. Sólo había experimentado con perros cuando, en 1885, le llevaron un niño de nueve años, Joseph Meister (1876-1940), que había sido mordido por un perro rabioso. A pesar de no ser médico, Pasteur aceptó el desafío y experimentó la vacuna en el niño con éxito (merece la pena recordar que de adulto, Meister trabajó en el Instituto Pasteur y que se suicidó, dándose un tiro, durante la ocupación alemana de París).



*Louis Pasteur*

Había nacido la vacunación moderna; la única gran modificación que se produciría posteriormente fue la introducción de vacunas obtenidas por ingeniería genética, que se iniciaron en 1983 y cuyo primer producto comercializado fue la vacuna contra la hepatitis B, en 1986.

El éxito obtenido con Meister atrajo al laboratorio de Pasteur a personas no sólo de Francia sino también de otras partes del mundo (sobre todo de Europa). La difusión del método de Pasteur fue tal que en 1907 al menos 51 institutos, distribuidos por Europa, Asia, América y África, utilizaban ya vacunas contra la rabia. En Rusia, que seguía a Francia y Argelia en número de personas tratadas en el laboratorio de Pasteur, éste fue considerado un héroe después de que las autoridades de ese país le enviaran a 19 rusos procedentes de Smolensk que habían sido mordidos por un lobo rabioso y que con el tratamiento que recibieron en París 16 salvaron la vida. En Francia, se promovió una suscripción pública para la construcción de un instituto que, dirigido por Pasteur, continuase los trabajos de búsqueda y desarrollo de nuevas vacunas. Superados los dos millones de francos (cien mil donados por el príncipe zarista Alejandro III), en noviembre de 1888 se inauguró en París el que hasta la fecha se denomina Instituto Pasteur, y en el que, por cierto, se encuentra la tumba del gran científico, ya que su familia quiso que sus restos reposasen allí y no en el Panteón, como les ofreció el gobierno francés. El propio Pasteur contribuyó al bienestar futuro del centro, al establecer que los derechos por las ventas en Francia de las vacunas descubiertas en el laboratorio fuesen a parar al

Instituto. Pronto éste se convirtió en uno de los centros de referencia mundial en la investigación biomédica, una posición que, aunque algo disminuida, no ha abandonado completamente.

Tanto éxito tuvo el instituto que pronto se vio superado. Émile Roux, director del centro entre 1904 y 1918 recordó:

Los pedidos llegaron pronto al Instituto Pasteur, cartas y despachos se apilaban sobre las mesas, los solicitantes se apiñaban a las puertas, médicos y bacteriólogos de todos los países venían a aprender la preparación del suero. ¿Cómo satisfacer todas las solicitudes? ¿Cómo comprar, alojar, alimentar e inmunizar a toda la caballería cuya sangre proporcionaría el remedio? [Se utilizaba la sangre de caballos inmunizados contra la difteria para extraer suero antidiftérico.] Todo el activo del Instituto Pasteur habría sido insuficiente. La generosidad pública vino en nuestra ayuda. La ciudad de París y la Escuela de Alfort pusieron caballerizas a nuestra disposición; diversos particulares nos ofrecieron caballos; el estado, la ciudad de París, el departamento del Sena y otras entidades aportaron subvenciones, y *Le Figaro* abrió una suscripción que reunió un millón. Gracias a estos recursos y a la dedicación incansable de mis colegas del Instituto Pasteur, en pocos meses se organizó un gran servicio seroterapéutico en Garches, en una propiedad del estado y pronto ningún diftérico carecía del precioso medicamento.

El primer Instituto Pasteur fuera de Francia se creó en Saigón en 1889, mientras que en 1893 se establecieron dos más, uno en Túnez y otro en Nha Trang (Vietnam). Y más tarde llegarían muchos

otros, los primeros los de Argel (1910), Atenas (1920), Teherán (1921), Dakar (Senegal, 1924) y Casablanca (1928).

### Claude Bernard y la medicina científica

En la actualidad, el nombre de Claude Bernard (1813-1878) no representa mucho, o nada en absoluto, para la mayor parte de las personas. Sin embargo, fue un fisiólogo decimonónico muy destacado y —es por esto por lo que lo incluyo aquí— algo así como el «ideólogo» del tipo de medicina que caracterizó al siglo XIX, la medicina que Pasteur practicó.

Especialmente dotado para la vivisección, se apoyó en ella en muchos de sus numerosos y variados descubrimientos, entre los que se cuentan la detección de la presencia en el proceso digestivo de una enzima del jugo gástrico, el descubrimiento del control nervioso de la secreción gástrica y su localización o el papel de la bilis y del jugo pancreático en la digestión de las grasas. Pero, como decía, no es por contribuciones como éstas por lo que me detengo en él sino por un libro que publicó en 1865: *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* («Introducción al estudio de la medicina experimental»).

Consciente de la necesidad de sistematizar los procedimientos experimentales que, con una base físico-química, se empleaban con creciente intensidad en la medicina, hasta hacía poco mediatizada por la creencia en la existencia de una fuerza vital, Bernard deseaba escribir una obra ambiciosa y extensa que abarcara los principios de la medicina experimental. De hecho, la *Introducción al estudio de*



*la medicina experimental* no era sino algo así como el prefacio de aquella obra, de unos *Principes de médecine expérimentale* que permanecieron inacabados y que serían publicados, incompletos, póstumamente en 1947.

Un prefacio únicamente, pero un prefacio que se convirtió en un clásico de la ciencia, que todavía hoy puede —que debería— ser leído con provecho. De él dijo en 1913 el filósofo Henri Bergson: «Es para nosotros algo así como lo que fue para los siglos XVII y XVIII el *Discurso del método*», mientras que Pasteur lo había calificado en 1866 de «monumento en honor del método que ha constituido las ciencias físicas y químicas desde Galileo y Newton, y que Claude Bernard se esfuerza por introducir en la fisiología y en la patología. No se ha escrito nada más luminoso, más completo, más profundo sobre los verdaderos principios del difícil arte de la experimentación ...

La influencia que ejercerá sobre las ciencias médicas, sobre su enseñanza, su progreso, incluso sobre su lenguaje, será inmensa».

Resumir el contenido de la *Introducción* sería una tarea demasiado extensa. Me limitaré a unos breves comentarios, referentes al método que propugnaba y no a los ejemplos concretos a los que recurría para ilustrarlo, aun a sabiendas que de esta manera se pierde mucho de la enorme riqueza de esta obra. Tenemos, ante todo, que la visión que Bernard propugnaba era respetuosa con la estructura tradicional de los saberes médicos, aunque él le diese nueva vida: «Para abrazar el problema médico por completo — escribía—, la medicina experimental debe abrazar tres partes

fundamentales: la fisiología, la patología y la terapéutica. El conocimiento de las causas de los fenómenos de la vida en el estado normal, la *fisiología*, nos enseñará a sostener las condiciones normales de la vida, es decir, *a conservar la salud*. El conocimiento de las enfermedades y de las causas que las determinan, la *patología*, nos conducirá por una parte a precaver el desarrollo de estas condiciones morbosas, y por otra a combatir los efectos por medio de los agentes medicamentosos, es decir, *a curar las enfermedades*». Según sus palabras, en «el período empírico de la medicina ... que sin duda durará aún largo tiempo», fisiología, patología y terapéutica habían podido marchar por separado, pero, continuaba, «en la concepción de la medicina científica esto no puede tener lugar: su base debe ser la fisiología. No estableciéndose la ciencia sino por vía de comparación, no podía obtenerse el conocimiento del estado patológico o anormal sin el conocimiento del estado normal, así como la acción terapéutica sobre el organismo de los agentes anormales o medicamentosos no podría comprenderse sin el estudio previo de la acción fisiológica de los agentes normales que mantienen los fenómenos de la vida».

¿Y qué entendía él por la «medicina científica» que mencionaba?:

La medicina científica debe constituirse, como las demás ciencias, por la vía experimental; es decir, por la aplicación inmediata y rigurosa del razonamiento a los hechos que la observación y la experimentación nos suministran. El método experimental, considerado en sí mismo, no es más que un *razonamiento* por medio

del que sometemos metódicamente nuestras ideas a la experiencia de los *hechos*.

El razonamiento siempre es el mismo, así en las ciencias que estudian los seres vivos como en las que se ocupan de los cuerpos brutos. Pero en cada género de ciencia varían los fenómenos y presentan una complejidad y dificultades de investigación que les son propias. Ésta es la razón del por qué los principios de la experimentación ... son incomparablemente más difíciles de aplicar a la medicina y a los fenómenos de los cuerpos vivos, que a la física y a los fenómenos de los cuerpos brutos.

La fisiología y la medicina experimental, según Bernardo Houssay

El médico y fisiólogo argentino Bernardo Alberto Houssay (1887-1971) es uno de los pocos hispanohablantes que recibió el premio Nobel de Medicina (lo obtuvo en 1947). Una de sus conferencias —la pronunció en 1941, primero en Rosario de Santa Fe y luego en Córdoba (Argentina)— estuvo dedicada a Claude Bernard (se tituló «Claude Bernard y el método experimental») y en ella encontramos una sección que explica con gran claridad lo que significa para la medicina la fisiología:

La fisiología estudia los fenómenos propios de los seres vivos y determina las condiciones materiales de su manifestación. La anatomía sola ha sido impotente para revelar la función de los órganos (músculos, sistema nervioso, tiroides, suprarrenales). Desde que Claude Bernard sostuvo estos principios, la fisiología

obtuvo pronto su autonomía e independencia, separándose de la anatomía, con la cual se enseñaba.

El mismo determinismo físico-químico de los fenómenos vitales se observa en el hombre, los animales y los vegetales. Por tanto, los conocimientos pueden obtenerse en todos ellos por el empleo del método experimental. Un conocimiento será tanto mejor cuanto mayor sea el número de especies en que se determine.

Claude Bernard estableció las bases de la fisiología general que estudia los fenómenos comunes a todos los seres vivientes. Demostró que no es sólo una ciencia de observación sino que es una ciencia experimental.

Desde los estudios de Claude Bernard, los métodos de la fisiología han penetrado en casi todas las ciencias biológicas: zoología, botánica y biología general, anatomía normal y patológica, etcétera. Sólo en los países aún atrasados los naturalistas se contentan todavía con las descripciones morfológicas.

Las tendencias fisiológicas han invadido todas las ciencias de la vida. Las mismas leyes generales rigen a los fenómenos fisiológicos normales y patológicos. En realidad, las enfermedades son sólo desviaciones de las funciones normales. Por tal razón, la fisiología se ha convertido hoy en la base principal de la medicina preventiva, de la medicina curativa y de la higiene.

En 1847, Claude Bernard pudo decir en el Collège de France: «La medicina científica que tendré por misión enseñar, no existe». Pero desde entonces, y en gran parte gracias a él, la medicina ha progresado en sus tres ramas fundamentales: fisiología, patología y

terapéutica. Como lo previó Claude Bernard, la base de la medicina científica es la fisiología; los más instruidos lo saben y comprenden, y los demás lo practican sin saberlo. Los principales adelantos médicos se deben al método experimental, o sea, a la aplicación rigurosa del razonamiento a los hechos que la observación y la experimentación nos suministran.

Claude Bernard demostró su constante preocupación por la medicina científica, como se comprueba en sus libros sobre la medicina y la patología experimental, la diabetes, el sistema nervioso, los líquidos del organismo, las sustancias tóxicas y medicamentosas y la anestesia. De él se dijo con toda razón: «*In ne fait pas de la médecine, il fait la médecine*», es decir, «No ejerce la medicina, crea la medicina».

## Capítulo 8

### Virchow y Cajal: la célula y la asistencia sanitaria

#### Rudolf Virchow, el patriarca de la célula

Al igual que los antiguos atomistas griegos imaginaron que la materia estaba formada por unidades, a las que llamaron *átomos*, idea que únicamente comenzó a hacerse tangible, esto es, a sustanciarse científicamente, a partir del siglo XIX gracias a contribuciones como la de John Dalton (1766-1844), manifestadas en un libro titulado *A New System of Chemical Philosophy* («Un nuevo sistema de filosofía química», 1808-1827), la biología decimonónica consiguió establecer el estudio de la vida en unas «unidades», unos «átomos» llamados «células».

Para conseguir esto fue esencial disponer de mejores microscopios que aquellos de los que dispusieron, allá en el siglo XVII y comienzos del XVIII, Hooke, Leeuwenhoek y Malpighi, de los que ya hablé. Los pioneros en la nueva exploración microscópica llegaron en el siglo XIX. El primero que hay que mencionar en este sentido es Theodor Schwann (1810-1882), que en una monografía significativamente titulada *Mikroskopische untersuchungen über die übereinstimmung in der struktur und dem wachsthum der thiere und pflanzen* («Investigaciones microscópicas sobre la coincidencia de los animales y las plantas en la estructura y el crecimiento»), de 1839, y apoyándose en trabajos anteriores de botánicos, zoólogos y médicos, sostenía que la célula es la unidad elemental de la estructura y de la

formación de todos los seres vivos. Sin embargo, las ideas de Schwann sobre la célula adolecían de graves limitaciones.

La gran figura en lo que podemos denominar «la teoría celular» fue un patólogo alemán, Rudolf Virchow (1821-1902). Aunque sólo fuese por otros de sus descubrimientos (la leucemia, la mielina, sus estudios experimentales sobre la trombosis, flebitis o triquinosis, entre otros muchos), ya merecería ser recordado; en su tiempo fue considerado algo así como un «papa» de la medicina.

Como patólogo, para averiguar dónde residían los problemas, los males, en los tejidos de los órganos de los enfermos, Virchow basó sus trabajos en el microscopio, que en el siglo XIX abrió nuevas puertas a la observación, gracias a los avances técnicos que experimentó (la introducción, por ejemplo, de los microscopios de lentes acromáticas). Y fue mucho más lejos que Schwann, constituyéndose en el auténtico «padre» de la teoría celular. El lugar en el que presentó de manera completa sus ideas y resultados es uno de los grandes libros del siglo XIX: *Die Cellularpathologie in ihrer begründung auf physiologische und pathologische gewebelehre* («La patología celular basada en la histología fisiológica y patológica») de 1858, un clásico de la literatura médica y, en general, científica. Nadie antes que Virchow había defendido con tanta fuerza, y apoyándose en todo tipo de hechos, el papel central de la unidad celular en la vida. «Al igual que un árbol constituye una masa dispuesta de una manera definida —escribió allí— en la que, en todas sus distintas partes, en las hojas al igual que en las raíces, en el tronco al igual que en los brotes, se descubre que las

células son los elementos últimos, así ocurre con todas las formas de vida animal. *Todo animal se presenta como una suma de unidades vitales*, cada una de ellas manifestando todas las características de la vida. Las características y unidad de la vida no se pueden limitar a ningún lugar particular de un organismo altamente organizado (por ejemplo, el cerebro del hombre), sino que se encuentran solamente en la definida, constantemente recurrente estructura, que todo elemento individual manifiesta.» Las células podían aparecer en muy diversas formas, según los tejidos en los que se encontrasen, pero ello no alteraba, sino, todo lo contrario, reforzaba el papel central que desempeñaba: «Para nosotros — leemos también en la *Patología celular*— es esencial saber que en los más variados tejidos estos constituyentes, que, de alguna manera, representan la célula en su forma abstracta, el núcleo y la membrana, se repiten con gran constancia, y que mediante su combinación se obtiene un elemento simple, que, a través de una serie completa de vegetales vivos y formas animales, por muy diferentes que éstos sean externamente, por mucho que cambie su composición interna, se nos presenta con una estructura de forma peculiar, como una base definida para todos los fenómenos de la vida». Por último, hay que señalar que, como patólogo, Virchow no podía dejar de destacar el valor que la célula tenía para el análisis de enfermedades: «Considero necesario relacionar hechos patológicos con su origen en elementos histológicos conocidos».

## Virchow y la salud pública



Además de un gran científico, Virchow fue también un hombre profundamente preocupado —un activista, de hecho— por la situación de la salud pública, en general, y de los hospitales y médicos, en particular. Especialmente importantes en este sentido es una serie de artículos sobre las reformas médicas en la salud pública que publicó en 1848 en una revista semanal que él mismo fundó junto al psiquiatra R. Leubuscher: *Die Medizinische Reform*, que se convirtió en el portavoz de un movimiento nacional de reforma médica que intentaba que se produjese un progreso administrativo que se correspondiese con, y pudiese explotar, los avances científicos. Allí, en el número 5 de esta publicación (4 de agosto), manifestaba: «No basta con que el gobierno salvaguarde los meros medios de existencia de sus ciudadanos; esto es, que ayude a todos aquellos cuya capacidad de trabajo no es suficiente para ganarse la vida. El estado debe hacer más. Debe ayudar a todos a que vivan una vida sana. Esto se deriva directamente de la concepción del estado como la unidad moral de todos los individuos que lo componen, y de la obligación de la solidaridad universal».

En el número 9 (1 de septiembre) defendió ideas que le honran y que muestran lo poco humanitaria que era la época en que lo escribió: «En lo que se refiere a la frase “para cada uno según sus necesidades”, en ningún lugar se aplica con mayor claridad y rotundidad que en la atención que se brinda en la salud pública, de la que constituye uno de sus principios básicos. La admisión en un hospital debe estar abierta a todo paciente que lo necesite, independiente si es judío o ateo. Si alguien solicita la admisión, el

único criterio debe ser si está enfermo y qué circunstancias justifican su admisión en un hospital. Hasta ahora, sin embargo, era lo contrario: la primera pregunta era si la persona podía pagar o si alguna otra persona era responsable de pagar por él».

La frase «para cada uno según sus necesidades» es, como se sabe, de Karl Marx, que la utilizó en su *Crítica del Programa de Gotha* (expuesta en una carta a W. Bracke, del 5 de mayo de 1875). No es que Virchow fuese marxista sino, simplemente, que la política formaba parte de sus intereses y preocupaciones. De hecho, para él política y ciencia estaban unidas íntimamente, reforzándose mutuamente sus opiniones políticas y biológicas. Sostenía que la política debía imitar las lecciones que se extraían de la patología celular, ciencia que demostraba que el cuerpo era un estado libre de individuos iguales, una federación de células, un estado celular democrático, una sociedad formada por iguales, mientras que una sociedad no democrática, oligárquica de tejidos, conducía a un estado patológico, de todo lo cual extraía la conclusión que las sociedades humanas debían imitar a las celulares adoptando patrones democráticos. Continuamente establecía paralelismos entre los fenómenos políticos y biológicos. Visto retrospectivamente, lo menos que se puede decir de él es que era ingenuo, pero si lo consideramos desde el punto de vista, sincrónico, de la situación e ideas de su tiempo, la imagen que se obtiene de él es la de un científico comprometido con su época, una época plena de injusticias, algunas de las cuales —especialmente en el ámbito de la salud pública— podían ya ser resueltas gracias al progreso

científico. No fue el único médico de su tiempo en interesarse seriamente por la política, aunque seguramente sí uno de los pocos que no abandonó durante toda su vida estos intereses. Fue, en este sentido, coherente con lo que entendía era la medicina: «Si la medicina pretende cumplir su gran fin —escribió en cierta ocasión—, entonces debe entrar en la política y en la vida social».

Recordaré finalmente otro de estos artículos del *Medizinische Reform* (número 18, 3 de noviembre de 1848), esta vez sobre «los médicos de la caridad». En él, Virchow entraba aún más de lleno en el terreno de la política:

*El cuidado de la salud para los indigentes o, en otras palabras, el tratamiento médico de los pacientes pobres, tal y como se ha practicado hasta ahora implica dos grandes errores: uno contra los pacientes y el otro contra el médico.*

*El indigente estaba obligado a aceptar el tratamiento por parte de ciertos médicos que se le asignaban desde arriba y no tenían otra opción que bien permanecer sin recibir tratamiento o consultar con el médico aprobado por las autoridades. El médico, debido a una ilimitada competición, estaba obligado a aceptar una posición que le impedía recibir un pago conmensurado con sus esfuerzos.*

*Y a pesar de todo, los pacientes que tenían a su disposición tales médicos asignados y los médicos que habían sido capaces de obtener tal poco grata posición tenían que estar agradecidos, ya que existían amplias zonas de territorio en el que los pacientes buscaban en vano un médico y*

*numerosos médicos agotados por años de vana lucha contra el nepotismo de todo tipo en su fútil busca de incluso un puesto tan mendicante.*

*Estas condiciones conducían inevitablemente al resentimiento tanto de los pobres como de los médicos; ambos se fueron convenciendo gradualmente de que eran víctimas de falsos principios sociales.*



*De esta manera, la sociedad creó sus propios enemigos. El proletariado se hizo día a día más inquieto; ideas equivocadas del bienestar público y de la dignidad humana*

*comenzaron a afincarse en ellos y fueron explotados para favorecer una agitación en una escala cada vez mayor, una agitación que amenaza la civilización europea. Pero ¿quién se sorprenderá de que la democracia y el socialismo no encuentren en ninguna parte más seguidores que entre los médicos, o que, en la extrema izquierda, sean los médicos los que con frecuencia encabecen el movimiento? La medicina es una ciencia social y la política nada más que medicina en gran escala.*

## La asistencia médica

El siglo XIX, tan prolijo en avances médicos, hizo honor también a las preocupaciones que manifestaba Virchow, las de hacer que la medicina llegase a cuantos más mejor y en las condiciones más óptimas posibles. Fue en Alemania, en la nación de Virchow, donde se introdujo el primer sistema moderno de seguridad social. El responsable fue un político cuyo nombre no falta en ninguno de los textos que se ocupan de la historia europea del siglo XIX: el canciller prusiano Otto von Bismarck (1815-1898).

En 1884, Bismarck consiguió que el Parlamento alemán (recordemos que Alemania, hasta entonces un conglomerado de estados, se unificó en 1871) aprobase una serie de leyes —menos ambiciosas que las que él deseaba— bajo las cuales se estableció el primer sistema moderno de seguridad social. Antes lo que existía eran «asociaciones obreras de socorros mutuos», organizadas sobre una inscripción voluntaria. Tales sociedades tenían antecedentes en

las *friendly societies* (literalmente, «sociedades de amigos») inglesas, que habían comenzado a aparecer en el siglo XVIII y que se extendieron a otros países, España entre ellos, en el siglo XIX. Esas «sociedades de amigos» eran asociaciones vinculadas habitualmente a corporaciones gremiales que tomaban medidas para ayudar a sus miembros en caso de necesidad. En 1801 existían más de siete mil en Inglaterra y Gales, con un total de cerca de setecientos mil miembros, un número que en 1874 había ascendido a, aproximadamente, cuatro millones

En Alemania, la pertenencia a las asociaciones de socorros mutuos se hizo obligatoria en Prusia —el principal estado de lo que sería la nación alemana— para los obreros, bajo la denominación de *krankenkassen* («cajas de enfermos»), en 1854: las cuotas de pertenencia se deducían porcentualmente de los salarios, añadiendo los patronos una cantidad equivalente. Y la iniciativa se copió en otros estados.

Lo que hizo Bismarck fue conservar las *krankenkassen*, pero reservando al estado su supervisión y extendiendo la obligatoriedad de pertenecer a alguna de ellas. Estableció, además, un subsidio estatal equivalente al 25 por ciento de los gastos. Básicamente, este sistema se mantendría en Alemania hasta la actualidad.

En España, la asistencia médica tuvo muchas limitaciones durante el siglo XIX, reinando todavía la beneficencia (véase, en este sentido, el texto que reproduzco de Concepción Arenal). Aunque en 1883 se estableció una Comisión de Reformas Sociales, encargada de estudiar la mejora de la asistencia a los obreros, no fue hasta 1900

cuando se creó el primer seguro social, una ley de accidentes de trabajo.



Es por esto por lo que se puede considerar que 1900 es el año en el que comienza la historia de la Seguridad Social en España. Un lustro más tarde, 1905, se fundó el Instituto de Reformas Sociales y, en 1908, el Instituto Nacional de Previsión; en 1919, el Retiro Obrero y, en 1929, el Seguro de Maternidad.





### Concepción Arenal y la asistencia hospitalaria en España en el siglo XIX

Pocas personas, si es que alguna, igualaron en España a la escritora y activista social gallega Concepción Arenal (1820-1893) en lo que se refiere a preocupación por la situación de la asistencia social en el siglo XIX. Muestra de ello es el libro *La beneficencia, la filantropía y la caridad* (1861), obra premiada por la Academia de Ciencias Morales y Políticas, en la que explicaba algunos aspectos de la situación en que se encontraban los enfermos dentro de los hospitales, y del que he extraído un pasaje pertinente. Merece la pena recordar antes que en 1863 Arenal se convirtió en la primera mujer



que recibió el título de visitadora de cárceles de mujeres, cargo que ostentó hasta 1865. En 1868, fue nombrada inspectora de casas de corrección de mujeres.

*Salvas algunas excepciones, debidas a individuales esfuerzos, el estado de nuestros establecimientos de Beneficencia deja mucho que desear. Ni el local, ni las camas, ni la alimentación, ni el vestido son los que ser debieran.*

*Los locales, obra del acaso las más de las veces, o de la ignorancia, no suelen tener ninguna de las condiciones que la higiene prescribe, sobre todo cuando se trata de la fatal aglomeración de personas que en ellos se verifica.*

*Las camas no suelen tener ni la limpieza ni la comodidad y extensión que debieran; tampoco suelen estar aisladas entre sí, de modo que el enfermo presencia escenas de agonía y de muerte que deben agravar su estado.*

*El alimento, en la mayor parte de los casos, ni es de buena calidad, ni está preparado con el debido esmero; tanto, que a veces se resiste al hambre más voraz. A lo primero contribuye mucho el fatal sistema de abastecer los establecimientos benéficos por medio de contratas, cuyas condiciones no suelen cumplirse con exactitud; lo segundo es consecuencia*

*de la falta de vigilancia y de que son muchos los establecimientos que no están asistidos por las Hijas de la Caridad.*

*Si el enfermo entra en convalecencia, su suerte es poco menos triste que cuando estaba en la cama. La falta de locales separados para los convalecientes es uno de los grandes males que hay que deplorar, A ella se deben esas convalecencias, larga y penosa prolongación de la enfermedad; las recaídas y el lastimoso estado en que dejan el hospital los pobres que no tienen otro recurso que su trabajo. Si se pregunta a los que salen de los hospitales mejor asistidos, es frecuente oírles decir: «Las medicinas, bien, pero los alimentos, mal...».*

*La ración que se da en la mayor parte de los hospitales al convaleciente es escasa y de mala calidad; esta circunstancia retarda el restablecimiento y muchas veces predispone para la recaída, como lo hemos visto más de una vez.*

## Especialidades médicas

El establecimiento de modernos hospitales, más el gran desarrollo que experimentó a partir del siglo XIX la medicina, sin olvidar el efecto de la creación de sistemas de seguridad social que llegaban a prácticamente todas las capas de la sociedad, tuvo efectos muy

variados y, por supuesto, beneficiosos. Uno de ellos fue el establecer en base firme el «especialismo médico» o, expresado de la forma más habitual, las especialidades médicas.



