

LA TABLA PERIÓDICA

LA CURIOSA HISTORIA
DE LOS ELEMENTOS

HUGH ALDERSEY-WILLIAMS



Índice

Portada

Dedicatoria

Prólogo

Primera Parte. PODER

El Dorado

A por el platino

Metales nobles, anunciados innoblemente

El tinte ocráceo

Los comerciantes de elementos

Entre los carbonarios

Charadas del plutonio

Las maletas de Mendeléyev

El espejo líquido

Segunda Parte. FUEGO

La circunnavegación del Sulphur

Pipí para el fósforo

«Como bajo un mar verde»

«Tontería humanitaria»

Fuego lento

Nuestra Señora del Radio

El resplandor nocturno de Distopía

Cócteles en el Pale Horse

La luz del Sol

Tercera Parte. OFICIO

A las Casitéridas

La verdad gris del apagado plomo

Nuestro reflejo perfecto

La red global

Au Zinc

Banalización

«Transformados en percebes»

El gremio de los soldadores aeroespaciales

La marcha de los elementos

Cuarta Parte. BELLEZA

Revolución cromática

«Norteamérica solitaria de cromo»

El zafiro en lámina del abad Suger

Polvo de herencia

Arcos iris en la sangre

Triturando esmeraldas

La luz carmesí del neón

Los ojos de Jezabel

Quinta Parte. TIERRA

Roca sueca

Unión europea

Auerlicht

Gadolin y Samarsky, hombres comunes y corrientes de los elementos

Ytterby Gruva

Epílogo

Referencias y bibliografía selecta

Créditos del texto

Agradecimientos

Notas

Créditos

Para mis padres
Mary Redfield Aldersey-Williams
(23 junio 1930 - 16 mayo 2004)
Arthur Grosvenor Aldersey-Williams
(6 junio 1929 - 23 diciembre 2008),
con amor y gratitud

Prólogo

Al igual que el alfabeto o el zodiaco, la tabla periódica de los elementos es una de estas imágenes gráficas que parecen estar arraigadas para siempre en nuestra memoria. La que yo recuerdo estaba en la escuela, colgada de la pared detrás de la mesa del profesor como la pantalla de un altar, con su papel satinado que amarilleaba, testimonio de años de ataque químico. Es una imagen de la que no he podido desprenderme, a pesar de que hace años que apenas me aventuro en un laboratorio. Ahora la tengo en mi propia pared.

O al menos una versión de ella. El familiar contorno escalonado está ahí, y las casillas pulcramente amontonadas, una para cada elemento. Cada casilla contiene el símbolo y el número atómico apropiado para el elemento de aquella posición. Sin embargo, en esta tabla no todo está como debiera ser. Porque allí donde debería aparecer el nombre de cada elemento, hay otro nombre enteramente distinto, un nombre que no tiene nada que ver con el mundo de la ciencia. El símbolo O no representa el elemento oxígeno, sino el dios Orfeo; Br no es bromo, sino el artista Bronzino. Muchos de los demás espacios están ocupados, por alguna razón, por personajes del cine de la década de 1950.

Esta tabla periódica es una litografía del artista inglés Simon Patterson. A Patterson le fascinan los esquemas mediante los cuales organizamos nuestro mundo. Su manera de trabajar es reconocer la importancia de las cosas como un emblema del orden, pero después hacer estragos en su contenido. Su obra más conocida es un mapa del Metro de Londres en el que las estaciones de cada línea están rebautizadas con nombres de santos, exploradores y jugadores de fútbol. En las intersecciones ocurren cosas extrañas.

No es ninguna sorpresa que Patterson quiera jugar al mismo juego con la tabla periódica. Tiene desagradables recuerdos de cómo se la hacían aprender de memoria en su escuela. «Era conveniente enseñarla de esta forma, pero yo no podía recordarla nunca», me dice Simon. Pero recordó la *idea* de la tabla. Diez años después de dejar la escuela, produjo una serie de variaciones de la tabla en las que el símbolo para cada elemento inicia una falsa asociación. Cr no es cromo, sino Julie Christie, Cu no es cobre, sino Tony Curtis; y después, incluso

este sistema críptico es saboteado: Ag, el símbolo de la plata, no es Jenny Agutter, pongamos por caso, o Agatha Christie, sino, naturalmente, Phil Silvers.* En esta nueva tabulación hay fastidiosos momentos de aparente lógica: los elementos secuenciales berilio y boro (de símbolos Be y B) son los Bergman, Ingrid e Ingmar, respectivamente. Rex y Rhodes Reason, los hermanos actores, aparecen uno junto al otro, cooptando los símbolos para el renio (Re) y el osmio (Os). Kim Novak (Na; sodio) y Grace Kelly (K; potasio) comparten la misma columna en la tabla: ambas fueron protagonistas en filmes de Hitchcock. Pero en general no hay un sistema, sólo las conexiones que uno hace por sí mismo: por ejemplo, me divirtió ver que Po, el símbolo del polonio, el elemento radiactivo descubierto por Marie Curie y al que ella dio nombre en homenaje a su Polonia nativa, se refiere en cambio al director de cine polaco Roman Polanski.

13	14	15	16	17	18
Al	Si	P	S	Cl	Ar
Aldebaran	Sirius	Princeps	Sinistra	Capella	Arcturus

Detalle de *Sin título*, de Simon Patterson, 1996. (Copyright © Simon Patterson. Cortesía de la Haunch of Venison Gallery, Londres.)

Ahora me encanta la irreverencia lúdica de esta obra, pero mi yo estudiantil hubiera despreciado estas tonterías. Mientras Simon soñaba con nuevas y extrañas conexiones, yo simplemente absorbía la información que se pretendía que absorbiera. Los elementos, según entiendo, eran los ingredientes fundamentales de toda la materia. No había nada que no estuviera constituido por elementos. Pero la tabla en la que el químico ruso Dmitri Mendeléyev los había distribuido era más incluso que la suma de estas partes notables. Daba sentido a la tumultuosa *variedad* de los elementos, colocándolos secuencialmente en filas en función de su número atómico (es decir, del número de protones en el núcleo de sus átomos), de tal manera que, de repente, su relación química saltaba a la vista (esta relación es *periódica*, tal como revela la alineación de las columnas). La tabla de Mendeléyev parecía tener vida propia. Para mí, constituía uno de los grandes e incuestionables sistemas del mundo. Explicaba tantas cosas, parecía tan natural, que siempre tenía que haber estado ahí; no era posible que fuera la invención reciente de la ciencia moderna (aunque

tenía menos de un siglo cuando la vi por primera vez). Yo reconocía su poder en tanto que icono, pero también empecé a pensar a mi manera vacilante qué es lo que significaba realmente. La tabla parecía que, de alguna manera divertida, empequeñecía su propio contenido. Con su lógica implacable de secuencia y semejanza, hacía que los elementos mismos, en su materialidad confusa, fueran casi superfluos.

De hecho, la tabla periódica de mi clase no proporcionaba ninguna imagen del aspecto que tenía cada elemento. Sólo me di cuenta de que estas cifras tenían una sustancia real ante la enorme tabla de los elementos químicos, iluminada, que solían tener en el Museo de la Ciencia, en Londres. En esta tabla había especímenes reales. En cada rectángulo del retículo ya familiar se agazapaba una pequeña burbuja de vidrio bajo la cual brillaba o empollaba una muestra del elemento relevante. No había manera de saber si todas eran la cosa real, pero me di cuenta de que los conservadores habían omitido incluir muchos de los elementos raros y radiactivos, de manera que parecía adecuado suponer que los restantes eran auténticos. Aquí resultaba de una claridad meridiana lo que se nos había dicho en la escuela: que los elementos gaseosos se encontraban principalmente en las filas superiores de la tabla; que los metales ocupaban el centro y la izquierda, con los más pesados en las filas inferiores; eran en su mayoría grises, aunque una columna, que contenía el cobre, la plata y el oro, proporcionaba una vena de color; que los no metálicos, de color y textura más variados, se hallaban en el rincón superior derecho.

Con ello, yo tenía que iniciar mi propia colección. No sería fácil. Pocos elementos se encuentran en su estado puro en la naturaleza. Por lo general, se hallan encerrados químicamente en minerales y menas. De manera que, en lugar de ello, empecé a buscar por todas partes de mi casa, aprovechando los siglos durante los cuales el hombre ha extraído los elementos de dichos minerales y los ha preparado para servirse de ellos. Rompí bombillas estropeadas y extraje quirúrgicamente los filamentos de tungsteno, colocando los ondulantes alambres en una botellita de vidrio. El aluminio procedía de la cocina, en forma de hoja, el cobre del garaje, en forma de cable eléctrico. Una moneda extranjera que había oído que estaba hecha de níquel (aunque no se trataba de un níquel americano, que sabía que era cobre en su mayor parte) la corté en fragmentos irregulares. Así era mucho más valiosa para mí. De esta forma resultaba mucho más, vaya, elemental. Descubrí que mi padre conservaba algo de pan de oro desde su

juventud, cuando lo usaba para estampar rótulos. Cogí parte de él del cajón en el que había permanecido en la oscuridad durante treinta años y dejé que volviera a brillar otra vez.

Esto suponía una mejora evidente sobre el Museo de Ciencia. No sólo podía ver mis especímenes de cerca, sino que al tacto podía notar si eran cálidos o fríos, y sopesarlos en la mano; un lingote pequeño y reluciente de estaño, que yo había moldeado a partir de un rollo de soldador fundido en un pequeño molde de cerámica, era sorprendentemente pesado. Podía hacerlos tintinear o resonar contra el vidrio y apreciar su timbre característico. El azufre tenía un color amarillo rojizo con un ligero destello, y podía verterse y tomarse con una cuchara como si fuera azúcar extrafino. Para mí, su belleza no estaba en absoluto manchada por su olor ligeramente acre. Ahora mismo he recordado este olor, al haber comprado una lata de azufre en una tienda de jardinería, donde se vende para fumigar invernaderos. Su aroma seco y como de madera está en mis dedos mientras escribo, y para mí no es infernal como enseña la Biblia, sino simplemente evocador de las pesquisas experimentales de la infancia.

Otros elementos requerían más trabajo. El zinc y el carbono procedían de pilas: el zinc de la envoltura, que funciona como uno de los electrodos, y el carbono de la varilla de grafito de su interior que proporciona el otro. Lo mismo ocurría con el mercurio. Más caras, las pilas de mercurio se utilizaban para hacer funcionar varios dispositivos electrónicos. Para cuando se habían agotado, el óxido de mercurio que les proporcionaba energía se había reducido a mercurio metálico. Yo cortaba los extremos de las pilas con una sierra para metales y colocaba en una redoma el barro. Calentándola, podía destilar el metal, mientras observaba como minúsculas gotitas brillantes se condensaban a partir de las emanaciones tóxicas y después se fusionaban en una única cuenta plateada e hiperactiva. (En la actualidad este experimento estaría prohibido, por razones sanitarias, como lo están esas pilas.)

En aquellos días inocentes todavía se podían comprar algunos elementos en alguna botica de farmacia. Así obtuve mi yodo. Otros procedían de un pequeño suministrador de productos químicos de Tottenham, que ya hacía tiempo que se había visto obligado a cerrar el negocio por las restricciones en la venta de lo que desde luego eran las materias primas para bombas y venenos, así como para todo lo demás. Aunque a mis padres no les importaba consentir mi obsesión y me llevaban en coche hasta allí, estos viajes a lo largo de los trechos más apartados de la carretera de las Seven Sisters, hasta el mezquino mostrador

situado bajo las imponentes arcadas de la vía férrea, con sus aromas, tan prometedores como cualquier mercado de especias, siempre me producían una sensación de clandestinidad.

Hice buenos progresos con mi tabla. Había dibujado el reticulado en una tabla de madera contrachapada y la había colgado en la pared del dormitorio. Cada vez que conseguía una muestra nueva, la introducía en un vial uniforme que fijaba en su posición en el retículo. Los elementos puros propiamente dichos solían ser poco útiles desde el punto de vista químico. Me dí cuenta de ello. Las sustancias químicas útiles (las que reaccionaban, o explotaban, o producían hermosos colores) eran en su mayoría combinaciones químicas de elementos, los llamados compuestos, y éstas las guardaba en una alacena del baño en el que realizaba mis experimentos. Los elementos eran una obsesión de coleccionista. Tenían un principio y una secuencia precisa. También parecían tener un final. (Poco sabía yo entonces de la feroz guerra fría entre los científicos americanos y soviéticos, que se esforzaban por añadir elementos a los 103 que yo había fijado en mi cabeza, sintetizando otros nuevos.) En tanto que coleccionista, mi objetivo, por inalcanzable que estuviera destinado a ser, era, naturalmente, completar el conjunto. Pero se trataba de algo más que coleccionar por el mero hecho de coleccionar. Allí estaba yo reuniendo los componentes esenciales del mundo, del universo. Mi colección no tenía nada del artificio de los sellos o los cromos de fútbol, en los que, para empezar, las reglas del juego las establecen, arbitrariamente, otros coleccionistas o, peor todavía, las compañías que producen los artículos. Esto era fundamental. Los elementos eran para siempre. Se habían producido en los momentos posteriores al Gran Estallido,* y estarían aquí mucho después de que la humanidad haya perecido, después de que toda la vida de la Tierra desaparezca, incluso después de que el propio planeta haya sido consumido por su propio Sol rojo, que se hinchará desmesuradamente.

Éste era el sistema del mundo que yo elegí, un sistema tan completo como cualquier otro de los que están en oferta. La historia, la geografía, las leyes de la física, la literatura; cada uno de ellos era exhaustivo según sus luces. Todo lo que ocurre, ocurre en la historia, tiene su lugar en la geografía, es reductible en último término a la interacción de energía y materia. Pero también está constituido materialmente por los elementos, ni más ni menos: el gran valle del Rift, el campo del Paño de Oro,* el prisma de Newton, la Mona Lisa... todos serían imposibles sin los elementos.

En la escuela, por aquella época, leíamos *El mercader de Venecia*. Durante una sesión de cuarenta minutos, fui Bassanio; no era un mal papel, aunque yo odiaba leer en voz alta. Llegamos finalmente a la escena en la que le toca el turno a Bassanio de seleccionar uno de los tres cofrecitos que contiene el retrato de Porcia para poder obtener su mano en matrimonio. El desdichado muchacho que hacía de Porcia parloteaba mientras yo esperaba aterrado mi entrada. «Dejadme elegir, / pues en mi situación presente estoy en el potro del tormento», entoné sin ningún sentimiento. Entonces tenía que elegir entre los cofrecitos imaginarios. Estoy seguro de que nadie podría haber adivinado nada del razonamiento de mi personaje por mi voz monótona cuando rechacé primero el «llamativo oro» y después la plata, «tú pálido y vil agente / entre el hombre y el hombre», antes de optar por «el débil plomo». Pero, en algún lugar dentro de mi cabeza, algo chascó. ¡Tres de los elementos! ¿Acaso Shakespeare era un químico? (Más tarde descubrí que T. S. Eliot era también químico, de hecho, un espectroscopista: en *La tierra baldía*** presenta una imagen vívida de un madero de barco, lleno de clavos, que «repleto de cobre / ardía verde y anaranjado»: verde por el cobre, anaranjado por el sodio de la sal marina.)

Nebulosamente, empecé a percibir que los elementos contaban historias culturales. El oro *significaba* algo. La plata significaba otra cosa, y el plomo otra cosa distinta. Además, estos significados surgían esencialmente de la química. El oro es precioso porque es raro, pero también es considerado llamativo porque es uno de los pocos elementos que se encuentran en la naturaleza en su estado elemental, sin combinarse con otros, relumbrando descaradamente en lugar de hallarse disfrazado como una mena. ¿Acaso existía, me preguntaba, una tal mitología para todos los elementos?

A menudo sus mismos nombres hablan de la historia. Los elementos que se descubrieron durante la Ilustración recibieron nombres basados en la mitología clásica: titanio, niobio, paladio, uranio, etc. Los que se encontraron durante el siglo XIX, en cambio, tendían a reflejar el hecho de que ellos (o sus descubridores) eran hijos e hijas de algún suelo concreto. El químico alemán Clemens Winkler aisló el germanio. El sueco Lars Nilson llamó escandio a su descubrimiento. Marie y Pierre Curie encontraron el polonio y lo denominaron (no sin encontrar alguna resistencia) por la patria que Marie recordaba afectuosamente. Algo más tarde, el espíritu científico se hizo más comunitario. El europio recibió este nombre en 1901... y hacia el final de este nuevo siglo algún burócrata chistoso de uno de los bancos europeos decretaría que se

emplearan compuestos de dicho elemento para los tintes luminiscentes que se incorporan a los billetes de euro para facilitar la detección de falsificaciones. ¿Quién lo habría pensado? Incluso el oscuro europio tiene su día cultural.

De modo que los elementos habitan nuestra cultura. Realmente, ello no debería sorprendernos: son los ingredientes de todas las cosas, después de todo. Pero lo que sí debería sorprendernos es lo raramente que nos damos cuenta de este hecho. Esta conexión que no se hace es en parte culpa de los químicos, porque dan por sentado que estudian y enseñan su materia en un altivo aislamiento del mundo. Pero las humanidades también tienen parte de culpa; por ejemplo, quedé asombrado al encontrar que una biógrafa de Matisse pudo terminar su obra sin decir qué pigmentos usó el artista. Quizá esto me hace inusitado pero, de nuevo, estoy seguro de que Matisse no podría haberse mostrado indiferente a esta cuestión.

Los elementos no ocupan simplemente lugares fijos en nuestra cultura como lo hacen en la tabla periódica. Suben y bajan según la marea del capricho cultural. El famoso poema «Cargamentos»* de John Masefield lista dieciocho mercancías en sus tres cortas estrofas que retratan tres eras del comercio y el saqueo mundial, once de las cuales son o bien elementos en su estado puro o materiales que derivan su valor de la naturaleza concreta de un elemento ingrediente, desde la quinquerre de Nínive con su marfil blanco y calcáreo hasta el sucio barco de cabotaje inglés con su carga de «carbón de Tyne, / raíles de tren, lingotes de plomo, / leña, piezas de hierro y bandejas baratas de estaño».

Desde el momento de su descubrimiento, cada elemento se embarca en un viaje hacia nuestra cultura. Al final puede que sea visible en todas partes, como el hierro o el carbono del carbón. Puede cobrar mucha importancia desde el punto de vista económico o político, aunque permanezca en gran parte invisible, como el silicio o el plutonio. O bien puede, como el europio, proporcionar una nota graciosa que sólo aprecian los que están en el ajo. Cuando escribí mis ensayos escolares («¿Por qué elige Bassanio el cofrecito de plomo?») lo hice con una pluma estilográfica Osmiroid, una marca registrada inspirada por el osmio y el iridio que su fabricante usaba para endurecer la plumilla.

Durante su asimilación gradual, acabamos por conocer mejor el elemento. La experiencia de los que lo extraen de la mina, lo funden, le dan forma y comercian con él le da su significado. Es a través de estos procesos musculares

como se nota el peso de un elemento y se valora su importancia, de modo que Shakespeare puede entonces referirse al oro, la plata y el plomo de la manera en que lo hace, sabiendo que su audiencia lo entenderá.

No sólo los elementos antiguos están implicados en la cultura. Artistas y escritores contemporáneos han usado elementos hallados recientemente, como el cromo y el neón, para enviar señales particulares de la misma manera que Shakespeare usaba los elementos conocidos en su época. Dichos elementos, que hace cincuenta años significaban el encanto inocente de la sociedad de consumo, ahora nos parecen chillones y llenos de promesas huecas. El lugar que antaño ocupara el «cromo» lo ha tomado ahora quizá el «titanio», que marca vestidos de moda y equipos informáticos. En tales casos, el significado del elemento se desprende casi totalmente del propio elemento: tiene que haber muchas más rubias platino y tarjetas de crédito platino (ninguna de las cuales incorpora nada de platino) que anillos de platino. Incluso algunos elementos muy rebuscados sufren este cambio. El «radio» fue popular antaño, a veces en sustancia y a veces sólo en nombre, para todo tipo de remedios para la salud. Ya no hay plumas Osmiroid, pero hay una compañía telefónica Iridium.