*El otorrinolaringólogo*

Evidentemente, esas especialidades no aparecieron entonces: sin ir más lejos, la anatomía humana, los tipos de alteraciones o de enfermedades que pueden afectar a cuerpo humano, son tan diversos que, inevitablemente, terminaron apareciendo «especialistas», esto es, la medicina se dividió en «especialidades»;

durante el Renacimiento, por ejemplo, surgieron dos especialidades quirúrgicas: la obstetricia y la oftalmología.

La primera —tan antigua como la humanidad, no en vano se ocupa de lo que hace posible la continuación de la especie: ayudar a traer nuevos seres al mundo— estuvo en manos de comadronas y cirujanos hasta el siglo XVII. Y aunque no fuesen universitarios los especialistas, ello no impidió que se introdujeran importantes novedades: como la invención del fórceps, o la introducción de las cesáreas, reacción ante la observación de las estrecheces pélvicas.



*El dermatólogo*

Representativo de la fuerza con que surgió el especialismo moderno, es lo que escribió en 1841 el médico alemán Carl August Wunderlich (1815-1877), que se distinguió sobre todo por sus contribuciones a la termometría moderna:

*El especialismo es en Francia un hecho peculiar, que también aparece en Alemania, aunque sólo de forma restringida. Antes únicamente había dentistas, oculistas y hernistas, que ocupaban una posición marginal y eran mal considerados. Ahora la especialidad da prestigio y es una condición necesaria para los que quieren enriquecerse pronto y ser célebres. Significa dinero y fama. Pensar en una especialidad es la principal preocupación del joven médico parisino, llamarse «especialista» ha llegado a ser motivo de orgullo. Cada órgano tiene su sacerdote propio y se han instalado clínicas independientes y especializadas.*

Como apunté, el especialismo no puede separarse del extraordinario avance que se ha producido en la medicina desde finales del siglo XIX. La especialización es, entre otras cosas, una respuesta más o menos pasiva, inevitable, al crecimiento cuantitativo y cualitativo del conocimiento médico. Un magnífico ejemplo en este sentido es el de la *cardiología*.

Esta especialidad fue creada por un reducido grupo de clínicos (médicos que tratan y diagnostican a los pacientes; la *clínica* —del griego *kliní*, «lecho» o «cama»— es el diagnóstico realizado al pie de la cama del enfermo a través del relato de su sintomatología y de los

signos obtenidos en la exploración física) que desarrollaron nuevos conceptos sobre las enfermedades cardíacas.



*El dentista*

Hacia 1900, estas enfermedades se consideraban únicamente en términos de defectos en la estructura del corazón, como, por ejemplo, válvulas deformes. En consecuencia, tanto el corazón como el pecho se investigaban con métodos similares: auscultando (con un estetoscopio, del que ya hablé), dando golpes en el pecho (percusión) y, crecientemente, con radiografías que podían mostrar cambios en la disposición de las partes. Consecuentemente, los

médicos que se ocupaban de los trastornos cardíacos no eran especialistas sino generalistas.



*El puericultor*

Poco a poco, durante las primeras décadas del siglo XX, la situación cambió, gracias sobre todo a las investigaciones de un pequeño grupo de clínicos, con frecuencia con conexiones con la universidad, que redefinieron el concepto del corazón y de sus enfermedades, utilizando para ello los resultados obtenidos en laboratorios de fisiología experimental, no analizando los cadáveres en las salas post mórtem de los hospitales. Los músculos del corazón, explicaron

estos médicos, tienen sus propias características, en base a las cuales, y no sólo considerando su estructura, se puede comprender su funcionamiento normal o anormal.

Para profundizar, fue necesario —casi siempre lo es— desarrollar nuevos instrumentos, como el electrocardiógrafo (que ya introduje en el capítulo 6) y el electrocardiograma, modificación de otros ya utilizados en los laboratorios de fisiología. Así surgió la cardiología como especialidad (algo parecido se puede decir de la aparición de nuevas especialidades, por ejemplo, la *gastroenterología*, que se ocupa de las enfermedades del aparato digestivo).

### El sistema celular nervioso: Santiago Ramón y Cajal y la neurona

Antes de cerrar el presente capítulo voy a volver a la célula, con la que lo comencé. Un avance de extraordinaria importancia realizado dentro del ámbito de la teoría celular fue la identificación de la neurona como unidad, como el tipo de célula, del sistema nervioso, logro debido a Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), el científico de talla más universal que ha producido hasta la fecha España, un auténtico gigante de la ciencia de todos los tiempos. Y no es éste un juicio chauvinista. En una carta que escribió a Cajal el 23 de marzo de 1921, Cornelius Ubbo Ariëns Kappers, director del Instituto de Neurología de la Real Academia Holandesa de Ciencias y catedrático de Neuroanatomía Comparada de la Universidad de Ámsterdam, expresaba con nitidez lo que sus contemporáneos pensaban de él:



*Le estoy agradecido ... por haberme enviado la admirable colección de sus Trabajos.*

*No, no me falta ningún volumen y estoy muy orgulloso de que mi Instituto los haya recibido de usted mismo, el más grande neurólogo que ha existido y que probablemente jamás existirá.*

Cuando se repasa la *Patología celular* de Virchow, se encuentra, por supuesto, un capítulo (el XII) dedicado al sistema nervioso, pero el detalle de su estructura se le escapó, como a tantos otros, al patólogo de Berlín. Mejor suerte tuvo Cajal, tan genial como tenaz, que nos aportó el que todavía es modelo vigente de la estructura del sistema nervioso y los mecanismos básicos de su funcionamiento; en concreto la identificación de la neurona, la célula nerviosa que transmite información rápidamente entre partes diferentes del cerebro (estrictamente, una neurona consiste de un cuerpo celular con el núcleo y prolongaciones llamadas dendritas que reciben los mensajes; una extensión de la célula, el axón, conecta una célula a las dendritas de otra; cuando una neurona es estimulada, ondas de iones de sodio y de potasio transportan un impulso eléctrico a través del axón).

Fue Cajal un hombre extraordinario, que buscó siempre elevarse por encima de las miserias y limitaciones que lo rodearon. «Estoy asqueado de la vida vulgar. Me devora la sed insaciable de libertad y de emociones novísimas», manifestaba —lo recordó en el capítulo XXII de la primera parte de su autobiografía (*Mi infancia y juventud*,

1901)— a uno de sus compañeros de la carrera de medicina dos años antes de convertir se en médico militar en Cuba (ingresó en el Cuerpo de Sanidad Militar el 31 de agosto de 1873).



*Santiago Ramón y Cajal*

Una frase ésta que ayuda a comprender lo que fue su vida; sus aventuras de niño, su constante rebelión ante los deseos e imposiciones paternas, la vehemencia con la que se dedicó, en algunas épocas de su vida, a la gimnasia, a la pintura, al ajedrez o a la fotografía. Y, por supuesto, a la investigación científica, fuente permanente —si se dispone de la energía y originalidad suficientes—

de novedad, de «emociones novísimas». En pocos lugares, en pocas profesiones y actividades que no fueran la ciencia, si es que en alguna, podría haber encontrado Cajal, en la España que le tocó vivir, la oportunidad de satisfacer su ansia de nuevas emociones.

Pero el genio necesita hacerse, disponer de una serie de elementos. Así, es muy difícil, si no imposible, abrirse camino sin algún maestro, por modesto que éste sea. En el caso de Cajal, esos maestros fueron Aureliano Maestre de San Juan (1828-1890), que le inició en los estudios micrográficos, y Luis Simarro (1851-1921), que le enseñó el método de la impregnación cromo-argéntica, necesario para distinguir las neuronas de su entorno biológico. El que existiesen esos maestros, el que hubiese una tradición en una nación científicamente subdesarrollada como lo era entonces España, tiene que ver con la naturaleza de las ciencias biomédicas: un país puede vivir —mal— al margen de la física, de la matemática o la química, pero no de la medicina.

Asimismo, en una ciencia experimental como es la medicina, se necesitan —ya nos ha aparecido más de una vez este punto— instrumentos. En el caso de la estructura celular, microscopios poderosos, para intentar ver lo que otros no habían visto. Cajal fue pronto consciente de este problema: en una carta que escribió el 1 de enero de 1885 al jesuita Antonio Vicente Dolz, uno de sus primeros discípulos en Valencia, que entonces se encontraba en Lovaina, ampliando estudios junto al citólogo Baptiste Carnoy, se refería al problema, que era también uno de los grandes problemas de la ciencia española:

*¡Ah! ¿Quién tuviera esos magníficos objetivos a que Flemming, Strasburger y Carnoy deben sus descubrimientos! ¿Quién pudiera poseer un Seibert 1/6 o un Zeiss 1/18? Aquí desgraciadamente las facultades no tienen material y, aunque yo me empeñara en pedir uno de esos objetivos, no me lo permitiría el decano por falta de fondos. Mucho envidia más aún esa riqueza de medios técnicos de que ustedes gozan, con la que se hace cuanto se quiere. Yo tengo que resignarme con un objetivo 8 de inmersión Verick y éste gracias a que es de mi propiedad [se lo había comprado en 1877], que por la facultad no tendría más que un 5 o 6 Nachet.*

Aquel mismo año, Cajal se libró de semejante desventaja, ya que la Diputación de Zaragoza le regaló un Zeiss por el informe que preparó sobre la epidemia de cólera y la vacunación de Jaime Ferrán. En *Historia de mi labor científica*, la segunda parte de su autobiografía, escribió:

*Al recibir aquel impensado obsequio, no cabía en mí de satisfacción y alegría, gracias a tan espiritual agasajo, la culta corporación aragonesa cooperó eficazísimamente a mi futura labor científica, pues me equiparó técnicamente con los micrógrafos extranjeros mejor instalados, permitiéndome abordar, sin recelos y con la debida eficiencia, los delicados problemas de la estructura de las células y del mecanismo de su multiplicación.*

El mismo hecho que dio origen a aquel regalo, es propicio para otra consideración. La de que Cajal, el científico hispano por antonomasia, el descubridor de nuevos mundos naturales, en principio alejados de las aplicaciones prácticas, no fue ajeno al mundo más cotidiano, aquel mundo en el que se mueven, nos movemos, los humanos. Cuando pudo o se le requirió, puso su saber científico a disposición de aquel mundo. Por otra parte, está claro que los instrumentos no hablan por sí solos: el científico es algo más que el notario de un instrumento. Sin olvidar que, como dijo un filósofo: «Hay más de lo que ve el ojo». Aplicado esto al caso de los descubrimientos, quiere decir que no eran tan fáciles de «ver» por otros y, en consecuencia, de aceptar, por mucho que su entrada oficial en el mundo científico internacional viniese de la mano del gran Rudolf Albert von Kölliker (1817-1905), catedrático de Anatomía Humana y director de los Instituto Anatómicos de la Universidad de Wurzburg, quien reconoció el valor de los trabajos cajalinos en el Congreso Anatómico celebrado en Berlín en octubre de 1889.

El propio Cajal se daba perfecta cuenta de la dificultad asociada a sus trabajos (por eso eran tan importantes y novedosos). A Gustaf Retzius (1842-1919), el eminente investigador sueco, que renunció a la cátedra de Anatomía del Karolinska Institutet para dedicarse exclusivamente a la investigación, le confesaba el 28 de enero de 1900:

*La estructura cerebral humana es de una complicación enorme, mucho más grande de lo que el examen del cerebro de los mamíferos nos había hecho presumir. Y lo más grave de todo es que el cerebro adulto no permite teñir ninguna arborización nerviosa terminal (el cromato de plata o el método de Cox sólo impregnan dendritas y axones, no ramas nerviosas terminales). Aun en el niño de un mes es raro hallar arborizaciones procedentes de fibras de la sustancia blanca. No hay, pues, más remedio que combinar los resultados obtenidos en fetos (donde se ven particularmente los plexos sensoriales) con los logrados en el niño y en el adulto, aunque se corre el riesgo de tomar por definitivas no pocas disposiciones que deben cambiar mucho con la salud.*

## Proyecto del Mapa de la Actividad Cerebral

Uno de los grandes retos pendientes para la ciencia es el de comprender cómo funciona el cerebro, qué son los pensamientos, cómo tenemos consciencia de nosotros mismos, esto es, cómo es posible que un órgano, el cerebro, tenga consciencia de sí mismo. Por supuesto, se ha avanzado bastante en el conocimiento del funcionamiento del cerebro: ya sabemos mucho sobre qué regiones de él se activan cuando realizamos una u otra actividad, desde las musicales, a las lectoras, pasando por las matemáticas, emotivas y un sinnúmero de otras, pero entender el cerebro y sus productos, el pensamiento, de manera global es algo que aún no hemos

conseguido. Es ésta una tarea especialmente complicada, ya que un cerebro típico contiene unos cien mil millones de neuronas, cada una de las cuales puede establecer cerca de mil conexiones con otras neuronas, lo que significa un total de cien billones de conexiones posibles.

Recientemente, se ha dado un paso importante para intentar alcanzar esa meta. Lo anunció el presidente de Estados Unidos, Barack Obama, durante el discurso del estado de la Unión que pronunció el 12 de febrero de 2013. Hizo público entonces la próxima puesta en marcha de un proyecto para establecer un mapa de la actividad cerebral (*Brain Activity Map Project*), con el propósito de estudiar todas las señales enviadas por las neuronas y determinar cómo los flujos producidos por esas señales a través de redes neuronales se convierten en pensamientos, sentimientos y acciones. Al defender el proyecto, que presentó de forma oficial en abril del mismo año, Obama hizo hincapié en que con este proyecto se espera abrir el camino para desarrollar tecnologías esenciales que permitan comprender enfermedades como el Alzheimer y el Parkinson, al igual que para encontrar nuevas terapias para diversas enfermedades mentales. Además, señaló, «el proyecto alberga el potencial de ayudar en el avance de la inteligencia artificial».

En el plano científico, el llamamiento a favor de semejante proyecto apareció en 2012 en la revista *Neuron*, en un artículo titulado «El Proyecto del Mapa de la Actividad Cerebral y el desafío de la conectómica funcional» y firmado por seis científicos: A. Paul

Alivisatos, Miyoung Chun, George M. Church, Ralph J. Greenspan, Michael L. Roukes y Rafael Yuste, que es quien más ha impulsado la idea. Una simple mirada a los lugares de trabajo de estos autores revela lo interdisciplinar del proyecto: División de Ciencia de Materiales y Departamento de Química de Berkeley (Alivisatos), Departamento de Genética de Harvard (Church), Instituto Kavli del Cerebro y de la Mente (Greenspan), Instituto Kevin de Nanociencia y Departamento de Física del California Institute of Technology (Roukes) y Departamento de Ciencias Biológicas de Columbia (Yuste).

Este proyecto, que sigue la pauta de otro, el Proyecto Genoma Humano, del que trataré en el capítulo 16, durará años y aunque las cosas le vayan mal, los resultados que se obtengan de él marcarán una época, y de él sin duda se derivarán importantes beneficios para la medicina, en particular para combatir males como los citados alzheimer y párkinson, verdaderas plagas que asolan crecientemente a la humanidad, como consecuencia de la ampliación de la esperanza de vida.



## Capítulo 9

### Anestesia y asepsia

#### La anestesia

Aportaciones como las de la fisiología decimonónica o las de Pasteur, Koch, Virchow o Cajal, dieron lugar a una imagen más correcta del cuerpo humano, de la vida, en general, pero el siglo XIX debe ser recordado también por otro tipo de avances, extremadamente importantes.

Por una parte, están los logros realizados en la mejora de la salud pública, muchos de los cuales se debieron a reformas en las condiciones de vida (como el control de la calidad del agua y los alimentos, sistemas de alcantarillado o limpieza de letrinas, calles y acequias). Sin embargo, otros se produjeron dentro de la propia medicina, pero de la «medicina no científica», podríamos decir.

Fueron avances como los llevados a cabo por el dentista estadounidense Horace Wells (1815-1848), que en diciembre de 1844 utilizó éter, esto es, óxido nitroso (entonces denominado «gas hilarante», por los efectos estimulantes que producía), como anestésico para extraerse él mismo una de sus muelas, o el debido a John Collins Warren (1778-1856), ayudado como anestesista por el dentista William Thomas Morton (1819-1868), que el 16 de octubre de 1846, en el Hospital General de Massachusetts de Boston, realizó la primera operación con éter, tras la cual pronunció una frase célebre: «Señores, esto no es superchería».

En un libro que publicó en 1850, *On the Physiological Effects of Sulphuric Ether, and its Superiority to Chloroform* («Sobre los efectos fisiológicos del éter sulfúrico, y su superioridad con respecto al cloroformo»), Morton relató sus experiencias. Merece la pena citar algo de lo que escribió allí:

*Hace ahora casi cuatro años de la primera demostración, realizada por mí, de que la inhalación de éter sulfúrico posee la notable propiedad de eliminar el dolor durante las operaciones quirúrgicas y odontológicas y de que se realiza sin ningún riesgo para la vida. El empleo de este agente ha de ser considerado en la actualidad como un preliminar obligado en todas las operaciones o estados orgánicos en los que el dolor constituye un elemento importante. Después de realizar el primer experimento en mí mismo a mediados de septiembre de 1846, esperaba con impaciencia algún enfermo con el que poder hacer un ensayo más amplio. Una tarde vino un hombre, residente en Boston y cuyo certificado conservo, que padecía un gran dolor y deseaba que le practicara una extracción dentaria. Tenía mucho miedo a la operación y me preguntó si podía ser mesmerizado [hipnotizado]. Le dije que tenía algo mejor y, empapado mi pañuelo, se lo di a inhalar. Quedó inconsciente casi de inmediato. Estaba oscuro y el Dr. Hayden mantuvo una lámpara mientras yo le extraía una muela bicúspide firmemente arraigada. El pulso se alteró ligeramente y no hubo relajación muscular. El paciente se*

*recobró en un minuto sin saber nada de lo que se le había hecho. Sucedió esto el 30 de septiembre de 1846 y lo considero la primera demostración científica del nuevo hecho.*

No mucho tiempo después, el 19 de enero de 1847, el doctor James Young Simpson (1811-1870) utilizó, en Edimburgo, por primera vez cloroformo para aliviar los dolores de un parto. Un año después, Ignaz Semmelweis (1818-1865) descubrió una de las causas de infección de heridas en la suciedad de las manos de los médicos, introduciendo medidas antisépticas (como el lavado de manos).

## Asepsia

Todo esto estuvo muy bien, fue, de hecho, una bendición. Pero no era suficiente: las muertes en los quirófanos continuaban proliferando y esto ocurría porque se desconocía a qué se debían las consecuencias beneficiosas de aquellas medidas antisépticas. Persistía un grave problema tanto sanitario como científico. Y es que ni la ciencia puede avanzar de forma permanente —seguramente, a partir de un cierto estadio, ni siquiera durante demasiado tiempo— mediante el simple procedimiento de «prueba y error», como si los objetos de su interés fuesen misteriosas cajas negras, ni la medicina progresa realmente en manos de entusiastas y aventureros desprovistos de conocimientos científicos, ajenos a la medicina como ciencia experimental que defendía Bernard. Y en este punto es obligado referirse al médico inglés Joseph Lister (1827-1912).

Conocedor de los estudios que Pasteur llevó a cabo durante la primera mitad de la década de 1860 sobre la fermentación y de su descubrimiento de que el aire puede transportar bacterias que producen infecciones en heridas, pero no disponibles todavía los de Koch sobre el papel de las bacterias como fuente de infección en las heridas, Lister convirtió la gangrena de los miembros en el primer ejemplo de fermentación patológica en el hombre, estableciendo así un vínculo entre la putrefacción de la carne necrosada y los gérmenes externos descubiertos por el francés. Provisto de ese poderoso y liberador instrumento que es siempre el conocimiento, Lister encontró un eficaz remedio contra la gangrena: experimentó con éxito con ácido fénico, pulverizándolo en la sala de operaciones y aplicando curas de pomada fenicada, con el fin de destruir los microorganismos que infectaban el campo operatorio (su primer gran logro tuvo lugar en agosto de 1865, en la operación de una fractura compuesta). Poco después, en 1866, Ernst von Bergmann (1836-1907) empleó por primera vez la técnica de Lister, esterilizando por vapor los guantes y ropas del cirujano al igual que de las de sus ayudantes e instrumentos empleados.

El dominio de Lister fue sobre todo el hospital, y no el del laboratorio científico propiamente dicho (sus aportaciones a la naturaleza de los procesos contagiosos no fueron, desde el punto de vista de la ciencia básica —en la medida en que tenga sentido aquí este término—, grandes). Aun así, cuando se leen algunos de sus escritos, queda claro que el lenguaje, preocupaciones y estudios de Lister distan de los procedimientos seguidos por los Wells, Morton,

Simpson y compañía. «En el curso de una amplia investigación acerca de la inflamación y de los estados normales y patológicos de la sangre con ella relacionados —podemos leer justo al comienzo de uno de esos escritos (*On the Antiseptic Principle of the Practice of Surgery* [«Sobre el principio antiséptico de la práctica de la cirugía»], 1867)—, llegué, hace varios años, a la conclusión de que la causa fundamental de la supuración de las heridas es la descomposición producida por la influencia de la atmósfera en la sangre o suero que retiene, y en el caso de las heridas contusas, en las porciones de tejido destruidas por la agresión.» Y más adelante, en una frase que difícilmente habría sido escrita antes de que se hubiesen desarrollado las técnicas de análisis microscópico y las ideas que surgieron de ellas: «El primer objetivo del tratamiento ha de ser la destrucción de todos los gérmenes sépticos que hayan podido penetrar en la herida, tanto en el momento del accidente como durante el tiempo transcurrido desde entonces».

Pero, fuesen o no importantes sus aportaciones, le consideremos o no un científico, sería imposible minimizar su contribución, al igual de sus precursores que he mencionado. Baste recordar que antes de ellos, entrar en un quirófano era en un importante porcentaje de casos casi despedirse de la vida. Tras aquellos pioneros, dentistas o cirujanos, la mortalidad operatoria, que antes de ellos se cifraba en torno al 50 por ciento, descendió a un 6 por ciento, mucho para nuestros estándares actuales, prácticamente nada para lo que nuestros antepasados estaban acostumbrados, sin olvidar que los

que sobrevivían habían tenido que soportar horribles carnicerías, con dolores terribles, a las que los anestésicos pusieron también fin.

## Capítulo 10

### Física y medicina

En el capítulo 7, a propósito de la fisiología decimonónica, especialmente de Hermann von Helmholtz, nos apareció la cuestión de la relación entre medicina y física, una conexión no sorprendente ya que la medicina —que es ciencia, técnica y arte— es una disciplina plural, que necesita el recurso de otras materias. En este capítulo me ocuparé de algunas de esas relaciones, una de ellas, los rayos X, particularmente importante, en tanto que abrió posibilidades antes inimaginadas a la medicina: la de observar el interior del cuerpo humano sin actuar sobre él mediante incisiones.

#### Galvani, Volta y la pila eléctrica

Un momento de importancia transcendental en la historia tanto en el campo de la electricidad como del magnetismo, aunque aparentemente se pensó que afectaba sólo al primero, se produjo en 1800, cuando el físico italiano Alessandro Volta (1747-1827) presentó un aparato que producía corriente eléctrica de manera continua y no mediante descargas como con la botella de Leiden o con las máquinas electrostáticas propias del siglo XVIII. Pero antes de hablar de Volta, es preciso hacerlo de otro científico, no de un físico sino de un médico —por eso trato de esta cuestión—, Luigi Galvani (1737-1798).

Galvani desarrolló la mayor parte de su carrera ejerciendo de profesor de Anatomía en la Universidad de Bolonia, la misma donde

había estudiado. Si su nombre ha pasado a los anales de la historia de la ciencia, incluso a los del lenguaje común a través del, ya apenas utilizado, término *galvanismo*, es gracias a unos experimentos sobre contracciones musculares que realizó utilizando ranas. No fue él, sin embargo, el primero que se interesó por el tema de las contracciones musculares: con anterioridad la introducción de la botella de Leiden produjo descargas eléctricas más poderosas que facilitaron demostraciones —entretenimientos en los salones ilustrados con frecuencia— en las que esas descargas se empleaban precisamente para producir contracciones musculares. De hecho, siete años antes de que Galvani publicase el libro en el que presentó sus resultados, esto es, en 1784, un autor de la revista *Journal de Médecine* afirmaba que la estimulación eléctrica de nervios y músculos era «demasiado conocida como para dar cuenta de ella aquí».

En 1786, mientras estudiaba la influencia de la electricidad en la irritabilidad de los nervios de animales, Galvani observó que cuando los nervios lumbares de una rana muerta se comunicaban con los músculos crurales por medio de un circuito metálico, éstos se contraían violentamente. Sabedor al menos desde 1780 de que la electricidad de las máquinas eléctricas producía conmociones análogas sobre ranas muertas, Galvani atribuyó el fenómeno que observó en 1786 a la existencia de una electricidad inherente a la vida, una *electricidad animal* que en su opinión era «producida por la actividad del cerebro, y extraída muy probablemente de la sangre» y transmitida a los músculos a través de un fluido eléctrico, como



manifestó en un libro (escrito en latín y publicado en 1791) en el que Galvani dio a conocer sus resultados y propuestas: *Viribus electricitatis in motu musculari* («Comentario sobre los efectos de la electricidad en el movimiento muscular»).



*Volta y la pila eléctrica*

Las tesis de Galvani fueron criticadas por Volta, un profesor de Física de la Universidad de Pavía, que advirtió que las contracciones musculares eran más mucho más energéticas cuando el vínculo entre las dos partes de la rana estaba formado por dos metales unidos. Dedujo, en consecuencia, que la electricidad se producía en el

contacto entre ambos metales y que las partes animales no desempeñaban más papel que el de conductores, sirviendo al mismo tiempo como detectores de electricidad, una especie de electros copios, muy sensibles.

En base a esta idea, Volta construyó un «generador de electricidad» completamente diferente a la botella de Leiden; se componía de una serie de discos apilados unos sobre otros en el orden siguiente: un disco de cobre, otro de zinc, una rodaja de paño empapada en agua acidulada, luego un disco de cobre, otro de zinc, una nueva rodaja de paño y así sucesivamente en el mismo orden, cuidando de sostener los discos mediante tres cilindros aislantes de vidrio. Se trataba de un instrumento revolucionario, ya que producía corriente eléctrica de manera continua, no mediante descargas, y ello abrió de par en par las puertas al estudio de los fenómenos eléctricos. En más de un sentido se puede y debe decir que la ciencia del siglo XIX, uno de cuyos pivotes fue la física de la electricidad y el magnetismo, comenzó —o se hizo posible— con la batería de Volta, el primer generador electroquímico. Sin la pila (o batería) de Volta, el danés Hans Christian Oersted (1777-1851) no habría descubierto en 1820 que la electricidad afecta al magnetismo, abriendo así el camino que seguirían, entre otros, Michael Faraday (1791-1867) y James Clerk Maxwell (1831-1879), para producir la electrodinámica, que mostraba la profunda unidad entre electricidad y magnetismo. Gracias a semejantes aportaciones, fue posible establecer comunicaciones electromagnéticas entre

cualquier punto de la Tierra, además de desarrollar todo tipo de nuevas tecnologías. El mundo, en definitiva, cambió.

## Los rayos X

Los rayos X fueron observados por primera vez el 8 de noviembre de 1895 por un físico alemán, Wilhelm Konrad Röntgen (1845-1923). Fue mientras ocupaba la cátedra de Física Experimental de la Universidad de Wurzburg cuando logró pasar a la historia. En el curso de investigaciones que estaba realizando sobre un tipo de radiación llamada «rayos catódicos», el 8 de noviembre de 1895 Röntgen encontró una nueva —y misteriosa, pues podía atravesar cuerpos opacos— radiación, a la que bautizó como «rayos X», ya que ignoraba su naturaleza. El 28 de diciembre presentaba el manuscrito de la primera de las tres comunicaciones que preparó a la Sociedad Física y Médica de Wurzburg: «Sobre un nuevo tipo de rayos».

El 1 de enero de 1896 ya disponía de separatas, que envió, junto a copias de sus famosas fotografías, en especial, la fotografía de la mano de su esposa (tomada el 22 de diciembre), a los principales científicos europeos. En una entrevista que concedió a un periodista, Röntgen dio algunos datos relacionados con su descubrimiento, que merece la pena reproducir:

*Desde hace ya bastante tiempo venía interesándome por los rayos catódicos, en la forma en que habían sido estudiados por Hertz y especialmente por Lenard: en un tubo de vacío. Con gran interés había seguido sus*

*experimentos, así como los de otros físicos y me había propuesto realizar yo mismo algunos ensayos al respecto en cuanto tuviera tiempo. A fines del mes de octubre de 1895 lo conseguí. No hacía mucho que había comenzado con mis ensayos, cuando observé algo nuevo. Trabajaba con un tubo de Hittorf-Crook envuelto completamente en un papel negro. Sobre la mesa, al lado, estaba colocado un pedazo de papel indicador de platinocianuro de bario. Hice pasar a través del tubo una corriente y noté una curiosa línea transversal sobre el papel...*

*El efecto era tal que, con arreglo a las ideas de entonces, solamente podía resultar de la radiación de la luz. Pero era totalmente imposible que la luz proviniera de la lámpara, puesto que, indudablemente, el papel que la envolvía no dejaba pasar luz alguna, ni siquiera la de una lámpara de arco.*

Habida cuenta de las propiedades de los rayos X, no debería sorprender a nadie que la nueva radiación atrajese inmediatamente la atención de los médicos. Tres meses después del descubrimiento de Röntgen, el 7 de febrero de 1896, en Montreal, John Cox realizaba la primera publicación de una aplicación médica: la localización de una bala en la pierna de un paciente, que no había podido ser identificada quirúrgicamente. Un año después, en 1897, se fundaba en Londres una Roentgen Society, con una revista, *Transactions of the Roentgen Society*, que en 1904 adoptó el nombre

de *The Journal of the Roentgen Society*, que en 1928 se integró en una nueva publicación, *The British Journal of Radiology*, órgano del Instituto Británico de Radiología, organización que muestra que el proceso de institucionalización de estas disciplinas físico-médicas estaba en marcha (en 1963 se creaba la Organización Internacional de Físicos Médicos).

El que se descubriese una radiación que permitía observar el interior de un cuerpo significó una de las mayores contribuciones de todos los tiempos a la medicina, pero hubo que perfeccionar la técnica ya que la baja sensibilidad de las películas fotográficas de que se disponía en los primeros tiempos de la introducción de los rayos X en medicina hizo que se llegasen a necesitar hasta más de diez minutos de irradiación. Y para mejorarla se necesitaron profesionales de otras disciplinas, de físicos e ingenieros especialmente. Volveré a estas cuestiones en el capítulo 15.

Los rayos X abrieron el reino de las imágenes en la medicina, un reino que cada vez tuvo más ciudadanos, nacidos en uno de sus feudos, el de la física. La radiología dental fue una de las primeras disciplinas médicas que introdujo de manera sistemática los rayos X en sus prácticas. Importante en este sentido fue el artículo que William Morton leyó el 24 de abril de 1896 en la Sociedad Odontológica de Nueva York, en el que mostró radiografías en las que se veían las raíces, rellenos y cámaras dentales, localizándose fácilmente las infecciones.

Naturalmente, usos específicos de los rayos X imponían condiciones a los aparatos que los producían, tarea en la que se necesitaban

profesionales y empresas, como Newton & Wright, LT D, de Londres, que producía equipos de rayos X para usos dentales, utilizando, entre otros, los tubos diseñados por William Coolidge en los laboratorios de investigación de General Electric en Schenectady (Nueva York), que dio a conocer en un artículo que publicó en diciembre de 1913 en *Physical Review*. De esta manera, la difusión de la utilización de las técnicas radiológicas condujo también al desarrollo de la protección radiológica.

Parece que el primer tratamiento de un cáncer que tuvo éxito utilizando rayos X se llevó a cabo en 1899, cuando una mujer con una lesión cutánea nasal fue tratada por Thor Stenbeck en Estocolmo. La literatura médica de comienzos del siglo XX contiene muchas historias clínicas similares de tratamientos que tuvieron éxito, pero siempre de tumores superficiales. El problema era el escaso poder de penetración de los haces de rayos X de que se disponía, un problema que únicamente se podía resolver mediante desarrollos técnicos. Desarrollos como los generadores electrostáticos construidos en Estados Unidos a partir de 1928 por Robert van de Graaff. Estos gigantes pronto alcanzaron los 80 kV de potencia y en 1931 se llegó a los 750 kV; por otra parte, utilizando dos esferas, se podía conseguir una diferencia de potencial de 1,5 MV (1 MV=1.000 kV; 1 kV=1.000 voltios). En 1937 ya existían generadores de Van de Graaff de cerca de cinco metros de altura, que alcanzaban los cinco millones de voltios (MV). El primer acelerador de Van de Graaff para usos clínicos (generaba rayos X de

entre 1 y 2 MV) se instaló en 1937 en el Huntington Memorial Hospital de Boston.

### La radiactividad y la medicina

Las noticias del descubrimiento de los rayos X circularon con rapidez por todo el mundo, científico al igual que social. Las evidentes aplicaciones médicas de la nueva radiación contribuyeron mucho a la popularidad que enseguida adquirieron (antes de un año algunos hospitales ofrecieron servicios de radiología). Así, en un libro que publicó en 1911 (*The Progress of Physics During 33 Years, 1875-1908*), Arthur Schuster, director del Laboratorio de Física de la Universidad de Manchester:

*Se puede imaginar el interés que suscitó en el mundo científico el descubrimiento y la sensación que creó en todas partes; pocos fueron los laboratorios en los que no se intentó enseguida repetir el experimento... Casi inmediatamente, la posibilidad de aplicaciones prácticas atrajo al público y muy especialmente a la profesión médica. Estaba claro que se tenía un método de gran utilidad para el diagnóstico de fracturas complicadas, o para localizar cuerpos extraños. Para mí, esto tuvo una consecuencia desafortunada. Mi laboratorio se vio inundado por médicos que traían a sus pacientes de los que se sospechaba que tenían agujas en distintas partes de sus cuerpos y, durante una semana, tuve que emplear*

*la mayor parte de tres mañanas en localizar una aguja en el pie de una bailarina de ballet.*

El 5 de marzo, la agencia de noticias *Wiener Presse* transmitía la historia del descubrimiento y el día 6 la información circulaba por todo el mundo. El corresponsal del *London Daily Chronicle* en Viena, por ejemplo, enviaba a su redacción el siguiente texto: «Los rumores de una alarma de guerra no deben distraer la atención del maravilloso triunfo de la ciencia que acaba de comunicarse en Viena. Se anuncia que el profesor Röntgen de la Universidad de Wurzburg ha descubierto una luz que, al efectuar una fotografía, atraviesa la carne, el vestido y otras sustancias orgánicas». Hasta el propio káiser Guillermo II le solicitó una demostración en la corte, que Röntgen efectuó el día 13 de ese mes.

En Francia la noticia también se conoció pronto, en los periódicos al igual que en instituciones como la prestigiosa Académie des Sciences, que dedicó su reunión del 20 de enero de 1896 a estudiar el tema. En esta sesión, dos médicos, Oudin y Barthélemy, presentaron una fotografía que habían tomado de los huesos de una mano utilizando rayos X. El principal detalle en el que se hizo hincapié en aquella reunión es que los rayos X parecían estar asociados, de alguna manera, a sustancias fosforescentes (aquellas sustancias que radian, que brillan, cuando son iluminadas).

Uno de los que asistieron a la sesión de la Académie des Sciences del 20 de enero fue Henri Becquerel (1852-1908), el tercero de una familia de físicos. Miembro de la academia desde 1889, al igual que



lo habían sido su padre y su abuelo, Becquerel era entonces catedrático de Física en el Museo de Historia Natural de París. Interesado por las noticias que se comunicaron allí sobre los hallazgos de Röntgen y disponiendo como disponía en el museo de sales de uranio (su padre, Edmond Becquerel, había trabajado con varios compuestos de uranio, como el nitrato y el silicato de uranio, el sulfato doble de uranio y potasio o el fluoruro doble de uranio y potasio) que mostraban propiedades fosforescentes, recurrió a ellas para ver si producían rayos X. El 24 de febrero, es decir poco más de un mes después de la reunión de la academia, y casi cuatro del descubrimiento de Röntgen, Becquerel presentaba su primera comunicación a la Académie des Sciences: «Sobre las radiaciones emitidas por fosforescencia». En ella sostenía que los rayos emitidos por el sulfato doble de uranio y potasio, una sustancia fosforescente, impresionaban, a través de una espesa envoltura de papel, una placa fotográfica. Parecía, efectivamente, que la fosforescencia iba acompañada de rayos X. Sin embargo, una semana más tarde, el 2 de marzo, la Académie des Sciences recibía otra comunicación de Becquerel, esta vez con un contenido mucho más sorprendente. El día 26 de febrero se había visto obligado a interrumpir sus experiencias con las sales de uranio debido a que estaba nublado y no salió el Sol. Como tenía la placa fotográfica protegida por una envoltura y la sal de uranio preparada, las guardó en un cajón, esperando que el día siguiente saliese el Sol y pudiese exponer la sal a su luz. Como el tiempo no cambió en varios días, el 1 de marzo Becquerel optó por revelar la placa fotográfica,

esperando encontrar imágenes débiles. Sorprendentemente, encontró siluetas muy fuertes. Sin la intervención de la luz solar, sin ninguna fosforescencia visible, el compuesto de uranio había emitido una radiación capaz de impresionar la placa. Por qué era algo que Becquerel desconocía, pero había descubierto la radiactividad, esto es, la capacidad que tienen algunos elementos químicos (como el uranio) de emitir radiaciones, de manera continua, aparentemente sin límite.

A pesar de lo que estemos tentados de pensar, más de un siglo después, en su momento el descubrimiento de Becquerel no atrajo excesiva atención; los rayos X seguían en la cresta de la ola de la popularidad. La persona responsable de que todo esto cambiase fue una mujer de origen polaco, Marie Sklodowska-Curie (1867-1934). Junto a su esposo, Pierre Curie (1859-1906), entonces profesor de Física en la École Municipale de Physique et de Chimie Industrielles de la ciudad de París, encontró en 1898 dos nuevos elementos radiactivos, más radiactivos que el uranio, el polonio y el radio, este último particularmente poderoso en lo que se refiere a sus propiedades radiactivas.

Los efectos biológicos del radio fueron observados muy pronto, al menos en 1900, en Alemania, por, de manera independiente, Friedrich Giesel y Friedrich Walkoff, que se expusieron ellos mismos a radiación del radio. Si tenemos en cuenta la relación que los orígenes de la radiactividad tuvieron con los rayos X y el interés y la profusión con que estos rayos fueron estudiados y utilizados por médicos de todos los países, no resulta extraño que la radiactividad

recibiera también rápidamente atención en el mundo médico. Pierre Curie se interesó enseguida por los resultados de Giesel y Walkoff y, en 1901, publicaba un artículo conjunto con Henri Becquerel sobre «La acción fisiológica de los rayos del radio». Merece la pena reproducir algunos pasajes de este trabajo: «Los rayos del radio actúan enérgicamente sobre la piel —señalaban Curie y Becquerel—, el efecto producido es análogo al que resulta de la acción de rayos de Röntgen». E inmediatamente reconocían su deuda con los dos científicos alemanes: «Se debe a los señores Walkoff y Giesel las primeras observaciones de esta acción». «El señor Giesel —continuaban— ha colocado sobre su brazo, durante unas horas, bromuro de bario radiactivo rodeado de una hoja de celuloide. Los rayos que actúan a través del celuloide han provocado sobre la piel un ligero enrojecimiento. Dos o tres semanas más tarde, el enrojecimiento aumentó, produciéndose una inflamación y terminando por caerse la piel.» Y en este punto hacían referencia a sus propias experiencias:

*El señor Curie ha reproducido sobre él mismo la experiencia del señor Giesel, haciendo actuar sobre su brazo, a través de una hoja delgada de gutapercha, y durante diez horas, cloruro de bario radiactivo, de actividad relativamente débil (la actividad era cinco mil veces la del uranio metálico). Tras la acción de los rayos, la piel se ha enrojecido sobre una superficie de seis centímetros cuadrados; la apariencia es la de una quemadura, pero la piel apenas duele. Al cabo de unos días, el enrojecimiento, sin extenderse, aumenta de*

*intensidad; a los veinte días, se forman costras, después una llaga que se ha curado utilizando apósitos; a los cuarenta días, la epidermis comenzó a regenerarse por los bordes, llegando al centro, y cincuenta y dos días después de la acción de los rayos, queda todavía una especie de llaga, que toma un aspecto grisáceo, indicando una mortificación más profunda.*

Hacia 1904, la atención que la clase médica gala —y de la mayoría de los países en los que la ciencia era objeto de alguna atención— prestaba a la radiactividad como posible instrumento terapéutico iba en aumento.



En la Facultad de Medicina de París, A. Darier dictó un curso sobre «Las aplicaciones médicas del radio», en el que señalaba: «Me puse inmediatamente a estudiarlo [el radio] y tuve mucha suerte en encontrarme con un caso que me mostró el poder analgésico tan marcado de las sustancias radiactivas. Tenía en tratamiento desde hacía quince años a un paciente afectado de un cáncer de párpado que, a pesar de todas las operaciones y de todos los tratamientos, había terminado por destruir completamente el ojo y toda la cavidad orbital. Esta enfermedad le acarreaba grandes sufrimientos durante el día y la noche, que nada podía calmar». Tuvo entonces Darier la idea de aplicar (según él fue el primero en dar tal paso) «sobre la superficie ulcerada una capa de polvo ligeramente radiactivo, y grande fue mi sorpresa cuando me enteré, al día siguiente, que el enfermo había pasado un noche excelente y que había podido comer y beber sin sufrir atrozmente como antes». Al cabo de tres semanas, en las que Darier continuó aplicando dosis de radio cada vez más fuertes, a pesar de que los dolores antiguos volvieron y, además, la enfermedad había seguido su curso progresivo, continuó con tratamientos similares en otros casos, llegando finalmente a la conclusión de que el radio tenía efectos analgésicos y que ante él se abría un nuevo mundo médico por explorar. De hecho, prometía que a lo largo de su curso abordaría cuestiones como inhalaciones radiactivas en ciertas afecciones de laringe y de pulmón, inyecciones subcutáneas o intravenosas de soluciones radiactivas o de la absorción de polvos radiactivos. Posibilidades cuyo sólo pensamiento ahora, más de un siglo después, nos hacen temblar.

En cualquier caso, lo que está claro es que Darier no fue el único, ni seguramente tampoco el primero en adentrarse en el universo del tratamiento de enfermedades, cánceres en particular, empleando sustancias radiactivas. Las páginas de los primeros tomos de una revista que se fundó dedicada exclusivamente a la radiactividad, *Le Radium*, están llenas de informaciones —y de fotografías— en semejante dirección. Estudios sobre, por ejemplo, «Un caso de epiteloma vegetativo de la región temporo-maxilar curado por la radioterapia», «Acción del radio sobre algunos tumores particulares: tratamiento de un cáncer epitelial de oreja» (firmado por Robert Abbe, un médico del Hospital Saint-Luke de Nueva York), «Acción del radio sobre el sistema nervioso central» (H. Obersteiner, Viena), «Las sales del radio en el cáncer», «Ensayos terapéuticos con el radio y algunas sustancias fluorescentes». Incluso se pueden encontrar noticias sobre «La generación espontánea bajo la influencia del radio», en la que se informaba que un investigador del Laboratorio Cavendish de Cambridge, Burke, pretendía haber demostrado la posibilidad de engendrar artificialmente vida, tras exponer a la acción del radio una solución de gelatina de vaca. No obstante, en general era la utilización del radio para combatir cánceres la que acaparaba una gran parte de la información y análisis médicos aparecidos en la revista francesa.

No es extraño, en semejante atmósfera, que también se ofreciesen, en anuncios, productos radiactivos con supuestas ventajas médicas. Así, el Laboratoire Pharmaceutique du Radium del Dr. A. Jabon, de París, anunciaba la preparación de medicamentos radiactivos, como

quininas, mercurio, vaselina, lanolina, glicerina o pomada radiactivadas. «Todos nuestros productos radiactivados —se manifestaba— contienen radio; conservan indefinidamente sus PROPIEDADES RADIATIVAS y difieren esencialmente de sustancias RADIATIVADAS que pierden rápidamente su actividad.» Como no podía ser menos, comenzaron a proliferar los libros dedicados a los aspectos médico-terapéuticos del radio. Libros como, por citar un ejemplo, el de Dawson Turner, *lecturer* de Física Médica en el Surgeons' Hall de Edimburgo y *fellow* (miembro) de la Royal Society de Edimburgo, *Radium, its Physics and Therapeutics* (1911), en el que se pasaba revista a una larga serie de tratamientos e historiales concretos en los que se había aplicado radio, en males como neuralgias, reumatismos gonorreicos, glándulas turberculosas, linfomas, artritis reumáticas, úlceras en corneas o afecciones catarrales.

Aunque no todas las enfermedades a las que se aplicaba o intentaba aplicar sustancias radiactivas (el radio especialmente) eran cánceres, era este mal el que protagonizaba, y protagonizaría con intensidad creciente en el futuro, la «terapia médica radiactiva». Se trataba de aplicar sustancias que contuviesen radio sobre superficies con tumores malignos o benignos, con el propósito de disminuir su tamaño o eliminarlos completamente, en base a la capacidad energético-destructiva de esas sustancias. Y, efectivamente, desde el principio la utilización del radio mejoró sustancialmente la calidad de vida de muchos pacientes, como atestiguan las muchas fotografías que ilustraban los artículos y

libros a los que me acabo de referir, estableciéndose de esta manera una nueva disciplina médica, la radioterapia.

La popularidad del radio como panacea cuasiuniversal continuó durante las tres primeras décadas del siglo XX. Entre los «milagros» que se adjudicaba al radio, se encontraban cremas faciales que contenían radio y que prometían rejuvenecer el cutis o baños de radio que devolverían el vigor perdido. Pero semejantes promesas terminaron por conducir a grandes desencantos y acusaciones. En Estados Unidos, un suceso contribuyó notablemente a ello. En 1925, un tal William Bailey, que utilizaba fraudulentamente el título de «Doctor», patentó y promovió un producto llamado «Radithor», que estaba compuesto de agua mezclada con radio, estrictamente, una solución que contenía dos isótopos del radio, el Ra-226 y el Ra-228 (más tarde denominado mesotorio), que pretendía curar «la dispepsia, la presión arterial elevada, la impotencia y más de otras ciento cincuenta enfermedades endocrinológicas». Fuesen cuales fuesen sus virtudes, lo cierto es que el Radithor era letal en grandes cantidades, como se demostró algún tiempo después, cuando un millonario (y campeón de golf aficionado) de nombre Eben Byers comenzó a tomarlo en 1927, bajo la recomendación de un médico, para tratar un dolor crónico en uno de sus brazos. Inicialmente, Byers manifestó que se sentía rejuvenecido, pero en 1932, después de haber consumido entre mil y mil quinientas botellas de Radithor, Byers falleció, víctima de una anemia severa, pérdida de peso, destrucción masiva de los huesos de su mandíbula, cráneo y en general esqueleto y disfunciones en el riñón. La tragedia fue aireada



por la prensa y la Food and Drug Administration (agencia encargada de asuntos alimenticios y medicinales) comenzó a tomar cartas en el asunto.

De hecho, se podía y debía haber actuado antes. En efecto, durante la primera guerra mundial, el radio fue utilizado extensivamente en pinturas para esferas luminosas de relojes e instrumentos militares. La técnica empleada (desarrollada por primera vez en Alemania en 1908) era la siguiente: se utilizaban cristales de sulfuro de zinc mezclados con sales de radio; las partículas alfa que emiten estas últimas en sus desintegraciones radiactivas chocan con las moléculas de los cristales de sulfuro de zinc, produciendo emisión de luz. Era esta luminosidad la que permitía «ver en la oscuridad».

En Estados Unidos, esta técnica fue introducida en 1913 y, cuando la nación entró, en 1917, en la primera guerra mundial se empleó de manera generalizada. Una de las principales factorías que suministraban estos materiales se encontraba en Orange, Nueva Jersey. Tenía cientos de empleados, la mayoría mujeres muy jóvenes, que habitualmente mojaban en sus labios los pinceles que empleaban para pintar con la mezcla radiactiva. En consecuencia, sin darse cuenta, ingirieron cantidades pequeñas pero significativas de radio. Entre 1922 y 1924, nueve de aquellas mujeres murieron, después de haberseles diagnosticado lesiones como necrosis de la mandíbula y anemia. Las investigaciones que se emprendieron ya señalaron la ingestión de sustancias radiactivas como la causa más probable de las muertes. Y todo esto había ocurrido antes del fallecimiento de Eben Byers.

La época dorada del radio como panacea médica fue, de esta manera, terminando. Incluso en lo que se refiere a tratamientos más razonables. Hoy sabemos, por ejemplo, que la radiación que penetra en los tejidos de personas sometidas a tratamientos con radiactividad es principalmente la de los rayos gamma que emiten sustancias radiactivas. Por eso, cuando se dispuso de otros elementos radiactivos, menos dañinos en general que el radio, pero que también emitían rayos gamma, como el cesio-137 (que se obtiene a partir de ciertas reacciones nucleares), el empleo del radio para el tratamiento del cáncer disminuyó drásticamente, hasta su práctica desaparición. Volveré a estas cuestiones en el capítulo 15.

Me he detenido en los anteriores ejemplos porque sirven para que comprendamos que es peligroso utilizar, sin más, sin experimentar cuidadosamente antes, nuevos descubrimientos científicos en el ámbito médico. Aun así, las posibilidades que se atisbaban para la radiactividad produjeron al menos una buena consecuencia: la creación, en París, de un instituto dedicado específicamente a la radiactividad y la medicina.

El establecimiento de este centro tuvo sus orígenes en el Instituto Pasteur. En 1907, éste recibió un importante legado, treinta millones de francos-oro del industrial Daniel Iffla Osiris. Inmediatamente, en 1908, el doctor Émile Roux, director del Instituto Pasteur, planteó a la junta directiva del instituto el que se ofreciese a Marie Curie el laboratorio bien equipado que ella y su marido siempre habían deseado; al fin y al cabo, el radio parecía ser muy útil para combatir el cáncer. Esta oferta determinó al

presidente de la junta de gobierno de la Universidad de París, Louis Liard, vicerrector de la propia universidad, a proponer en diciembre de 1909 a Roux que el proyecto fuese común para las dos instituciones, un proyecto que él expresaba en los términos siguientes: construir juntos un laboratorio destinado a la «investigación de fenómenos radiactivos y al estudio de las aplicaciones de estos fenómenos a la enfermedad».

Las autoridades de la Sorbona argumentaban que la universidad tenía desde hacía tiempo la idea de ofrecer a los Curie un laboratorio bien dotado, pero que había sido imposible hasta entonces. Lo que está, desde luego, claro es que al saber de la oferta a Marie del Instituto Pasteur, la universidad sintió el temor a perderla y actuó, por primera vez, en consecuencia. Por su parte, el Instituto Pasteur recibió bien la propuesta, pero modificó un tanto la idea, en el sentido de que fuese más de uno el laboratorio creado. Finalmente, se llegó a la decisión de crear un Instituto del Radio con dos laboratorios, uno, dedicado a la investigación física, que dirigiría Marie Curie, estaría asociado a su cátedra en la Sorbona y, consecuentemente, dependería de la Facultad de Ciencias, y otro que se ocuparía de la investigación biológica y médica, que controlaría el Instituto Pasteur, y que también estaría asociado a una cátedra universitaria. Según el acuerdo, cada institución aportaría una cantidad económica determinada: doscientos mil francos la universidad, que también suministraría el terreno (el lugar que se fijó fue en una esquina de la *rue* Ulm y la *rue* Pierre Curie, sobre unos terrenos que la universidad acababa de adquirir),

y cuatrocientos mil francos el Instituto Pasteur. Los dos departamentos se edificarían uno al lado del otro.

La construcción del laboratorio destinado a la investigación biológica y médica del Instituto del Radio, o «Pabellón Pasteur», comenzó en 1911, terminando justo antes del inicio de la primera guerra mundial. Antes, el 1 de octubre de 1913, se nombró director a Claudius Regaud, un médico de Lyon que había trabajado en rayos X y que era autor de importantes trabajos sobre el efecto de los rayos X y el radio en tejidos vivos.