Si ahora tuviera que volver a reunir mi tabla periódica, todavía querría incluir un espécimen de cada elemento, pero también querría incorporar su viaje cultural. Siento que los elementos dejan grandes vetas de color que atraviesan la tela de nuestra civilización. El negro del carbón de leña y del de hulla, el blanco del calcio en la tiza, el mármol y la perla, el azul intenso del cobalto en el vidrio y la porcelana rebanan osadamente el lugar y el tiempo, la geografía y la historia. *La tabla periódica** es el comienzo de dicha colección.

Por lo tanto, es un libro de historias: relatos de descubrimiento y de descubridores; relatos de rituales y valores; narraciones de explotación y celebración; relatos de superstición pero también de ciencia. No es un libro de química: contiene tanta historia, biografía y mitología como química, con ayudas generosas procedentes además de la economía, la geografía, la geología, la astronomía y la religión. He evitado a propósito comentar los elementos en su secuencia en la tabla periódica u ofrecer una descripción sistemática de sus propiedades y usos. Otros libros ya lo hacen, y bien. Creo que la tabla periódica se ha convertido en un icono demasiado poderoso para su propio bien. La retícula de cuadrados ordenados con sus bordes irregulares, los extraños nombres y los símbolos crípticos, la manera en que los elementos siguen una

secuencia tan fijada, pero también de forma tan aparentemente arbitraria como las letras del alfabeto, todas estas cosas son extrañamente exigentes. Proporcionan una materia prima ilimitada para los concursos televisivos: ¿Qué elemento se halla directamente al sudeste del zinc?*. ¿A quién le importa? Ni siquiera los químicos usan la tabla de esta manera.

Los elementos proporcionan el interés real. Ahora sé que la tabla periódica que antaño yo consideraba incuestionable no *existe* realmente. Unos pocos químicos pueden negarlo, pero sólo es un constructo, un mnemónico que dispone los elementos de una manera particularmente ingeniosa de modo que revele determinadas cosas que tienen en común. Pero no hay una ley real en contra de disponer los elementos según normas diferentes. En su famosa canción *Los elementos*, el satírico americano Tom Lehrer los reordenó puramente en función de la rima y la escansión, para que encajaran en la canción parloteada de Arthur Sullivan «Soy el fiel modelo de un general de división moderno», de *Los piratas de Penzance*.

Quiero descubrir los temas *culturales* que agrupan de nuevo a los elementos, dibujar la tabla periódica como si la hubiera ordenado un antropólogo. Con este fin, he elegido cinco encabezamientos principales: poder, fuego, oficio, belleza y tierra.

Tal como demuestra el poema de Masfield, el poder imperial siempre ha dependido de la posesión de los elementos. El Imperio romano se construyó sobre el bronce, el Imperio español sobre el oro, el Imperio británico sobre el hierro y el carbón. El equilibrio de las superpotencias del siglo xx se mantuvo a base de un arsenal nuclear basado en el uranio y el plutonio que se obtiene de éste. En «Poder» considero algunos de estos elementos que se han amasado como riquezas y, en último término, se han usado como medios de ejercer el control.

En «Fuego» discuto aquellos elementos cuya luz al arder o cuyo poder corrosivo son la clave de nuestra comprensión de los mismos. Por ejemplo, podemos recordar de la escuela que el sodio es un elemento que explota de manera entretenida en contacto con el agua, pero lo *conocemos* por encima de todo como el ubicuo color amarillo de mango de las farolas de nuestras calles, una luz muy particular que muchos escritores han adoptado como el índice de un malestar urbano generalizado.

Al final, cualquier significado cultural que adquiriera un elemento procede de sus propiedades fundamentales. Esto se ve muy claramente en el caso de

aquellos elementos que los artesanos han elegido como sus materias primas. Son los siglos o milenios de martillear y estirar, de moldear y pulir lo que ha conferido a muchos de los elementos metálicos su significado. «Oficio» explica por qué consideramos que el plomo es grave, el estaño es barato y la plata es radiante con inocencia virginal.

La humanidad ha manipulado los elementos no sólo por su utilidad, sino también por el mismo placer de su aspecto. «Belleza» muestra cómo los componentes de muchos elementos, y la luz de otros, colorean nuestro mundo. Finalmente, en «Tierra», viajo a Suecia para descubrir cómo lugares concretos han marcado a muchos de los elementos, y cómo estos lugares han resultado marcados a su vez por la suerte de haber encontrado allí un elemento.

Mi propio viaje me ha llevado a minas y a estudios de artistas, a fábricas y a catedrales, al interior de bosques y al mar. He recreado antiguos experimentos con el fin de hacer por mí mismo algunos de los elementos. Me ha complacido también encontrar los elementos en abundancia en la ficción, donde a Jean-Paul Sartre le parece adecuado comentar la constancia del punto de fusión de plomo (335 grados centígrados, dice) y Vladimir Nabokov ve un significado de mandala en el átomo de carbono «con sus cuatro valencias». Mientras vagaba por el barrio de Shoreditch, en Londres, de camino a ver a Cornelia Parker, una artista que se ha propuesto recordarnos la importancia cultural de muchos elementos, me cautivó una escultura que vi en un escaparate, de algún otro artista, de una central nuclear graciosamente moldeada como si fuera jalea de lima en un vidrio de uranio reluciente. Era evidente. Los elementos no pertenecen al laboratorio; son propiedad de todos nosotros. *La tabla periódica* es un registro del viaje con los elementos que nunca tuve el valor de hacer cuando era químico. Acompañeme el lector: habrá fuegos artificiales.

PRIMERA PARTE

PODER

El Dorado

En 2008, el Museo Británico encargó una escultura a tamaño natural de la modelo Kate Moss. La obra artística, llamada *Sirena*, está hecha totalmente de oro y se dice que es la mayor escultura de oro creada desde los días del antiguo Egipto, aunque es imposible comprobar que ello sea cierto. *Sirena* se expuso en la Galería Nereida del museo, cerca de una estatua de Afrodita bañándose. Mi impresión inmediata al ver la imagen de Kate Moss, por otra parte tan familiar, es lo pequeñita que se ve, lo que viene acentuado por el hecho de que se halla anudada en una postura de yoga que parece particularmente incómoda, aunque esto puede ser una ilusión óptica; después de todo, no estamos acostumbrados a ver tanta cantidad del brillante metal de una sola vez. Me decepcionó comprobar que el oro no está pulido hasta un gran brillo, sino que tiene un acabado como cepillado y acerado, que provoca un elevado centelleo de los granos de la superficie texturada, que no es el brillo bruñido que yo había esperado ver. En el vaciado hay señales de corrosión, de las que un orfebre diferente se habría cuidado. Las cualidades únicas del metal que lo han hecho precioso para muchas culturas desde la antigüedad parecen haber sido tratadas de forma deficiente. Sólo la cara es perfectamente bruñida, y resulta inmediatamente reminiscente de la máscara de Tutankamón. La faz que mira sin vida tiene el perturbador efecto, completamente inesperado dado el elevado perfil público de su sujeto, de sacar al espectador fuera del tiempo: esto ya no es una representación de la celebridad del siglo XXI, sino una figura despersonalizada y destemporalizada cuya nariz aguda y labios fruncidos pertenecen menos a una persona viva que a una máscara mortuoria o figura votiva.

El precio que se puso a la estatua era de 1,5 millones de libras.* Fue un capricho del artista, Marc Quinn, que la obra se fabricara a partir de oro de la misma masa que los cincuenta kilogramos del cuerpo de la modelo, de modo que además de ser una estatua de tamaño natural, se podría decir que representa su peso en oro, lo que quizá despierte en la mente del espectador astuto pensamientos de rescate y esclavitud. Calculé que, en oro macizo, Kate se vería reducida al tamaño de un adorno de jardín. Por lo tanto, la pieza de Quinn tiene

que ser hueca, lo que quizá también suponga algún tipo de comentario por parte del artista. Aunque el oro es el único material declarado del que se ha hecho la obra, imagino que tiene que haber algún tipo de armadura que sostenga el peso del blando metal, pues de otro modo éste se hundiría y se deformaría. Posteriormente consulté el precio del oro. Aunque la exposición de *Sirena* se hizo durante un período de trastorno financiero global, en el que el precio del oro se multiplicó por dos, seguía costando 15.000 libras el kilo, lo que daba a la obra de arte un valor al peso, por así decirlo, de 750.000 libras. Presumiblemente, el resto del millón y medio de libras es para cubrir el trabajo.



Marc Quinn, *Sirena*, 2008 (oro macizo). (Copyright © Marc Quinn. Cortesía de White Cube.)

Observo mientras la gente hace cola para sacar fotografías a la Moss dorada, ya sea simplemente captando su imagen o a veces procurando que la pareja del fotógrafo se coloque junto a ella en la fotografía, haciendo quién sabe qué tipo de comparación. Siento curiosidad para saber qué los ha atraído a la escultura. ¿Qué es más potente: el culto a la celebridad o el culto al oro? ¿Quién es realmente la sirena aquí? Los que han acudido a adorar a esta Afrodita moderna son sobre todo hombres. Algunos dicen admirar las cualidades esculturales de la obra. Algunos son, ciertamente, más admiradores de Quinn que de Moss. Le pregunto a la novia de un hombre polaco, temporalmente distraído, qué piensa de ello. «Es hermosa», concede, como si decir otra cosa fuera inaceptable, «pero no pertenece a este lugar». Otra mujer que la fotografía con su teléfono móvil contesta rápida y despectivamente: «Necesito algo de oro para mi teléfono móvil; para su fondo de pantalla».

Más que ningún otro de los elementos antiguos, se ha juzgado que el oro posee una fascinación intemporal. Ninguno de los elementos que ha descubierto la ciencia moderna ha puesto en duda esta supremacía. Pero ¿qué es lo que tiene de realmente especial este metal, si es que tiene algo?

El oro es característicamente amarillo. En una flor, este amarillo se puede considerar atractivo o no; después de todo, la belleza es cosa de gustos. Pero, aparentemente, en el oro la combinación única de este color con el lustre del metal no nos deja ninguna otra opción que vernos atraídos hacia él. Incluso el sociólogo Thorstein Veblen, de quien se podría esperar que mantuviera una cierta cautela profesional en el asunto, resulta cautivado por el material. En un capítulo sobre los «cánones pecuniarios del gusto» en su texto clásico *Teoría de la clase ociosa* (1899),* escribe que el oro tiene «un elevado grado de belleza sensual»,¹ como si esto fuera un hecho objetivo y no dependiera del punto de vista del observador.

Después está el hecho de que este color y brillo duran, porque el oro es resistente a la corrosión del aire, del agua y, de hecho, de casi todos los reactivos químicos. Plinio el Viejo piensa que es esta cualidad de resistencia única, y específicamente *no* su color, lo que explica nuestro amor por el oro: «es el único metal que no pierde nada mediante el contacto con el fuego», observa.² Es esa resistencia lo que confiere al oro esta asociación con la inmortalidad, y por lo tanto con los linajes reales y la divinidad. Buda está revestido de oro como una

indicación de esclarecimiento y perfección, y la incorruptibilidad del metal inspira un torrente de otros ideales: la sección áurea, la media dorada, la regla de oro.

El oro también es especial debido a su gran densidad, a su maleabilidad y ductilidad: puede batirse hasta hacerlo tan delgado como un cabello y «lo bastante largo para circundar todo un pueblo», tal como indica un proverbio de África Occidental.³ Es muy posible que sea la pesadez del oro, en particular, lo que signifique valor de la manera en que suele ocurrir con los materiales pesados, con independencia de su composición real, debido a que su peso relativo transmite una sensación de gran cantidad. La resistencia del oro al ataque químico (en otras palabras, su capacidad para conservar su estado puro) también significa valor, porque de manera natural adjudicamos valor a las cosas que resisten. Son estos atributos secundarios del elemento, importantes desde el punto de vista económico, los que le dan pie a Veblen para hacer sus comentarios. Y es esta igualación confusa entre belleza y valor la que se halla en el centro mismo de nuestra comprensión del oro.

Aunque los antiguos conocían el oro, al ser el único metal que se encuentra típicamente en el estado elemental, era demasiado blando para hacer armas y quizá al principio no fue muy utilizado, ni siquiera con fines ornamentales. Incluso allí donde es relativamente abundante, como en partes de Australia y Nueva Zelanda, a menudo los pueblos aborígenes lo han ignorado. Sin embargo, en Europa, África y Asia el metal por lo general era tenido en gran estima y pronto fue adoptado para orfebrería, y después para monedas. Las primeras monedas fueron acuñadas en electro, una aleación natural de oro y plata, en Lidia, en el siglo VII AEC.* Hacia el año 550 AEC, el rey Creso acuñó monedas de plata y oro más puros, y desde entonces el metal amarillo fue el elemento elegido por el hombre para la expresión de gran riqueza. Respaldado por la autoridad del estado, el sistema monetario de Creso impulsó el comercio y la banca. Para que el oro mantuviera su mayor valor como moneda frente al electro nativo, tenía que ser puro, y su pureza tenía que poderse establecer mediante ensayo. De esta manera, el oro fue objeto de pruebas comparadas y evaluación, así como de veneración absoluta.

Seiscientos años después, Plinio es mordaz a propósito del efecto corruptor del oro, que él deseaba «que pudiera proscribirse completamente de la vida».⁴ Condena por igual a los que lo llevan y a los que comercian con él: «La primera persona que puso oro en sus dedos cometió el peor crimen contra la vida

humana».⁵ «El segundo crimen contra la humanidad lo cometió la persona que acuñó por primera vez un denario de oro».⁶ La dificultad no estriba en el material propiamente dicho, sino en las manos transformadoras del hombre sobre el mismo. El oro natural puede contener la luz del sol, pero el oro acuñado se convierte en «un símbolo de perversión y de exaltación del deseo impuro».⁷ Tomás Moro confirma esta distinción moral en su *Utopía*, en la que reserva el oro no para los aderezos, sino para fabricar orinales.

Cabezas más recias han comprendido siempre que el oro es la clave del poder. ¿Acaso no habían reinado los faraones durante 3.000 años basándose en su oro para contener a los sumerios y babilonios, más ingeniosos? ¿Acaso no se habían visto impelidos los romanos a la conquista por su envidia del oro que poseían los galos, los cartagineses y los griegos?

El valor monetario del oro es tal que los yacimientos naturales tienden a adquirir un aura tan deslumbradora que pronto se ven separados de cualquier geografía real. Ofir era la fuente bíblica del oro de Salomón. Es el puerto, probablemente en el sur de Arabia, del que se hace a la mar la quinquerre de Nínive repleta de oro de los «Cargamentos» de John Masefield. La *Geographica* de Estrabón menciona la minería de oro en la orilla africana del mar Rojo, presumiblemente uno de los orígenes del oro egipcio. Pero, a medida que los medios se expanden, también lo hacen los horizontes imaginativos. Hacia la época del navegante portugués Vasco da Gama, la opinión más generalizada era que Ofir se hallaba en el África austral, aproximadamente donde en la actualidad está Zimbabue, o quizá en las Filipinas. Colón creía que Ofir debería encontrarse en la isla de La Española. Con las expediciones españolas al Nuevo Mundo llegaron nuevos relatos de oro fabuloso y un nuevo mito de El Dorado. Se decía que éste, literalmente «el hombre de oro», era un sacerdote tribal que se cubría de oro para la ejecución de un ritual sagrado, pero en la imaginación de los exploradores occidentales se convirtió en otro lugar de riquezas no cartografiado, un nuevo Ofir.

En marzo de 1519, Hernán Cortés emprendió una de estas expediciones, navegando desde Cuba con once barcos y una fuerza de 600 hombres, decidido a tomar posesión de la tierra firme de México y de su tesoro para la corona española. Después de diversas escaramuzas, Cortés alcanzó la capital azteca, Tenochtitlán, donde él y sus hombres fueron recibidos ceremonialmente por el emperador Moctezuma II y fueron colmados de presentes de oro. Mediante un

subterfugio durante la hospitalidad del emperador, Cortés consiguió hacer prisionero a Moctezuma; no pasó mucho tiempo hasta que el Imperio azteca se derrumbó y España tuvo el control de la mayor parte de México. Sin embargo, a pesar de su victoria, los hombres de Cortés encontraron poco oro aparte de los presentes que les habían ofrecido sus anfitriones. Correspondería a colonizadores posteriores el desarrollo de las minas de plata que iban a financiar al Imperio español.

Trece años más tarde, Francisco Pizarro, después de largos preparativos que incluyeron un viaje de reconocimiento a lo largo de la costa del Pacífico hasta el límite septentrional del Imperio inca, y otro de retorno a España para obtener financiación, se dirigió al Perú en busca del tesoro de los incas. Traicionando de nuevo la hospitalidad con que fueron recibidos (Pizarro había sido aleccionado por Cortés en España), los conquistadores lanzaron un ataque por sorpresa y capturaron a Atahualpa, el caudillo inca. Como anteriormente, su plan era controlar el territorio manteniendo al inca como gobernador vasallo. Pero Atahualpa tenía otra idea, un rescate calculado para que interesara a los españoles: negoció su libertad a cambio de una habitación, de unos seis metros por cinco metros, que se llenaría una vez con oro y dos con plata hasta la altura que un hombre pudiera alcanzar. Este «cuarto del rescate» sobrevive todavía en Cajamarca, Perú. Es claro que no pudo haberse llenado de manera literal. No obstante, los españoles fundieron unas once toneladas de artefactos de oro finamente trabajado para transportarlo como lingotes a España. Cuando los barcos se hicieron a la mar, se echaron atrás del acuerdo y ahorcaron a Atahualpa.

Éstos fueron grandes beneficios inesperados. Pero ¿dónde estaba El Dorado? La búsqueda continuaba. Gonzalo, el medio hermano de Pizarro, partió hacia el interior desde Quito, en Ecuador, en 1541, pero no encontró ninguna ciudad de oro, sólo una ruta hasta el océano Atlántico a través del río Amazonas. Otros aventureros españoles oyeron relatos de los muisca* de Colombia, quienes lanzaban ofrendas de oro a un lago en la cumbre de una montaña con el fin de apaciguar al dios de oro que supuestamente vivía en el fondo del mismo. Cuando llegaron allí se dispusieron a drenar el lago de manera muy tosca, pero en 400 años sólo se han extraído unas pocas piezas de oro.

En 1596, Walter Raleigh viajó hasta Venezuela, y se fue de allí con poco oro pero, no obstante, con su creencia en El Dorado intacta. Los relatos de estos viajes dieron a Voltaire amplio material con el que ridiculizar la rapacidad de los

Europeos en su novelita picaresca *Candide*, de 1759. Candide, un héroe ingenuo, es expulsado de su vida insulsa y paradisíaca en Westfalia, viaja por el mundo y es testimonio de sus penalidades, desde la Guerra de los Treinta Años hasta el terremoto de Lisboa. Encuentra El Dorado sin dificultad y, después de ser agasajado como un rey, retorna con regalos: cincuenta ovejas cargadas de oro y joyas. Al principio, Candide y sus compañeros están animados porque se consideran «poseedores de más tesoros de los que Asia, Europa y África podrían reunir», pero a medida que avanza el viaje, las ovejas se quedan por el camino de una en una y de dos en dos, atrapadas en ciénagas o al caer por precipicios, lo que hace que Candide reconozca «cuán perecederas son las riquezas del mundo».

Entre 1520 y 1660, España importó 200 toneladas de oro, que nunca encontró en un escondite conveniente, sino que obtuvo al expandir sus actividades mineras por todos sus territorios en el Nuevo Mundo. El Dorado nunca fue un lugar; siempre fue una idea.

Lo que estos episodios recurrentes tienen en común, aparte de la codicia y la felonía europeas, es la presunción de que todas las partes están de acuerdo en que el oro es la sustancia más valiosa conocida por el hombre. Esto no era en absoluto así. Los aztecas, los incas y otros pueblos indígenas del Nuevo Mundo realizaban ofrendas de oro a los dioses, pero no usaban el metal como moneda, de manera que tenía poco valor negociable, y en algunos casos otros metales eran más deseables incluso para fines religiosos.