En cuanto al «Pabellón Curie», o «Departamento de Física General y Radiactividad», la construcción comenzó en 1912 y no estaba totalmente terminado cuando se inició la guerra. Sin embargo, no tuvo Marie que esperar al término de la contienda para instalarse en su nuevo laboratorio: el traslado tuvo lugar en 1915. Aquellos laboratorios sobreviven hoy en el Instituto Curie, uno de los centros europeos más importantes en la investigación del cáncer. Sus tareas se dedican sobre todo a: (1) comprender los mecanismos y desarrollo del cáncer; (2) desarrollar técnicas de diagnóstico y terapias innovadoras; y (3) facilitar el paso de los conocimientos básicos a las aplicaciones médicas (lo que se conoce como *medicina traslacional*).

## Capítulo 11

### ¿Una medicina para el alma? Freud y el psicoanálisis

Dudo que haya existido alguna persona que no haya soñado, que no haya experimentado esa manifestación de un mundo interior, fuera del dominio de los procesos físicos y fisiológicos de los que tenemos consciencia, que son los sueños. Un mundo, por consiguiente, *subconsciente*. Y no se trata sólo de sueños, porque también están comportamientos que no sabemos explicar por causas fisiológicas, del tipo de fobias o filias desmesuradas o desequilibrios mentales. Conocidos como eran, los trastornos del comportamiento se explicaban en el pasado de diversas maneras. En Grecia, por ejemplo, al desequilibrio de los «humores»: el exceso de bilis amarilla se manifestaba en las manías y el de la negra conducía, como expliqué en el capítulo 2, a la depresión (*melancolía*). En diferentes creencias religiosas se sostenía que las alteraciones de conducta se debían a la presencia de malos espíritus (demonios) y se utilizaban procedimientos como el exorcismo para expulsarlos. A falta de medios más eficaces, musulmanes y cristianos acudieron a la reclusión en hospitales y, en caso de necesidad, al aislamiento y los grilletes. Y en el siglo XVIII fue frecuente recurrir a administrar belladona, acónito y opio. A comienzos de la siguiente centuria las cosas empezaron a cambiar algo, como manifiesta el título de un libro escrito por Philipp Pinel (1745-1826), médico de la Salpêtrière, un hospital de París construido en el siglo XVII: *Traité medico-philosophique sur l'aliénation mentale ou la manie* («Tratado médico-

filosófico sobre la alienación mental o la manía»), en el que se definía la enfermedad mental como aquella enfermedad que no se podía explicar por una causa orgánica. Algo más tarde, en 1808, un médico alemán, Johann Christian Reil (1759-1813), creó la palabra *psiquiatría* para describir la especialidad que se debía ocupar de esos males.

La construcción científica de las enfermedades mentales no comenzó hasta fines del siglo XIX. Dos médicos destacan en esa construcción: Emil Kraepelin (1856-1926) y Sigmund Freud (1856-1939). No fueron, sin embargo, sus respectivas orientaciones las mismas: Kraepelin se movió en el dominio de la psiquiatría y Freud en el del psicoanálisis, que él mismo creó. Pero aun reconociendo la importancia de la psiquiatría, disciplina que se caracteriza sobre todo por buscar la causa orgánica de la enfermedad mental, y que más que curación persigue limitar mediante fármacos los efectos de la enfermedad, no me detendré aquí en ella. Así que pasaré directamente al psicoanálisis.

### De Charcot y la hipnosis a Freud y el psicoanálisis

Un paciente común es capaz de describir los síntomas de su enfermedad, pero el enfermo mental puede ser incapaz de hacerlo y, cuando lo hace, acostumbra ocultar información fundamental. A la vista de tal situación, una vía que se descubrió para intentar desvelar y combatir los efectos de ese mundo oculto fue la hipnosis. El gran defensor y especialista de este método fue Jean-Martin Charcot (1825-1893), profesor de la Universidad de París, que en

1862 se hizo cargo del servicio neurológico del Hospital de la Salpêtrière. En sus *Leçons sur les maladies du système nerveux* («Lecciones sobre las enfermedades del sistema nervioso», 1882) explicó que los síntomas histéricos se debían a un *shock* traumático que provocaba la disociación de la consciencia y cuyo recuerdo permanecía *inconsciente* o *subconsciente*.

Como había llegado a la conclusión de que los trastornos de conducta no eran enfermedades orgánicas sino puros trastornos mentales y que la única posibilidad para diagnosticarlas dependía de que el paciente describiese los síntomas, Freud, que había estudiado medicina en la Universidad de Viena (donde se licenció en 1881), pensó que la hipnosis abría un posible camino de actuación y por ello se trasladó a París para asistir a las clases y sesiones clínicas de Charcot durante el curso 1885-1886. Inmediatamente después de regresar a Viena, completada esa formación, abrió una consulta y se asoció a otro médico interesado en esos temas, Joseph Breuer (1842-1925). Y pronto se interesó por la histeria, utilizando durante los diez años siguientes la hipnosis como vía de acceso a la mente de los pacientes. En estado hipnótico, preguntaba al paciente sobre las causas de sus síntomas, para provocar así una descarga emocional, algo que les descubría la existencia de traumas psíquicos anteriores, rechazados por la conciencia. Al describir al paciente el origen del mal cesaban los síntomas. Es lo que Ana O. (su nombre real era Bertha Pappenheim), la primera de las pacientes de Freud, denominó «curación por la palabra», que caracterizaría al psicoanálisis. En 1895, Freud y Breuer publicaron

*Studien über Hysterie* («Estudios sobre la histeria»), una obra compartida más que una colaboración, cuyo núcleo está formado por cuatro historias clínicas, que completaron con un par de capítulos comunes. De esa época es la «teoría del rechazo», según la cual la manifestación de un deseo inconveniente provoca el rechazo de la conciencia y el desplazamiento del deseo más allá de la conciencia. El deseo frustrado se manifiesta, sostenían, en forma de síntomas que enmascaran la realidad de la existencia de un trauma psíquico.

A partir de esta fecha se produjo un rápido alejamiento entre ambos debido a la reticencia de Breuer ante la importancia que la sexualidad tenía para Freud, quien utilizó sus sueños para autoanalizarse, al tiempo que sustituía la hipnosis por la libre asociación de ideas. El *psicoanálisis*, nombre que Freud introdujo, comenzó entonces a desarrollar una serie de procedimientos que terminarían asociándose en la imagen que la sociedad adoptó de él: el paciente se tiende en un sofá y cuenta cuanto se le ocurre y el psicoanalista se sienta detrás para no interferir con su presencia el curso del relato, salvo en momentos concretos, en los que se le requiere más información.

Los sueños representaban para Freud el gran protagonista o, al menos, la «válvula de escape» de la vida interior de una persona. Lo veía como el guardián del que duerme, como un mecanismo de protección contra los estímulos interiores, mediante la transformación del deseo en imágenes asumibles. Pensaba, además, que los sueños «camuflaban» la verdad y procedió a establecer algo



así como un diccionario para entender el vocabulario del inconsciente: los troncos de los arboles, las armas largas, los cohetes ocultaban, según él, el falo; las cajas y todas las cosas huecas, los órganos sexuales femeninos; subir una escalera enmascaraba el coito. El examen último de todas las imágenes conducía a la interpretación, la tarea del psicoanalista, esto es, a la descripción de lo que los sueños ocultan. Otras manifestaciones de la conducta, como los actos fallidos o los olvidos, fueron recuperados como fuentes de información, como expuso en un libro publicado en 1901, *Zur Psychopathologie des Alltagsleben* («Psicopatología de la vida cotidiana», 1901). La eficacia del psicoanálisis consistía en que la explicación del trauma original solía ir acompañada de la desaparición de los síntomas o de parte de ellos.

Antes de la aparición de *Psicopatología de la vida cotidiana*, Freud publicó el que generalmente se considera su gran libro, en 1900: *Die Traumdeutung* («La interpretación de los sueños», 1900), con la que quedó establecido definitivamente el psicoanálisis. En realidad, este libro se publicó en octubre de 1899, pero la editorial consideró que resultaría más atractivo si aparecía datado en 1900, un número redondo. Sin embargo, pasó prácticamente inadvertido: se imprimieron seiscientos ejemplares de los que se vendieron 123 en las primeras seis semanas y 228 en los años siguientes, un detalle que habla por sí solo sobre las dificultades iniciales que tuvo el psicoanálisis para su difusión. Dificultades que también tienen que ver con el hecho de que la consulta privada, el terreno en el que se

movía Freud, no proporcionaba discípulos como los que rodeaban a un jefe de servicio o a un catedrático en la Facultad de Medicina. A esto se debe que Freud no formara personalmente a sus discípulos. Tuvo que acudir a la imprenta para difundir sus doctrinas, aunque, como acabamos de ver, los primeros resultados fueron decepcionantes.



Tenemos que tener también en cuenta que algunas, si no muchas, de sus ideas no resultaban simpáticas. Esto es lo que sucedía con el importante papel que asignaba en su sistema a la sexualidad infantil: la atracción por la madre y el alejamiento y temor del

padre, que siguiendo la tragedia de Sófocles, *Edipo rey*, denominó «complejo de Edipo».

Fue sobre todo a partir de 1902 cuando su influencia se extendió, apareciendo discípulos. En 1908, se constituyó la Sociedad Psicoanalítica de Viena y se reunió el Primer Congreso Internacional. En 1909, Freud se desplazó con alguno de sus colegas a Estados Unidos, donde el psicoanálisis había conocido un notable desarrollo. La teoría de la sexualidad infantil fue el tema preferente de sus publicaciones de 1905 a 1913. Fue entonces cuando introdujo el concepto de *pulsión* para designar la fuerza psíquica destinada a realizar un fin y distinguió entre la atracción sexual y la tendencia a la autoconservación (*pulsión del Yo*). Sin embargo, la difusión del psicoanálisis provocó duras polémicas, así como la ruptura con algunos de los primeros y más notables seguidores de Freud, como Alfred Adler (1870-1937) y Carl Jung (1875-1961). La primera guerra mundial tuvo un gran impacto sobre el desarrollo del psicoanálisis, al mismo tiempo que Freud se ocupó de divulgar la doctrina mediante artículos sobre puntos fundamentales: el inconsciente, el rechazo, las pulsiones y conferencias que fueron publicadas como una *Introducción al psicoanálisis*.

A partir de 1920, Freud —que permaneció siendo un convencido materialista y determinista toda su vida— formuló una nueva teoría de las pulsiones al contraponer la pulsión de la vida (*eros*) y la de la muerte (*tánatos*) en *Más allá del principio del placer* (1920) y redefinió en 1923 el sistema psíquico con tres conceptos: el *Ello (Id)*,

el *Yo (Ego)* y el *Superyó (Superego)*, con los que distinguió tres componentes estructurales en la personalidad del individuo. El *Ello* es la parte de la mente en donde se localiza tanto el instinto sexual como la censura de los recuerdos, el principio de realidad. El *Yo*, en su mayor parte consciente, busca evitar las tensiones con el mundo mediante el uso de mecanismos de defensa que se encuentran en la parte inconsciente. El *Superyó*, que se forma desde el nacimiento hasta los cinco años, es el conjunto de normas sociales que se interioriza a partir del momento en que supera el complejo de Edipo, para escapar al complejo de castración. La relación armónica de los tres elementos caracteriza la normalidad del individuo, en tanto que la insatisfacción de los impulsos del *Ello* y la trasgresión de las normas del *Superego* provocan la represión del *Ego* que busca conciliar los términos del conflicto. El impulso frustrado sobrevive en el inconsciente y se manifiesta a través de los sueños, los actos fallidos y las enfermedades mentales. Las *neurosis* afectan a la percepción del propio sujeto y al nivel de insatisfacción que obtiene. La normalidad incluye una cierta insatisfacción. Las *psicosis* son más graves y afectan seriamente a las relaciones con el medio.

### Carácter científico de la obra de Freud

La línea de demarcación que va del «antes» al «después» de Freud es la misma que separa dos maneras radicalmente diferentes de comprendernos a nosotros mismos. Nunca, en efecto, volveremos a contemplar, después de Freud, nuestras pasiones, fobias, filias o, simple mente, inclinaciones, como producto del momento, de la

circunstancia imprevisible, como resultado de situaciones o historias perfectamente comprensibles o, por el contrario, desesperanzadoramente inexplicables.



Freud cambió todo esto. Abrió un nuevo mundo, centrado en nosotros mismos, en nuestra hasta entonces insondable naturaleza. Introdujo innovaciones radicales, como el reconocimiento del inconsciente y la influencia que fuerzas psicológicas fuera de nuestro control racional ejercen sobre nuestro comportamiento, deseos, fantasías y motivaciones. No obstante, con relativa frecuencia se le ha negado la categoría de *científico* y a su obra

psicoanalítica de *ciencia*. Ciertamente, existen diferencias notables entre los métodos utilizados en el psicoanálisis y los propios de las ciencias más establecidas, más tradicionales, como la física, la química o la matemática, pero, en última instancia, ¿qué es la ciencia sino exploración sistemática, haciendo uso de hipótesis, de «fuerzas» que, de una u otra manera, nos afectan? No hay duda de que el edificio freudiano debe de ser revisado drásticamente, eliminando en particular las ligaduras que la fuerte personalidad y poder creativo de Freud han impuesto a la mayoría de sus seguidores (sin olvidar que él mismo, como se ha ido comprobando en los últimos tiempos, efectuó numerosas trampas en algunas de sus investigaciones), pero la esencia de su visión, la idea de que existen, de que es necesario describir —y, en ocasiones, actuar sobre ellos— mundos individuales y colectivos inconscientes que afectan profundamente a nuestras vidas, percepciones y culturas, es algo que difícilmente perderemos.

## Capítulo 12

### Fleming y los antibióticos

#### Alexander Fleming y el descubrimiento de la penicilina

Uno de los descubrimientos médicos que más vidas han salvado es el de la penicilina, el primer antibiótico, entendiéndose por «antibiótico» «una sustancia química producida por un ser vivo o fabricada por síntesis, capaz de paralizar el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos, por su acción bacteriostática, o de causar la muerte de ellos, por su acción bactericida». Su hallazgo se produjo en 1928 y tuvo por responsable al médico escocés Alexander Fleming (1881-1955), que entonces trabajaba en el Departamento de Inoculación del St. Mary's Hospital de Londres.

La historia de este descubrimiento se ha contando miles de veces, haciendo hincapié en su carácter fortuito, aunque es necesario poner límites a este adjetivo ya que Fleming estaba inmerso en un programa específico de investigación destinado a tratar de combatir los efectos de heridas que producían infecciones, con efectos en ocasiones terribles (gangrenas), como había sucedido durante la primera guerra mundial. Un primer fruto de sus intereses se produjo en 1922, cuando descubrió la lisozima, un compuesto (mucopéptido) presente en las lágrimas, la saliva, la clara de huevo y otros humores animales. Fleming observó que mucosidades producidas por un estornudo destruían cultivos bacterianos de varios tipos, el *Micrococcus*, un tipo de bacteria que puede producir, por ejemplo, infecciones pulmonares.

Seis años después, en septiembre de 1928, observó que la contaminación fortuita de un cultivo de estafilococos en una placa de Petri (el «lugar» donde se estudian cultivos bacterianos) era destruido por un hongo bastante común, llamado *Penicillium notatum*, originado por la descomposición de ciertas sustancias. Había descubierto, sin proponérselo, la *penicilina*, que presentó públicamente en un artículo publicado en la revista *British Journal of Experimental Pathology* (1929), bajo el título «Sobre la acción antibacteriana de cultivos de *Penicillium*, con mención especial de su utilización en el aislamiento de *B. Influenzae*». Al final de este artículo escribía:

*Con respecto a infecciones producidas por microbios, la penicilina parece tener algunas ventajas sobre los bien conocidos antisépticos químicos ... Además de su posible uso en el tratamiento de infecciones bacterianas, la penicilina es ciertamente útil para el bacteriólogo por su capacidad de inhibir microbios no deseados en cultivos, de forma que es posible aislar fácilmente las bacterias insensibles a la penicilina.*

Una cosa era descubrir el efecto antibacteriano de la penicilina y otra ser capaces de extraerla del moho en cantidades suficientes para utilizarla masivamente. El propio Fleming se dio perfecta cuenta de esto, como manifestó posteriormente: «Pude seguir investigando por mí mismo hasta un punto en que me vi obligado a detenerme.





*Alexander Fleming*

Se necesitaba un procedimiento químico muy complejo para concentrar la penicilina y yo era solamente un bacteriólogo, no un químico. Si hubiera contado con un equipo de químicos con suficiente experiencia, habríamos podido usar la penicilina diez años antes».

Además de esas dificultades de producción, inicialmente Fleming pensó que la acción antibacteriana de la penicilina se limitaba a un lavado o pomada aplicada externamente, no internamente, al

paciente. El que pudiesen existir fármacos antibacterianos era demasiado novedoso y tardó algo en ser asimilado.

### La producción de la penicilina

El problema que Fleming no pudo resolver, se solucionaría con el estímulo de una nueva catástrofe mundial, la segunda guerra mundial. Citaré en este sentido lo que escribió en 1954 (en un libro titulado *La ciencia en nuestro tiempo*) el distinguido cristalógrafo John D. Bernal:

*En el momento en que se había probado el valor clínico del producto [la penicilina], se desencadenó la guerra y, por tanto, las etapas subsiguientes de su purificación y su preparación en gran escala se realizaron a una velocidad que jamás se hubiera logrado en época de paz. El esfuerzo conjugado que entonces se hizo —en los campos de la química, la biología y la medicina— fue comparable al que posteriormente se dedicó al desarrollo de la bomba atómica. El trabajo se efectuó apresurada mente, posiblemente empleando más trabajadores científicos que los que hubieran sido estrictamente indispensables. Pero lo importante es que se hizo. Si se hubiera ejecutado con menos premura, se habrían ahorrado muchas horas de trabajo, pero hubieran muerto millares de seres humanos. Es más, si no hubiese sido por la guerra, tal vez no se hubiera proseguido al estudio de la penicilina; ya que al principio no parecía especialmente prometedora, y, por*

*tanto, en otras condiciones hubiera sido difícil obtener fondos suficientes para avanzar hasta el punto de poder probar su valor.*

Los responsables de tal logro fueron varios investigadores de la Dunn School de Patología de Oxford, entre los que destacaban el patólogo australiano Howard Walter Florey (1898-1968), que dirigía el grupo, y el joven bioquímico Ernst Chain (1906-1979), un refugiado de la Alemania nazi. El 24 de agosto de 1940, los dos firmaban, junto con otros colaboradores, un artículo publicado en la revista *Lancet* titulado «Penicilina como un agente químico-terapéutico». En él demostraban que la penicilina era, con mucho, el agente químico-terapéutico más efectivo producido hasta entonces. Naturalmente, el siguiente paso fue probar con los humanos, pero ésta era una tarea complicada de llevar adelante, dadas las dificultades existentes para obtener penicilina suficiente. Un paso significativo tuvo lugar en enero de 1942, cuando Florey administró de forma intravenosa penicilina, preparada con la ayuda de Imperial Chemical Industries, a quince pacientes, y localmente a 172. Midiendo los niveles de penicilina en la sangre y estudiando los efectos clínicos, estableció las dosis adecuadas para diversos tratamientos. Aun así, en medio de la segunda guerra mundial, con evidencias firmes, pero no demasiado abundantes, no existía en Gran Bretaña ninguna compañía farmacéutica capaz o dispuesta a dedicar los recursos suficientes para producir cantidades industriales de penicilina. Por este motivo, Florey solicitó la ayuda de la

Fundación Rockefeller, de Nueva York, que de hecho ya apoyaba sus investigaciones. Con su colaboración y la del destacado farmacólogo estadounidense A. N. Richards, que ya había trabajado con Florey en Inglaterra, consiguió que algunas compañías farmacéutica (Merck, Pfizer y Squibb) arriesgasen los recursos necesarios. En 1944 ya se dispuso de cantidades suficientes de penicilina para tratar a heridos de guerra en África del norte y Europa, al igual que infecciones graves de civiles. En 1945, Fleming, Florey y Chain recibían el premio Nobel de Medicina.

### Nuevos antibióticos

El entusiasmo que generó el nuevo fármaco es comprensible. La ciencia que subyacía en su descubrimiento y desarrollo no era especialmente novedosa, pero los resultados que el nuevo instrumento médico, la nueva medicina, suministraba eran espectaculares (contraindicaciones, como la sensibilización ante la penicilina, no serían descubiertas hasta mucho después). No es, en consecuencia, sorprendente que se buscasen otros medicamentos que cumplieran funciones parecidas. Éstos no tardaron en llegar: el primero, en 1944, fue la estreptomina, descubierta por Albert Schatz (1922-2005), con el estímulo de su jefe, el microbiólogo estadounidense de origen ruso Selman Waksman (1888-1973) — quien, por cierto, acuñó el término *antibiótico*— en la Universidad de Rutgers. Entre las virtudes de la estreptomina se encontraba la de ser efectiva en el tratamiento de la tuberculosis y otras infecciones bacterianas que la penicilina no curaba.

Este descubrimiento tiene su lado oscuro: durante mucho tiempo se adjudicó todo el mérito a Waksman. Aunque el anuncio se hizo en un artículo que tuvo como primer firmante a Schatz (los dos restantes fueron, en este orden, Elizabeth Bugie y Waksman), el premio Nobel de Medicina en 1952 fue adjudicado a Waksman, «por su descubrimiento de la estreptomicina, el primer antibiótico eficaz contra la tuberculosis». La explicación se halla en las maniobras de Waksman, que aprovechó su posición de superioridad para oscurecer el logro de su colaborador, el verdadero autor del descubrimiento. Es cierto, eso sí, que Waksman fue el principal responsable del desarrollo y comercialización de la estreptomicina, al inducir a varias firmas farmacéuticas a que la produjeran, ya que la demanda pronto superó las posibilidades de una sola compañía. Gracias a los *royalties*, en una industria que generaba cincuenta millones de dólares anuales, la Universidad de Rutgers recibió millones de dólares. El propio Waksman donó parte de sus derechos para el establecimiento de un instituto de microbiología allí.

Más tarde llegaron otros antibióticos, como la aureomicina, desarrollada por los Laboratorios Lederle en 1948, el cloranfenicol (Parke-Davis, 1949), el primer antibiótico completamente sintético, capaz de luchar contra la fiebre tifoidea, o la terramicina (Pfizer, 1950).

De esta manera, se abrió un mundo nuevo, una, podríamos decir, era en la que los antibióticos constituyeron un medicamento esencial. Un mundo médico del que se beneficiarían a lo largo de la segunda mitad del siglo XX cientos de millones de personas,

muchas de las cuales seguramente habrían muerto sin el auxilio que recibieron de esos antibióticos. ¿Habría llegado la población mundial a los seis mil millones si no se hubieran conocido los antibióticos? De hecho, uno de los grandes peligros que acechan al mundo actual es que los antibióticos dejen de ser eficaces, al inmunizarse contra ellos los agentes productores de las infecciones que combaten. Esto es algo que está sucediendo, en el caso, por ejemplo, de la tuberculosis, al no completar los pacientes los tratamientos con antibióticos cuando empiezan a mejorar, facilitando de esta manera que los agentes en cuestión desarrollen defensas contra ellos.

## Capítulo 13

### Sociedad y salud

La salud, que una persona, su cuerpo, esté libre de enfermedades o desarreglos, depende de muchos factores. Podemos sufrir heridas y roturas de huesos de manera accidental, acaso hayamos recibido herencias genéticas que nos terminen provocando, más pronto o más tarde, algún tipo de desarreglo o es posible que la edad, el paso de los años, sea la causa de los deterioros que experimentamos. Como hemos visto, algunos males también nos llegan del exterior, de infecciones que nos transmiten otras personas, animales o insectos. Pero tales factores no son los únicos: también está el medio en el que vivimos, el aire, por ejemplo, que respiramos y los alimentos que tomamos. Y esto, medio ambiente y alimentación, ha variado con el tiempo.

Ya me referí en el capítulo 1 a lo que significó el contacto permanente con animales que trajo consigo la introducción de la ganadería: bacterias inocuas para ciertos animales, pero patógenas para los humanos. La limpieza corporal, la higiene, una práctica que ha dependido siempre de elementos tales como situación económica de los individuos, culturas y tecnologías (por ejemplo, disponibilidad de agua corriente, sistemas de alcantarillado y de evacuación de excrementos), ha constituido otro de los elementos esenciales que ha condicionado la situación de la salud pública. La pureza o contaminación de la atmósfera afecta, asimismo, a las personas. Recordaré en este sentido lo que para algunos lugares,

ciudades como, por ejemplo, Manchester o Londres significó durante el siglo XIX la denominada revolución industrial: la combustión de carbón producida por las nuevas máquinas de «fuego», como se las llamó al principio, o empleada para calentar las casas, emponzoñó la atmósfera en tal grado que originó todos tipos de afecciones respiratorias. Hijo de aquella revolución fue el desarrollo de la locomoción, primero con ferrocarriles movidos también por calderas de carbón, pero luego, gracias al motor de combustión interna, los automóviles, propulsados por derivados del petróleo. Nadie ignora en la actualidad cuánto han contaminado, de diversos productos químicos, los coches el aire que respiramos, provocando, además de los problemas respiratorios que acabo de mencionar, otros que se expanden como una nueva plaga: las alergias, hipersensibilidades a ciertas sustancias. No es exagerado decir que en muchas ciudades, el aire limpio es un bien escaso.

La alimentación es, como decía, otro de los grandes responsables de enfermedades. Una dieta equilibrada constituye uno de los medicamentos más poderosos. Esto, que se sabía o sospechaba empíricamente desde antiguo, como evidencia, por ejemplo, el caso del escorbuto, enfermedad que era común en los marineros que realizaban grandes travesías, como las que comenzaron a realizarse a partir de, sobre todo, finales del siglo XV (en su viaje de 1498, Vasco de Gama perdió a cincuenta y cinco marineros por esta enfermedad y en 1558, sir Francis Drake perdió a seiscientos de sus dos mil trescientos marineros por el mismo motivo). Sin saber cuál era su causa, se encontró que se remediaba con frutos, limones y



naranjas en particular. Hoy sabemos que el escorbuto es una avitaminosis producida por carencia de vitamina C (ácido ascórbico).

## Vitaminas

Acabo de mencionar una palabra clave, *vitamina* (del latín, *vita*, «vida», e *ina*, «sustancia»), nombre propuesto en 1912 por el bioquímico Casimir Funk. Debo decir algo de su historia.

En 1881, el ruso Nikolai Ivanovich Lunik (1854-1937) llevó a cabo un experimento extremadamente interesante: alimentó ratones con todos los compuestos entonces conocidos de la leche, pero no sobrevivían; sí, cuando añadía a su dieta un poco de leche verdadera. La conclusión era inevitable: faltaba algo imprescindible para la vida. Otro paso en la dirección al descubrimiento de las vitaminas fue el que dio el holandés Christiaan Eijkman (1858-1930), que descubrió en 1897, trabajando en Java, que el beriberi, una enfermedad microbiana, aparecía en pollos cuando éstos eran alimentados con arroz desprovisto de cáscara: se curaba cuando tomaban arroz con cáscara. Aunque él falló en su interpretación, un ayudante suyo en la Universidad de Utrecht (donde se instaló en 1898), Gerrit Grijns (1865-1944), corrigió en 1901 su error, señalando que era la ausencia de un factor alimenticio, desconocido, que actuaba en dosis muy pequeñas, el responsable de la enfermedad. Ese «factor alimenticio» es lo que terminó denominándose vitamina B1, también conocida como tiamina,

identificada en forma pura en un laboratorio por el químico de origen polaco Casimir Funk (1884-1967) en 1926.



Direcciones y consecuencias parecidas tomaron los trabajos de los médicos noruegos Axel Holst (1860-1931) y Theodor Frölich (1870-1947), que consiguieron reducir el escorbuto en conejillos de Indias, alimentándoles con avena seca y privándoles de verduras, una dieta que provocaba el mal. Pero la gran figura de las vitaminas fue el bioquímico inglés Frederick Gowland Hopkins (1861-1947), quien repitió, controlando los resultados cuidadosamente, los trabajos de Lunik. Después de sus investigaciones, ya no pudo haber duda de que existían «factores alimenticios accesorios», como los denominó Hopkins, de los que dependía el desarrollo animal normal. Entre

1909 y 1913, Elmer Verner McCollum (1879-1967) demostró que ciertas grasas contenían un ingrediente esencial para el crecimiento normal, un resultado que condujo al descubrimiento de las vitaminas A (importante para el crecimiento y el desarrollo, para el mantenimiento del sistema inmunológico y para la vista) y D (responsable de la absorción intestinal del calcio). En 1928, Albert Szent-Györgyi (1893-1986) aisló la vitamina C, a partir de las glándulas suprarrenales.



La importancia de las vitaminas se vio reforzada cuando en 1914, Joseph Goldberger (1874-1929), un médico epidemiólogo de origen polaco que trabajaba para el Servicio de Salud Pública de Estados

Unidos, concluyó que la pelagra no era una enfermedad infecciosa sino que se debía a una alimentación defectuosa.

## Cánceres

Llego ahora a uno de los males más temidos por la humanidad, uno que mata cada año a millones de personas. El cáncer o, mejor, los cánceres. Una enfermedad que reúne algunas de las características que pueden producir situaciones que acabo de tratar: condiciones de vida o herencia.

El cáncer es un conjunto de enfermedades caracterizadas por una proliferación anormal de células. Existen más de cien tipos de cánceres, algunos comunes, como el de pulmón, otros raros, como el mesotelioma abdominal, asociado por lo general a la exposición al asbesto. Más específicamente: crecimiento celular excesivo e incoordinado, que no está sujeto a los controles normales del organismo y que además tiene capacidad de invasión, destrucción de estructuras vecinas y diseminación (se podría añadir que normalmente acarrea la muerte al individuo si se deja evolucionar libremente). La proliferación celular local da origen a un tumor.

Galeno describió una de estas patologías como «un tumor que se extiende por los dos lados mediante prolongaciones anormales que invaden los tejidos adyacentes. Esto se parece a las patas de un cangrejo, que también están en la cabeza y en todo el cuerpo del animal». Por eso se terminó imponiendo la palabra «cáncer», que en griego significa «cangrejo».

Si el problema con los cánceres es el de por qué las células se multiplican desmesuradamente, entonces es obvio que la primera pregunta que hay que plantearse es la siguiente: ¿cómo sabe la célula cuando ha crecido lo suficiente para decidir si se divide?

La división celular, como cualquier otro proceso biológico, está bajo control genético. Genes determinados regulan la mitosis (división) celular, y lo pueden hacer en respuesta a señales intracelulares, intercelulares y ambientales. Aunque se ha avanzado notablemente en este problema, incluso en el caso de *Escherichia coli*, el organismo celular mejor estudiado, sigue sin conocerse realmente el mecanismo molecular por el que la célula decide cuándo debe iniciar su mitosis. Se sabe, sin embargo, que en las células tumorales se produce una doble regulación: existen promotores de la proliferación celular (*oncogenes*) e inhibidores (*antioncogenes*). Tan malo puede ser la presencia de los primeros como la ausencia de los segundos. Se han identificado ya muchos oncogenes y, aunque no son menos los antioncogenes conocidos, estas cifras muestran con claridad la gran complejidad de los mecanismos que controlan el crecimiento y la división celular.

La notoriedad del cáncer es tal que son inmensos los recursos que se emplean en investigaciones cuyo fin es encontrar remedio para él, o para ellos. Uno de los programas más ambiciosos se planteó en 1971. El 23 de diciembre de aquel año, el presidente de Estados Unidos, Richard Nixon, anunciaba el establecimiento de un proyecto que terminaría con el mal. La victoria, señaló, llegaría en 1976, aniversario del bicentenario de la independencia de Estados Unidos.

Si John Kennedy había sido capaz de culminar su deseo de llevar un hombre a la Luna, ¿por qué iba a ser diferente con el cáncer? Sidney Farber, un notable cancerólogo, declaraba: «Estamos llegando al objetivo. Lo que necesitamos es energía y créditos idénticos a los que han permitido enviar al hombre a la Luna».

Desgraciadamente, Nixon y todos los que pensaban como él se equivocaron. Roswell Park, un médico de Nueva York, señalaba en 1899 que el cáncer era «la única enfermedad que aumenta constantemente». Aquel año, el cáncer se cobró treinta mil vidas de ciudadanos de su país. En 1994, el cáncer se cobraba quince veces más: 538.000, según las previsiones de la Sociedad Americana del Cáncer. Cálculos de la Organización Mundial de la Salud indican que en los países desarrollados una de cada cinco personas muere de cáncer. Cada año se diagnostican más de siete millones nuevos de cáncer en el mundo y cuatro millones mueren de esta enfermedad, aunque es cierto que desde 2000 se ha experimentado un cierto descenso de la mortalidad, consecuencia de mejores métodos de tratamiento y prevención.

La tragedia que es el cáncer es todavía mayor por el hecho de que bastantes de sus causas no genéticas son conocidas, y lo han sido desde hace tiempo. Existen cánceres originados por productos químicos en el aire que respiramos, en el agua que bebemos y en los alimentos que comemos. Muchos cánceres lo producen las malas costumbres o las malas condiciones de trabajo. También, por supuesto, la herencia genética que uno ha tenido la desgracia de recibir, aunque éstos probablemente son la minoría.

A finales del siglo XX, la Organización Mundial de la Salud estimaba que alrededor de la mitad de todos los cánceres se producían en un quinto de la población mundial, el que correspondía a las naciones más industrializadas. Sin embargo, incluso dentro de esas naciones más industrializadas, varían mucho los tipos de cáncer. Recurriendo de nuevo a datos de finales del siglo pasado, tenemos que el principal cáncer de Estados Unidos (para hombres y desde la década de 1980 para mujeres también) es el cáncer de pulmón; en Japón es el cáncer de estómago. El cáncer de boca es casi diez veces más frecuente entre los hombres franceses que entre los israelitas; las mujeres de Inglaterra y Gales tienen más de cinco veces más probabilidad de morir de cáncer de pecho que las mujeres de Japón. Checoslovaquia tiene el mayor índice mundial del mundo de muertes producidas por cáncer de colon (41 por cien mil), pero su índice de cáncer de pecho es sólo un tercio del de Estados Unidos. Queensland, en Australia, es la capital mundial del cáncer de piel, por la desgraciada circunstancia de la emigración de británicos de piel clara a una región de intenso y prácticamente permanente sol. En Estados Unidos los negros sufren proporciones significativamente más altas de muerte que los blancos por prácticamente todo tipo de cáncer (el cáncer de piel es la única excepción notable), aunque algunos estudios han demostrado que es la pobreza más que la raza la que se encuentra en la base de la diferencia. «La pobreza —se ha dicho con razón— es un cancerígeno.»





Ocupación, dieta y estilo de vida están unidos a la enfermedad. Los que trabajan con asbestos sufren cáncer de pulmón; los que trabajan con tintes, cáncer de vejiga y de estómago. El cáncer de hígado puede ser producido por la exposición al cloruro de vinilo, el cáncer de pulmón por trabajar con arsénico, uranio o berilio. El cáncer de intestino es raro en países en los que la carne no es parte regular de la dieta y en los que se consumen grandes cantidades de fibras. Los mormones, cuyas creencias religiosas les prohíben fumar o beber alcohol, café o té, tienen proporciones de muerte por cáncer 20 por ciento menores que los no mormones. En China, se han encontrado correlaciones entre el riesgo que corren las mujeres de padecer cáncer de pulmón y los combustibles que utilizan para



cocinar, la frecuencia con que cocinan con aceite e incluso los diferentes tipos de aceite que utilizan.



Se sabe también que no hay mayor causa del cáncer que el tabaco. A mediados de la década de 1980 se estimó que sólo los cigarrillos eran culpables de entre trescientas mil y cuatrocientas mil vidas de norteamericanos cada año. Los fumadores de dos cajetillas diarias de tabaco aumentan su riesgo de sufrir cáncer de pulmón por un factor de veinte y disminuyen su expectativa de vida en unos ocho años. Y no sólo sufren los fumadores: la Agencia de Protección del Medio Ambiente estimaba que más de tres mil no fumadores morían

cada año en Estados Unidos por tabaco de «segunda mano» o «medio ambiental». Un informe de 1991 de la revista oficial de la Asociación Americana del Corazón situaba la cifra en cincuenta mil. De ahí que, afortunadamente, se hayan introducido en muchos países severas restricciones a fumar en lugares públicos.

El cáncer, en otras palabras, no es sólo una constante de la condición humana, también es un producto de las sustancias a las que nos vemos expuestos en nuestras casas o en el trabajo, al igual que de los estilos de vida que llevamos. El cáncer es también una enfermedad histórica, en tanto que sus esquemas de incidencia han cambiado a lo largo del tiempo. En 1900, el cáncer de pulmón era una enfermedad muy rara; hoy es una de las principales causas de muerte en las naciones industrializadas.

Desde esta perspectiva, no es demasiado extraño que por el momento la batalla contra el cáncer, en la que se han empleado inmensos recursos humanos y económicos, se haya perdido durante mucho tiempo, aunque es cierto que se han producido, y continúan produciendo, éxitos notables. En la infancia, la quimioterapia ha modificado el pronóstico de leucemia aguda o el de cáncer de riñón. En 1960, con una amputación se curaba a menos del 20 por ciento de los niños afectados de osteosarcoma, un cáncer de huesos. Gracias a la quimioterapia, más del 60 por ciento se salvan sin amputación. El tratamiento del cáncer en el adolescente y el joven también ha avanzado. (La enfermedad de Hodgkin, por ejemplo, un cáncer del sistema ganglionar, hasta hace poco fatal o casi, se cura en más del 85 por ciento de los casos.)

Hemos aumentado nuestros esfuerzos científicos, pero nos falta aún bastante en combatir las fuentes no genéticas de las que surge la enfermedad. Y es que el concepto de enfermedad es algo más que la identificación de un «germen». No existe semejante cosa —ni, probablemente, siquiera *un* gen— para los cánceres. Deberíamos recordar, por ejemplo, la experiencia del siglo pasado. Aunque los antibióticos y vacunas desarrollados entonces para enfermedades contagiosas como el cólera o la tuberculosis salvaron millones de vidas, a la larga aquellas enfermedades fueron dominadas mediante otro tipo de medidas: mejor alimentación, menos horas de trabajo y, sobre todo, mejores condiciones de vida, en particular de salubridad. Koch probablemente salvó menos vidas de víctimas del cólera que activistas como John Snow (1813-1858), que eliminó el mango de la bomba de agua pública de Broad Street en Londres en 1854, con lo que redujo drásticamente la epidemia de cólera que asolaba a la ciudad. Los médicos que asistían a las madres durante el parto lograron poner fin a una larga era de fiebre posparto simplemente lavándose las manos.

La prevención, en lugar de la cura, es un magnífico remedio, acaso el mejor, para muchos trastornos.

### Esperanza de vida

Para completar este capítulo diré algo sobre la esperanza de vida (tiempo medio que le queda por vivir a un individuo de una población biológica determinada), un índice estrechamente ligado a la medicina y, como estoy diciendo, a las condiciones de vida.

Desde el siglo XIX la medicina ha experimentado grandes avances, que se han traducido en aumentos significativos de la esperanza de vida. Hace ya más de medio siglo, Pedro Laín Entralgo señalaba (*Historia de la medicina*, 1954) lo que habían significado los avances médicos para las expectativas de vida de la humanidad: «Nada más elocuente que las *cifras estadísticas* para advertir la magnitud del cambio operado. Hace doscientos años, morían anualmente de 45 a 50 personas por cada mil habitantes; hoy, en los países cultos, la cifra de los que mueren se halla entre 8 y 15. Con otras palabras: si bajo Felipe IV hubiese tenido Madrid la población actual, habrían muerto anualmente más de setenta mil; hoy, en cambio, no llegan a veinte mil. La mortalidad infantil, que en Nueva York alcanzaba en 1870 la espantosa cifra de 385,5 por 1.000, ha ido descendiendo a 213,6 en 1900, a 98,8 en 1915 y a 35,0 en 1940. Como consecuencia, la vida media de la población ha experimentado un considerable aumento: treinta y nueve años en 1870, cuarenta y nueve en 1900, más de sesenta en la actualidad». Y si la esperanza de vida media al nacer era de sesenta años en la década de 1950, cuando las condiciones sociales y médicas eran en general peores que las existentes en la actualidad, entrados ya en el siglo XXI, no sorprenderá que esta cifra haya continuado elevándose. Limitándonos al caso de la Unión Europea, tenemos que en 1980 la esperanza de vida rondaba los setenta años (71,2 en Dinamarca, 72,5 en España, 70,2 en Francia, 70,6 en Italia, 67,7 en Portugal y 70,2 en el Reino Unido), mientras que en 1998 las cifras para estos mismos países eran de: 78,8 en Dinamarca, 82,2 en España, 82,3

en Francia, 81,8 en Italia, 78,9 en Portugal y 79,7 en el Reino Unido; es decir, una esperanza de vida de entorno a ochenta años; un incremento de veinte años en medio siglo.

Manifestación de este hecho, es el aumento radical que ha experimentado la población mundial, que pasó de 1.650 millones en 1900 a 2.519 en 1950 y a siete mil millones en 2010, un crecimiento cuyas consecuencias para el futuro son difíciles de pronosticar pero sin duda peligrosas, como pone de manifiesto, por ejemplo, la contaminación que sufre nuestro planeta.

Por supuesto, no podemos, ni debemos, olvidarnos que la distribución de la riqueza y de los medios para alimentarse, alojarse y combatir las enfermedades dista de ser uniforme: existen en el mundo enormes bolsas de miseria, en las que se mantienen, cuando no prosperan, las enfermedades, la malnutrición y el desamparo. En lo que se refiere a las enfermedades, esas áreas son especialmente vulnerables a enfermedades infecciosas conocidas de antiguo, como pueden ser la malaria, el dengue, el paludismo o el tifus. La malaria, por ejemplo, es actualmente la primera enfermedad mundial de las denominadas «enfermedades debilitantes», causando entre cuatrocientos y novecientos millones de casos de fiebre y aproximadamente de dos a tres millones de muertes anuales; de hecho, si continúa su progresión actual (y aún no existen vacunas completamente satisfactorias), su incidencia puede doblarse en los próximos veinte años. En cuanto al dengue, cuyas primeras epidemias aparecieron casi simultáneamente en Asia, África y América del Norte en 1781, ha pasado a ser a comienzos del siglo

XXI, después de la malaria, la segunda enfermedad más común de las transmitidas por mosquitos y que afectan a los humanos, con alrededor de cuarenta millones de casos de dengue cada año.

Los (malos) hábitos de vida se manifiestan con claridad en muchas de las enfermedades no transmisibles, que, contrariamente a lo que se suele pensar, no afectan sólo a los países desarrollados: un informe del Banco Mundial señalaba que el 80 por ciento de las muertes por enfermedades de este tipo registradas en 2005 tuvo lugar en países de renta baja o media, donde vive la mayor parte de la población mundial. La ingestión excesiva de calorías y grasas y la escasa actividad física, que conducen a la obesidad, son responsables de las enfermedades cardiovasculares, la principal causa de muerte en el mundo, con en torno al 30 por ciento del total (el 13 por ciento corresponde a tumores malignos, esto es, cánceres, el 7 por ciento a enfermedades respiratorias, el 5 al SIDA, el 2,5 a la tuberculosis, el 2 a la diabetes y el 1,5 a la malaria). Se estima que el 80 por ciento de las enfermedades coronarias, los accidentes cerebrovasculares y la diabetes tipo II se podrían evitar si se modificasen los hábitos de vida.

## Capítulo 14

### Trasplantes

Cuando se contempla en perspectiva la medicina del siglo XX, es imposible no advertir que uno de sus desarrollos más llamativos fue el de los trasplantes de órganos a seres humanos. La conveniencia, cuando no la absoluta necesidad, de este tipo de acción invasiva no constituye un descubrimiento de esa centuria (existen ejemplos de trasplantes o injertos de piel realizados en el siglo XVIII), pero sí fue entonces cuando las técnicas médicas permitieron que llegasen a tener éxito. Fue necesario, por ejemplo, que se estableciese sobre bases científicas sólidas la inmunología, un apartado de la medicina en el que fueron esenciales los trabajos sobre grupos sanguíneos realizados en 1901 por Karl Landsteiner, mencionados en el capítulo 5, que abrieron las puertas a transfusiones sanguíneas más fiables; los de 1943 de Peter Medewar (1915-1987), sobre los mecanismos inmunológicos mediante los cuales el organismo receptor destruye el tejido injertado; o los de Jean Dausset (1916-2009) sobre la histocompatibilidad humana. Y también, como veremos, disponer de inmunosupresores. Se necesitó, en definitiva, que cirugía e inmunología se diesen la mano.

El primer intento de trasplante de órganos de un donante humano muerto fue el realizado el 3 de abril de 1933 por un cirujano ucraniano, Yu Voronoy (1896-1961), que trasplantó el riñón de un cadáver a una joven aquejada de insuficiencia renal. El intento, no obstante, fracasó ya que la receptora falleció el día siguiente al

rechazar su cuerpo el nuevo órgano. Fue el primero de muchos intentos de instalar con éxito un riñón de una persona fallecida en otra viva. Finalmente, el 23 de diciembre de 1954 Joseph Murray (1919-2012), del Hospital Peter Bent Brigham de Boston, trasplantó un riñón entre dos personas vivas: de un gemelo a su hermano. Fue un éxito total y duradero. No tardarían demasiado en convertirse en operaciones rutinarias.



En la década de 1960 se iniciaron los trasplantes pulmonares. En junio de 1963, en Jackson (Estados Unidos), James Hardy (1918-2003) trasplantó los pulmones de una persona fallecida a un



paciente que sufría de cáncer pulmonar, pero éste sobrevivió solamente dieciocho días, debido a un fallo de los riñones. Aquel mismo año, Thomas Starzl intentó, en Denver, un trasplante de hígado, pero no tuvo éxito. Éste llegaría en 1967 (Richard Lillehei y William Kelly, Minnesota).

### Trasplantes de corazón

Con ser importantes los anteriores tipos de trasplantes, ninguno podía competir con los de corazón, el órgano central del cuerpo humano. Para llegar a esa meta fueron muy importantes las técnicas (como, por ejemplo, las de hipotermia) que introdujeron en la Universidad de Stanford (Estados Unidos), Norman Shumway (1923-2006) y Richard R. Lower (1929-2008); en 1959, este último trasplantó parte de un corazón de un perro a otro perro, que vivió ocho días. No eran los únicos estos dos médicos los que se encontraban en Estados Unidos muy próximos a efectuar un trasplante de corazón entre humanos: Lower, Shumway y Adrian Kantrowitz (1918-2008) —que nos volverá a aparecer en este mismo capítulo— estaban realizando, compitiendo entre sí, preparaciones para hacer semejante trasplante, pero no se ponían de acuerdo acerca de la cuestión «muerte cardíaca versus muerte cerebral». Y en 1964, James Hardy, el pionero de trasplantes de pulmones, intentó realizar uno de corazón, pero el fallo prematuro del corazón del receptor le sorprendió sin disponer de un corazón de donante; en su lugar, utilizó el de un chimpancé que falló rápidamente.

A todos ellos se les adelantó un cirujano surafricano, Christiaan Barnard (1922-2001), del Hospital Groote Schuur, en Ciudad del Cabo.



El 3 de diciembre de 1967, Barnard trasplantó un corazón procedente de una mujer de veinticuatro años, fallecida en un accidente de circulación, a un inmigrante lituano de cincuenta y cinco años, Louis Washkansky, que había sufrido una serie de infartos durante los siete años precedentes y cuyo corazón estaba en tal estado que los cardiólogos estimaban que moriría en unas pocas semanas. Algunos —no el autor de este libro— consideran

este hecho como el acontecimiento más importante en la historia de la medicina.

Washkansky sobrevivió trece días, falleciendo de neumonía: su sistema inmunológico, suprimido con medicamentos y radiaciones para que no atacase a su nuevo corazón, había sido incapaz de luchar contra la infección; sin embargo, un estudio post mórtem reveló que el corazón mantuvo su función normal hasta el último momento, no encontrándose signos de rechazo del órgano. El 2 de enero del año siguiente, Barnard realizó un nuevo trasplante de corazón, a un dentista de cincuenta y ocho años, Philip Blaiberg, con mayor éxito, ya que el paciente sobrevivió 594 días, hasta que, de nuevo, su organismo rechazó el corazón trasplantado. Pronto, los trasplantes de corazón se extendieron por todo el mundo: en los cuatro años siguientes, 56 equipos de cirujanos llevaron a cabo un total de ciento ochenta trasplantes (cien de ellos el primer año). No obstante, muchos hospitales abandonaron pronto la práctica, debido a los problemas de rechazo inmunológico que producían los órganos recibidos.

La solución a este problema llegó en 1972, cuando un investigador del Laboratorio Sandoz de Basilea (Suiza), Jean Borel (n. 1933), descubrió en las altiplanicies de Noruega un antibiótico, la ciclosporina, que aisló de un hongo denominado *Tolypocladium inflatum* que posee una potente acción inmunosupresora, pudiendo anular la respuesta defensiva del organismo que causa el rechazo del corazón trasplantado. Definitivamente, se había abierto una nueva puerta médica, una puerta a la esperanza, a la supervivencia.

## Marcapasos y corazones artificiales

Ahora bien, por mucho que sea el éxito alcanzado en la realización de trasplantes de corazón, es evidente que se trata de una práctica que no puede ser muy frecuente al necesitar de donantes. Y si tenemos en cuenta que una de las enfermedades que, como ya indiqué, más han aumentado, al menos en los países desarrollados, los países de la abundancia, han sido las cardiovasculares (en Estados Unidos representaban en 1990 el 46,2 por ciento del total de muertes, mientras que en España la cifra era de 40,7 por ciento y en Perú —no uno de los países de «la abundancia»— el 11,9 por ciento), entonces se hace evidente la necesidad de contar con métodos alternativos y también paliativos.

Un primer paso importante en la lucha contra los infartos, el problema cardiovascular más grave (o más frecuente), fue la introducción de los marcapasos, dispositivos alimentados por baterías que emiten pulsos eléctricos que hacen latir al corazón a un ritmo regular y constante. En 1952, Paul Maurice Zoll (1911-1999), un cardiólogo de Boston, presentó públicamente (en un artículo que publicó en la revista *New England Journal of Medicine*) un aparato que combinaba el control del electrocardiograma del enfermo y un generador de pulsos, y que fabricó en Estados Unidos la empresa Electrodyne. El mismo año que lo presentó, logró que volviesen a funcionar los corazones de dos pacientes: uno vivió veinte minutos y el otro, once meses. No obstante, el aparato de Zoll era muy molesto: se pegaba al pecho y funcionaba emitiendo pulsos

a través de los músculos pectorales, con el resultado de que se producían quemaduras en la piel del paciente después de uno o dos días.

Con la invención (1947) del transistor fue posible construir marcapasos más pequeños y, por tanto, que se pudieran implantar. En 1957, el ingeniero Earl Bakken (n. 1924), de la empresa Medtronic (Minneapolis, Estados Unidos), avanzó en esta dirección fabricando un marcapasos con pilas de mercurio, y el 8 de octubre de 1958 un equipo sueco dirigido por el cirujano cardiovascular Åke Senning (1915-2000), realizó el primer implante de un marcapasos a un ser humano, a Arne Larsson, de cuarenta y tres años, utilizando el dispositivo diseñado por el ingeniero Rune Elmquist (1906-1996). Es importante señalar no sólo que el aparato falló a las tres horas de su implantación, siendo sustituido por otro que duró dos días (Larsson falleció en 2001 tras haber necesitado 22 marcapasos distintos a lo largo de su vida), sino también que no se trataba de un marcapasos completamente interno, al depender de fuentes externas, con lo que el receptor del aparato tenía cables que atravesaban su piel; de hecho, durante algún tiempo los pacientes continuaron llevando elementos externos sujetos al cinturón, con baterías de mercurio de duración muy limitada.

Pero el extraordinario progreso tecnológico que se produjo a lo largo de la segunda mitad del siglo XX condujo al diseño y fabricación de marcapasos con tamaño y peso mucho más reducido, que se implantan debajo de la piel del tórax, introduciendo el cable conductor hasta la punta del corazón, a través de la vena central.

El primer marcapasos de implantación totalmente interna se utilizó en 1960: contenía una batería de mercurio con carga útil de un año de duración; la sustitución de las baterías de mercurio por otras fabricadas con litio, permitió que el marcapasos pudiera funcionar normalmente de ocho a diez años.

Otro avance importante fue el desfibrilador automático implantable, un aparato que se introduce debajo de la piel del tórax o del abdomen del paciente y cuyos cables se conectan al corazón. Se trata de un dispositivo electrónico de duración; la sustitución de las baterías de mercurio por otras fabricadas con litio, permitió que el marcapasos pudiera funcionar normalmente de ocho a diez años. que vigila constantemente el ritmo cardíaco del sujeto que lo porta y que al detectar una arritmia ventricular grave o una parada cardíaca efectúa una descarga eléctrica de bajo voltaje para restaurar el ritmo cardíaco normal. Si esta primera descarga no logra corregir el problema, realiza otra pero esta vez de alto voltaje, para poner el corazón de nuevo a funcionar. Desde que el doctor Michel Mirowski (1924-1990), un nativo de Polonia que terminó trabajando en el Instituto Sinaí de Baltimore (Estados Unidos), implantase en 1980 el primer desfibrilador automático, el número de estos implantes ha aumentado exponencialmente en todo el mundo (según un estudio publicado en *New England Journal of Medicine* el desfibrilador automático implantable reduce el riesgo de muerte súbita en un 23 por ciento).