Los taínos, que vivían en La Española, Cuba y Puerto Rico, por ejemplo, asignaban papeles distintos al oro y la plata, y también a una gama de aleaciones de color. Estos nativos, que Colón y sus seguidores trataron como esclavos, encontraron a un amigo en Fray Bartolomé de las Casas, el primer sacerdote cristiano que fue ordenado en el Nuevo Mundo. De las Casas fue autor de una historia de las Indias, fundador de comunidades utópicas y creyente en la teología de la liberación, que consideraba a Cortés un aventurero vulgar. Observó las costumbres de los taínos y encontró que no apreciaban el oro por su peso o color, ni lo consideraban tan manifiestamente valioso como hacían los españoles. Los taínos daban más importancia al *guanín*, una amalgama de cobre, plata y oro. Lo que les gustaba de éste era su color rojizo-purpúreo y sobre todo su olor particular, que probablemente procedía de una reacción entre el cobre y la grasa de la manipulación humana. El oro puro, en cambio, era de color

amarillo-blanco, carecía de olor y no era atractivo. Tanto el oro como el *guanín* se asociaban al poder, la autoridad y el mundo sobrenatural, pero el *guanín* tenía una carga simbólica mayor. A diferencia del oro, que se encontraba nativo, el *guanín* tenía que fundirse. Esto hacía que la aleación fuera todavía más preciosa, especialmente porque en La Española no se disponía de la tecnología, que tenía que importarse de Colombia, lo que hacía que pareciera provenir de otro mundo. El oro podía extraerse de los lechos de los ríos, pero parecía que el *guanín* sólo podía producirse en el cielo.

El latón, una aleación del Viejo Mundo completamente desconocida para las sociedades precolombinas, tenía las mismas cualidades atractivas que el *guanín*. Aportado por los españoles, también se consideraba que procedía de los remotos cielos y se le dio un nombre local que igualaba su brillo al cielo soleado. ¿En qué medida apreció el oro su valor con cada milla náutica de su viaje en dirección al este, hacia España? ¿Y cuánto ganó el humilde latón en su navegación hacia el oeste? La imagen de buques españoles transportando los dos metales amarillos en las dos direcciones a través del Atlántico, sin ningún otro objetivo que alimentar los gustos por el lujo de dos sociedades que no se comprendían la una a la otra, haría aparecer una sonrisa irónica en los labios de cualquier Veblen o Voltaire.

Creo que ya es hora de que ponga las manos en algo de oro, y me preparo para encontrarme con Richard Herrington, un mineralogista económico del Museo de Historia Natural de Londres y una autoridad en la materia. El suelo de su despacho está sembrado de rocas abigarradas, de color ocre rojo, blanco reluciente, negro metálico, cada una de ellas instalada en su propia caja. He de abrirme camino con cuidado simplemente para sentarme. Herrington viste una camisa de leñador, como si acabara de llegar de las montañas. «Me gusta el oro», me dice sencillamente. «Me encanta encontrarlo en las rocas». Me pasa un fragmento de cuarzo del tamaño de un pisapapeles, con una inclusión amarilla de oro del tamaño de una uña. «Todo el mundo entiende el oro. Lo hemos visto en la crisis del crédito. Es un producto alternativo y seguro. Incluso un periódico popular indicará cada día el precio del oro». El valor de un diamante depende de su cualidad óptica, el de una pintura de la opinión que del artista tengan los demás. Pero el oro es siempre oro, puro y simple. «No veo que pueda sustituirse».

El oro se convirtió en una ocupación más democrática con las fiebres del oro del siglo XIX. El presidente americano James Polk puso en marcha inadvertidamente la primera de ellas cuando, en su discurso anual al Congreso en diciembre de 1848, mencionó que se había encontrado oro en Sutters Fort, California. A finales de 1849, la población americana no nativa del estado se había cuadruplicado, hasta 115.000 personas. No mucho más tarde, en Australia la corona británica intentó hacer valer su prerrogativa medieval sobre las minas de oro, pero la fiebre del oro era tan frenética, y la administración tan inepta, que ello no pudo ponerse en práctica. Repetida una y otra vez en Norteamérica, Australia y en otros lugares hasta los primeros años del siglo XX, la fiebre del oro, y el consiguiente aumento en la producción de éste, llevó a los economistas, incapaces de ver el metal como otra cosa que monedas de dinero, a temer un hundimiento global en el valor del propio dinero.

Uno de los primeros prospectores fue Samuel Clemens, que sólo se convirtió en el escritor que ahora conocemos con el nombre de Mark Twain cuando fracasó en su búsqueda de oro. Clemens se dirigió hacia el oeste en 1861, al Territorio de Nevada, en el que su hermano era gobernador. Probó suerte en varios filones, y escribió acerca de su experiencia en sus memorias, *Pasando fatigas*.^{*} Las memorias están salpicadas de los nombres grandilocuentes que dio a los modestos filones y vetas que adquirió como posibles veneros, pero también revelan que a Twain le desagradaba sobremanera aquel trabajo, que consistía en barrenar y tamizar repetidamente el «cuarzo duro y rebelde»,⁸ para obtener las motas más diminutas de color.

Twain tenía todas las razones para sentirse descorazonado, porque incluso pudo haber terminado su corto período como prospector saliendo mal parado en el trato. No habiendo encontrado oro, terminó en Virginia City, Nevada, y tomó un trabajo en un batán minero en el que se separaba el metal precioso de la ganga. Una manera de hacerlo era mediante amalgamación, empleando mercurio para disolver el oro, que después podía recuperarse de la amalgama calentándola. Por desgracia, Twain olvidó quitarse el anillo de oro que llevaba habitualmente, que pronto se dio cuenta de que se había desintegrado en fragmentos debido al ataque del mercurio.

En la actualidad puede que el oro haya desaparecido, pero los indicios de la fiebre se conservan en los pueblos que surgieron cuando se encontraba un yacimiento importante. Hace años visité Cripple Creek, en los valles altos de Colorado, que antaño fue el lugar de la mayor mina de oro del mundo. La

historia del pueblo empezó cuando un ranchero, Robert Womack, encontró allí mena metálica en 1890. La mena era un mineral raro que contenía plata y oro en forma de sales en lugar de metales nativos. Según una versión, el descubrimiento se hizo cuando el calor de un horno de tierra hizo que el suelo exudara oro fundido. Llegaron los prospectores y, un año más tarde, el Cuatro de julio,** un carpintero, Winfield Stratton, reclamó legalmente el filón Independence, uno de los mayores yacimientos de oro que se haya encontrado nunca. En 1900, Stratton vendió su mina por 10 millones de dólares, mientras que Womack se gastó en bebida el poco dinero que había conseguido. Cripple Creek terminó produciendo unos 300 millones de dólares en oro.

Recorrí toda la amplia calle mayor, una depresión que se curva suavemente, como el recorrido de un péndulo. En cada extremo, el panorama se abría hacia montañas cubiertas de nieve con la geología desnuda por encima del límite de la vegetación arbórea. Los edificios que bordeaban la calle (una tienda de helados, unos almacenes generales, unas cuantas tiendas de artesanía, la hostería de madera Phenix Block que surgía de nuevo) presentaban una rica variedad de ornamentación victoriana en ladrillos y yeso y estaban rematados por cornisas de madera trabajadas. Muchos de ellos tenían la fecha, la misma en cada caso: 1896. Un pueblo que había surgido de la nada en un año y en el que desde entonces no había ocurrido nada. Era fácil imaginar la loca excitación de la fiebre que generó estos lugares de la noche a la mañana y que después, casi con la misma celeridad, dejó que languidecieran. Vi el anuncio que ofrecía «muestras gratuitas de mena de oro» en el Frego's Emporium. Parecía confirmar que los grandes días se habían acabado. (La gente sigue buscando hacerse rica de golpe, aunque ya no esté preparada para trabajar para conseguirlo: recientemente, el pueblo ha intentado revivir sus fortunas mediante la introducción del juego legalizado.)

La mitología ha asociado a menudo el oro con el agua. El rey Midas, de Frigia, lava su maldición de convertir en oro lo que toca en las aguas del río Sardis, mientras que el relato del Vello de oro se origina en la estratagema de colocar lana en un arroyo de aguas corrientes para captar las finas partículas del precioso metal. Entonces no resulta sorprendente descubrir que también los científicos han dirigido su búsqueda bajo las olas. El químico sueco Svante Arrhenius, que fue el primer director del Instituto Nobel, hizo incursiones importantes en muchos campos, incluyendo especulaciones prescientes sobre el efecto invernadero en la atmósfera de la Tierra. Gran parte de sus

investigaciones se hicieron sobre la conductividad eléctrica de las soluciones, y durante el curso de aquéllas, en 1903, Arrhenius hizo una estima de la cantidad de oro disuelto en el agua. Sus cálculos indicaban que la concentración del elemento era de seis miligramos por tonelada de agua de mar. Con esta concentración, la reserva total de oro en los océanos mundiales sería de ocho mil millones de toneladas. La producción global anual de oro en aquella época era de unos pocos cientos de toneladas.



Cripple Creek. (Fotografía del autor.)

En mayo de 1920, Fritz Haber, un amigo alemán de Arrhenius, viajó hasta Estocolmo para recoger el premio Nobel que se le había concedido (el año 1918, pero la entrega se pospuso debido a la primera guerra mundial) por su

descubrimiento de una ruta sintética para producir amoníaco a partir del nitrógeno atmosférico, un descubrimiento que pronto se demostró vital para la fabricación tanto de fertilizantes como de explosivos. Los dos hombres mantuvieron largas discusiones. Unos días después del retorno de Haber a Alemania, los aliados victoriosos anunciaron los términos de la paz: su país tendría que pagar 269.000 millones de marcos oro en compensaciones. Haber decidió que encontraría el dinero utilizando la ciencia.

En algún recóndito lugar de su mente debía estar la leyenda del oro del Rin. En la primera ópera del Ciclo del Anillo del Nibelungo, de Wagner, *Das Rheingold*,* el oro aparece brillando a la luz del sol en el fondo del río, guardado por las tres inocentes doncellas u ondinas del Rin. El enano Alberich observa a las ninfas, pero se decide por el oro y el secreto que le susurran de que un anillo hecho a partir de él conferirá a quien lo lleve poderes ilimitados. En común con Plinio y Agrícola, el gran metalúrgico alemán, Wagner se esfuerza por dejar claro que el metal nativo es completamente inocente en todo ello, y que son sólo los objetos producidos por el arte humano los que corrompen. Tal como George Bernard Shaw explica en *El perfecto wagneriano*, su crítica del Ciclo del Anillo, las doncellas del Rin valoran el oro «de una manera totalmente no comercial, por su belleza y esplendor corpóreos».⁹ Cantan que sólo el hombre tiene la pericia para moldear el oro en un anillo, que es naturalmente lo que se dispone a hacer y hace el rechazado y venal Alberich. A lo largo de las tres siguientes noches operísticas, el anillo es vendido, robado, se lucha por él y es ofrecido como rescate, y va ejerciendo su maldición mientras tanto, hasta que finalmente el río lo reclama para sí. Seguramente es significativo que Wagner escribiera el libreto del ciclo en la época de las primeras grandes fiebres del oro, mientras que Shaw utilizó la fiebre de oro del Klondike de 1898 para ilustrar sus críticas.

La maldición fue más lenta sobre Haber. Empezó el proyecto solicitando el envío de muestras de agua de mar procedentes de todo el mundo a su laboratorio de Berlín. Los análisis químicos confirmaron las cifras de Arrhenius. Posteriormente, financiado por un consorcio de empresarios metalúrgicos, equipó un barco y lo hizo a la mar en 1923. Pero en este viaje transatlántico y en los viajes subsiguientes en otros océanos durante los cuatro años siguientes, sus medidas parecían mostrar cada vez menos del precioso metal. Desanimado, llegó a la conclusión (por lo que ahora se sabe, errónea) de que sólo había una minúscula fracción del oro disuelto que se había pensado, y ciertamente no el suficiente para cubrir el enorme coste de extraerlo.

Las estimas más recientes de la cantidad de oro en el agua de mar son más optimistas, y sitúan los niveles en tres veces los que Haber consideraba que valía la pena explotar: veinte miligramos por tonelada. En principio, los océanos del mundo podrían contener oro por un valor de 400 billones de euros a los precios actuales, o para decirlo de otra manera, 200 millones de Kates Moss. Pero incluso a esta tasa más atractiva, según Richard Herrington, «el coste de extracción es demasiado grande para que por el momento se pueda considerar».¹⁰ Señala, además, que realmente hay oro en el Rin, «que en los mejores años alcanza una producción de más de 15 kg».¹¹

El hecho inesperado del oro disuelto se ha explotado con éxito al menos en una ocasión notable. Hacia 1933, la opresión nazi sobre los científicos judíos alemanes obligó a muchos a emigrar o a refugiarse en laboratorios extranjeros. Dos premios Nobel de física, Max von Laue, que obtuvo el premio en 1914 por su descubrimiento de la difracción de los rayos X, y James Franck, que lo obtuvo en 1925 por producir confirmación experimental de la cuantización de la energía, depositaron sus medallas para que Niels Bohr las tuviera bien guardadas en el Instituto de Física Teórica, en Copenhague. Cuando el ejército alemán entró en Dinamarca en abril de 1940, Bohr ya había donado su propia medalla Nobel para una subasta destinada a la ayuda de guerra, pero estaba preocupado por ocultar las medallas de los alemanes, pues su descubrimiento en su laboratorio comprometería todavía más a los ya desacreditados científicos. Las medallas llevaban grabado el nombre de los premiados, y puesto que estaban hechas de oro, era ilegal sacarlas de Alemania.

Con Bohr en Copenhague trabajaba el químico húngaro George de Hevesy, quien en 1923 había descubierto el elemento hafnio, que había bautizado por el nombre en latín de la ciudad, «Hafnia». Hevesy sugirió primero que enterraran las medallas, pero Bohr creía que podrían ser descubiertas fácilmente. En lugar de ello, y mientras las tropas nazis inundaban la ciudad, se dispuso a disolverlas en agua regia* (con alguna dificultad, se lamentaría más tarde, pues había una cantidad considerable de oro y le costaba reaccionar incluso con este ácido fuerte). Los nazis ocuparon el Instituto de Física Teórica y registraron detenidamente el laboratorio de Bohr, pero omitieron preguntar sobre el contenido de las botellas de líquido pardusco de un estante, que permanecieron allí inalteradas durante toda la guerra. Acabada ésta, Bohr escribió una carta a la

Real Academia Sueca de Ciencias que acompañaba el retorno del oro de las medallas y explicaba qué le había sucedido. El oro se recuperó, y la Fundación Nobel acuñó puntualmente nuevas medallas para los dos físicos.

El agua regia fue una de las muchas contribuciones útiles, aunque no siempre reconocidas, que los alquimistas hicieron a la química moderna, y cuyo descubrimiento de que podía disolver el oro de manera natural ocasionó gran conmoción. En *El paraíso perdido*, de Milton, a Satanás se le ofrece un recorrido por las maravillas de la Tierra, y ve que «Los ríos llevan / Oro potable». Si el oro macizo era el símbolo de la perfección, la inmortalidad y el esclarecimiento, su disponibilidad en una forma que pudiera beberse (la solución se mezclaba típicamente con aceites aromáticos para producir una especie de vinagreta metálica) prometía seguramente un curallotodo general.

Pero la otra gran afirmación del oro (su resistencia al cambio) dejaba margen para que los escépticos se preguntaran si hacía algún bien a alguien o, en realidad, si hacía algo. Thomas Browne, el médico y autor de Norwich, aborda esta cuestión en *Pseudodoxia Epidemica*, un catálogo erudito y entretenido de los mitos urbanos del siglo XVII que fueron desenmascarados científicamente. «Que el oro tomado internamente», escribía Browne, «es un cordial de gran eficacia, en varios usos médicos, aunque es una práctica muy utilizada, también está muy cuestionada, y nadie lo ha determinado más allá de toda duda».¹² Al observar su paso «invencible» a través del fuego, encuentra fácil de creer que el oro puede pasar asimismo a través del cuerpo sin alteración ni efecto, un pensamiento que lo anima a tomarse un momento para desacreditar los cuentos de Midas y de la gallina de los huevos de oro. Pero después cambia de opinión para admitir que, aunque no resulte cambiado materialmente, aun así el oro podría ejercer algún efecto, quizá parecido a la fuerza magnética de la calamita o a la carga eléctrica del ámbar. Al final emplea un lenguaje ambiguo: «podría ser injusto negar la posible eficacia del oro». Sin embargo, Etienne-François Geoffroy, un médico y químico francés del siglo posterior, no tenía estas dudas. «El oro», escribió fríamente, «de todos los metales es el más inútil en física, excepto cuando se le considera un antídoto contra la pobreza».¹³

Tuve mi oportunidad para probar «el oro tomado internamente» una Navidad, cuando compré chocolate de «oro, incienso y mirra». El incienso y la mirra no podían competir en cuanto a aroma con el cacao macizo, pero el oro era al menos visible como pequeñas escamas en cada tableta. No observé ningún efecto perjudicial cuando lo comí. Quizá me estaba confiriendo un poder de

bondad, pero tampoco sentí ningún aumento debido al elixir. Di la vuelta al envoltorio y leí ociosamente la lista de ingredientes. El oro, me sorprendió descubrir, merece su propio número E, el E175. Parece que los que establecen la normativa alimentaria, como Browne, quieren dejar sus opciones abiertas.

A por el platino*

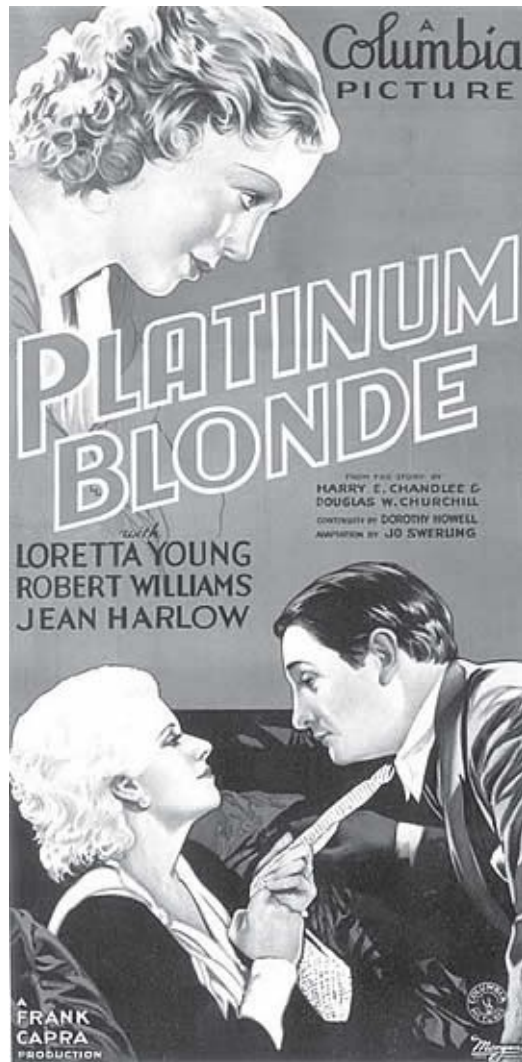
Wallis Simpson, la dama americana de la alta sociedad dos veces divorciada y que en 1937 se casó con el que fuera rey Eduardo VIII para convertirse en duquesa de Windsor, no tenía fama de atenerse al comportamiento social correcto. Pero para las cosas relacionadas con las joyas era inflexible: «Cualquier necio sabría que con los vestidos asargados de lana y otras prendas de vestir de día se lleva oro; con los vestidos de noche se lleva platino». ¹⁴

El platino tuvo su auge durante la primera mitad del siglo xx, hasta ser considerado como el metal de joyería preferido por los que opinaban que la plata era, simplemente, demasiado común. Es uno de los metales radiantes más pesados, prácticamente el doble de pesado que la plata, pero sin tener un color blanco tan puro como ésta. Rara vez deslumbra, pero reluce con lo que John Steinbeck denominó una «luminosidad perlada». La atracción del platino es particularmente relativa: es más pesado que la plata y más moderno que el oro. Es la respuesta de la moda a estos elementos intemporales, repleto de su propia importancia y nombrado por sí mismo en su rango.

En una época de sufrimiento económico generalizado, el platino satisfizo la necesidad que una alta sociedad cada vez más desconectada tenía de una sustancia más preciosa, y posiblemente menos obvia, que el oro. Resulta algo extraño, pues, que el material elegido para esta finalidad sea, en cualquier caso, un poco más abundante que el oro; aunque ambos metales son igualmente escasos en la corteza terrestre, hay diez veces más platino que oro en el suelo. No importa. A su debido tiempo, el platino (si no los lingotes del mismo, al menos la idea de éste como el más valioso de todos los metales) se difundiría y sería comprendido por todas las capas sociales, incluso las más bajas, y afianzaría su lugar simbólico por encima del oro en la clasificación de la liga del lujo. De inmediato, el platino significó un nuevo tipo de riqueza, un membrete de opulencia no amasada a lo largo del tiempo como un tesoro de oro, sino adquirido de repente, con audacia, especulativamente... y expuesto a perderse de la misma manera. En el segundo libro de su trilogía *América, El gran dinero*,* de 1936, John Dos Passos, retrata una serie de personajes que luchan por reconciliar

sus ideales con la necesidad de prosperar en los febriles años que conducen a la Depresión. Los «fantasmas de las chicas platino» deambulan por la novela como sirenas que advierten contra las tentaciones de los nuevos ricos.

Platinum Blonde,** el filme de Frank Capra de 1931, sacaba partido del simbolismo emergente del metal, y a su vez donaba su título al lenguaje. La rubia platino en cuestión es otra rica dama de la alta sociedad que seduce y se casa con un periodista, al que después controla; éste investiga un escándalo en su familia. Jean Harlow era la protagonista. Originalmente, la película tenía que haberse titulado *Gallagher*, que es el nombre de la chica que pierde y después recupera el cariño del periodista. Pero el productor, Howard Hughes, tenía a Harlow bajo contrato personal e insistió en el cambio de título con el fin de promocionar a su estrella en ciernes. Funcionó, y lanzó a la Harlow al estrellato a la vez que promovió la moda del cabello decolorado. A través de sus estudios, Hughes incluso ofreció un premio al peluquero de la ciudad que mejor pudiera replicar el tono del cabello. Pero quizá su dinero estaba a salvo: sólo los que habían estado en el estudio habrían podido saber si el color del cabello era el adecuado, porque la película era en blanco y negro.



Cartel para la película *Platinum Blonde* (el título de la versión española fue *La jaula de oro*). (Copyright © 1931, renovado 1958, Columbia Pictures Industries, Inc. Todos los derechos reservados. Cortesía de Columbia Pictures.)

El platino fue reconocido como un elemento por químicos europeos en el siglo XVIII, y entonces fue considerado «el octavo metal», una apasionante adición a los siete conocidos desde la antigüedad: oro y plata, cobre, estaño, plomo, mercurio y hierro. Pero fue descubierto efectivamente por los pueblos indígenas de Sudamérica hace 2.000 años. La forma nativa del metal, llamada platina, diminutivo del nombre español de la plata, se encuentra en gránulos o pepitas de metal en gran parte puro con inclusiones de otros metales preciosos o de hierro. Aparece típicamente en los ríos o durante el lavado en busca de oro, cuando se ven granos pálidos y pesados entre el residuo potencialmente precioso después de que los minerales más ligeros hayan sido arrastrados por el agua. El

platino funde a una temperatura mucho más elevada que el oro, el bronce e incluso el hierro, y superior a la que se puede alcanzar con fuegos de leña. Debía haber sido imposible para los herreros indígenas convertir estos gránulos en una forma que después pudiera ser trabajada en joyería y otros artículos. Pero hallazgos arqueológicos en Ecuador han revelado precisamente estos artefactos precolombinos, lo que ha obligado a los metalúrgicos europeos a reconocer la pericia de los forjadores nativos, que habían perfeccionado un método de aglutinación por el que un material granular se congutina en una masa sin fundirse, mediante la adición de polvo de oro para desencadenar la fusión del metal.

Obsesionados por el oro, los conquistadores españoles al principio no prestaron ninguna atención a la platina, de color gris deslustrado. Incluso se abandonaron algunas minas porque la presencia de platina las hacía poco lucrativas. Sin embargo, dicha actitud cambió cuando el trabajo de un joven químico francés, Pierre-François Chabaneau, secuestrado en el Real Seminario de Vergara, en el País Vasco, llamó la atención del rey Carlos III de España en 1786. En realidad, el seminario era algo así como un taller mineralógico y debía ocultar toda una serie de especímenes exóticos por la época en que Chabaneau llegó allí: los hermanos Fausto y Juan José de Elhúyar, que habían sido contratados para enseñar allí, ya habían aislado el elemento tungsteno a partir de la wolframita, un mineral excepcionalmente denso que habían obtenido durante sus estudios en Alemania. Pusieron a Chabaneau a trabajar en la extracción de platino metal de la platina cruda que habían acumulado de Sudamérica.

A su debido tiempo, los Elhúyar fueron promovidos a dirigir las nuevas minas de las colonias españolas, mientras que Chabaneau fue trasladado a Madrid, donde se le facilitó un lujoso laboratorio privado en el que realizar sus investigaciones sobre el platino. El ministro del rey, el marqués de Aranda, se ocupó de que todas las existencias del metal, que se consideraba menos valioso incluso que la plata, se le proporcionaran al francés. Una razón de la baja estima del platino en esta época era que los españoles no eran capaces de emular a los artesanos del Nuevo Mundo y convertir el metal en una forma maleable que pudiera ser trabajada en objetos. Chabaneau pronto creyó que había conseguido aislar el metal puro, extrayendo de él el oro, el hierro y otras impurezas que lo hacían impracticable. Pero quedó intrigado al encontrar que sus propiedades se negaban a establecerse en un patrón estándar (ello se debía a que todavía contenía otros elementos, en aquella época desconocidos, más estrechamente

relacionados con el platino, como el iridio y el osmio). Chabaneau abandonó la tarea frustrado, pero su patrón le persuadió para que insistiera. «Tres meses más tarde, el marqués encontró sobre una mesa de su casa un cubo de metal de diez centímetros de lado. Al intentar levantarlo, le dijo a Chabaneau: “Estáis bromeando. Lo habéis pegado a la mesa”. El pequeño lingote pesaba 23 kilogramos; ¡era platino maleable!»¹⁵

Al principio, se distribuían muestras de platino entre las aristocracias de Europa, sin que nadie estuviera seguro de qué hacer con ellas. La dificultad de manipular el metal significaba que éste seguía siendo esencialmente inútil. (La corona española había aprendido la dura lección de que incluso la investigación científica bien financiada no siempre produce retornos rápidos de su inversión.) Giacomo Casanova, el memorialista* del siglo XVIII, registra una visita a una dama alquimista, la marquesa d’Urfé, que quería convertir su platino en oro. Poco a poco, sin embargo, el método de Chabaneau hizo que el nuevo metal empezara a ganar valor lentamente. Un cáliz de platino ofrecido al Papa por el rey de España fue el primer objeto precioso confeccionado a partir de esta forma maleable del metal. Chabaneau consideró que él se hallaba en una posición poderosa y se dedicó a los negocios, vendiendo lingotes de platino, crisoles y otros utensilios de especialista. Al mismo tiempo, el gobierno español aumentó los embarques de platina desde su colonia sudamericana de Nueva Granada.* En agosto de 1789, un único buque desembarcó 3.000 libras de platina. Aunque el metal se colocaba estrictamente bajo un monopolio de la corona, todavía era lo bastante barato para atraer a contrabandistas y falsificadores, que lo podían chapar y hacerlo pasar por oro macizo debido a su densidad comparable. La breve «era del platino» de España llegó a un fin repentino con la invasión del país por Napoleón en 1808 y el auge del movimiento revolucionario de independencia al mando de Simón Bolívar en Nueva Granada. La rara combinación de gran densidad y resistencia a la corrosión del platino lo convirtió en la elección perfecta para moldear el kilogramo y el metro patrones de la República Francesa, pero pronto se olvidaron las ideas mayores de utilizarlo para objetos decorativos que requirieran los servicios de artesanos expertos.

En el siglo XIX, el precio del platino cayó de nuevo al encontrarse nuevos yacimientos en Rusia y Canadá y al desarrollarse métodos más económicos para refinarlo. Los aristócratas rusos no encontraron que el metal fuera lo bastante brillante para sus gustos y, en ausencia de otra demanda, Rusia empezó en 1828

a acuñar monedas de platino de tres rublos con el fin de utilizar su recurso. Pero incluso esto tuvo que terminar cuando el precio mundial del metal cayó todavía más.

Habiendo alcanzado este punto bajo con tanta rapidez después de haber sido introducido en Europa, ¿cómo es que posteriormente el platino ascendió hasta superar al oro en valor? La ley de los mercados sugiere que si la respuesta no se encuentra en la escasez del recurso, entonces tiene que hallarse en el exceso de la demanda. La expansión de las aplicaciones técnicas (en aparatos eléctricos y en muchos procesos químicos industriales en los que el metal actúa como catalizador) es sin duda un factor. Pero más interesante es el aumento *percibido* del valor del platino que surgió únicamente por razones de nivel social y no de economía de mercado.

En 1898, Louis Cartier sucedió a su padre en el negocio parisino de joyería y consiguió que el nombre familiar destacara al popularizar el reloj de pulsera en lugar del de bolsillo. Cartier había experimentado con el platino durante algunos años, y ahora tomó la decisión de utilizarlo siempre que pudiera en lugar de la plata e incluso del oro. Las «joyas blancas», como los diamantes, que eran preferidas para llevar por la noche, requerían idealmente montaduras incoloras. El oro era discordante y se consideraba vulgar, y la plata tenía tendencia a empañarse. Además, ambos metales eran inconvenientemente blandos. El duro platino aseguraba que los engastes de Cartier, especialmente los de las piedras mayores, podían hacerse casi invisibles y aun así resultar muy duraderos. El lustre ligeramente gris del metal comparado con el oro o la plata aseguraba que la atención se centrara sólo en las joyas. La innovación de Cartier desencadenó una moda por el platino en la joyería más suntuosa que perduró hasta el inicio de la segunda guerra mundial, cuando el metal se racionó rápidamente debido a su utilidad como catalizador en procesos químicos importantes, como la fabricación de explosivos. Pero para entonces el platino había conseguido un nuevo caché, rematado por la montadura del famoso diamante Koh-i-noor en una corona elaborada enteramente de platino, para la reina Isabel, la esposa de Jorge VI, para la coronación en 1937. (¡Wallis Simpson debió enfermar al enterarse de que su cuñada poseía esta fruslería!)

Mientras Cartier cambiaba las reglas de la joyería de la alta sociedad, el restablecimiento de los Juegos Olímpicos implantó al mismo tiempo la idea de indicar los grados de la excelencia según una escala de diferentes metales. Los Olímpicos de la Antigua Grecia habían premiado simplemente con laureles a los

mejores atletas. En los primeros Juegos modernos, que se celebraron en Atenas en 1896, al ganador de cada acontecimiento se le premi6 con una medalla de plata, y el segundo clasificado obtuvo una de bronce. No fue hasta los Juegos de Saint Louis en 1904 que el Comit6 Ol6mpico Internacional decidi6 que tenia que haber medallas de oro, plata y bronce para los tres primeros lugares, y corrigi6 retrospectivamente el medallero para los dos Juegos anteriores de acuerdo con el nuevo sistema.



Anuncio en una tarjeta «rasca y gana» (el texto reza: «El oro es muy anticuado»). (Will Hammond.)

Asi ha permanecido desde entonces. La jerarquía de oro, plata y bronce se ha convertido en la manera convencional de ordenar las actuaciones en el deporte y en las artes. Las compañías discográficas introdujeron el disco de oro

como una manera de complimentar a sus artistas (y a ellas mismas) cuando vendían un millón de ejemplares de una canción. Perry Como fue el primer artista internacional que obtuvo el oro. Cuando las ventas aumentaron y los discos de oro se hicieron demasiado comunes, la industria musical, en lugar de hacer lo obvio, que era simplemente aumentar el umbral de ventas para el oro, vio la ventaja mercantil de introducir, en cambio, el nivel superior de un disco de platino en 1976. Según las normas actuales, un álbum consigue el oro cuando vende 500.000 unidades y el platino cuando llega a un millón. Pronto le siguió American Express, que sobrepujo su tarjeta de crédito «oro» con la «platino» en 1984.

Nada de esto tenía ya que ver con el aspecto o las propiedades del platino metal. Ni tampoco estaba relacionado con su rareza que, como hemos visto, no es mayor que la del oro. Para la mayoría de nosotros (que no somos Wallis Simpson) la categoría del platino es el producto de unas pretensiones sociales más complejas. Si percibimos que el platino es más deseable que el oro es debido totalmente a una asociación inversa: porque sabemos que un disco consigue el platino después de haber conseguido el oro, o que una tarjeta de crédito platino es más difícil de conseguir que una oro. En una era en la que el café instantáneo, los chocolates baratos y el papel higiénico consiguen el «oro» en su marca, tenía que encontrarse algo con mayor prestigio. Al menos por ahora, este algo es «platino».

Metales nobles, anunciados innoblemente

En abril de 1803, en una tienda de curiosidades del Soho se puso a la venta una pequeña cantidad de metal brillante. Un folleto distribuido de forma anónima a los científicos de Londres lo proclamaba como «PALADIO, O LA NUEVA PLATA», y prometía que se trataba de «UN NUEVO METAL NOBLE». Seguía la descripción de las propiedades del material con un cierto detalle: el «mayor calor del fuego de un herrero apenas lo fundirá», por ejemplo, y sin embargo «si cuando está caliente lo tocáis con un pequeño fragmento de azufre, funde tan fácilmente como el zinc».

El anuncio causó un furor instantáneo. ¿Quién lo había insertado? ¿Y acaso era verdad? Y si era verdad, ¿por qué no se había hecho el anuncio con el espíritu cívico de cooperación abierta que en esta época se había convertido en la norma en ciencia?

Sospechando un fraude, un químico analítico irlandés de talento, Richard Chevenix, visitó la tienda y compró toda la sustancia que no se había vendido (tres cuartas partes de onza), y se dispuso a efectuar una serie de análisis para descubrir el engaño. Debió sorprenderse cuando descubrió que lo que había comprado poseía efectivamente las propiedades nuevas que se afirmaban. No obstante, Chevenix comunicó a la Royal Society su opinión de que no se trataba de un nuevo metal, «como se había anunciado de forma escandalosa», y que más probablemente se trataba de una amalgama de platino y mercurio.¹⁶ Otros científicos no pudieron confirmar el resultado de Chevenix, pero apenas deseaban reconocer la única interpretación alternativa: que un anuncio científico importante pudiera hacerse en forma de un billete comercial anónimo.

Al final, fue casi así de desagradable. Porque pronto se descubrió que el metal era realmente nuevo para la ciencia. Sólo el hecho de que el autor del folleto, y del propio descubrimiento, fuera uno de los suyos mitigó el desastre: se trataba del químico William Hyde Wollaston, ya notable y que era conocido por hallarse profundamente implicado en un proyecto relacionado con el platino. Pero ¿por qué se había comportado de una manera tan peculiar en este caso?

Durante cincuenta años, los gobiernos europeos habían considerado el platino que llegaba de Sudamérica con una mezcla de codicia y desesperanza, conscientes de que tenía el potencial para transformarse en un brillante metal precioso, soñando quizá que fomentaría su economía como el oro y la plata del Nuevo Mundo habían hecho un par de siglos antes, pero carentes de los medios para efectuar esta transformación. En España, Chabaneau había mantenido su método en estricto secreto y sólo había encontrado mercado para objetos decorativos ocasionales. Wollaston y otro químico, Smithson Tennant, abordaron por separado el problema, y cuando se dieron cuenta de sus intereses mutuos, decidieron asociarse para ver si podrían producir el platino maleable de Pierre-François Chabaneau a una escala mayor y encontrar nuevas aplicaciones para él en la ciencia y la industria.

Wollaston y Tennant eran ambos hijos de clérigos, y ambos habían estudiado medicina en Cambridge, pero después habían optado por la filosofía natural. Sin embargo, aquí terminaban las semejanzas. Tennant había perdido a ambos padres en la infancia y era en gran parte un autodidacta. Wollaston creció en una familia con catorce hermanos y gozó de un camino confortable hasta el éxito académico. Tennant, cinco años mayor, era un hombre ocurrente y amable, descuidado en su trabajo, a menudo indeciso para con sus proyectos, pero siempre cumplidor de las normas del método experimental y que siempre informaba cuando finalmente se decidía por un curso de acción. Wollaston era preciso y con dominio de sí mismo casi hasta el punto de la obsesión; se decía de él que podía escribir sobre vidrio con un diamante con una letra tan pequeña que sólo podía leerse utilizando un microscopio. También era reservado y excéntrico, y no siempre era fácil convivir con él. El fruto de su colaboración iba a ser una fortuna sustancial procedente de la empresa del platino y un lugar permanente en los anales de la ciencia, pues cada uno de estos hombres añadiría dos nuevos elementos químicos a los treinta y cinco, aproximadamente, que entonces se conocían. Pero la manera en que cada uno de ellos decidiría anunciar al mundo los descubrimientos de sus respectivos elementos reflejaría su diferencia de temperamento.

La Nochebuena de 1800, los dos hombres compraron cerca de 6.000 onzas de platina dragada de un río a un vendedor de mala fama que probablemente la había obtenido de contrabando desde Nueva Granada a través de las Indias Occidentales Británicas. La compra les costó 795 libras esterlinas, una hermosa

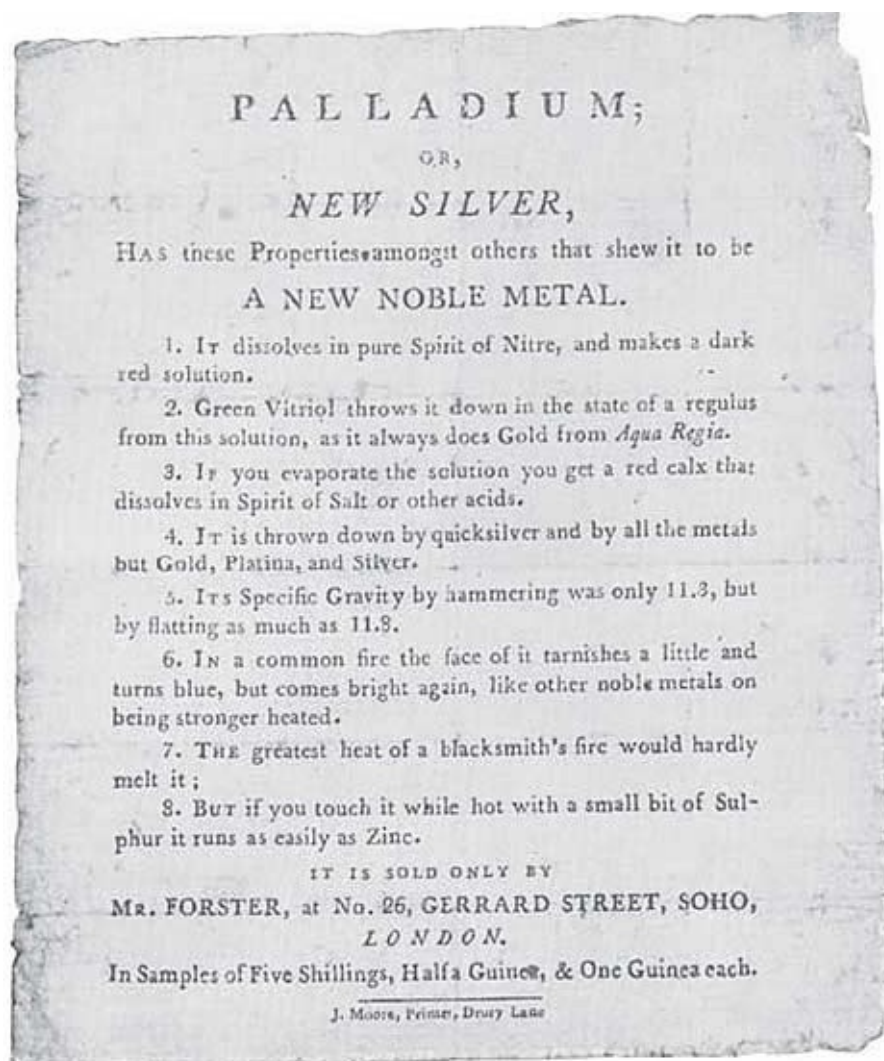
suma, pero la cantidad era enorme, y el platino entonces era más barato que el oro. Si conseguían convertir este montón de migajas grises en metal brillante, serían hombres muy ricos.