Pero puede suceder que ninguno de estos remedios paliativos sea suficiente, que el corazón de una persona no tenga arreglo, que se

obstine en dejar de funcionar, que no exista donante y que se necesite un sustituto, un *corazón artificial*. En 1937, el ruso Vladimir Demikhov (1916-1998) diseñó el primero de estos corazones, que utilizó experimentalmente en perros. En la década de 1960, Adrian Kantrowitz, con el que ya nos encontramos, inventó un sistema de asistencia cardíaca —denominado «contracción aórtica»— que implantó con éxito en varios pacientes, en el Maimonides Medical Center de Nueva York. Aunque continúa siendo utilizado extensamente para mejorar la fuerza contráctil del corazón, tiene el inconveniente de ser eficaz solamente durante unos días. Pero el camino hacia un verdadero corazón artificial implantable en humanos está siendo largo y difícil. Entre los que han transitado este camino mencionaré a Michael DeBakey (1908-2008), quien en 1963 implantó, en el Hospital Metodista de Houston de Texas (Estados Unidos), un dispositivo de asistencia ventricular izquierda (corazón artificial parcial) en un paciente de cuarenta y dos años con insuficiencia cardíaca terminal. Funcionó hasta el fallecimiento del enfermo por daño cerebral. Sería Denton Cooley (n. 1920) quien realizó el primer implante mundial de un corazón artificial completo en el Texas Heart Institute de Houston el 4 de abril de 1969. Funcionó perfectamente durante 64 horas, hasta que el enfermo recibió un corazón humano.

Luego llegaron más modelos, cada uno mejor que el anterior; sin embargo no fue hasta 2006 cuando se autorizó oficialmente en Estados Unidos y Europa la implantación de un corazón artificial total, en pacientes con fallo irreversible del corazón. El modelo

aceptado internacionalmente —al menos lo era hasta no hace mucho— es el AbioCor® (Abiomed Inc., Estados Unidos), cuyo uso, de acuerdo con las regulaciones oficiales, únicamente está permitido para pacientes con insuficiencia cardíaca terminal, con expectativa de vida menor de un mes. A diferencia de modelos anteriores, no tiene consola externa, ni cables o cánulas a través de la piel del enfermo, y la batería interna que lo mantiene se recarga constantemente a través de una fuente de energía mediante un mecanismo que evita la necesidad de cables externos, que son fuentes de molestias e infección.



## Capítulo 15

### Técnicas de imagen en la medicina

Las técnicas de imagen en la medicina ya nos han aparecido. Fue en el capítulo 10, al ocuparme de los rayos X. Vimos allí cómo este descubrimiento de la física representó uno de los grandes logros de la medicina del siglo XX. Casi medio siglo después del descubrimiento de Röntgen, el físico estadounidense experto en rayos X Arthur Holly Compton (1892-1962; su nombre se ha inmortalizado en la física bajo el epígrafe de «efecto Compton») señalaba su trascendencia en un artículo que publicó en 1945 en la revista *Radiology*:

*Si la ciencia es la gran búsqueda intelectual del mundo moderno, el descubrimiento [de los rayos X] constituye uno de los mayores logros de la época. Existen, no obstante, quienes quieren medir la importancia en dólares, o en la forja del destino nacional, o en términos de la vida humana. Incluso en términos tan prácticos, el descubrimiento de los rayos X debería ser reconocido con un acontecimiento extraordinario en la historia del hombre. En lo que se refiere a la vida humana, deberíamos recordar que el efecto directo de la utilización de los rayos X y del radio en diagnóstico y terapia ha salvado un número de vidas que es comparable con el número de soldados muertos en una guerra mundial.*

Ahora bien, cuando Compton escribía estas líneas ya era notorio que existían problemas con la técnica: como indiqué en el capítulo 10, la baja sensibilidad de las películas fotográficas de que se disponía en los primeros tiempos de la introducción de los rayos X en medicina hizo que se llegasen a necesitar hasta más de diez minutos de irradiación (es fácil imaginar lo que esto significaba; en la actualidad, con las nuevas películas las exposiciones son de unos pocos milisegundos). Pero con el paso del tiempo se introdujeron mejoras que redujeron el riesgo. Importante en este sentido fue la introducción, en 1955, del intensificador de imágenes, que permitía sustituir la placa fotográfica por un dispositivo electrónico de menor resolución, además su rápida respuesta facilitaba la observación de imágenes en movimiento; por otra parte, abría la puerta a la radiología digital, en la que la placa fotográfica es sustituida por un detector electrónico conectado a un ordenador.

### Tomografía axial computerizada

Una hija, por lo menos pariente próximo, de la anterior técnica es la tomografía axial computerizada (TAC), en la que un tubo emisor de rayos X y un detector giran describiendo un círculo alrededor del paciente. Con la información recogida, un ordenador reconstruye los cortes tomográficos de la zona del cuerpo que se desea analizar.

Los creadores de esta técnica —por la que recibieron el premio Nobel de Medicina en 1979— fueron un físico y un ingeniero electrónico, Allan Cormack (1924-1988) y Godfrey Hounsfield (1914-2004). Precisamente en su discurso en la entrega del Nobel,

Cormack explicó cómo llegó a interesarse por el problema del que surgió la tomografía axial computerizada; es interesante citar lo que dijo en aquella ocasión:

*En 1955, yo era lecturer de Física en la Universidad de Cape Town (Suráfrica) cuando el físico del Hospital Groote Schuur dimitió. La ley surafricana exige que un físico propiamente cualificado supervise la utilización de los isótopos radiactivos y como yo era el único físico nuclear en Ciudad del Cabo me pidieron que pasase un día y medio a la semana en el hospital vigilando el empleo de isótopos, algo que hice durante la primera mitad de 1956. Me ubicaron en el Departamento de Radiología bajo la dirección del doctor J. Muir Grieve y en el curso de mi trabajo observé la planificación de los tratamientos de radioterapia. Una mujer superponía tablas de dosis de isótopos y producía contornos de dosis que el médico examinaba y ajustaba, un proceso que se repetía hasta que se encontraba una distribución de dosis satisfactoria. Las tablas de dosis de isótopos eran para materiales homogéneos y se me ocurrió que, como el cuerpo humano no lo es, los resultados se verían deformados por las inhomogeneidades, un hecho del que, por supuesto, los médicos eran muy conscientes. Pensé que para mejorar la planificación del tratamiento tendría que conocerse la distribución del coeficiente de atenuación de los tejidos del cuerpo [la cuantía de la disminución de intensidad del haz*

*de radiación que se produce al atravesar el cuerpo] y que esta distribución tendría que encontrarse realizando medidas externas al cuerpo. Pronto se me ocurrió que esta información sería útil para los diagnósticos y que constituiría una tomograma o series de tomogramas, aunque no aprendí la palabra «tomograma» hasta muchos años después.*

Cormack también pensó que si se obtenía el suficiente número de proyecciones con ángulos diferentes, podría lograrse la información necesaria para determinar de manera cuantitativa la estructura interna del organismo y más tarde reconstruir las imágenes de forma que tuvieran utilidad diagnóstica. Aquel mismo año se trasladó a la Universidad de Harvard, en donde se ocupó de desarrollar una teoría matemática para la reconstrucción de las imágenes, teoría que sometió a pruebas mediante una simulación en el laboratorio el año siguiente, cuando regreso a Ciudad del Cabo. Prosiguió allí con la elaboración de su modelo matemático y realizando experimentos de prueba (siempre con fuentes radiactivas), publicando finalmente sus resultados en 1963, pero éstos no atrajeron la atención necesaria.

Diez años después de que Cormack se introdujese en estos dominios, Godfrey Hounsfield, del Departamento de Sistemas Médicos de los Laboratorios Centrales de Investigación de EMI (Electrical and Musical Industries), en Londres, comenzó investigaciones parecidas, pero utilizando una fuente de rayos X. Y,

además, fue más allá que Cormack, construyendo una máquina real. Primero probó con un cerebro humano conservado en el museo de un hospital cercano, y luego, en 1972, con un paciente, una mujer de la que se sospechaba que padecía una lesión cerebral. La imagen obtenida reveló un quiste circular en el cerebro. Nació así la tomografía axial computerizada, un notable ejemplo de los grandes beneficios que se obtienen cuando se producen alianzas entre física, ingeniería y medicina, por mucho que éstas sean tan casuales y temporales como la que se produjo en el caso de Cormack. Ocho años después, el mismo año en que Hounsfield y Cormack recibieron el premio Nobel de Medicina, el nuevo sistema se aplicaba en alrededor de mil hospitales del mundo.

### Tomografía de emisión de positrones

Otra técnica de imagen de diagnóstico médico desarrollada en la década de 1970 es la tomografía de emisión de positrones (PET; de *Positron Emission Tomography*), que utiliza las propiedades de los positrones (la antipartícula del electrón) que son producidos en un ciclotrón: tras recorrer una corta distancia, el positrón choca con un electrón del cuerpo del paciente, momento en que tiene lugar la aniquilación de ambos (como ocurre cuando una partícula y su antipartícula chocan). La energía producida en el proceso de aniquilación se disipa en forma de dos fotones que se mueven en direcciones opuestas y que son detectados mediante un par de sensores, procesándose posteriormente la información recibida, lo que permite detectar cambios en la concentración de los tejidos que

contenían los electrones iniciales. Como ha escrito el doctor Pedro García Barreno (*Medicina virtual*, 1997): «La PET ha supuesto una herramienta insustituible para estudiar los mecanismos de las reacciones químicas *in vivo* y las bases moleculares de la adicción a las drogas y del síndrome de abstinencia, del envejecimiento, de diferentes trastornos neurológicos y enfermedades mentales. Al contrario que las imágenes proporcionadas por la Tomografía Computarizada y la Resonancia Magnética, eminentemente estructurales, las imágenes por PET muestran la bioquímica y la fisiología». En este sentido, un acontecimiento relevante tuvo lugar en 1973, cuando la PET se utilizó para mostrar la actividad metabólica cerebral: nacía así una nueva neurología.

### Medicina nuclear

La mención de los positrones y de los ciclotrones donde se producen, nos lleva a otro apartado de la medicina del siglo XX: el de la medicina nuclear.

Esta disciplina es heredera de la radiactividad, que ya nos ha aparecido en este libro. Mencioné entonces, pero muy brevemente, que cuando se descubrieron otros elementos radiactivos que también emiten rayos gamma pero que son menos dañinos para los tejidos humanos que el radio, el empleo de éste para el tratamiento de cánceres disminuyó drásticamente, hasta su práctica desaparición. Ahora es el momento de continuar esa historia.

Lo primero es introducir a los «radioisótopos», variedades de elementos químicos —isótopos (elementos que ocupan el mismo

lugar en la tabla periódica de los elementos, lo que significa que son el mismo elemento, pero que se diferencian en el número de neutrones que albergan en sus núcleos)— radiactivos. Un acontecimiento importante fue el descubrimiento de radioisótopos con aplicaciones médicas, una circunstancia de la que se aprovecharon algunos físicos nucleares, como Ernest Lawrence (1901-1958), el «padre» de los ciclotrones, los primeros aceleradores de partículas. En su búsqueda de financiación para los cada vez más grandes —y, por consiguiente, más costosos— ciclotrones que quería construir en la Universidad de Berkeley (Estados Unidos), Lawrence recurrió a diversas instituciones, entre ellas a la Fundación Rockefeller. Ahora bien, ésta estaba interesada principalmente en ayudar a las investigaciones médicas, no viendo con particular interés la física de altas energías, y así rechazó al menos seis solicitudes de Lawrence. Únicamente fue en abril de 1940 cuando aceptó donar 1,4 millones de dólares para la construcción de un ciclotrón mayor que los entonces disponibles. Lo que hizo cambiar de opinión a la Fundación fueron las aplicaciones biomédicas de los ciclotrones; esto es, que fuesen capaces de producir elementos químicos radiactivos útiles en medicina. De hecho, Lawrence advirtió pronto que su máquina tenía aplicaciones médicas y que éstas podían serle de utilidad (intentó patentar algunos radioelementos con aplicaciones médicas, para así obtener con su venta fondos para su laboratorio). En un informe que preparó en 1934, señalaba que el sodio-24, que era capaz de producir con cierta facilidad en Berkeley, podía tener importantes

aplicaciones comerciales. En efecto, este elemento se incorpora a determinadas moléculas del organismo y recorre el cuerpo humano como el sodio ordinario, pero su vida media, quince horas, era adecuada para realizar estudios sobre la circulación de la sangre: una vez ingeridas cantidades muy pequeñas del mismo, se comprobaba con un contador Geiger que esta sustancia radiactiva llegaba a, por ejemplo, una mano en pocos minutos. Aunque también fue utilizado para diagnosticar algunos desórdenes vasculares, el sodio-24 no hizo, sin embargo, honor a las esperanzas que Lawrence había depositado en él (con sodio-24 se quiere decir el isótopo del sodio de peso atómico 24); otros radioelementos generados en el ciclotrón sí lo harían: el fósforo-32 ha sido utilizado con éxito en, por ejemplo, el tratamiento de la leucemia y en la enfermedad de Hodgkin; el yodo-131, para combatir problemas de tiroides, localizar tumores cerebrales, estudiar los riñones, el hígado y los pulmones; el cobalto-60, en la quimioterapia del cáncer y en estudios de anemia perniciosa, y el tecnecio-99, para explorar el cerebro, tiroides, riñones, hígado y bazo.

Un nuevo paso en la dirección de acercar la física y química nucleares a la medicina, lo dio el presidente de Estados Unidos, Dwight David Eisenhower. El mismo año, 1953, en que fue elegido para la Presidencia de Estados Unidos, más concretamente el 8 de diciembre de aquel año, presentó ante la Asamblea General de la Organización de Naciones Unidas (ONU) el «Programa Átomos para la Paz», en el que no olvidó referirse a la necesidad de movilizar expertos «para aplicar la energía atómica a las necesidades de la



agricultura, medicina y otras actividades pacíficas». Así, durante la Primera Conferencia Internacional sobre los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear, celebrada en Ginebra en 1955 los temas biológicos y médicos fueron objetos de diez sesiones. En el ámbito terapéutico se presentaron 27 comunicaciones sobre tratamiento con yodo radiactivo y fósforo-32, mientras que en el del diagnóstico se leyeron 54 comunicaciones, una buena parte de ellas sobre el desarrollo de nuevos aparatos de registro. Entre los participantes se encontraba Hal O. Anger, quien estaba culminando entonces su prototipo de cámara de rayos gamma, que culminó en 1956. La cámara en cuestión funcionaba como una cámara fotográfica que en vez de detectar luz visible registraba radiación gamma, obteniendo imágenes que reflejaban la distribución del trazador (el isótopo radiactivo que se incorpora inocuamente a las rutas metabólicas del organismo).

### Resonancia magnética nuclear

Una manifestación posterior de las posibilidades médicas de la física nuclear, es otra técnica de imagen, diferente de las anteriores, que se suma a los TAC y PET; una técnica basada en la resonancia magnética nuclear, un fenómeno identificado en 1946, de manera independiente, por dos grupos dirigidos, respectivamente, por los físicos estadounidenses Felix Bloch (1905-1983), de la Universidad de Stanford, y Edward Purcell (1912-1997), de la Universidad de Harvard (por ello recibieron el premio Nobel de Física en 1952) y llevada a la medicina en la década de 1970. El responsable de este

nuevo desarrollo fue un médico especializado en cáncer y con experiencia en física: Raymond Damadian (n. 1937). Desde el punto de vista físico, el fenómeno se basa en el hecho de que algunos núcleos atómicos, y en particular el del hidrógeno, cuyo núcleo está constituido por un único protón, se comportan como minúsculos imanes (nanoimanes) cuando se aplica un campo magnético de suficiente intensidad, alineándose los núcleos en cuestión en la dirección del campo. Si entonces el escáner aplica una señal de radiofrecuencia, se perturba esa configuración, que se recupera cuando cesa la señal. Durante el tiempo que tardan los núcleos en retornar a su configuración de alineación, emiten unas señales que detecta un sensor, que las envía a un ordenador, en el que mediante técnicas matemáticas, son convertidas en imágenes que revelan la distribución del hidrógeno en el organismo. Y como el hidrógeno es, al formar parte del agua, el componente más abundante en el cuerpo humano y la señal emitida depende de la combinación química de las moléculas del agua, resulta que se puede obtener imágenes de cualquier tejido del cuerpo y discriminar entre sanos y patológicos.

La idea de Damadian fue suponer que los átomos de hidrógeno de tejidos cancerosos reaccionaban de forma diferente en la resonancia magnética nuclear que los de los tejidos normales. Comenzó a trabajar en esta idea en 1971, desarrollando un mecanismo para hacerla operativa, y el 17 de marzo de 1972 solicitaba una patente para «Detectar tejidos cancerosos en células corporales». La realización práctica llegó el 3 de julio de 1977, con una máquina

bautizada como *Indomitable* («Indomable»), con la que tomó la primera imagen topográfica, de un colega, Lawrence Minkoff (en 1978 Damadian fundó una compañía, FONAR, para comercializar su invento). Sin embargo, la técnica era aún algo primitiva: necesitaba cuatro horas para reconstruir las imágenes línea a línea. Desarrollos posteriores han resuelto este y otros problemas (actualmente las imágenes se realizan en segundos) haciendo de la resonancia magnética nuclear (RMN) una técnica médica con múltiples aplicaciones ya que, a diferencia de, por ejemplo, las radiografías que muestran sustancias sólidas como huesos, permite producir imágenes, de gran contraste, de los tejidos blandos del cuerpo, logrando el seccionado de éste en láminas y generando imágenes a distintas profundidades. Asimismo, sirve para estudiar la bioquímica del cuerpo humano *in vivo*.

## Ecografías

Las técnicas de diagnóstico por imagen no están basadas únicamente en el uso de las radiaciones. También está la *ecografía*, una técnica que se desarrolló a partir del sónar, un aparato militar diseñado para la guerra submarina, en cuyo desarrollo se comenzó a trabajar durante la primera guerra mundial, aunque fue durante la segunda cuando se perfeccionó. Utiliza ultrasonidos, ondas menos problemáticas que las radiaciones ionizantes al no afectar a los átomos y moléculas de los tejidos. Estas ondas pueden viajar a través de los tejidos biológicos, reflejándose cada vez que encuentran una nueva superficie, lo que sucede cuando pasan por

diferentes tipos de tejidos. Cuando se reciben en el detector, las ondas reflejadas se amplifican para poder ser escuchadas, o bien se convierten en señales que pueden ser procesadas con la ayuda de un ordenador para proporcionar datos específicos sobre la forma y posición de los tejidos. En las primeras máquinas de ultrasonidos el paciente tenía que sumergirse en una bañera, pero en 1957 se diseñó un escáner de contacto muy parecido a los, más o menos, definitivos, que entraron en servicio hacia 1980, utilizándose preferentemente en las exploraciones durante el embarazo, aunque también se emplea como técnica exploratoria no invasiva en exámenes de, por ejemplo, mama o próstata.

## Capítulo 16

### La biomedicina del ADN

En el capítulo 8 traté de la célula, pero no me detuve demasiado en este «átomo de la vida». Ahora es el momento de decir algo más, en particular de cómo, y en cuál de sus partes, se gobierna el proceso de la herencia, el que la descendencia comparte con sus progenitores muchos rasgos; sin ir más lejos uno primario, el de pertenecer a la misma especie.

#### Charles Darwin y el problema de la herencia

El estudio de la naturaleza de la vida se limitó durante siglos — milenios, de hecho— a la estructura más visible. En primer lugar, a la anatomía, lo que implicaba la disección, y a la clasificación de especies (taxonomía), buscando encontrar caracteres comunes a grupos. Con estos conocimientos, fue posible descubrir las relaciones entre diferentes especies, punto en el que es obligado mencionar al gran naturalista inglés Charles Darwin (1809-1882), el autor de uno de esos libros que «hacen historia», que pasan a formar parte del patrimonio universal de la humanidad: *On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* («Sobre el origen de las especies por medio de selección natural, o la preservación de especies favorecidas en la lucha por la vida», 1859). mencionar al gran naturalista inglés Charles Darwin (1809-1882), el autor de uno de esos libros que «hacen historia», que pasan a formar parte del *On*

*the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for.*

Darwin nos enseñó que toda la vida que existe sobre la Tierra está emparentada entre sí, que las formas más primitivas han ido cambiando y dando origen a otras más complejas, que a su vez han *evolucionado*, produciendo nuevas especies a partir de otras anteriores.



Es como un árbol, el árbol de la vida, en donde de un tronco común van surgiendo ramas, de las que brotan otras ramas, en un proceso dirigido por la lucha por los recursos. Ahora bien, Darwin desconocía por completo cómo podían surgir esas variaciones y,

sobre todo, cómo una vez aparecidas eran transmitidas a la descendencia. Aunque nunca resolvió este problema, propuso una teoría al respecto, que explicó en otro de sus libros, *La variación de los animales y las plantas bajo domesticación* (1868). En el capítulo 27 (el penúltimo) de este libro, Darwin presentó la teoría que propuso, la de la pangénesis.

*Uno desearía explicarse, aunque fuera de manera imperfecta, cómo es posible que un carácter que poseyó algún remoto antecesor reaparezca de repente en la descendencia; cómo los efectos del uso que aumenta o reduce un miembro pueden ser transmitidos al niño; cómo el elemento sexual masculino puede actuar no sólo en el óvulo, sino ocasionalmente en la forma materna; cómo se puede producir un híbrido por la unión de tejido celular de dos plantas independientemente de los órganos de gemación; cómo un miembro puede reproducirse en la línea exacta de la amputación sin añadir poco o mucho; cómo el mismo organismo puede ser producido por procesos tan diferentes como la gemación y generación seminal, y, por último, cómo en dos formas allegadas, una atraviesa durante su desarrollo una metamorfosis muy compleja y otra no lo hace así, aunque al llegar a la madurez ambas son similares en cada detalle de estructura. Sé que mi opinión es sólo una hipótesis provisional o especulación, pero hasta que se desarrolle otra mejor puede servir para*

*unir una multitud de hechos que hasta el presente permanecen desvinculados por alguna causa eficaz.*

Básicamente, su teoría era que «todas las unidades del cuerpo, tienen juntas el poder ... de crecer por autodivisión, de expeler átomos independientes y diminutos de sus contenidos, que son las gémulas. Éstas se multiplican y agregan en las yemas y en los elementos sexuales; su desarrollo depende de su unión con otras células o unidades nacientes; y son capaces de transmitirse en un estado latente a las sucesivas generaciones». Más concretamente, el «desarrollo de cada ser, incluyendo todas las formas de metamorfosis y metagénesis depende de la presencia de gémulas expelidas en cada período de la vida, y en su desarrollo, en un período correspondiente, en unión con células precedentes ... El niño, estructuralmente hablando, no crece hasta hacerse hombre, sino que contiene gérmenes que lenta y sucesivamente se desarrollan y forman el hombre. En el niño como en el adulto, cada parte genera la misma parte. La herencia puede ser vista como una forma simple de crecimiento, como la autodivisión de una planta unicelular de inferior organización ... Cada animal y planta puede compararse a un lecho de mantillo lleno de semillas, algunas de las cuales germinan pronto, algunas se mantienen por un período, mientras otras perecen».

Hoy sabemos que estas ideas, bastante oscuras (por eso también las he citado, para mostrar lo difícil que es avanzar en el conocimiento), eran profundamente erróneas. La pieza de que carecía Darwin era,



por supuesto, la genética. Y en este punto hay que hacer referencia a Mendel, pero antes mencionaré, muy brevemente, una derivación relativamente reciente de las ideas de Darwin sobre la evolución: la *medicina darwiniana*.



*La medicina darwiniana*

Lo que la evolución cambia, permanece en la especie que desarrolla ese cambio. Darwin, por supuesto, sabía esto, pero no dijo prácticamente nada al respecto. Nuestros propios cuerpos muestran que no todo lo que se hereda como producto de los cambios evolutivos termina siendo beneficioso para las especies (¿para qué

nos sirve en la actualidad, el apéndice situado en el ciego, donde comienza el intestino grueso, si no es para el riesgo de padecer apendicitis?). De conclusiones como éstas ha surgido un nuevo enfoque de la enfermedad, de algunas enfermedades: la idea de que las enfermedades han surgido de un «desajuste» entre el mundo actual y aquel en el que las especies que sufren esos males se desarrollaron y adaptaron. Está por ver si esta medicina darwiniana conduce a resultados interesantes.

Y ahora, ya sí, pasaré a Mendel.

### Mendel y la genética

Johann Mendel (1822-1884) nació en Heinzendorf, entonces perteneciente a Austria y ahora a la República Checa, de familia de campesinos. Su destino casi obligado debería haber sido continuar viviendo del campo, pero mostró tales habilidades que sus profesores se fijaron en él y terminó convirtiéndose en monje agustino, ingresando en el monasterio de San Pablo en Brno, donde tomó el nombre de Gregor, por el que se conoce.

Hacia 1856, Mendel comenzó a experimentar con guisantes en el jardín de su monasterio. Se interesó en concreto por el estudio de la estabilidad de especies mediante la observación de los caracteres heredados por la descendencia híbrida de varias cepas, tema para el que los guisantes son especialmente adecuados, porque producen híbridos fértiles, que se cultivan con facilidad y tienen un tiempo de crecimiento relativamente corto. Durante cerca de ocho años, estudió 34 variedades de tres especies, que diferían en las citadas

siete características. En la primera experiencia cruzó una variedad de semillas redondas-lisas con otra de semillas arrugadas, y al revés.



*Gregor Mendel*

En lugar de semillas más parecidas encontró que todas las nuevas eran redondas y dio al conjunto el nombre F1. Las sembró, dejó que se autofecundasen y obtuvo semillas de la generación F2 en proporción de tres redondas por una rugosa. Sembró unas de cada clase y obtuvo la generación F3. Las semillas arrugadas produjeron otras del mismo carácter, mientras que las redondas lo hacían en la

proporción tres redondas por una arrugada. Llamó *dominante* al carácter que se daba en cada generación y *recesivo* al que reaparecía y supuso que formaban una unidad productiva, compuesta por dos *factores*.

Cada factor estaba formado por un par de elementos, de los que cada individuo aportaba uno a la célula sexual. Enunció dos leyes naturales: la de la *segregación equitativa* y la de la *segregación independiente* por la que los caracteres diferentes son heredados de forma independiente. Sin embargo, en realidad Mendel estaba navegando en aguas que desconocía, un hecho que es patente en el lenguaje que empleó en el artículo («Experimentos sobre la hibridación de plantas») que publicó con los resultados de sus experimentos en 1866 en la revista de Brno, *Verhandlungen des naturforschenden Vereines*. Así, leemos:

*El que dé un vistazo a las coloraciones que se originan en las plantas ornamentales por fecundaciones semejantes no podrá sustraerse fácilmente a la convicción de que, aun aquí, tiene lugar el desarrollo según una ley determinada, que halla probablemente su fórmula en la combinación de varios factores de color independientes ... Se comprenderá que la pretensión de reducir las diferencias fundamentales en el desarrollo de los híbridos a una asociación permanente o pasajera de los elementos celulares dispares sólo puede tener el valor de una hipótesis, a la cual la falta de datos seguros deja un amplio campo experimental.*

Hoy llamamos a esos «factores de color independientes» y a los «elementos celulares dispares» bien genes o, de una forma más general, menos específica, cromosomas.



*Mendel y los guisantes*

Y aunque nadie lo apreció —ni siquiera él mismo—, con el artículo de Mendel de 1866 se abría la «Era de la Genética», una era en la que mostraría que los procesos hereditarios se basan en la transmisión de caracteres discontinuos, *nucleares* en cierto sentido, pero, al mismo tiempo, regulares, que siguen leyes de proporciones fijas. Podía pensarse en buscar «los átomos de la herencia», de los cuales, por supuesto, Mendel no tenía ni idea cómo, o qué, podrían ser. Él trabajó con guisantes, pero porque era fácil estudiar cómo se

combinan en sucesivas generaciones; más difícil, pero respondiendo al mismo mecanismo es, por ejemplo, explicar cómo varían características de personas en los casos de mestizajes, como, por ejemplo, el hispanoamericano fruto de la colonización española de América.

Las investigaciones de Mendel apenas fueron conocidas, y ello a pesar de que la revista en la que apareció este trabajo fue adquirida por más de cien bibliotecas e instituciones científicas europeas. No está claro por qué, aunque probablemente fuese por la naturaleza, en última instancia matemática y estadística, de los análisis de Mendel. Fueron redescubiertas, simultáneamente, en 1900, por el holandés Hugo de Vries, el alemán Carl Correns y, en menor grado, el austríaco Erik von Tschermak.

### La división celular y los cromosomas

Uno de los que se beneficiaron de los nuevos medios técnicos disponibles a partir de mediados del siglo XIX para realizar observaciones microscópicas fue el zoólogo alemán Oscar Hertwig (1849-1922). En 1876, Hertwig estudió el erizo de mar *Toxopneustes lividus*, que tenía la ventaja de poder mantenerlos fácilmente en tanques de agua salada y del que se podía extraer sus huevos sin más que sacudirlos. Observó que cuando colocaba un espermatozoide en el líquido que rodeaba a los huevos, un espermatozoide tocaba la superficie de la célula del huevo convirtiéndose enseguida en una especie de «estructura luminosa» cuyo tamaño iba aumentando hasta llegar al tamaño del núcleo del huevo. Denominó a esta «estructura», «núcleo

del espermatozoide» y advirtió que los dos núcleos, el del huevo del erizo y el del espermatozoide, terminaban fusionándose. La célula con estos dos núcleos fusionados se convertía así en el progenitor del que se iban produciendo, al dividirse, nuevas células hasta formar un nuevo erizo de mar. «Hemos reconocido —señalaba en el artículo en que presentó sus resultados— que el suceso más significativo que tiene lugar en la fertilización es la fusión de dos núcleos celulares.»

Estaba hablando de lo que se conoció como *meiosis*.

Junto a la meiosis, el otro proceso básico de la reproducción celular es la *mitosis*, proceso desvelado en 1879, utilizando finas colas de salamandra, por un investigador alemán, profesor de Anatomía en Kiel, Walther Flemming (1843-1905). Lo que Flemming observó fue la división del núcleo de la célula y la formación (que pudo ver con poca nitidez) de una especie de hilos que se separaban. Como pudo detectar esos hilos porque absorbían el color del colorante que empleó, los denominó elementos *cromatina* (de la palabra griega, *chromo*, color), sin saber que estaba contemplando por primera vez a los portadores de la herencia, que recibieron en 1888 el nombre de *cromosomas* de Wilhelm Waldeyer (1839-1921), de la palabra griega que significa «cuerpo coloreado».

Los cromosomas se presentan en pares, procediendo cada elemento del par de uno de los progenitores. En la mayoría de los organismos la pareja de cromosomas de cada par es del mismo tipo, salvo en un par, en el que la pareja es diferente: son los denominados «cromosomas sexuales». El número de cromosomas varía según las especies. La mosca del vinagre tiene (contando el total, no las

parejas) 8, las palomas 16, el gusano 36, los gatos 38, el ratón 40, los simios 48, las ovejas 54 y los perros 78, mientras que los humanos tenemos 46, esto es, 23 pares, todos iguales, menos uno, que caracteriza el sexo que tiene su poseedor (en las mujeres ese cromosoma sexual está formado por una pareja de igual tipo, XX, mientras que en los hombres no es así: son XY). En el mecanismo de la reproducción sexual, el individuo macho aporta la mitad de los cromosomas, siendo el cromosoma sexual o bien del tipo X o del tipo Y. La hembra, por su parte, aporta la otra mitad, siendo el cromosoma sexual siempre de tipo X. En los humanos, los cromosomas están contenidos en el cigoto, u óvulo fecundado. Y, como la madre siempre aporta un cromosoma X, la criatura que se va a formar será un varón si el espermatozoide que ha fecundado el óvulo lleva un cromosoma Y y una hembra si transportaba un X.

### La molécula de la herencia: el ADN

Habría, por supuesto, mucho más que contar en una presentación más detallada; hablar por ejemplo, de los trabajos de médicos y científicos como Archibal Edward Garrod (1857-1936), William Bateson (1861-1926), Thomas Hunt Morgan (1866-1945) u Oswalt T. Avery (1877-1955), que establecieron en una base firme lo que se vino en denominar «genética», una palabra introducida en 1905 por Bateson, y sus elementos «fundacionales», los «genes». Entre esa «base firme» figuraba establecer la composición química de los cromosomas, tarea que completó en 1944 Avery junto con dos

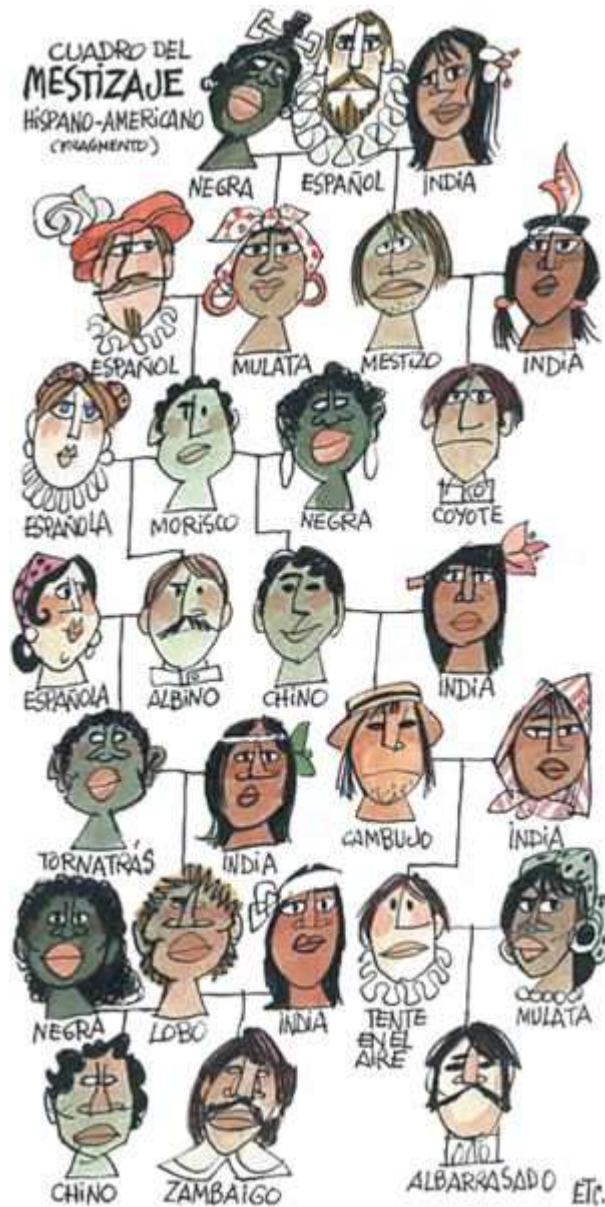


colaboradores: están compuestos de ácido desoxirribonucleico, ADN.

El siguiente paso era determinar la «forma», la estructura espacial de la molécula de ADN, con la esperanza de ver si con tal información se podía comprender el proceso de la herencia. Esto es algo que finalmente se consiguió en 1953, obra del trabajo de dos científicos: el antiguo físico convertido en biólogo molecular inglés, Francis Crick, (1916-2004) y el biólogo estadounidense James Watson (n. 1928). El ADN, descubrieron, está formado por dos cadenas helicoidales (la doble hélice), unidas entre sí; cada una de ellas está formada por cuatro compuestos químicos, combinaciones de carbono, nitrógeno, hidrógeno y fósforo, agrupaciones químicas a las que se denomina «bases»: son la adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). Éstas forman secuencias determinadas sobre cada hélice, pero de tal manera que la T de una cadena se asocie a la A de la otra, y la G a la C. Cualquier otro emparejamiento está prohibido. Semejante estructura, sugiere inmediatamente un posible mecanismo celular reproductivo: en un momento dado de la vida de una célula, la doble hélice se escinde en dos hélices sencillas, que al captar en el medio en que se encuentran los elementos químicos necesarios, reconstruyen la doble hélice, de una forma, además, en principio perfectamente fiel, debido a la ley de emparejamiento de las bases.

Watson y Crick (el orden de aparición de los nombres en el artículo lo determinaron por sorteo) publicaron su propuesta en una escueta

nota (de una página en total) en el número del 25 de abril de 1953 de la revista *Nature*.



Se titulaba «Estructura molecular de los ácidos nucleicos. Una estructura para el ácido desoxirribonucleico». En él incluían una, luego famosa, frase relativa al mecanismo de la herencia al que ha

aludido: «No se nos escapa que el emparejamiento específico que hemos postulado sugiere de inmediato un posible mecanismo de copia para el material genético».



Un nuevo mundo biológico-molecular: el ADN recombinante

Con la firme base que aportaba el conocimiento de la estructura en doble hélice del ADN, comenzó una nueva era para la biología, destacando una rama denominada «biología molecular». Fue quedando claro, además, que las «unidades de la vida», los «átomos» que daban sentido a los trabajos de Mendel, eran en realidad

segmentos, trozos, de las cadenas de ADN, a los que se denomina «genes».

Un desarrollo en el que me interesa detenerme tuvo lugar a finales de la década de 1960 y comienzos de la de 1970. Éstos no fueron importantes sólo porque cambiaron significativamente la faz de biología molecular, sino por las aplicaciones a las que condujeron, haciendo que se pudiese hablar de «biotecnología» o de «ingeniería genética», la disciplina que se ocupa de «unir genes»; esto es, de sustituir un segmento de ADN de una célula por uno de otra (al organismo que surge de este proceso se le denomina *transgénico*). «ADN recombinante», se denominó a esto.

Inmediatamente después de que se introdujesen las primeras de estas técnicas, se reconoció que sería posible construir moléculas de ADN recombinante *in vitro*, lo que hizo que se especulase y debatiese acerca de las implicaciones de la tecnología genética en los seres vivos, y entre ellos en los humanos. Parecía claro que la biología molecular, ahora en la forma de ingeniería genética o biotecnología, podría permitir seleccionar no ya individuos, sino algunos de sus genes o porciones de ellos; crear, en definitiva, algo absolutamente nuevo: nuevas moléculas, nuevos genes y, por tanto, nueva vida.

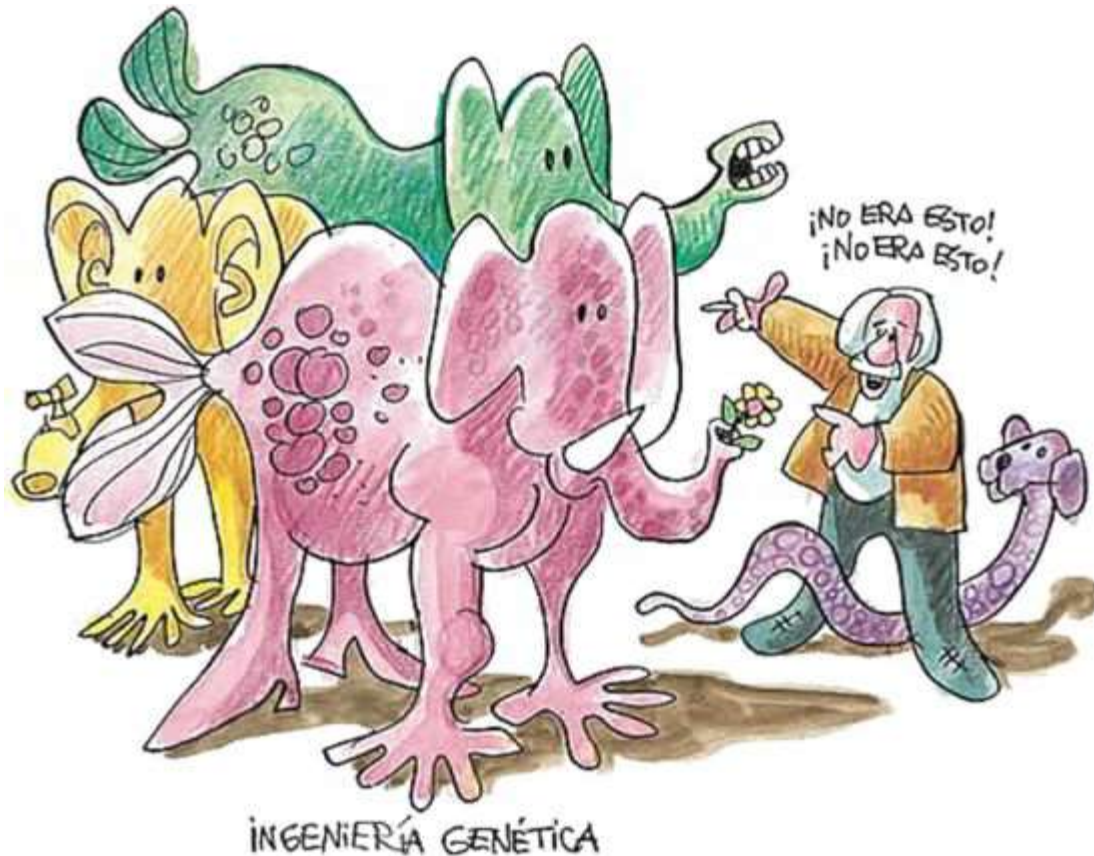
### El nacimiento de una nueva ciencia: la genómica

Los avances que se estaban llevando a cabo en el conocimiento de la estructura del ADN condujeron a que se plantease la idea de estudiar con detalle, de manera completa, toda la estructura

genética (el *genoma*) de cadenas de ADN. ¿Y qué genoma podía resultar más atractivo que el humano? Pensemos que la estructura (química) de los genes puede tener consecuencias muy importantes en las características (positivas o no) de los seres vivos, consecuencias que entran plenamente en el ámbito de la medicina, de ahí que sea absolutamente obligado tratar de estas cosas en una historia de la medicina. Pequeños cambios en la estructura química de los genes pueden tener consecuencias muy importantes. En 1986, por ejemplo, un equipo de investigadores estadounidenses identificó el defecto genético responsable de un tipo de distrofia muscular. En 1989, un grupo de biólogos anunció el descubrimiento de la situación del gen que, cuando sale defectuoso, produce la fibrosis quística, una enfermedad que afecta a los pulmones, páncreas y otros órganos. En 1993, se localizó el gen de la corea de Huntington, un trastorno que origina una degeneración progresiva del cerebro, que viene acompañada de la aparición de fuertes movimientos incontrolados y que conduce, inevitablemente por el momento, a la muerte.

En 1984 se propuso la creación de un Consorcio Internacional para Secuenciar el Genoma Humano, cuyo fin sería determinar con precisión la estructura, la, como se decía, «cartografía» del genoma humano. No obstante, su establecimiento formal se demoró hasta septiembre de 1988, liderado por Estados Unidos, pero con la participación de otros países: Gran Bretaña, Francia, Japón, China y Alemania.

En 1989 se nombró director del mismo a James Watson, aunque dimitió dos años después por diferencias sobre cómo dirigirlo, siendo sustituido en 1993 por Francis Collins (n. 1950).



Destinado a obtener un conocimiento que además de contribuir al avance de la ciencia, debería tener consecuencias evidentes para combatir enfermedades o anomalías genéticas, era evidente que su objetivo tenía interés también para la industria privada. Semejante interés no tardó demasiado en manifestarse: lo hizo a través de una compañía comercial fundada en 1998 denominada Celera Genomics, dirigida por el biólogo molecular Craig Venter (n. 1946).

Tras haber trabajado a principios de la década de 1990 para los Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos, que controlaban el Proyecto Genoma Humano, en 1992 Venter fundó, en Rockville (Maryland), un Institute for Genomic Research (Instituto para la Investigación Genómica), donde desarrolló un procedimiento pionero para identificar genes en cadenas de ADN, una técnica (denominada *shotgun*) completamente diferente a la que se estaba utilizando en el Proyecto Genoma Humano (mientras que éste buscaba identificar un gen cada vez, el método de Venter rompía el genoma en millones de fragmentos que se solapan, leyendo las máquinas las secuencias, para finalmente poderosos computadores reunir los datos en un secuencia completa de genoma). Con su método (diez veces más barato que el empleado por el proyecto público, y más rápido), Venter secuenció el genoma de una bacteria, *Hemophilus influenzae*, que produce meningitis y sordera, el primer genoma completo de un organismo vivo completado en la historia (los resultados fueron publicados en 1995).

En 1998, Venter anunció su intención de determinar la secuencia del genoma humano, lo que, evidentemente, implicaba competir con el proyecto público. Para alcanzar tal fin, en junio de 1998 constituyó, aliándose con Applera Corporation, la compañía Celera Genomics, en la que él era al mismo tiempo presidente y principal director científico. Enseguida la compañía afrontó la tarea de secuenciar el genoma de la mosca *Drosophila melanogaster*, cuyo sistema nervioso central tiene muchos genes en común con el de los humanos. Era obvio que se trataba de un ensayo para enfrentarse



al genoma humano. Los resultados de aquel primer proyecto de Celera fueron publicados en *Science* el 24 de marzo de 2000, en un artículo con doscientos cuarenta investigadores de todo el mundo figurando como autores. El número de genes que encontraron en la secuencia (que Venter consideraba de una precisión del 99,9 por ciento) era catorce mil.

Por entonces la compañía dirigida por Venter ya estaba firmemente implicada en la secuenciación del genoma humano. De hecho, tres meses más tarde, el 26 de junio, Venter y Collins realizaron un primer anuncio conjunto manifestando que habían completado la secuenciación del genoma humano. A pesar de lo grandilocuente de la declaración, aún quedaba bastante que hacer. No se había dicho nada, por ejemplo, sobre cuántos genes forman el genoma humano. El 11 de febrero de 2001 se remediaba tal carencia, anunciándose que el ser humano tiene unos treinta mil genes, frente al número de alrededor de cien mil que se suponía antes. Tenemos, pues, poco más del doble de genes que una mosca y menos que el arroz, según se comprobó más tarde, cuando en abril de 2002, un equipo de investigadores formado por miembros del Instituto de Genómica de Pekín y del Centro del Genoma de Washington, anunció que el genoma de esta planta cuenta con entre cincuenta mil y sesenta mil genes. El 15 de febrero, el consorcio público presentaba sus resultados en *Nature*, mientras que Celera lo hacía un día después en *Science*.





### Patentes sobre la vida

La posibilidad de crear nuevas formas de vida, a la que ya me he referido, no es sino uno de los apartados que han surgido como resultado de los avances biológico-moleculares. Consecuencia directa de esto es la espinosa cuestión de la posibilidad de patentar las variedades de organismos vivos (microorganismos, plantas o animales transgénicos) creadas. Y también tenemos la de patentar genes descubiertos a los que se asocian propiedades (disfunciones, enfermedades, etcétera) determinadas.

Ya en 1972, Anada Chakrabarty, un bioquímico que trabajaba para General Electric, inventó un nuevo organismo (una cepa de

bacterias, *Pseudomonas*) que consumía petróleo. No utilizó técnicas de ingeniería genética, simplemente cruzó cuatro microorganismos con diferentes «apetitos» por distintos componentes del petróleo en crudo (el resultado era que el nuevo «ser» digería alrededor de dos tercios del petróleo, convirtiéndolo en dióxido de carbono y proteínas, con lo que sus posibles usos eran obvios; por ejemplo, para combatir la contaminación por vertidos de petróleo). General Electric solicitó patentar el organismo, pero la Oficina de Patentes negó la petición. En 1979, el caso llegó al Tribunal Supremo de Estados Unidos, bajo la rúbrica (por la que se le conoce generalmente) «Diamond versus Chakrabarty», ya que la decisión de la Oficina de Patentes había sido defendida por Sydney Diamond. En 1980, el Tribunal Supremo decidió aceptar la petición de General Electric por cinco votos contra cuatro, concluyendo que «un microorganismo vivo creado por el hombre puede ser objeto de una patente».

Siguiendo el precedente de la decisión del caso Chakrabarty, en 1985 la Oficina de Patentes otorgó una patente para la primera planta diseñada mediante ingeniería genética, y en 1987 concedió el derecho a patentar animales domésticos transgénicos, esto es, creados mediante ingeniería genética. Utilizando este acuerdo, el 12 de abril de 1988 autorizaba la primera patente para un animal transgénico, un ratón genéticamente modificado diseñado en la Universidad de Harvard (que es la que solicitó la patente), que portaba un gen humano que produce cáncer (el ratón lo desarrollaba dentro de los dos meses siguientes a su nacimiento).

En 1991, la Oficina de Patentes de la Unión Europea también concedió una patente para el ratón a Harvard.

En 1987, la Oficina estadounidense prohibió que se patentasen seres humanos alterados genéticamente, basándose en una enmienda antiesclavista de la Constitución de Estados Unidos, que impide la propiedad de seres humanos. Pero existe un amplio territorio intermedio. En 1994, Myriad Genetics, una compañía biotecnológica estadounidense creada poco antes, anunció el descubrimiento de un gen asociado, cuando se producen determinadas mutaciones, al cáncer de pecho hereditario, conocido como BRCA1 (por sus siglas en inglés, *Breast Cancer Type 1 susceptibility protein*). A este gen le siguió inmediatamente el BRCA2 (*Breast Cancer Type 2 susceptibility protein*). Myriad Genetics presentó entonces una solicitud de patente para ambos hallazgos y métodos de determinar mutaciones, que al serle concedidas hizo a la compañía muy rica (cuando escribo estas líneas, el precio que Myriad cobra por una prueba es de 3.340 dólares, lo que significa más del 80 por ciento de sus beneficios anuales). Se trataba, no lo olvidemos, de un avance médico revolucionario, con el que se podía, se puede, pronosticar con entre el 50 y el 80 por ciento la probabilidad de contraer en algún momento cáncer de pecho o de ovarios.

En marzo de 1995, la Oficina de Patentes norteamericana también respondió favorablemente a William French Anderson, Michael Blaese y Steven Rosenberg, quienes presentaron una solicitud de patente para un «proceso para proveer a un ser humano de una

proteína terapéutica que comprende: introducción en un ser humano de células humanas que han sido tratadas *in vitro* para insertar en su interior un segmento de ADN codificador de proteína terapéutica, células que expresan *in vitro* en dicho ser humano el efecto terapéutico de la mencionada proteína». Los derechos de explotación de la patente fueron concedidos a los Institutos Nacionales de la Salud, para quienes habían trabajado Anderson, Blaese y Rosenberg, pero aquéllos traspasaron los derechos de explotación a una compañía privada, Genetic Therapy Inc., de Maryland. Basándose en toda esta legislación, en octubre de 1998 la Oficina de Patentes norteamericana concedió la primera patente de una secuencia de ADN —incluyendo genes— a favor de InCyte Pharmaceuticals Inc. En 2000, el número que la Oficina de Patentes estadounidense concedió a este tipo de secuencias alcanzaba los dos mil.

Un acontecimiento de enorme importancia tuvo lugar el 13 de junio de 2013, cuando estoy a punto de terminar la escritura de este libro. Ese día la Corte Suprema de Estados Unidos anunció que los genes humanos no pueden ser patentados, incluso cuando están separados del cuerpo humano. Es de suponer que esta decisión pronto tendrá consecuencias en el campo de la salud pública, ya que puede invalidar las patentes de en torno a cuatro mil genes, incluyendo algunos que ayudan a detectar la inclinación a defectos de nacimiento y defectos cardíacos. Esto permitiría a compañías que no poseían patentes sobre genes, como los BRCA1 y BRAC2 de

Myriad Genetics, entrar en el próspero negocio de pruebas genéticas.

De lo que acabo de indicar, se deduce que las perspectivas de obtener rentabilidad de la nueva ciencia biológico-molecular son demasiado atractivas para que incluso los propios científicos no traten de beneficiarse. Un ejemplo en este sentido es el de Herbert Boyer, que desarrolló en 1973, junto a Stanley Cohen, un método para reordenar moléculas de ADN en un tubo de pruebas para crear moléculas híbridas. Con la ayuda de un socio capitalista, en 1976 Boyer fundó una compañía biotecnológica para explotar comercialmente el ADN recombinante (Boyer aportó sobre todo sus conocimientos científicos; en lo que a capital económico se refiere, su contribución fue modesta: mil dólares). Finalmente, y tras captar capital adicional, la nueva compañía se denominó Genentech («Genetic Engineering Technology»).

Es interesante señalar que el mismo año (1976) en que Boyer fundó Genentech, se convirtió en catedrático de Bioquímica en la Universidad de California (San Francisco). A pesar de ser vicepresidente de una compañía comercial, continuó con su trabajo e investigaciones en la universidad, contratando de hecho en ocasiones a su propio laboratorio universitario. No sorprenderá saber que se convirtió en millonario, ni que su caso y ejemplo hayan suscitado numerosas críticas, pero también emulaciones en una época en la que lo público y lo privado se confunden cada vez más en lo que a la investigación científica se refiere.