Wollaston tomó la delantera en este proyecto comercial, disolviendo la materia prima, una libra cada vez, en agua regia y después haciéndola reaccionar con sales amoniacaes para que formara un precipitado que pudiera calentarse para que liberara el precioso metal. Sin embargo, sus lingotes resultaron quebradizos y no eran útiles para futuros trabajos. Mientras tanto, Tennant examinó la pequeña cantidad de residuo negro que siempre quedaba cuando se disolvía el platino nativo en agua regia, y pronto se convenció de que no se trataba simplemente de grafito, como otros habían supuesto, sino que era de naturaleza metálica. Extrayendo el polvo negro y tratándolo cuidadosamente con varios reactivos potentes, pudo obtener nuevos precipitados de diferentes colores y un líquido oleoso y acre. Éstos resultaron ser compuestos de dos nuevos metales, que Tennant denominó iridio (del término griego para el arco iris, debido a los colores de sus sales) y osmio (del término griego para el olor). En este trabajo, a Tennant le seguían de cerca científicos franceses, pero Tennant había tenido la sensata precaución de compartir su intuición de que el residuo era metálico con sir Joseph Banks, el presidente de la Royal Society, con lo que se aseguraba que se le reconociera adecuadamente como el descubridor de ambos elementos.

Wollaston siguió procedimientos parecidos en los experimentos con el licor rico en platino producido por el agua regia. También él advirtió un precipitado inesperado, del que pronto se convenció de que contenía todavía otro metal nuevo. Pensó en llamarlo ceresio, por el planeta menor Ceres, que se había descubierto unos meses antes, pero después optó por el nombre de paladio. Sin embargo, en lugar de publicar o comunicar la noticia de su descubrimiento de manera informal, como había hecho Tennant, Wollaston esperó hasta haber amasado una cantidad importante del nuevo metal... y después tomó la excéntrica decisión de anunciarlo a la venta en pequeñas porciones por las que pedía cinco chelines, media guinea y una guinea.

Cuando Chevenix comunicó los resultados de su investigación, puso a Wollaston en un aprieto. Ahora éste no podía proclamar que el descubrimiento era suyo sin admitir su subterfugio. En lugar de ello, publicó otro anuncio anónimo, esta vez en una revista química, en el que ofrecía una recompensa de 20 libras a la persona que, ante un tribunal de tres químicos, pudiera producir

veinte granos* de paladio. No parece que nadie aceptara el reto. Mientras tanto, siguió realizando sus investigaciones calladamente. Su siguiente descubrimiento habría de ofrecerle una salida. Ulteriores experimentos con la platina y el agua regia produjeron nuevas sales de color rosado, indicadoras de otro elemento nuevo, al que Wollaston denominó rodio. Esta vez no habría tonterías en lo referente al anuncio. Su amigo Tennant le había dado recientemente su propio artículo en el que anunciaba formalmente su descubrimiento del iridio y el osmio. Wollaston siguió su ejemplo y leyó su comunicación sobre el rodio ante la Royal Society en junio de 1804. No aprovechó la ocasión para desvelar el misterio del paladio, pero unos pocos meses después escribió de nuevo a la revista en la que había anunciado su recompensa, explicando que era él quién había descubierto secretamente el paladio y lo había ofrecido a la venta, y puso como excusa para su comportamiento que anomalías químicas observadas en el momento del descubrimiento del paladio le habían impedido anunciarlo entonces, y que había resuelto dichas anomalías con el descubrimiento subsiguiente del rodio. Esto no era totalmente cierto, pero permitió que Wollaston salvara las apariencias.



El anuncio anónimo de Wollaston sobre el paladio. (Reproducido con la amable autorización de los síndicos de la Biblioteca de la Universidad de Cambridge de *A History of Platinum*, de McDonald y Hunt, pág. 105.)

Los nuevos elementos explicaban finalmente el carácter quebradizo de los lingotes de platino. Armado con este conocimiento, Wollaston avanzó deprisa con su proceso de fabricación y acabó por obtener un producto valioso. A lo largo de los quince años siguientes, estableció un próspero negocio que construía calderas de vapor de platino para su uso en fábricas químicas y otros aparatos especiales. Wollaston no reveló los detalles del proceso hasta un mes antes de su muerte, en 1828, cuando ya sabía que padecía una enfermedad que sería fatal.

A lo largo de los años, Wollaston y su socio Tennant adquirieron unas 47.000 onzas de platina nativa y produjeron 38.000 onzas de platino maleable (una bañera llena), así como 300 onzas de paladio y 250 onzas de rodio,

suficiente para llenar con cada metal una jarra de una pinta.* Parte del platino se fundió en crisoles para experimentos científicos o en bastones para estirarlos en alambre, pero la mayoría fue a parar a armeros, que usaron el metal para mejorar los puntos de contacto de las pistolas de pedernal, en las que era más barato y más efectivo que el oro que estaban acostumbrados a usar para este fin. Wollaston y Tennant compraron su platina a un precio típico de dos chelines las mil onzas, y vendían el platino puro a dieciséis chelines la onza: ¡un aumento de 6.000 veces! Parece que fue simplemente el secreto que estaba asociado por necesidad al perfeccionamiento de este proceso tan lucrativo lo que descarrió el juicio de Wollaston cuando descubrió el paladio.

La carrera de Wollaston prosperó, a pesar de todo. Se le perdonó su lapso momentáneo del protocolo científico y consiguió la admiración por otros descubrimientos en química y en óptica, además de por su proceso del platino, por el que pudo haber hecho una fortuna de 30.000 libras o más, equivalente a unos cuantos millones de libras de hoy en día. Chevenix, desanimado por el episodio, renunció a la ciencia, se casó con una condesa francesa y se dedicó a escribir dramas históricos.

El tinte ocráceo

El poder terrenal puede surgir de la posesión de oro, pero antaño el hierro irradiaba poder celestial. Burujos de hierro caían del cielo; todavía lo hacen. Estos meteoritos de hierro, regalos de metal puro que llegaban de los cielos, tenían un atractivo sagrado instantáneo. En algunas creencias antiguas, el propio cielo estaba hecho de metal. Se decía que Ilmarinen, el Martillador Eterno de la mitología finesa, había golpeado el firmamento con su martillo en los albores del tiempo. Un mito para una tierra de cielo gris.

Habiendo caído del cielo, no dirigidos evidentemente por ninguna otra cosa que por la voluntad divina, estos aerolitos representaban el cielo en la Tierra de manera más satisfactoria que cualquier material terrestre o que cualquier artefacto santificado por el hombre. Su culto tuvo que haber comenzado mucho antes de que fuera posible pensar en trabajar el metal: poco más se podría haber hecho con las masas bruñidas y misteriosas que colocarlas en los templos. Pero en épocas más tecnológicas, el hierro también plantea un desafío moral. Según el Corán (sura 57:25), Dios envió mensajeros, la escritura y la ley: «Y también hemos hecho bajar el hierro, porque contiene una fuerza buena y muchos beneficios para la gente. Así Alá podrá saber quién, en secreto, lo ha ayudado, y quién, también ha ayudado a sus enviados y mensajeros».

El Planetario Hayden, del Museo Americano de Historia Natural, en Nueva York, es la sede de algunos de los mayores meteoritos férreos que se hayan encontrado jamás. Una pieza importante es el meteorito de Willamette, una masa negra y plateada del tamaño de un coche pequeño y de quince toneladas de peso, cuya forma recuerda la de una palomita de maíz. Es metal casi puro (hierro con un pequeño porcentaje de níquel), pulido por el tacto de los visitantes a lo largo del siglo que hace que está expuesto. Mientras visitaba el museo un día, lo encontré rodeado de niños, como un árbol en un patio de recreo. Toco el meteorito y me doy cuenta de que lo he hecho de una manera totalmente casual. No siento ninguna magia, a diferencia de la vez que, en otro museo, tuve la suerte de que se me permitiera sostener en la mano un meteorito diminuto que había caído a la Tierra después de haber sido arrancado de la superficie de

Marte. Otros visitantes tocan también el meteorito de Willamette, con curiosidad y admiración, con ruda familiaridad o con indiferencia casual, pero no con una reverencia especial. Paradójicamente, la instalación del museo es lo que hace que este objeto notable parezca ordinario, sólo uno más de otros cientos de objetos espectaculares expuestos. Me esfuerzo por volver a imaginar la masa de metal situada en el cráter* que produjo en lo más recóndito del bosque de Oregón en el que fue encontrado. Allí, su aspecto sólo podía ser extraño, un objeto procedente verdaderamente de otro mundo, un regalo de los dioses.

El meteorito lo encontró casualmente en 1902 un inmigrante galés, Ellis Hughes, en tierras pertenecientes, quizás apropiadamente, a la Compañía de Hierro y Acero de Oregón. A lo largo de un período de meses, Hughes excavó el enorme burujo, construyó una carreta y lo transportó a lo largo de la corta distancia hasta su casa. Afirmando que había encontrado el meteorito en su tierra, hacía pagar a la gente veinticinco centavos cada vez por ver la curiosidad. Por mala fortuna, uno de sus visitantes era el abogado de la Hierro y Acero de Oregón, que sospechó que el hierro se había obtenido de tierras de la compañía. Hughes perdió debidamente el complicado caso legal que siguió y la compañía obtuvo la posesión del meteorito, que después vendió al donante que lo dejó al museo.

El meteorito de Willamette está profundamente perforado por siglos de corrosión en los húmedos bosques. Los mejores meteoritos de hierro tienden a encontrarse cerca de los polos, donde se conservan en el hielo. En 1818, John Ross, el explorador inglés del Ártico, quedó sorprendido al encontrar cazadores inuit que utilizaban utensilios de acero. Sospechó que su metal era de origen meteorítico, pero no fue hasta 1894 que una expedición americana dirigida por Robert Peary encontró el origen: tres meteoritos de un grupo que los inuits habían bautizado según el tamaño: «tienda», «hombre», «mujer» y «perro». Con gran esfuerzo, Peary recuperó el meteorito «tienda», de treinta y una toneladas, que ahora también se encuentra en el Museo Americano de Historia Natural, junto con «mujer» y «perro». El cuarto del grupo, «hombre», no se encontró hasta la década de 1960, y fue transportado a Copenhague para ser expuesto allí.

Hay aquí una ironía deliciosa: con el fin de recuperar los enormes meteoritos de hierro que encontró en el hielo del Ártico, Peary se vio obligado a construir un ferrocarril. Su construcción tuvo que haber requerido importar una cantidad de hierro muy superior a la masa de los meteoritos... prueba de que el hierro celeste conserva su poder sobre el terrestre.

Los meteoritos de hierro han constituido poderosos objetos de culto. Pero allí donde la prioridad era la supervivencia misma, el valor práctico del metal no podía ignorarse. Durante un largo tiempo antes de que se descubriera que se podía extraer de minerales terrestres, este metal del cielo fue la principal fuente de hierro de la humanidad. Sin embargo, los meteoritos caen rara vez, de modo que en sociedades desde el Antiguo Egipto a los aztecas, el hierro era apreciado por su utilidad, pero al mismo tiempo se solía considerar que era más precioso que el oro. Los objetos forjados a partir de hierro, como las espadas, eran funcionalmente superiores a cualquier alternativa. Algunos beduinos creen que un hombre armado con una espada de hierro meteorítico se vuelve invulnerable y puede conquistarlo todo, algo bastante plausible, dada las cualidades superiores de la aleación. Pero el material bruto no fue nunca lo bastante abundante para armar a ejércitos, de modo que estas armas se reservaron para usos rituales y no prácticos. El recuerdo popular de una época en la que forjar hierro significaba trabajar material procedente del cielo empieza a explicar la potencia mítica del hierro y de los herreros que tienen la habilidad de forjarlo.

Hace unos 5.000 años, probablemente en Mesopotamia, la humanidad alcanzó la capacidad de fundir hierro a partir de minerales terrestres ampliamente dispersos. Gradualmente, la reverencia para estos objetos celestiales fue sustituida por incredulidad absoluta. Ya bien entrado el siglo XIX, incluso las sociedades más cultas desechaban la idea de que burujos de metal puro pudieran simplemente caer de los cielos. En una ocasión, la Academia Francesa de las Ciencias emitió un voto sobre la inexistencia de los meteoritos de hierro. Sólo posteriormente pudieron nuevas técnicas de análisis confirmar su naturaleza ultramundana. Específicamente, los meteoritos de hierro tienden a contener una proporción significativa de níquel, lo que indica que no pudieron haberse formado a partir de minerales terrestres; son, en realidad, una especie de acero inoxidable. De hecho, cuando se produjo por primera vez una aleación de acero con níquel, el nombre comercial, en reconocimiento de sus propiedades superiores, fue «acero de meteoro». Y a la inversa: si en el hierro de un objeto antiguo no hay níquel, esto indica al arqueólogo que el hierro debió fundirse a partir de mineral.

Aunque las *palabras* para todos los metales en idiomas derivados del latín son de género masculino (neutro en alemán),* resulta muy evidente que las propias sustancias connotan género con relativa independencia de esta circunstancia

lingüística. El oro y la plata están relacionados con el Sol y la Luna, que se consideran casi universalmente masculino y femenino, respectivamente. En la mitología griega, por ejemplo, Apolo, el dios sol, viste de oro, y su hermana Artemisa caza con un arco de plata, y para los incas la Luna era la novia incestuosa del Sol. Otros metales antiguos pueden tener un género más ambiguo; el mercurio, por ejemplo, es el principio femenino en relación al azufre masculino en la teoría alquímica china y occidental, pero está relacionado con el dios masculino Shiva en la tradición hindú. Sin embargo, no hay un metal más claramente masculino que el hierro.

Cuando la prensa soviética llamó Dama de Hierro a Margaret Thatcher por su persistente oposición al comunismo, ésta lo tomó como un cumplido. El hierro ha indicado siempre fuerza y resistencia, cualidades que en el uso cotidiano son casi sinónimas, pero que tienen significados muy precisos en ciencia de los materiales. Por lo general el metal es duro, lo que significa que cambia de forma sólo muy ligeramente cuando se le aplican fuerzas grandes, pero también es menos dúctil y maleable que los demás metales antiguos. Es esta cualidad de inflexible, no simplemente su dureza, lo que convierte «hierro» en una metáfora. El inspirado término «cortina de hierro»,* que ideó Churchill, hace alusión a esta inflexibilidad física y de actitud, al tiempo que se refiere marginalmente a Stalin, un *nom de guerre* que significa «acero». En cambio, Wellington obtuvo su apodo de Duque de Hierro no debido a proezas militares, sino por instalar postigos de hierro en las ventanas de su casa de Londres, como protección contra «el populacho».

La masculinidad del hierro viene reforzada por la eminente conveniencia del metal para fabricar armas de guerra. Sin embargo, esto no quiere decir que confeccionar una espada útil fuera un asunto fácil. En Sutton Hoo, en Suffolk, una localidad de enterramiento real anglosajón descubierta en 1939, los arqueólogos encontraron el casco, elaborado a partir de una única pieza de hierro, que se cree perteneció al rey Raedwald, que murió hacia el año 625 EC. También encontraron su espada y escudo, aunque menos bien conservados. La hoja de la espada estaba soldada en patrón, un proceso que implica soldar hojas de hierro juntas para construir la forma de la espada, y que a menudo produce un delicado patrón decorativo en la superficie. De esta manera se pueden dirigir las propiedades deseables a donde se necesitan: dureza extrema hacia el filo de la hoja, pero un cierto grado de flexibilidad en el ánima, para que el arma no se quiebre al recibir un impacto. La habilidad del forjador residía en su

conocimiento intuitivo de cuándo incorporar más carbón, obtenido del carbón de leña de su forja, al hierro fundido para producir un acero más duro. El centro de acogida de Sutton Hoo ha dispuesto una exhibición de láminas y varillas de hierro de los tipos con los que el espadero habría iniciado su tarea. Tienen el aspecto de plastilina gris y nueva. Pero sin el calor de la forja, me resulta difícil entender cómo pudieron transformarse en un arma tan bella, o sentir las acciones pacientes y repetitivas de calentar y ablandar, martillear y enfriar, con su ciclo implícito de muerte y renacimiento por el fuego, que habría conferido a la espada importancia ritual.

La rareza de siempre del hierro y la dificultad técnica de forjarlo hicieron que el de herrero fuera un oficio de gran prestigio y mística. La herrería era un lugar de fuego infernal y de hedor debido al azufre que liberaba el mineral no convertido. A Wayland o Wieland, el dios herrero de los anglosajones, al igual que a Hefesto en la mitología griega, se le suele representar como exiliado con su forja a una isla, debido a que su trabajo es tan repulsivo. Pero el propio herrero es el maestro de un arte necesario y es conocido por su ingenio tanto como por su pericia. Ilmarinen, por ejemplo, en la mitología finesa, es inventor a la vez que herrero.

Las espadas forjadas de hierro eran pues artefactos excepcionalmente preciosos, demasiado preciosos para ser usados en batallas reales, y es natural que se considerara que poseían cualidades míticas. Aunque la metalurgia de estas armas no siempre es explícita, parece que Excalibur, la espada de la leyenda artúrica, estaba hecha de hierro; el nombre puede derivar del galés *caled*, que significa duro, o de la palabra griega y latina para el acero, *chalybs*. La espada de Sigurd, Gram, en la mitología noruega, es asimismo de hierro. La artesanía del hierro ha sido elevada a un arte superior en el Japón, cuyas islas están mal surtidas de cobre para el bronce, o de los metales considerados preciosos en otros lugares. Kusanagi, la espada del siglo VII que forma parte de las galas reales del Japón, está hecha con casi toda seguridad de hierro, aunque es imposible saberlo pues el objeto, o su réplica, se guarda en un santuario en el que está prohibido inspeccionarla.

No contento con la escena en *El oro del Rin* en la que el héroe Sigfrido forja una espada mágica de este tipo, Wagner comenzó asimismo una ópera basada en la leyenda de Wieland el Herrero (así como otra basada en el relato de E. T. A. Hoffmann *Las minas de Falun*, que transcurre en los extensos campos de cobre de Suecia, de los que hablaremos más adelante). Cuando en 1983 se publicaron

extractos de documentos que supuestamente eran los diarios de Hitler, que después se reveló de manera sensacional que eran falsificaciones, uno de los aspectos más plausibles del fraude era que Hitler, un reconocido wagneriano, se habría dedicado a terminar la tarea inacabada.

Aunque hace tiempo que al hierro se le han concedido atributos masculinos y guerreros, hasta el advenimiento de los métodos científicos modernos no fue posible demostrar que el rojo de la sangre y del mineral de hierro se debe a la misma causa. Pero parece que la conexión se había intuido mucho antes. Cuando Sigfrido mata al dragón Fafner con la espada que ha fabricado, lame la sangre del dragón que se ha derramado en su mano. La sangre, al igual que la espada, confiere poderes mágicos, y de repente el héroe puede comprender a los pájaros del bosque. Quizá incluso Irn-Bru («hecho en Escocia a base de vigas de hierro», según la publicidad)* resulta atractiva en parte porque flirtea con el tabú de beber sangre, aunque la cantidad de hierro que contiene es minúscula, y su color rojizo se debe principalmente a números E.**

Aunque se había advertido con frecuencia, el sabor metálico de la sangre no se explicó hasta mediados del siglo XVIII. Es un relato que raras veces se encuentra en las historias de la ciencia. Pero el experimento fue sencillo, y parece que el primero en realizarlo fue Vincenzo Menghini, un médico de Bolonia, hacia 1745. Coció la sangre de varios mamíferos, aves y peces, así como sangre humana. Después introdujo en el residuo sólido un cuchillo magnético y le encantó ver que en su hoja se adherían partículas de aquél. De cinco onzas de sangre de perro obtuvo casi una onza de material sólido, la mayor parte del cual era magnético. (Presumiblemente obtuvo resultados similares utilizando sangre humana, aunque los relatos no explican cómo la consiguió.)

El experimento es muy fácil de repetir: colóquese en un cazo pequeño una cucharada de sangre (la mía la obtuve de un paquete de hígados de pollo congelados) y evapórese parcialmente en un horno a temperatura media. Transfiérase el residuo viscoso a un crisol pequeño u otro contenedor capaz de resistir el calor, y cuézase hasta que seque completamente. Rásquese el residuo y muélase hasta conseguir un polvo grueso con el aspecto de café molido. Extiéndase el polvo sobre una hoja de papel y pásese sobre éste, a corta distancia, un imán moderadamente potente. Unas cuantas partículas se elevarán hasta pegarse al imán.

Éste era claramente el resultado que Menghini había estado esperando. Pero entonces se plantea la pregunta: ¿por qué pensaba que habría hierro presente? Sólo puede ser debido a que la asociación del hierro y Marte, de la sangre y la guerra, que se originó en las mitologías griega y romana, estaba muy fuertemente arraigada en la ortodoxia alquímica de la época, llegando incluso al extremo de que a los que padecían trastornos de la sangre se les recomendaba a menudo que tomaran sales de hierro. Otra evidencia adicional de que el hierro y la sangre estaban conectados de alguna manera proviene del nombre de uno de los principales minerales del metal, la hematita,* un nombre que se remonta al siglo XVI, en el que el prefijo hem- procede del término griego para la sangre.

Menghini hizo también preparaciones ricas en hierro que después daba de comer a sujetos animales y humanos, y posteriormente observaba el enriquecimiento en glóbulos rojos sanguíneos, con lo que demostraba que el color estaba relacionado con el hierro. Su investigación hizo una contribución vital para explicar (y curar) la clorosis, una enfermedad caracterizada por una palidez verdosa de la piel, que sólo entonces adquirió su nombre actual de anemia, de an- y hem-, que significa sin sangre.

La asociación del hierro con Marte tiene asimismo inicios confusos. Era muy común que místicos y filósofos buscaran correspondencias entre el Sol, la Luna y los cinco planetas observables y el número parecido de antiguos metales. Pero en ausencia de una metalurgia competente era imposible decidir qué metales eran puros e irreducibles o eran mezclas. En consecuencia, el latón, el bronce y las aleaciones utilizadas para acuñar monedas se solían colocar al mismo nivel que el oro, la plata, el plomo y el estaño, mientras que la categoría alquímica especial del mercurio significaba que en principio no estaba relacionado con ningún planeta. En Persia, el hierro se relacionó primero con el planeta Mercurio. No fue hasta mucho más tarde que los alquimistas occidentales reasignaron Mercurio a su tocayo elemental, liberando al hierro para que se emparejara con Marte.

¿Cuándo fue la primera vez que se pensó que Marte podía tener una mayor conexión material con el hierro? El invento del espectroscopio en 1859 permitió a los científicos analizar la luz emitida por cuerpos luminosos, lo que llevó al descubrimiento de varios elementos nuevos identificados por la rúbrica de los colores de sus llamas. Un espectro es como un arco iris en el que sólo aparecen unas pocas bandas de color. Cada elemento tiene un espectro atómico característico, debido a la absorción y emisión de luz asociada con los niveles de

energía únicos de sus electrones en órbita. Sin embargo, estos primeros espectroscopios sólo eran sensibles a las emisiones de luz, como la de las llamas producidas en un laboratorio o la procedente del Sol. No podían decir nada acerca de la luz reflejada desde objetos no luminosos que les proporciona su color. Los científicos podían especular que el planeta rojo era rico en mineral de hierro, pero no era más fácil comprobarlo que demostrar que la Luna no estaba hecha de queso. Y para cuando podían haber empezado a estudiar de manera provechosa la cuestión, en los últimos años del siglo XIX, muchos se hallaban en cualquier caso distraídos por los polos blancos, parecidos a los de la Tierra, del planeta y por los supuestos «canales» que atravesaban su superficie.

No fue hasta que las naves espaciales (la *Viking* en 1976 y la *Pathfinder* en 1997) se posaron sobre Marte que finalmente se pudo explicar el origen del color. En lugar del azul oscuro que se esperaba debido a su tenue atmósfera, encontraron que el cielo era del color de caramelo debido a las tormentas de polvo. La superficie del planeta está cubierta del mismo polvo fino, compuesto de limonita, mineral de óxido de hierro. Análisis recientes de los datos procedentes de los módulos de descenso en Marte han indicado que la concentración de hierro en la superficie del planeta es mayor que en la corteza situada debajo, lo que sugiere que el hierro pudo haberse originado a partir de meteoritos en lugar de ser el resultado de erupciones volcánicas que aportarían rocas del manto a la superficie.

Es raro que la ciencia se encuentre en una posición de vindicar las creencias supersticiosas, pero ello ocurrió dos veces con la revelación del hierro en la sangre y en Marte.

En la actualidad, el hierro trae a la mente no meteoritos venerados ni espadas mágicas, sino los logros ingenieriles de la Revolución industrial. Los romanos habían hecho buen uso del metal para armas, herramientas y construcción, pero no fue hasta 1747, cuando se descubrió cómo utilizar carbón con hierro para producir acero, que el metal realmente se generalizó. Aquel año, Richard Ford, que había heredado la fundición de hierro pionera de Abraham Darby de Coalbrookdale, en Shropshire, demostró que era posible variar la cantidad de coque o de hulla añadido al mineral con el fin de producir hierro que entonces era o bien quebradizo, o bien duro. El mayor control de las propiedades del metal que se podían conseguir con la adición de pequeñas cantidades de este

carbón permitía fabricar hierro para usos muy diferentes, desde las vigas estructurales de grandes puentes a las ruedas dentadas de las máquinas de vapor y de las máquinas de tejer.

La expresión más transformadora, extravagante y alegre de esta nueva edad del hierro fue el ferrocarril, una innovación cuya deuda con el metal está registrada en prácticamente todos los idiomas excepto en inglés: * *chemin de fer*, *Eisenbahn*, *ferrovia*, vía férrea, *järnväg*, *tetsudou*. El camino de hierro convirtió rápidamente a este elemento en un símbolo más visible del poder de lo que nunca había sido el oro o de lo que nunca sería el silicio. Los poetas sentimentales interpretaron naturalmente la Revolución industrial como una fuerza destructora y usaron su hierro como la principal señal de su efecto esclavizador. Ya en 1728, James Thomson, el escocés responsable del texto de *Rule Britannia*,** se lamentaba de la pérdida de la edad dorada poética en «esta época de hierro». «Jerusalén», el extenso poema de Blake, resuena positivamente con estas referencias, como en esta aguda perorata contra la ciencia y la tecnología a la que ésta da lugar:

¡Oh, Espíritu Divino!, sostenme en tus alas,
Para que pueda despertar a Albión de su reposo largo y frío;
Porque Bacon y Newton, enfundados en deprimente acero, sus terrores penden,
Como látigos de hierro sobre Albión.

Pero no todo era malo. Creo que Aldous Huxley estuvo más cerca de acertar cuando, en *Ciego en Gaza*, comenta cuando su personaje central se embarca con deleite infantil en un viaje en tren: «El alma humana, en la inmadurez, es *naturaliter ferrovialis*». (Es decir: a los muchachos, por naturaleza, les encantan las vías férreas. Huxley hace una alusión típicamente ingeniosa a la creencia de Tertuliano de que el alma es, por naturaleza, cristiana, *anima naturaliter christiana*.) El hierro romano pudo haber sido el material de grilletes y cadenas, pero el acero victoriano abrió un nuevo territorio, atravesó océanos y puso a la gente en contacto; literalmente, construyó puentes. El magnífico puente de hierro fundido que se tendió a través del Severn cerca de Coalbrookdale en 1779 es ahora un Sitio del Patrimonio Mundial de la UNESCO. El puente colgante del estrecho de Menai, diseñado por Thomas Telford en 1819, empleaba cadenas de hierro forjado para tenderse sobre un canal de 166 metros de ancho. Ello cumplía las especificaciones del Almirantazgo inglés de que por debajo del mismo se pudiera navegar libremente,

algo que habría sido imposible con un puente basado en pilares de piedra. Treinta años después, Robert Stephenson completó un segundo puente de hierro basado en el diseño de una caja tubular que habría de llevar la carga más pesada de una locomotora de vapor a través del estrecho en un túnel rectangular. Ambas estructuras demostraron la gimnasia estructural ligera que era posible con hierro adecuadamente trabajado. Desde el Crystal Palace de Joseph Paxton hasta el *Great Eastern* de Isambard Kingdom Brunel, todavía consideramos estos logros de la ingeniería con verdadero asombro. Pero, por encima de todo, el ferrocarril causó conmoción en aquella época (piénsese en el tumultuoso cuadro de Turner, de un tren traqueteando a lo largo de un viaducto, *Lluvia, vapor y velocidad*) y su recuerdo todavía provoca ternura.

Tal como ahora demuestran los meteoritos de hierro que caen sobre la Tierra, allí donde hay hierro, la herrumbre no queda muy a la zaga. La herrumbre posee su propio y potente simbolismo, ligado a su color distintivamente sanguíneo, y proporcional al poder del hierro. De la misma manera que el auge de la era industrial estuvo acompañado de imágenes de hierro recién forjado, su declive iba a estar tiznado de orín. La banda de estados americanos desde Michigan hasta Nueva Jersey al este acabó por conocerse como el cinturón de la herrumbre,^{*} pues sus acerías e industrias siderúrgicas sucumbieron ante la competencia extranjera. Cabría esperar que la imagen de la herrumbre fuera totalmente negativa. Pero no es así. De la misma manera que el amor por las ruinas surge de la emoción vicaria de imaginar el colapso de nuestra propia civilización, la corrosión del hierro y el acero hasta la forma más natural de la herrumbre parece prometer un retorno a la Arcadia. Incluso en el apogeo de la Revolución industrial, John Ruskin anhelaba que el tiempo y la entropía hicieran su labor. En 1858 dio una conferencia en Tunbridge Wells, donde el agua de manantial se tornaba rojiza, y ensalzó el «tinte ocráceo» que, decía, no tenía que verse como «hierro estropeado», sino como el elemento en su «estado más perfecto y útil».¹⁷ (Ignoró una tautología evidente por mor de su afortunada frase, puesto que el ocre es simplemente óxido de hierro.)

El sentimiento de Ruskin lo han adoptado de manera entusiasta los escultores modernos, cuya preferencia suele ser para el acero con una pátina instantánea de herrumbre. El *Ángel del Norte*, de Antony Gormley, en Gateshead, abraza multitudes con sus amplias alas de metal. El acero con el que se construyó recuerda la heroica construcción naval por la que Tyneside fue

famosa (irónicamente, por la época aproximada de la conferencia de Ruskin), pero la herrumbre documenta claramente su desaparición. Asimismo, los grandes arcos de acero herrumbroso de Richard Serra se me antojan un recordatorio saludable de que nuestras hazañas de realización sólo son transitorias. La mayoría están instalados en galerías y plazas urbanas, pero en el Museo Louisiana, a las afueras de Copenhague, descubro otra placa de Serra que se sitúa sobre una cañada boscosa. Es algo así como la inversa del logro de aquel primer gran puente de hierro: un valle bloqueado, no cruzado, su hierro no conservado frente a la naturaleza, sino que se deja que se vaya descomponiendo tranquilamente entre las hojas de haya caídas. Camino hasta la pared parda y la golpeo para asegurarme de que debajo hay metal. Froto mis dedos a lo largo de la misma como Ruskin debió hacer en algún dispositivo victoriano ya olvidado para captar el tinte ocráceo. El color sabe a sangre. Me pregunto si el meteorito marciano que sostuve tendría el mismo sabor: el sabor de sangre humana en una piedra de Marte generada a partir de hierro celeste.

Los comerciantes de elementos

El punto de partida de este libro fue mi colección de los elementos cuando era adolescente. Probablemente no llegué a reunir más de treinta o cuarenta del conjunto completo de más de cien, recolectándolos por toda la casa, incluso con la ayuda de una o dos de las sustancias más esquivas, sustraídas de la escuela. No soy un coleccionista natural. Pero cuando esta vez me dispuse a trabajar, empecé a darme cuenta de que hay toda una comunidad de personas ahí afuera que han seguido con esta afición y que no sólo han completado su conjunto, sino que lo han convertido en un proyecto, una misión e incluso un negocio.

Se han visto inducidos a ello por Internet. La tabla periódica proporciona el mapa perfecto, un mnemónico visual familiar que conduce a muchas conejeras. Peter van der Krogt, un geógrafo de la Universidad de Utrecht e historiador de la cartografía, aprecia esto de manera clara. Su sitio web ofrece la etimología y la historia del descubrimiento de 112 elementos. (El sitio web incluye asimismo un enlace a su colección de matrículas de automóviles y de monedas que tienen mapas.) En otro sitio web, la tabla periódica de Theodore Gray es una obra de arte del arte de la ebanistería: incluso nos venderá una mesa con la tabla periódica. La historia de cada elemento se encuentra al otro lado de un portal de madera grabada. Una vez traspasado este umbral de madera, hay hermosas imágenes del elemento y de sus minerales y detalles de dónde y cómo los obtuvo. A veces las fuentes son exóticas, pero más comúnmente muy ordinarias: su cerio procede de un iniciador de fuegos de campo comprado en Walmart, su bromo en forma de bromuro de sodio utilizado para salar el agua de la bañera. También acepta donaciones. «Mucha gente parece tener uno o dos elementos en su ático», señala lacónicamente en el sitio. «A propósito, si tiene usted algo de uranio empobrecido procedente de Afganistán, yo podría usarlo.»*

Max Whitby y Fiona Barclay han hecho de los elementos algo más que una afición. Son comerciantes de elementos, que abastecen a los colegas entusiastas como Gray de los especímenes de los elementos puros procedentes de su estudio-con-laboratorio en una callejuela de una antigua fábrica de chocolate en Londres Oeste. Whitby es un antiguo director del programa *Tomorrow's World*

de la BBC. Fundó una empresa de edición multimedia antes de volver a la facultad y redescubrir sus raíces científicas. Recientemente ha obtenido el grado de doctor por investigación en los «nanotubos» de carbono, los minúsculos rollos de grafito que en la actualidad son uno de los campos más calientes de la investigación química. Fiona gestiona una compañía llamada BirdGuides, que produce exactamente lo que su nombre sugiere.** Ambos han combinado sus intereses para producir magníficos DVD de historia natural y, paralelamente, llevan su negocio de elementos.

Nos encontramos para almorzar en un figón local que sirve comida tai improbablemente auténtica. Max y Fiona han venido preparados. Sobre la mesa van apareciendo muestras de varios elementos metálicos, burujos sólidos del tamaño y la forma de latas de filme de 35 milímetros. Me invitan a adivinar qué son. El magnesio y el tungsteno son relativamente fáciles de distinguir, pero otros me tienen perplejo. Muchos de ellos son parecidos a primera vista, con el mismo lustre verde. Sin embargo, la inspección detallada revela ligeras diferencias. La luz que reflejan es algo diferente en color: algunos metales tienen apenas un matiz de rosa, o amarillo, o azul. Todas las superficies han sido pulidas lisas, pero en función de la manera en que los metales solidifican de forma natural, varían en su aspecto, siendo algunas casi como un espejo, mientras que otras son ligeramente granuladas, lo que sugiere una microestructura cristalina distintiva.



Los especímenes de elementos de Max Whitby. (Fotografía del autor.)

Cuando se cogen los especímenes es cuando empiezan realmente a separarse unos de otros. Se empieza con una idea bastante clara de lo que uno piensa que tiene que pesar un pedazo de metal de aquel tamaño, información que se ha ido recopilando a lo largo de toda una vida de lanzar monedas al aire o de manipular utensilios de cocina. Pero estos especímenes más insólitos pronto confunden dichas expectativas. Algunos, como el tungsteno, son asombrosamente pesados, y unos pocos son tan improbablemente ligeros que se puede dudar de que sean metal en absoluto y uno piensa que es plástico hábilmente enmascarado. Levantando un metal cada vez, uno desaprende lo que piensa que deberían pesar las sustancias, y aprende a sorprenderse cada vez por lo pesada o liviana que es cada muestra en comparación con la anterior. Al tacto se notan diferentes. Algunos son cálidos, otros parecen absorber el calor de nuestra mano. También huelen distinto, al estar algunos metales inficionados por la grasa de toques previos, mientras que otros mantienen una limpieza de limón. Cuando tomo una muestra tras otra, me fastidia constatar cuántas de ellas identifico mal. Me consuela parcialmente el hecho de que han puesto el listón

muy alto. Un espécimen es un bloque de hafnio, un elemento que se emplea principalmente para fabricar barras de control en los reactores nucleares. ¿Qué caramba hacen con él? «Contemplantarlo», dice Max.

¿Por qué los elementos?, pregunto. «Me gusta la manera en que la tabla explica nuestro mundo. Cada asignación es un pedacito de nuestra civilización», sugiere Max. Para Fiona, se trata de conjuntos coleccionables: «aves, mariposas y elementos».

El truco consiste en comprar los elementos al por mayor, tal como se suministran típicamente a la industria, y después fundirlos y moldearlos en formas más atractivas. La mayoría de entusiastas prefieren sus elementos metálicos preparados como cuentas brillantes que muestran su resplandor, y con buenos resultados. Otros, especialmente los coleccionistas alemanes, por alguna razón, prefieren especímenes de aspecto más natural, y crearlos puede implicar calentar y enfriar fragmentos del elemento de tal manera que formen cristales grandes.

Quizá una treintena de elementos pueden comprarse directamente en la tienda, si se conoce la tienda adecuada. El magnesio, por ejemplo, lo venden los comerciantes de efectos navales para usarlo como «ánodos de sacrificio» situados bajo la línea de flotación, donde se corroen de preferencia a otras partes metálicas del buque. El magnesio bruto de Max es el ánodo de sacrificio de un petrolero, un burujo colosal del tamaño de un baño de asiento. Metales más raros utilizados como catalizadores se venden en forma de polvo. Max y Fiona desmenuzan y moldean estas materias brutas en las formas más bonitas que los clientes aprecian como «elementos tal como son realmente». El que así sea como son realmente es un punto discutible, desde luego. Pero cortados en cubitos, salteados y servidos de esta manera, los elementos experimentan realmente una transformación deliciosa. Los gases inertes se presentan en tubos luminosos cuya forma es la de las letras de sus respectivas fórmulas químicas. Los elementos más reactivos o venenosos se encuentran en ampollas selladas, sujetas a restricciones de envío. Incluso se ofrecen a la venta rarezas radiactivas como el radio y el prometio, en la forma de manecillas resplandecientes recuperadas de viejos relojes de pulsera y embutidas en resina por seguridad.

Entre sus clientes se cuentan escuelas y compañías químicas, para los que construyen bellas presentaciones de los elementos y sus compuestos ordenados en cajas iluminadas. Pero otra porción importante de su negocio proviene de individuos obsesivos. Los radiólogos forman una parte prominente de sus

clientes: quizá el hecho de que para su trabajo dependen de la capacidad que tienen las formas radiactivas de determinados elementos de desintegrarse en otros elementos les deja ansiosos de la aparente fijeza de la tabla periódica. Para otros, lo que resulta atractivo es sin duda el carácter finito. Un conjunto completo de los elementos es, después de todo, la colección por excelencia: a partir de ella se puede hacer en principio cualquier cosa que se encuentre en cualquier otra colección.

Me muestran cuentas de metales raros: rodio, rutenio, paladio y osmio. Todos estos elementos están muy relacionados con el platino y comparten su lustre gris y grave. Tienen un aspecto extremadamente similar, aunque el examen detallado revela ligeras variaciones entre ellos. Puedo ver que el osmio, por ejemplo, tiene un matiz claramente azul comparado con sus preciosos vecinos. Sopeso los fragmentos en mi mano: son los elementos más densos de todos, y por lo tanto las sustancias más densas que se sabe que existen. También los olisqueo cuidadosamente. Aunque el osmio metal es benigno, su óxido volátil es una de las sustancias más malolientes y venenosas conocidas. Me siento aliviado al descubrir que no puedo oler nada. En 2004, el tetróxido de osmio estuvo en el centro de una alarma terrorista en Londres. Pregunto si el comercio inocente de elementos no se ha visto dificultado debido a estas cosas. Max admite que ha recibido una o dos veces la visita de la «policía nuclear». «Fueron muy amables. Nos dieron algún consejo sobre cómo mejorar nuestro inventario».