El primer proyecto de Genentech fue el desarrollo de técnicas recombinantes para la producción de insulina (también se dedicó a otros: en 1977 clonó —me ocuparé de la clonación en el siguiente capítulo— un gen humano). El suministro mundial de insulina para usos terapéuticos procedía del páncreas del sacrificio de vacas y cerdos, y estimaciones de Eli Lilly & Co., que controlaba al menos el 80 por ciento de las ventas de insulina en Estados Unidos, indicaban que las necesidades de insulina para la población diabética del país pronto superarían a las posibilidades de producción existentes. A comienzos de septiembre de 1978, en una atestada sala de conferencias, Genentech anunciaba que había producido mediante técnicas biotecnológicas insulina, y que había llegado a un acuerdo con Eli Lilly & Co, que produciría y comercializaría la hormona. Cuando a mediados de octubre de 1980, se ofrecieron acciones de Genentech en Bolsa, éstas se vendieron, para la sorpresa de los observadores de Wall Street, al doble del precio ofertado inicialmente.

Aquello no fue sino el primer paso en una nueva era, no sólo científica sino también tecnocientífica y socioeconómica. Así, el mismo año, 1980, en que se vendieron las acciones de Genentech, en Estados Unidos el Congreso introdujo una enmienda a una ley (la U.S. Patent Trademark Act), la denominada «Acta Bayh-Dole», por la que se permitía que profesores, investigadores o estudiantes universitarios recibieran una parte importante de los ingresos generados por patentes originadas en invenciones suyas, una práctica antes prohibida en numerosas instancias. Las

universidades respondieron con entusiasmo. Un informe de la Oficina de Asesoría Tecnológica titulado «New Developments in Biotechnology: Ownership of Human Tissues and Cells» («Nuevos desarrollos en biotecnología: propiedad de tejidos y células humanas») señalaba que entre 1980 y 1984, las solicitudes de patentes relacionadas con la biología humana, procedentes de universidades, habían aumentado en un 300 por ciento.

#### PCR: la Reacción en Cadena de la Polimerasa

Una técnica que ha contribuido al gran desarrollo comercial de la biología molecular es la Reacción en Cadena de la Polimerasa, conocida por sus siglas inglesas: PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Fue inventada por un personaje complicado, Kary Mullis (n. 1944), doctor en bioquímica por la Universidad de California en Berkeley, mientras trabajaba para Cetus Corporation, a la que se había incorporado en 1979. En consecuencia, fue Cetus quien dispuso de los derechos de la patente, con particular justicia en este caso, ya que el proceso de convertir la idea en una técnica que funcionase fue complejo y exigió de la participación de otros científicos y técnicos empleados por Cetus. De hecho, la idea le llegó a Mullis en 1983, mientras que la primera publicación se realizó en 1985 y la principal en 1986. La primera solicitud de patente se presentó el 28 de marzo de 1985; en junio de 1987, las patentes básicas de la PCR ya

habían sido adjudicadas.

La PCR se basa en copiar, *in vitro*, una y otra vez, en un proceso que se convierte en exponencial y que no lleva más que unas pocas horas, una muestra, no importa que sea pequeña, de ADN. Aunque se tardó algo (cerca de cuatro años) en que los especialistas apreciaran realmente las posibilidades de la nueva tecnología, las aplicaciones de la PCR se terminaron extendiendo a múltiples dominios, tanto científicos como prácticos. La primera aplicación fue en el diagnóstico de una mutación que produce células «anémicas», y otra temprana fue cuando se convirtió, automatizada, en la principal herramienta del Proyecto Genoma Humano. En conjunto, se puede decir, sin exageración, que la PCR ha revolucionado el diagnóstico de males como el cáncer y enfermedades infecciosas, al igual que el dominio de la medicina forense, al utilizarse en los tan conocidos como celebrados análisis de muestras de ADN para resolver algunos delitos.

En 1989, la compañía Du Pont presentó una demanda legal contra la patente de la PCR que Cetus había obtenido en 1987, argumentando que los elementos constitutivos estaban disponibles desde finales de la década de 1960, gracias a los trabajos de H. Gobind Khorana. Sin embargo, el 28 de febrero de 1991 los jueces decidieron unánimemente en más de 50 puntos los derechos de Cetus. Khorana no quiso



testificar en el juicio, pero manifestó que estaba de acuerdo con Du Pont, y Arthur Korberg apoyó la demanda, sosteniendo que la PCR era «obvia» a partir de los trabajos previos sobre la ADN polimerasa. No obstante, otro premio Nobel, Hamilton Smith, testificó a favor de Cetus. Por entonces ya estaba claro que la PCR iba a producir grandes beneficios; de hecho, el 12 de diciembre de 1991 Cetus vendió la patente al gigante farmacéutico Hoffman-La Roche Inc., por trescientos millones de dólares. La investigación científica biomédica probaba ser rentable.

No es extraño, por consiguiente, que en la década de 1990 la industria biotecnológica se hubiese establecido ya tanto en Estados Unidos como en Europa, Asia y América Latina; en 1999, sólo en Estados Unidos generaba veinte mil millones de dólares de ingresos (entre el 80 y el 90 por ciento de las compañías biotecnológicas se dedican a la producción de productos farmacéuticos y de pruebas médicas). En 2004, el valor total del mercado de cosechas biotecnológicas (transgénicos) se estimó en cuatro mil setecientos millones de dólares.

## Capítulo 17

### Nuevos mundos médicos

En el capítulo anterior ya nos hemos encontrado con mundos, otrora insospechados, que las ciencias biomédicas han abierto en las últimas décadas. Un ejemplo sobresaliente en ese sentido es el de las terapias génicas, la intervención en genomas individuales con el propósito de remediar defectos genéticos que producen males específicos. Todavía, es cierto, queda un largo camino que recorrer en este campo, pero algunos resultados ya han dado resultados esperanzadores, anunciando un futuro próximo. Pruebas en este sentido son los denominados «niños burbuja», a los que afecta el síndrome de inmunodeficiencia combinada severa; esto es, niños que debido a un error genético, tienen un sistema inmune que no puede elaborar de manera adecuada linfocitos, los encargados de destruir agentes extraños como bacterias, hongos y virus que tratan de invadir nuestro cuerpo. En febrero de 2013, un equipo de médicos de la Fundación Jiménez Díaz (Madrid) consiguió que naciera un varón libre del síndrome de inmunodeficiencia combinada severa, gracias a la selección genética preimplantacional, técnica que analiza los genes del embrión y determina la presencia o no de alguna anomalía hereditaria.

En este capítulo, último, continuaré tratando de esos nuevos mundos médicos, algunos ya firmemente establecidos, como el de la píldora, un producto contraceptivo.

## La píldora

Existimos porque somos capaces de reproducirnos. Y para alentar esta imprescindible función, los mecanismos evolutivos han dotado de un carácter atractivo, de un *instinto*, a las relaciones sexuales entre humanos (y de otros animales, por supuesto). Semejante carácter hace que muchos quieran esas relaciones sin el deseo de engendrar hijos. Para conseguirlo se desarrollaron métodos muy diversos a lo largo de la historia (bien conocido es uno que supuestamente inventó, si bien no existen demasiadas pruebas, a mediados del siglo XVII, *monsieur* de Condom, un amigo del escritor Le Rochefoucauld), pero ninguno tuvo la base científica y, probablemente, el éxito, que un producto químico desarrollado en el siglo XX: la píldora anticonceptiva. El principal responsable de la creación de este revolucionario método contraceptivo fue un estadounidense, Gregory Pincus (1903-1967), pero las hormonas sintéticas que son sus ingredientes fueron resultado de investigaciones anteriores. Así, la primera persona en sugerir la idea de una píldora anticonceptiva fue el austríaco Ludwig Haberlandt (1885-1932), que comenzó sus investigaciones en la Universidad de Innsbruck en 1919. Descubrió que se podían utilizar hormonas (sustancias producidas por algunas células, cuya función es afectar la función de otras células) para evitar los embarazos. En 1927 declaraba: «Mi propósito: ¡pocos hijos, pero deseados!».

Basándose en los resultados de Haberlandt, otros científicos descubrieron que la hormona en cuestión era la progesterona, pero ésta era difícil de aislar y, en consecuencia, cara y, además, poco

eficaz cuando se la tomaba en forma oral. En 1939, el estadounidense Russell Marker (1902-1995) descubrió que la progesterona se podía sintetizar a partir de un producto químico contenido en una planta mexicana y formó una compañía denominada Syntex para intentar desarrollar un proceso comercial. Una década más tarde, en 1951, el austríaco afincado en Estados Unidos Carl Djerassi (n. 1923), con la ayuda de dos colegas mexicanos, Luis Miramontes y George Rosenkranz, logró producir progesterona sintética, un paso decisivo para la producción de cualquier píldora contraceptiva (es importante señalar que antes de lograr su primer puesto académico —en 1952, Wayne State University de Detroit—, Djerassi había trabajado en la Ciudad de México para Syntex, donde produjo la progesterona mencionada). Entretanto, el polaco-estadounidense Frank Colton (1923-2003) había estado desarrollando los resultados de Marker, produciendo dos patentes con otro método de sintetizar hormonas: produjo lo que en realidad fue el primer contraceptivo oral, Enovid. Pero tanto Colton como Djerassi se limitaban a utilizar sus hormonas sintéticas para tratar problemas menstruales y parece que ninguno de los dos pensó en utilizarlos como contraceptivo hasta que Margaret Sanger (1879-1966), implicada desde hacía tiempo en los movimientos de planificación familiar (en 1916 había fundado la primera clínica de control de natalidad que existió en Estados Unidos, por lo que fue encarcelada y, en 1921, creó la Liga para el Control de la Natalidad), comenzó a trabajar en la dirección de una píldora oral contraceptiva, a la que llegó finalmente Gregory Pincus

utilizando el producto de Colton. Se comenzó a realizar pruebas clínicas con ella en 1954, tarea en la que destacó John Rock (1890-1984), y en 1960 ya estuvo disponible al público en Estados Unidos, el año siguiente en Gran Bretaña. En la actualidad, muy mejorada, la píldora anticonceptiva la utilizan cientos de millones de mujeres de todo el mundo.

El descubrimiento de la píldora, según Djerassi  
Carl Djerassi, como hemos visto, uno de los creadores de la píldora, explicó cómo entiende el descubrimiento en uno de sus libros (*La píldora, los chimpancés pigmeos y el caballo de Degas*, 1992). Esto es lo que escribió:

*«¿De veras es usted el padre de la píldora?»*

*Siempre me hacen esa pregunta del mismo modo falocéntrico. De haber sido mujer me preguntarían si yo era la madre. Por lo regular respondo en los mismos términos, señalando que para que nazca un nuevo medicamento es necesaria también una madre y a menudo también una partera o un tocólogo. Primero la química orgánica debe producir la sustancia. El biólogo debe descubrir sus efectos en animales. Sólo entonces es cuando el clínico la administra a los humanos. Yo dirigí el pequeño equipo de Syntex, en México D.F., que sintetizó por primera vez un anticonceptivo oral a base de*

*esteroides, el 15 de octubre de 1951. Gregory Pincus, de la Fundación Worcester de Biología Experimental de Shrewbury, Massachusetts, dirigió el grupo de biólogos que emitió el primer informe sobre las propiedades de estos esteroides como inhibidores de la ovulación en los animales. John Rock, ginecólogo de Harvard, y sus colegas ejecutaron los estudios clínicos que demostraron la eficacia del anticonceptivo en seres humanos. Si yo soy el padre, Pincus debe ser la madre, ¿o es al revés? Al menos, no hay duda del papel que John Rock representó en el nacimiento.*

### Fecundación «*in vitro*»

Pero al igual que hay mujeres que desean evitar el riesgo de que una relación sexual tenga como consecuencia un embarazo, hay otras que quieren tener hijos, pero encuentran problemas. La fecundación *in vitro* (término latino que significa *en cristal*) ha logrado ayudar a estas personas. Se trata de una técnica de fecundación que se utiliza en casos de infertilidad, que se benefició de avances anteriores, entre los que sobresale —dejando al margen contribuciones anteriores de Pincus, John Rock, Mirian Menkin y Ming Chang— la introducción en la década de 1960, por parte del ginecólogo y obstetra inglés Patrick Christopher Steptoe (1913-1988), de la laparoscopia para visualizar directamente los órganos

reproductores de la mujer; con ella, en 1968 Robert Edwards (n. 1925) y el propio Steptoe obtuvieron en Cambridge (Inglaterra) óvulos humanos destinados a realizar investigaciones dirigidas específicamente a la fertilización *in vitro*.

El procedimiento consiste en fecundar dentro de un tubo de ensayo —esto es, fuera del cuerpo de la madre— óvulos procedentes de una mujer con espermatozoides de un hombre. Una vez fecundado el óvulo, éste se transfiere al útero, procediendo entonces el embarazo de manera normal. El primer *bebé probeta*, como fueron llamados los frutos de esta técnica, nació el 25 de julio de 1978 en Oldham (Inglaterra): fue una niña, Louise Joy Brown, que creció sin problemas (a los veintiocho años, tuvo un hijo, de forma natural). Hoy la fecundación *in vitro* es una técnica ampliamente utilizada y con alto porcentaje de éxito.

## La clonación

Otro de los grandes avances de la última década del siglo XX fue la clonación. Y ahí un nombre propio destaca por encima de todos: el embriólogo británico Ian Wilmut (n. 1944).

El salto a la fama de Wilmut, que desde 1974 trabajaba en la Estación de Investigación de Reproducción Animal de Escocia, se produjo en 1997, más concretamente el 27 de febrero, el día en que la revista *Nature* publicaba un artículo que había llegado a su redacción el 25 de noviembre de 1996. Se titulaba «Descendencia viable derivada de células fetales y adultas de mamífero» y estaba firmado por Wilmut, el líder del grupo, A. E. Schniecke, J. McWhir,

A. J. Kind y Keith H. S. Campbell, junto a Wilmut el principal responsable del grupo. En él se anunciaba que se había conseguido traspasar una frontera muy especial: la reproducción de un mamífero, una oveja —*Dolly*, nacida en julio de 1996— transfiriendo la carga genética (el ADN, los cromosomas) del núcleo de una célula de una glándula mamaria (es decir, una célula somática, no germinal) de una oveja adulta a un óvulo no fecundado y enucleado. Se había, en suma, *clonado* un mamífero.

Es cierto que *Dolly* no fue el primer clon de un mamífero; estrictamente, los gemelos son clones, pero lo son de un tipo muy diferente: en su caso se trata de una clonación natural, y más absoluta, por cierto, ya que al surgir de una escisión embrionaria, poseen no sólo idéntico ADN sino también el mismo citoplasma, mientras que clones como *Dolly* sólo tienen el mismo ADN que la célula que aporta la carga genética (en la medida en que el ADN no opera aislado, sino que se halla en constante «diálogo» con su entorno citoplasmático, *Dolly* no es, por tanto, un verdadero clon de la oveja original sino simplemente un clon del ADN, «clon genómico»).

Antes, en agosto de 1995, el grupo de investigación que *creó*, porque de una creación se trató, *Dolly* había producido dos ovejas clónicas de raza Welsh Mountain —*Megan* y *Morag*—; la diferencia con *Dolly* es que procedían de células que, recogidas de embriones de nueve días, fueron cultivadas, diferenciándose en el cultivo: habían sido clonadas a partir de células embrionarias, no de células adultas como en el caso de *Dolly*.





Después de *Megan*, *Morag* y *Dolly*, los investigadores del Instituto Roslin continuaron «apretando la tuerca de la creación», dado una vuelta más, una vuelta que mostraba con claridad lo que vendría en el futuro: en 1997 nacía otra oveja, *Polly*, clonada a partir de células cultivadas y transformadas genéticamente (se les añadió un gen humano durante el proceso).

En la ola de estos avances, el 25 de noviembre de 2001, la empresa estadounidense de investigación genética, Advanced Cell Technology (ACT), anunció en una revista de la red (*e-biomed: The Journal of Regenerative Medicine*) que había clonado un embrión humano con una técnica similar a la empleada con *Dolly*. La investigación, se añadía, no tenía por objetivo la duplicación de un humano, sino la

obtención de células madre, el nuevo El Dorado de la investigación biomédica, las células que, no se sabe muy bien por qué o cómo, poseen la capacidad de convertirse en todo tipo de tejidos de órganos, lo que las hace especialmente susceptibles de ser utilizadas en el tratamiento de muchas enfermedades. «Las entidades que estamos creando —manifestaba Michael West, el fundador de ACT— no son individuos, ni científica ni biológicamente. Es sólo vida celular, no una vida humana.»

Terapias genéticas, según Christiane Nüsslein-Volhard

Christiane Nüsslein-Volhard (n. 1943) es una bióloga muy distinguida. Premio Nobel de Medicina en 1995 por sus trabajos sobre los mecanismos moleculares del desarrollo inicial del embrión de la mosca de la fruta y el control genético de la formación de órganos y estructuras en el pez cebra, publicó en 2004 un libro (*Génesis y desarrollo de la vida*) del que cito aquí unos pasajes. Tratan de la terapia genética, y aunque desde 2004 se han producido grandes avances, es interesante conocer sus cautelosas opiniones, en un apartado en el que la promesas son acaso demasiadas.

La terapia genética germinal [la que se refiere a las células germinales, las que originan óvulos y espermatozoides] consiste en proporcionar el gen correcto a un individuo con un gen defectuoso, de manera que tanto el individuo como sus sucesores quedarían liberados para siempre de la enfermedad relacionada con el gen defectuoso. El sistema parece atractivo, pero actualmente no existe

ningún procedimiento que permita aportar a un organismo una única copia de un gen, que dicha copia vaya a parar a todas las células y que, encima, no se produzcan efectos secundarios perjudiciales e imprevisibles. En principio, parece posible aplicar la terapia genética en ratones, peces o moscas. Si es así, ¿por qué no también en los seres humanos? En el caso de los animales, la transferencia de genes es un proceso que entraña muchas dificultades y sus resultados sólo afloran en los descendientes del individuo tratado. Debido a ello, los experimentos de esta índole en animales requieren el análisis de varias generaciones y los resultados positivos siempre van acompañados de un gran número de ensayos fallidos. En el ser humano, el contexto sería completamente distinto. El tratamiento debería realizarse en un individuo muy concreto con características en la fase embrionaria unicelular desconocidas e indeterminables al principio y con unas garantías de éxito prácticamente completas, pero se trataría de un escenario imposible, porque no se puede diagnosticar si un embrión está sano o no en la fase unicelular o bicelular. Y si los padres están sanos, también habrá embriones sanos que se puedan seleccionar mediante diagnóstico genético preimplantacional, con lo cual se hace innecesaria cualquier terapia arriesgada.

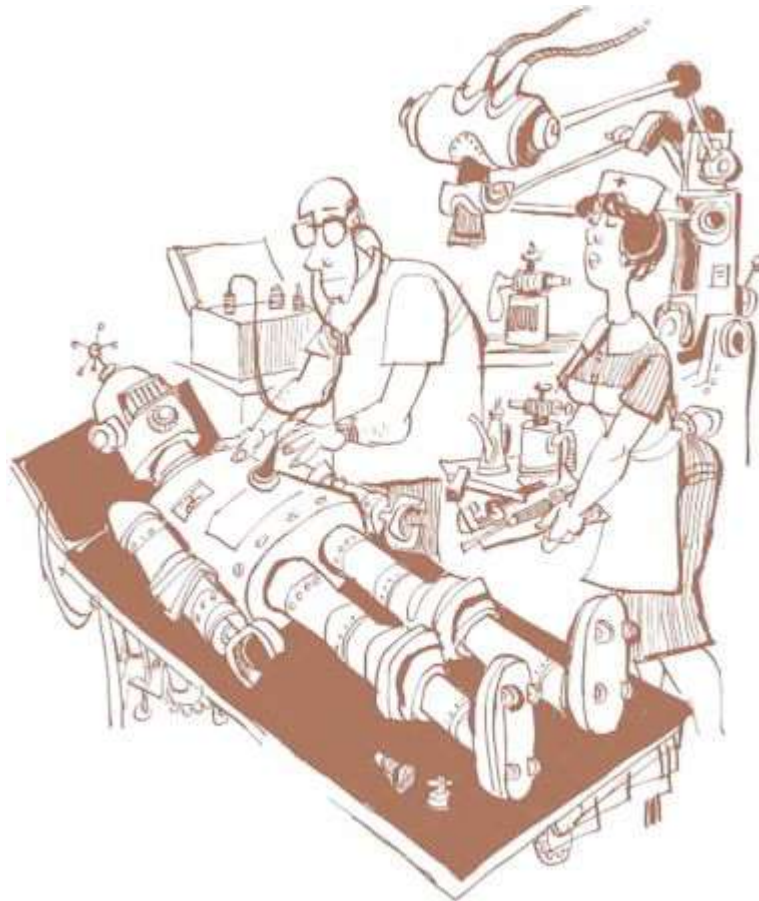
Por otro lado, la terapia genética somática [la que se refiere a las células que dan lugar al crecimiento de los tejidos y órganos] permite, en principio, obtener una cura de muchas enfermedades de origen genético. En este procedimiento, el gen defectuoso que provoca la enfermedad se incorpora a las células madre sanguíneas

extraídas de la médula ósea del propio paciente y se vuelven a inyectar al enfermo. Estas células se multiplican y producen las proteínas que le faltan al paciente y que permiten la curación o el alivio de la enfermedad. Desde hace mucho tiempo se está trabajando intensamente en el desarrollo de este tipo de procedimientos, pero sólo se han conseguido resultados positivos en muy pocos casos.

### Células madre

Las células madre que acabo de mencionar prometen, efectivamente, muchas y beneficiosas posibilidades, en, por ejemplo, medicina regenerativa, inmunoterapia y terapia génica. De hecho, ya se han obtenido resultados prometedores con animales para tratar con ellas enfermedades hematológicas, diabetes, párkinson, destrucción neuronal e infartos. Aunque se pueden encontrar antecedentes, se considera con frecuencia que fueron los canadienses Ernest A. McCulloch (1926-2011) y James E. Till (n. 1931), mientras trabajaban en el Instituto del Cáncer de Ontario y en el Hospital Princesa Margarita de Toronto, quienes demostraron su existencia y caracterizaron. En 1961 publicaron un artículo en esa dirección y en 1963 definieron la propiedad clave de las células madre: su capacidad de diferenciarse en células más especializadas. Comenzaron dando dosis letales de radiación a ratones y después les inyectaban células de médula ósea. Encontraron que cuantas más células les suministraban, mayores probabilidades tenían de sobrevivir. Al tiempo que se preguntaban el porqué de este hecho,

descubrieron que algunos ratones tenían extraños bultos en sus bazos. Averiguaron que se trataba de grupos de células que, de alguna manera, habían aparecido como consecuencia de las células de médula ósea inyectadas. En otras palabras, las células de médula ósea daban origen a otros tipos de células; eran, por consiguiente, lo que se denominó «células madre». Advirtiendo esto, en lugar de centrar sus investigaciones en la naturaleza de esas células, se dedicaron a estudiar lo que podían hacer.



*¿La medicina del futuro?*

Un momento importante en la historia de las células madre es cuando, en 1994, se aislaron a partir de un blastocisto (embrión de entre una y dos semanas antes de implantarse en el útero materno) procedente de fecundación *in vitro*. No fue, sin embargo, hasta finales de 1998 cuando un grupo de la Universidad de Wisconsin (Estados Unidos) consiguió el primer cultivo (conjunto de células que se dividen continuamente) en laboratorio de células madre embrionarias humanas a partir de blastocistos. En la actualidad existen bastantes formas de obtener células madre; uno muy publicitado es a partir de cordón umbilical.

### Vida artificial

Una buena manera de terminar este libro, una que mira al futuro, es mencionando un paso que se dio hace poco en el camino de producir vida en el laboratorio a partir de elementos químicos. Ese paso lo dio en 2010 Craig Venter (con quien ya nos encontramos a propósito del Proyecto Genoma Humano), quien en mayo de ese año anunció que había conseguido construir un genoma, casi idéntico al de una bacteria natural, y utilizarlo para producir vida sintética. Lo consiguió mediante un gran esfuerzo, económico (costó cuarenta millones de dólares) y material (trabajó durante una década con un equipo de veinte investigadores), pero el logro es fundamental, de los que hacen época. En más de un sentido, similar al de Friedrich Wöhler, cuando, como señalé en el capítulo 7, en 1828 produjo urea a partir de elementos químicos.

¿Serán capaces los seres humanos en el futuro de «fabricar», a partir de compuestos químicos, vida más compleja? ¿Qué sentido tendrá hacerlo? Y si se avanza en tal sentido, ¿cómo afectará a la medicina, esa disciplina tan antigua como la humanidad de la que ha tratado este libro? Son buenas preguntas que sólo el futuro verá contestadas.

## Bibliografía recomendada

- Miguel Artola y José Manuel Sánchez Ron, *Los pilares de la ciencia*, Espasa, Madrid, 2012.
- Ariel Barrios Medina y Alejandro C. Paladini (comps.), *Escritos y discursos del Dr. Bernardo A. Houssay*, Eudeba, Buenos Aires, 1989.
- Claude Bernard, *Introducción al estudio de la medicina experimental*, ed. de Pedro García Barreno, Crítica, Barcelona, 2005.
- Carl Djerassi, *La píldora, los chimpancés pigmeos y el caballo de Degas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1996; edición original en inglés de 1992.
- Pedro García Barreno, *De pócimas y chips. La evolución de la medicina*, Espasa, Madrid, 2006. —, *El legado de Hipócrates*, Espasa, Madrid, 2008.
- Axel Kahn, Jean Claude Ameisen, Patrick Berche e Yvan Brohard, *Una historia de la medicina, o El aliento de Hipócrates*, Lunwerg, Barcelona, 2012; edición original en francés de 2011.
- Pedro Laín Entralgo (dir.), *Historia universal de la medicina*, 7 vols., Salvat, Barcelona, 1972-1976.
- José María López Piñero, *Antología de clásicos médicos*, Triacastela, Madrid, 1998. —, *La medicina en la historia*, La Esfera de los Libros, Madrid, 2002.



- José María López Piñero y María Luz Terrada, *Introducción a la medicina*, Crítica, Barcelona, 2000.
- Thomas McKeon, *Los orígenes de las enfermedades humanas*, Triacastela, Madrid, 2006; edición original en inglés de 1988.
- William McNeill, *Plagas y pueblos*, Siglo XXI, Madrid, 1984; primera edición en inglés de 1976.
- Christiane Nüsslein-Volhard, *Génesis y desarrollo de la vida*, Crítica, Barcelona, 2009; versión original en alemán de 2004.
- Roy Porter (ed.), *Cambridge Illustrated History of Medicine*, Cambridge University Press, Cambridge, 1996.