La tarea que Max y Fiona tienen para hoy es embellecer algo de molibdeno industrial. El molibdeno es un buen ejemplo de los muchos elementos de los que solemos oír pocas cosas, aunque no son raros y a menudo son muy útiles; éste se emplea principalmente en aleaciones de acero especializadas. Empiezan prensando en un pastel unos pocos fragmentos de metal de color gris apagado en polvo, en lugar de moldearlo en lingotes o de forjarlo en barras. El molibdeno tiene uno de los puntos de fusión más elevados de todos los elementos, de modo que el paso siguiente es todo un jaleo, que requiere un horno eléctrico potente. El piso del horno es una placa de cobre que impedirá que se funda con el calor extremo haciendo pasar agua fría bajo la misma. Alrededor de esto hay lo que parece una campana de cristal de laboratorio, pero que en realidad es una pantalla protectora de cuarzo, que forma una pared circular transparente. Todo el aparato no es mayor que una olla de presión, pero parece capaz, como un teatro isabelino, de contener mundos.

Inesperadamente, hay tres actores químicos sobre el escenario de cobre:

pequeños fragmentos de tungsteno y titanio además del molibdeno. Fiona abre la válvula de un cilindro de gas cercano que bombea gas argón inerte a través de la cámara. Max conecta la corriente: 453 amperios, suministrados por un soldador eléctrico de monótono ronroneo, del tipo usado para construir puentes de acero. El tungsteno (el único conductor eléctrico que no se fundirá) sirve como «percutor» que completará el circuito y encenderá la llama. Después, el pequeño fragmento de titanio se sacrifica en lo que parece un ritual pero que es simplemente una manera precautoria de absorber el oxígeno que pueda quedar en la cámara, que de otro modo podría estropear el molibdeno. A continuación, Max acerca la llama a cada pedazo de molibdeno gris en sucesión. Observando el procedimiento a través de una gruesa lámina de vidrio oscuro, veo que el metal brilla con un color anaranjado y se frunce en una perla. El color anaranjado se desvanece al enfriarse cada cuenta antes de que, milagrosamente, un destello brillante parezca abrirse paso a través de la superficie tiznada. Los tres elementos han respondido de manera diferente al choque: uno se ha transformado, otro se ha destruido, el tercero no se ha modificado. El drama ha terminado. Cuando se han enfriado, Max deja caer en mi mano las brillantes perlas de molibdeno, llenas de hoyuelos como guisantes sobrecocidos. Son más brillantes que el hierro y un poco más grises que el cromo. Las guardo para añadir a mi propia tabla periódica.

Entre los carbonarios

En 1939, se decía que un hombre que se llamaba a sí mismo «El último productor de carbón de leña» se ganaba la vida suministrando carbón a los asadores de los hoteles de Londres. Pero no era el primer pretendiente a este título, ni sería el último. Obadiah Wickens, de Tonbridge en Kent, y Harry Clark, de East Sussex, afirmaban cada uno ser el último antes que aquél. Y en el bosque de Dean, Edward Roberts, que se había estado llamando el último carbonero de carbón de leña desde 1930, todavía estaba trabajando en su oficio en la década de 1950. Quizá sean las largas horas pasadas considerando las llamas reprimidas de sus fuegos lo que inspira estas lóbregas afirmaciones.

En la actualidad, puedo encontrar sin dificultad un productor de carbón vegetal o de leña. Incluso sería fácil seguir la pista de uno en mi condado de Norfolk, escasamente arbolado, pero en cambio he preferido hacer una visita a Jim Bettle, que trabaja en los bosques de Blackmoor Vale, donde Thomas Hardy situó *Los habitantes de los bosques*.^{*} Este libro supone para mí recuerdos indelebles, aunque no exactamente tiernos, al ser la novela que se me hizo estudiar para el nivel O.^{**} Jim me recoge cerca de su casa en Haxelbury Bryan, y viajamos unos cuantos kilómetros en automóvil antes de desviarnos por una pista que recorre la base de una colina y que pasa a lo largo de portales cerrados y caminos privados hasta que llegamos al bosque en el que uno de sus hornos está listo para ser vaciado.

En una adición posterior al prefacio de *Los habitantes de los bosques*, Hardy respondía maliciosamente a las muchas preguntas que había recibido de los lectores en relación a la localización de «Little Hintock», el pueblo en el que tiene lugar la acción del libro. Ni siquiera él sabía realmente dónde estaba; decía: «Para satisfacer a los lectores pasé una vez varias horas en bicicleta con un amigo, en un intento serio para descubrir el lugar concreto; pero la búsqueda acabó en fracaso». Aunque el saber académico dice que Little Hintock se basa en un pueblo llamado Minterne Magna, situado algunos kilómetros al oeste, Jim tiene razones para creer que la localidad es en realidad Turnworth, que es la aldea más cercana al lugar a donde nos dirigimos.

A diferencia de los habitantes de los bosques de Hardy, que se veían obligados a ganarse la vida a partir del combustible vivo que crecía a su alrededor, Jim se dedicó a la quema de carbón por elección propia. Habiendo visto que habitualmente los campos de golf y las fincas locales quemaban simplemente la madera como desechos, pensó que él podría hacerlo mejor, y empezó a investigar mercados potenciales para carbón vegetal preparado localmente. En 1996 compró su primer horno de leña y se dedicó al negocio. Jim cuenta una conversación con su asesora de Business Link,* que se hallaba totalmente admirada por su ambición, pero que echó a perder algo el efecto cuando, después de una hora de discusión, le preguntó de dónde iba a extraer su carbón de leña. «Es sorprendente la cantidad de gente que ignora que el carbón de leña es madera», dice. El carbón de leña es carbono casi puro (más puro que la mayoría de variedades de hulla), y cuando se quema de manera eficiente desprende más calor que la leña quemada en un fuego abierto. También carece en gran medida del azufre y los hidrocarburos que hacen tan desagradable el carbón mineral.

Llegamos a nuestro destino, Bonsley Wood, situado sobre una colina al sur de Blandford. El horno de Jim es un tambor de acero de dos o tres metros de diámetro cubierto por una delgada tapa de acero. Alrededor de su borde hay ocho pequeños escotillones que controlan la tasa de quema una vez se ha prendido el fuego. Está situado de manera harto armoniosa en un claro entre avellanos, y sus paredes oxidadas se confunden con los colores del otoño. Jim y sus colaboradores instalan típicamente un horno allí donde la leña de los alrededores que tiene que ser podada (principalmente sotobosque de avellanos, abedules y fresnos) permitirá una docena o más de quemas. Después lo desplazarán hasta otra localidad. Lo hacen dos o tres veces durante la estación con cada uno de sus hornos. Nos hemos encontrado a mediados de octubre, y este horno en concreto descansará para pasar el invierno; ésta es la 135a quema del año. Se queman también otras maderas para preparar carbón para mercados de especialistas: los artistas prefieren el carboncillo de sauce; los laboratorios, que emplean el carbón de leña como absorbente neutro, lo prefieren de pino. Los fabricantes de pirotecnia compran varios carbones vegetales diferentes para proporcionar a sus mezclas explosivas exactamente el atractivo adecuado en cada caso.

Cada horno tiene capacidad para una tonelada y media de leña, pero sólo producirá un cuarto de tonelada de carbón vegetal. Este simple hecho de la

naturaleza física del carbón de leña explica inmediatamente la vida itinerante del quemador de carbón. Para él es mucho más eficiente quemar la leña donde ésta crece que transportarla para quemarla en algún horno remoto permanente. A su vez, esto le confiere su posición marginal en la sociedad, un hombre separado de la comunidad, siempre viajando, oculto por los árboles y quizá sin domicilio fijo.

La madera se dispone cuidadosamente para cada quema. Primero, en el centro se amontona un núcleo de carbón vegetal procedente de la quema previa. Después se disponen leños largos, llamados corredores, desde la parte superior de este montón hacia las aberturas, para asegurar una vía de aire al centro del fuego. Después de ello, se disponen cuidadosamente en capas otros leños, y entre ellos se coloca más carbón. Hacia el borde del horno se sitúan las piezas de madera más pequeñas, y las mayores en el centro, que es donde se alcanzan mayores temperaturas, de manera que toda la madera queme uniformemente. Aunque los hornos de Jim son de acero, esta selección y disposición meticulosas de la leña y el carbón es parte del método tradicional de combustión del carbón vegetal que se remonta a épocas antiguas, cuando la leña se amontonaba en un pozo somero excavado en el suelo y después se cubría con turba para controlar el ritmo de la combustión.*

El fuego se inicia encendiendo el carbón de leña del centro, y se deja que se inflame antes de colocar la tapadera de acero. Esto restringe la cantidad de oxígeno que puede entrar en el horno e impide que el carbono de la madera se consuma totalmente y se convierta en dióxido de carbono gas. A partir de ahora, no hay llama y muy poco humo a medida que la madera se quema meticulosamente en carbón vegetal. La tasa de la combustión se rige por las ocho aberturas alrededor de la base del horno, a las que alternativamente se acoplan largas chimeneas para que funcionen como humeros, o bien se dejan tal cual para que sirvan como entradas de aire. Jim y sus hombres van cambiando de lugar las chimeneas durante toda la combustión para asegurarse de que toda la leña del interior del horno reciba el mismo calor.

En el horno que tenemos que vaciar, el fuego se encendió hace dos días y después quedó desprovisto totalmente de aire desde la mañana siguiente, lo que le ha proporcionado veinticuatro horas para enfriarse. Jim y un colaborador levantan la tapa. El carbón de leña no es todo negro como yo había esperado. Acabado de preparar, aparece en grandes ramas lisas con un matiz como de acero pulido. Muchos fragmentos conservan todavía la forma de la rama o tronco del árbol del que proceden. En algunos casos, casi me es posible

identificar la especie de árbol. La tarea es sencillamente entrar en el horno y extraer los fragmentos. Retorcidos en las manos, se rompen en fragmentos adecuados para empaquetarlos como combustible para barbacoas. En realidad, el carbón vegetal es asombrosamente liviano: descubro que hacen falta muchos puñados para llenar un saco de papel de diez kilogramos.



Obtención de carbón de leña. (The Dorset Charcoal Co.)

Quizá sea demasiado afirmar que la quema de carbón de leña está experimentando un renacimiento. En el país sólo hay unas pocas docenas de hombres como Jim. «Es muy arriesgado seguir en el negocio», admite Jim. Carbón de leña importado, ignorancia del consumidor y compra centralizada por parte de los minoristas son algunos de los problemas. Pero, a la larga, es seguro que los argumentos económicos, ambientales y morales van a su favor. En Gran Bretaña* ha aumentado mucho la demanda de carbón vegetal a medida que la gente se ha vuelto entusiasta de las barbacoas, pero, afirma Jim, más del noventa por ciento del carbón vegetal que se suministra a este mercado procede del extranjero, en gran parte como subproducto de la extracción descontrolada de madera en las selvas tropicales de África Occidental, Sudeste Asiático y Brasil.

La leña de Jim se obtiene de manera sostenible (tiene un permiso de poda de la Comisión Forestal), pero dice que a su empresa a pequeña escala le costaría demasiado conseguir la acreditación que le permitiría demostrarlo a sus consumidores, poniendo el símbolo del Consejo de Administración Forestal en sus sacos de carbón. Mientras tanto, los propietarios de los asadores ingleses desempeñan, sin saberlo, su papel en la destrucción de la Amazonía, ignorantes de que el nombre mismo de Brasil se refiere a madera quemada, al haber recibido su nombre de los portugueses como un derivado de *brasa*, que significa «leña o carbón encendidos», en referencia al color rojo de la madera de los árboles del palo Brasil,* que se talan a un ritmo de 10.000 kilómetros cuadrados (dos veces la superficie de las islas Baleares) cada año.

Intentar sobrevivir en el negocio ha transformado a Jim en algo así como un defensor ambiental. Pero quizá también hay algo en el producto con el que trata que inflama en él el carácter activista. Porque el carbón negro (ya sea el carbón de leña o el de hulla) siempre ha sido material de causas rebeldes. Lo consiguen los pobres para que los ricos se calienten. Ya en 1662, John Evelyn pronunció un discurso ante sus colegas, miembros de la Royal Society, sobre los árboles y la cultura de los bosques, titulado «*Sylva*», en el que advertía que todo el carbón de leña que se producía en los bosques se utilizaba para el hierro, la pólvora y para «Londres y la Corte». (Evelyn conocía el negocio, pues su propia familia poseía una licencia para fabricar pólvora para la corona.)

Siempre hay un repelús entre los que consiguen las cosas y los que las consumen, los que obtienen el combustible y los ganadores al final, que nos recuerda que la energía es poder. Las huelgas de los mineros del carbón son tradicionalmente las más sanguinarias e intratables de todas las disputas industriales. En *El camino a Wigan Pier*, George Orwell festeja a los mineros del carbón como las «cariátides mugrientas» que sustentan la economía nacional. Su famosa descripción de una mina de carbón, a la vez con admiración y asombro, pinta a los hombres como «espléndidos», la cantidad de carbón extraída como «monstruosa», el ruido como «espantoso», pero el carbón propiamente dicho sólo es negro, un producto indiferenciado que hay que atacar y demoler. En *El amante de lady Chatterley*, de D. H. Lawrence, Connie, lady Chatterley, teme a «las masas industriales» y siente temor y pavor por los mineros; son la «fauna de los elementos, carbono, hierro, silicio... ¡Criaturas elementales, misteriosas y distorsionadas, del mundo mineral!» La novela *Germinal*, de Émile Zola,

proporciona un retrato gráfico de la vida del minero del carbón en la Francia del siglo XIX, con una amarga huelga en el meollo de su relato. Después de que los derrotados mineros retornen al trabajo, el hijo mayor de la familia principal muere en una explosión subterránea, y su cuerpo es llevado a la superficie, reducido a «carbón negro, calcinado, irreconocible». Somos lo que extraemos de la mina.

Los quemadores de carbón de leña y los forestales para los que a menudo trabajan provocan miedos y admiración parecidos, tanto más cuanto que al menos parecen operar con un cierto grado de autonomía, pero también porque los bosques por los que vagan libremente han sido siempre el ámbito de los proscritos. En el período medieval, los bosques que cubrían gran parte de Gran Bretaña pertenecían al rey. Los «tribunales de los bosques» decretaban penas graves, que iban desde la muerte por cazar los ciervos del rey hasta la ceguera o la castración por faltas menores. Incluso tomar la leña caída del árbol se prohibió después de que el rey usurpara los derechos tradicionales de los plebeyos y tomara el control de cada vez más tierras de bosques para la caza. Los quemadores de carbón vegetal necesitaban una licencia real para quemar leña para combustible y para usarlo en la forja del hierro. Así, quemar carbón de leña era una de las pocas cosas más o menos legítimas que se podía aducir que se estaba haciendo en el bosque si uno se veía amenazado por los hombres del rey.

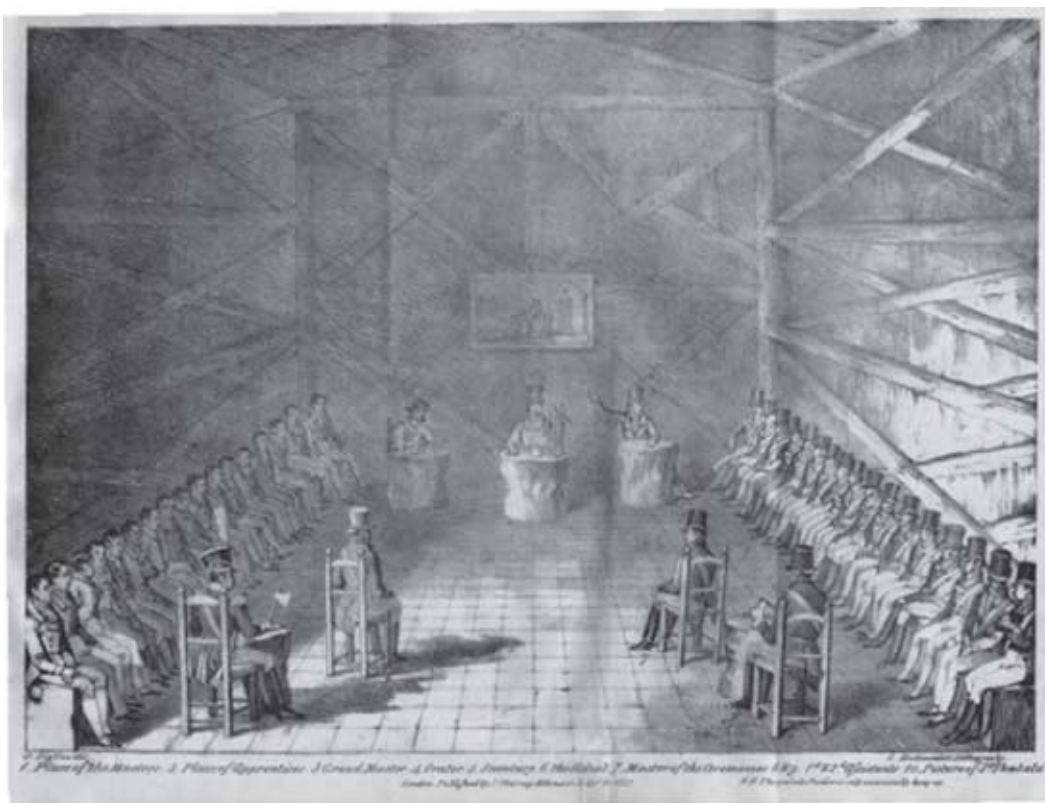
Los relatos de Robin Hood están llenos de disfraces, entre ellos disfraces de quemadores de carbón. Una historia medieval más autorizada se refiere a Fulk Fitz Warin, un caballero de Shropshire que de niño fue enviado a la corte de Enrique II y que posteriormente fue desposeído y se vio obligado a vivir fuera de la ley. En la corte, riñe con el príncipe Juan, un muchacho. Más tarde, cuando el forajido Fulk se entera de que Juan, ahora rey, se halla cerca, en el bosque de Windsor, se disfraza como un carbonero con el fin de atraerle a lo más profundo de los bosques, diciéndole que ha visto un ciervo magnífico. Cuando tiene al rey a su merced, le obliga a prometerle que le restituirá su herencia. Juan reinó a principios del siglo XIII y decretó que las forjas forestales se cerraran, quizá después de demasiados encuentros de este tipo. La Magna Carta, la ley de derechos inglesa que el rey Juan se vio obligado a aceptar en 1215, fue motivada en parte por el rechazo popular de estos poderes draconianos sobre los bosques.

La idea de hombres extraños surgidos de los bosques y que traen regalos probablemente nos parece inquietante en la actualidad, pero es un hilo que se extiende desde el mito de Robin Hood hasta San Nicolás,* que originalmente

llevaba un vestido verde, y que surge en parte del «hombre verde» de la religión pagana. La asociación no es sólo con los árboles, sino con sus productos de combustión. En el País Vasco, San Nicolás toma la forma de un carbonero gordo, Olentzero, que en su saco de carbón trae juguetes de madera que él mismo ha tallado.

La redistribución de riquezas y poder era también un objetivo de los carbonarios, precursores revolucionarios del *Risorgimento* que conduciría a la reunificación de Italia en 1871. Empezaron como una sociedad secreta en el Reino de Nápoles, formada para resistir la ocupación francesa durante las guerras napoleónicas, y tomaron su nombre del italiano *carbonaro*, carbonero, quemador de carbón de leña. Su bandera era roja, azul y negra por el carbón, y sólo posteriormente se convertiría en la roja, blanca y verde de la Italia moderna. Los impulsos de los carbonarios eran patrióticos, liberales y seculares. Después de la derrota de Napoleón, dirigieron sus esfuerzos contra sus nuevos señores, los austríacos y los Estados Papales aliados. El movimiento se extendió y, en 1820, después de varios levantamientos fallidos, los carbonarios organizaron revueltas patrióticas en varias ciudades italianas. Poco después de las ocho de la tarde del viernes 8 de diciembre de 1820, el poeta Lord Byron, que entonces vivía en Rávena, se vio atrapado en uno de estos dramas cuando un poderoso jefe carbonario local fue asesinado. En *Don Juan*, Byron describe («Esto es un hecho, no una fábula poética») que oyó disparos y salió corriendo de su casa para encontrar al hombre yaciendo en la calle: «por alguna razón, seguramente mala, / Lo habían asesinado con cinco balazos». Aunque se distancia del crimen («El hombre había muerto, en alguna pendencia italiana»), Byron era activo en el movimiento carbonario, del que fue elegido *capo*, y se hallaba implicado en la compra y almacenamiento de armas.

Los carbonarios se organizaban de manera parecida a los francmasones. La idea de que vestían telas de arpillera de sacos de carbón y de que su jefe se sentaba en un trono hecho de un montón de carbón era simplemente una pieza inspirada de tradición inventada para acompañar la imagen romántica de hombres libres que planeaban la libertad y la independencia en los bosques de los Abruzos. En realidad, eran granjeros y jornaleros, pero también sastres, e incluso miembros del clero joven, que simplemente sentían una cierta solidaridad con los practicantes de cara tiznada de uno de los oficios más antiguos. El carbonario italiano era tan ignorante del oficio de producir carbón como el francmasón lo es de la cantería.



Ceremonia de iniciación de los carbonarios. (John Murray, 1821.)

El carbono goza de una centralidad económica no sólo porque es el único combustible, sino porque es el único combustible sólido con la propiedad conveniente, en realidad esencial, de que quema hasta desaparecer completamente. En 1860, Michael Faraday dedicó una de la serie de Conferencias de Navidad de la Institución Real que él había hecho famosas a «La historia química de una vela», y explicó a su joven público de qué manera el producto de toda combustión de carbono es dióxido de carbono, un gas que no deja ningún residuo. Casi cincuenta años antes, él mismo había visto la demostración de esto de la manera más espectacular, que hizo en Florencia su mentor, Humphry Davy, quien quemó completamente un diamante utilizando «el gran espejo ustorio del Gran Duque de la Toscana».¹⁸ En este comportamiento, el carbono es diferente a casi todos los demás materiales combustibles. Si el carbono dejara los restos sólidos que los metales dejan cuando se queman (es decir, un óxido más pesado que el material original), el volumen de residuos procedentes de nuestros hogares sería insoportable.

Desde luego, y aunque sea un gas, incluso el dióxido de carbono ha de ir a alguna parte. Faraday reconoció esta singularidad química como un milagro económico, pero no era insensible a lo que ahora denominaríamos las emisiones de carbono de la ciudad victoriana. «Una bujía arderá durante unas cuatro, cinco, seis o siete horas. ¿Cuál debe ser, pues, la cantidad diaria de carbono que pasa al aire en la forma de ácido carbónico [dióxido de carbono]?»¹⁹ Faraday calculó que en un día un hombre convierte 200 gramos de carbono a partir del azúcar de su cuerpo, y un caballo 2.200 gramos. «En veinticuatro horas se forman únicamente en Londres y debido a la respiración hasta 5.000.000 libras, o 548 toneladas, de ácido carbónico». Faraday se maravilló por el hecho de que las plantas pudieran absorber todo este dióxido de carbono, pues desconocía el nivel de este gas que ya iba aumentando en la atmósfera de la Tierra. En la actualidad se estima que las emisiones de carbono de Londres son 44 millones de toneladas de carbono anuales, 220 veces la cantidad debida únicamente a la respiración en la época victoriana.

Charadas del plutonio

Glenn Seaborg fue, sin ninguna duda, el mayor de los descubridores de elementos. Produjo el plutonio en 1940, el curio y el americio en 1944, el berkelio y el californio en 1949 y 1950, y participó en el descubrimiento de otros varios. Su lista supera la de William Ramsay, quien descubrió los gases inertes, y gana a los descubridores en serie de nuevos metales, Humphry Davy y, quizá de manera más significativa, a Jöns Jacob Berzelius, de Estocolmo.

Y es que Seaborg, como tantos otros descubridores de los elementos, tenía sangre sueca en las venas. El nombre de su padre, Sjöberg, se americanizó, su madre era sueca y el sueco era el primer idioma en la casa en la que creció en Ishpeming, en el norte de Michigan, una región de los Estados Unidos preferida por los inmigrantes escandinavos, que debieron sentirse inmediatamente como en casa al caminar por calles de tierra constituida por mineral de hierro compactado.

Los años que Seaborg pasó en el instituto estuvieron llenos de noticias de químicos de todo el mundo que afirmaban emocionados haber encontrado los últimos pocos elementos que llenarían los espacios vacíos que quedaban en la tabla periódica de Mendeléyev. Los nombres que proponían declaraban invariablemente una lealtad geográfica: alabamino, rusio, virginio, moldavio, ilinio, florencio, niponio. Para cuando Seaborg tenía diecisiete años y se graduó en el instituto en 1929, la tabla periódica parecía completa hasta el uranio, con noventa y dos protones en el núcleo de cada átomo, y por lo tanto con un número atómico de noventa y dos. Aunque algunos de dichos descubrimientos eran erróneos o al menos prematuros, finalmente se confirmó que los elementos que ahora conocemos como tecnecio, astato, prometio y francio habían sido sintetizados con éxito en laboratorios de radiación.

Seaborg se sentía excitado por el nuevo ámbito a caballo de la física y de la química, en el que los elementos químicos podían transformarse unos en otros y de los que estos potentes laboratorios tenían la clave. Tan pronto como pudo, estaba haciendo sus propios experimentos de radiación. Mientras era todavía un estudiante graduado en la Universidad de California en Berkeley, por ejemplo,

bombardeó telurio* con átomos de deuterio y neutrones con el fin de convertirlo en un isótopo pesado del yodo cuya presencia radiactiva pudiera seguirse y emplearse para supervisar el funcionamiento de la glándula tiroides. Entonces podrían encontrarse los tumores utilizando un contador Geiger para localizar los puntos calientes en los que se concentrara el yodo. Trabajar con telurio siempre es desagradable: el compuesto que forma con el hidrógeno es como el sulfuro de hidrógeno, con su infame hedor a huevos podridos, pero mucho más ofensivo. Más tarde, Seaborg consiguió delegar la química del telurio a su propio estudiante, al que le costaba muchísimo librarse del hedor. Incluso pasados algunos días, era posible decir qué libros de la biblioteca había estado consultando, por el olor nauseabundo que desprendían.

Seaborg no se contentó con dejar aquí sus experimentos en transmutación de los elementos. Se dio cuenta de que el techo aparente en el número de elementos era sólo cuestión de potencia. La fuerza nuclear fuerte que une a neutrones y protones para formar los núcleos de los átomos sólo es fuerte a distancias extremadamente cortas. En los núcleos atómicos mayores, la repulsión mutua de las cargas eléctricas positivas de los protones se torna más importante. «En algún punto, las dos fuerzas deben igualarse. Nadie se había dado cuenta de que esto podría ser la razón por la que no habíamos encontrado en la naturaleza elementos con más protones que los 92 del uranio», escribió Seaborg en una memoria.²⁰

Lo que resultaba evidente, entonces, era bombardear uranio con partículas y ver si alguna de ellas quedaba pegada. A principios de 1939 había otras razones para hacerlo. El mundo se estaba armando rápidamente en preparación para la guerra global. Otto Hahn, en el Berlín nazi, informaba haber conseguido la fisión atómica. Hahn había bombardeado átomos de uranio con neutrones y había encontrado no sólo pequeñas partículas que se fragmentaban como en una cadena de descomposición radiactiva natural, sino átomos enteros que se dividían en dos: se desconcertó al encontrar bario, que tiene poco más de la mitad de la masa atómica del uranio, entre sus productos de reacción. Su desconcierto se calmó en parte cuando su colaboradora de hacía tiempo, Lisa Meitner, judía (con la que él había descubierto el elemento protactinio en 1918, y que ahora se hallaba exiliada en Suecia), efectuó cálculos que confirmaban la verdad de lo que Hahn había visto pero no había creído. Meitner también advirtió que cabía esperar que el uranio pesado, cuyos átomos contenían un número superior al usual de neutrones, se dividiera en átomos de elementos

menos pesados con la liberación de cantidades enormes de energía. Ed McMillan, un colega de Seaborg, pronto hizo observaciones similares, que lo llevaron a la conclusión de que no todos los átomos de uranio se escinden de esta manera, y que algunos podrían estar simplemente absorbiendo los neutrones. Si así fuera, se transmutarían en átomos de un nuevo elemento, el número noventa y tres. Esta hipótesis pronto se confirmó, y el descubrimiento se publicó en 1940. Para entonces, Europa estaba en guerra, y la publicación libre de esta información potencialmente estratégica provocó una reacción furiosa de los ingleses. Parece que lo único que se mantuvo oculto fue el nombre del elemento: McMillan había decidido llamarlo neptunio, siguiendo el precedente del uranio, aunque entonces hacía casi un siglo que se conocía el planeta Neptuno, pero dicha información no se hizo pública hasta acabada la guerra.

Por el contrario, la investigación de Seaborg sobre el elemento noventa y cuatro se desarrollaría bajo un manto de secreto. El neptunio tenía una media vida demasiado breve para muchas aplicaciones, y ciertamente para producir lo que entonces se denominaba una «bomba atómica» (aunque parece que H. G. Wells acuñó la frase en su novela de 1913 *El mundo se liberta*).^{*} Pero había razones para creer que el siguiente elemento de la secuencia sería diferente. La investigación se inició en Berkeley, pero después de la entrada de los Estados Unidos en la guerra y de la puesta en marcha del Proyecto Manhattan, la localidad del esfuerzo para sintetizar plutonio se desplazó a Chicago. Seaborg trabajó allí durante tres años, hasta 1945, en un edificio llamado, con ofuscación deliberada, el Laboratorio Metalúrgico, o Met Lab. La primera tarea fue construir una pila atómica en la que se amontonaban fragmentos de uranio de tal manera que experimentaran una reacción en cadena para producir el elemento número noventa y cuatro. Al principio, al elemento que se buscaba se lo denominaba simplemente 94, pero, como esto era un poco evidente, los químicos adoptaron en cambio, de forma brillante, el código número 49, y empezaron a llamarlo «cobre». Esto estuvo bien hasta que un experimento requirió algo de cobre, que entonces hubo que distinguir llamándolo «cobre genuino».²¹

El nuevo elemento se aisló en agosto de 1942. Seaborg escribió (de manera un tanto tímida) en su diario acerca del «día más emocionante» en el Met Lab: «¡Nuestros microquímicos aislaron el elemento 94 puro por primera vez! Es la primera vez que el elemento 94 (o cualquier elemento sintético, si a eso vamos)

ha sido contemplado por el ojo del hombre. Estoy convencido de que mis sentimientos eran similares a los de un padre primerizo que se ha ocupado del desarrollo de su hijo desde la concepción».²²

Lo siguiente es que el hijo tenía que tener un nombre adecuado. Se rechazaron extremos y ultimio, sabiamente a la vista de los acontecimientos químicos y militares que iban a tener lugar. En cambio, Seaborg siguió el ejemplo de McMillan y aprovechó el hecho de que en el sistema solar quedaba un planeta en el que inspirarse, Plutón, que había sido descubierto en 1930. «Consideramos brevemente plutio, pero plutonio parecía más eufónico», escribió más tarde,²³ e insistía en que los planetas habían sido su única guía a la hora de escoger un nombre apropiado. Cuando se le recordó que Plutón es asimismo el dios romano del inframundo y de los muertos, Seaborg insistió que cualquier significado simbólico de este tipo constituía una «coincidencia fortuita; yo no estaba familiarizado con el dios ni por qué el planeta recibió su nombre por éste. Simplemente, seguíamos el precedente planetario».²⁴

Creo que el químico promete demasiado.* Seaborg tuvo tendencias literarias en el instituto y llegó a la ciencia relativamente tarde. Parece imposible que no fuera consciente de los significados más oscuros de Plutón. Pero su pensamiento fue más hábil cuando se trataba del símbolo químico. «Cada elemento tiene una abreviación de una o dos letras. Siguiendo las normas establecidas, este símbolo debiera ser Pl, pero en cambio elegimos Pu», explicaba.²⁵ P. U. (pi-iu) era y es jerga americana para algo maloliente, ofensivo. «Pensamos que nuestra pequeña broma sería criticada, pero apenas si fue advertida».²⁶ Para algunos trabajadores clave del bando químico del Proyecto Manhattan, incluso había el «Club UPPU»: ²⁷ meas plutonio.** Para tener derecho a pertenecer al club, era necesario haber estado expuesto lo bastante al plutonio para que éste apareciera en la orina.

Seaborg tuvo su primera mota microscópica de plutonio en agosto de 1943, un año después de que hubiera aislado los primeros átomos invisibles. Un año más tarde, sus reactores producían masas de un gramo o más, que se almacenaban en Los Álamos. Con la necesidad de apresurarse y de completar la construcción de la bomba, había poco tiempo para meditar sobre la emoción del descubrimiento, y mucho menos para considerar cómo era realmente el plutonio. En la mayoría de los casos, el descubrimiento de un elemento es seguido por un ajetreo de químicos ávidos de medir sus propiedades, comprobar su reactividad y preparar sus compuestos. En el caso del plutonio, era importante verificar

determinados parámetros muy técnicos relacionados con su desintegración nuclear. Pero, aparte de esto, a nadie parecía importarle. Incluso el nombre (la señal usual de orgullo en lo que uno ha aportado al mundo) tenía que esperar antes de que el mundo pudiera saberlo. Al final de la guerra, algunos de los operarios del Proyecto Manhattan y sus esposas se reunieron para un juego de charadas, que confirmó que se había mantenido el secreto: «Cuando los maridos intentaron representar la palabra ‘plutonio’, las esposas quedaron desconcertadas; nunca habían oído hablar del material».²⁸

El químico natural que había en Seaborg reapareció mucho más tarde. En un informe de 1967 titulado, quizá con un estilo poético no intencionado, *The First Weighing of Plutonium*,* describió su nuevo elemento químico con una admiración evidente: «El plutonio es tan insólito que se aproxima a lo increíble. Bajo determinadas condiciones, puede ser casi tan duro y quebradizo como el vidrio; bajo otras, tan blando como el plástico o el plomo. Cuando se le calienta en el aire arde y se desmenuza rápidamente hasta polvo, o se desintegra lentamente cuando se le mantiene a temperatura ambiente... Y es perversamente tóxico, incluso en pequeñas cantidades».²⁹ A pesar de todo ello Seaborg creía ingenuamente que un día el plutonio llegaría a sustituir al oro como patrón monetario. Quizá había olvidado realmente todo el simbolismo plutoniano.

La potencia del plutonio se sentía (y todavía se siente) en otra esfera, desde luego. Unos cuantos cientos de gramos del elemento bastan para una bomba atómica, lo que lo hace mucho más eficiente que los isótopos fisionables alternativos del uranio. Werner Heisenberg y otros científicos alemanes eran conscientes en 1941 de que el elemento número noventa y cuatro podría ser un potente explosivo nuclear. Sin embargo, parece ser que los aliados nunca consideraron seriamente la posibilidad de que los nazis pudieran estar trabajando en el plutonio, mientras que los alemanes no sabían tampoco que los aliados lo tenían. Si ambos bandos hubieran sabido del interés del otro y hubieran tomado en cuenta las implicaciones de ello en su planificación militar, la guerra podría haber tomado un rumbo muy distinto.

El plutonio, un elemento que prácticamente nadie ha visto, ha llegado a ocupar rápidamente el espacio demoníaco que tradicionalmente se había reservado al azufre, al principio debido a su uso en la bomba, y después debido a que la sociedad se ha ido dando cuenta gradualmente de la dificultad de desembarazarse de él. La vida media radiactiva del isótopo que se encuentra principalmente presente en los residuos nucleares de plutonio es de 24.000 años,

lo que hace que planificar su eliminación segura sea una cuestión que trasciende las consideraciones normales en ingeniería. Ha de asegurarse que cualquier estructura de almacenamiento perdure más tiempo que las pirámides y que comunique su mortífero contenido de manera que sea comprendido con total seguridad por las civilizaciones que sucederán a la nuestra.

Cuando yo era un joven químico, solicité un trabajo de verano en lo que entonces se denominaba con el grandilocuente nombre de Establecimiento de Investigación en Energía Atómica,^{*} en Harwell, en Oxfordshire. Allí fue donde tuve mi primer y único encuentro con el plutonio. El aura de poder que rodeaba al elemento se hizo aparente cuando, como condición para el empleo, tuve que firmar el Decreto de Secretos Oficiales. ¿Era el alojamiento espartano lo que querían mantener en secreto, o posiblemente el desvencijado autobús militar que nos llevaba hasta el trabajo? Yo pasaba el recorrido leyendo intencionadamente *Trampa 22*^{**} mientras el autobús resoplaba recorriendo los senderos llenos de matojos del aeródromo de la época de la guerra en el que el centro de investigación se había instalado después de 1945.



El autobús del AERE. (Mike Bennett.)

Me vi destinado a trabajar en un laboratorio que dirigía un personaje fumador de pipa que caminaba a zancadas como *monsieur* Hulot.^{***} El laboratorio se consideraba «rojo», el tercero de los cuatro niveles de seguridad. Esto significaba que me estaba permitido trabajar en el laboratorio con

soluciones diluidas que contenían plutonio y que tenía que llevar fundas de lona en los zapatos, que iban muy bien para patinar por los suelos de linóleo. Sin embargo, sentí de inmediato una ligera envidia de aquellos estudiantes estivales a los que se había destinado a trabajar en las áreas «púrpura», las de mayor seguridad. El objetivo era ver de qué manera podía absorberse el plutonio en material que posteriormente podía transformarse en bloques de vidrio. Se creía que esta vitrificación sería una manera prometedora para asegurar los residuos para su eliminación por medios y en localizaciones que nunca se discutían. Mi experimento era siempre el mismo e implicaba verter soluciones de «plut» en columnas que contenían la blanca arena de titanio que era la materia prima para el vidrio. Yo no me daba cuenta real del peligro cuando transportaba arriba y abajo los contenedores de líquido radiactivo. No terminé emitiendo un resplandor verde como ocurre en *Los Simpson*, ni me encontré saliendo del trabajo llevando distraídamente tubos de ensayo en mis bolsillos como hace Homer Simpson en el reactor de Springfield. (Tampoco recuerdo que nunca me registraran.) Mi recuerdo duradero es del tranquilo aburrimiento a medida que transcurrían los días de verano, mientras yo transfería lecturas interminables de las columnas de arena a columnas de cifras escritas sobre mohosos cuestionarios del gobierno. Fue la única vez que trabajé en un laboratorio.

Al recordar aquellos días, siento un impulso nostálgico para añadir plutonio a mi propia tabla periódica. Me faltan todos los elementos naturales con número atómico superior al ochenta y dos, que es el plomo; y de los que se encuentran más allá del uranio que tienen que ser producidos artificialmente, sólo tengo el americio de Seaborg, expoliado del mecanismo de un detector doméstico de humos, en el que la corriente de partículas alfa que emana del mismo completa un circuito eléctrico que sólo se interrumpe si el humo bloquea el recorrido. Ni siquiera tengo una pieza de la vajilla de porcelana Fiesta, radiactiva y muy valorada por los coleccionistas, que se fabricó en los Estados Unidos a partir de la década de 1930, y cuyo color anaranjado de papaya proviene del óxido de uranio utilizado en su barniz.

Es evidente que encontrar un espécimen del elemento que antaño yo había decantado en cantidades enormes no va a ser fácil. Los reactores y el programa de investigación en Harwell se fueron reduciendo poco a poco durante la década de 1990, entre acusaciones de contaminación del suministro local de agua y, lo que resulta irónico, de prácticas deficientes de eliminación de residuos. AEA Technology, la empresa privada que heredó el negocio de la Autoridad de la

Energía Atómica del Reino Unido, ha cambiado de política, quizá sensatamente, y ahora se presenta (de manera algo improbable) como una consultoría avanzada sobre temas de cambio climático. No puede ayudarme. Pruebo con Combustibles Nucleares Británicos, el equipo a cargo de los residuos nucleares de Gran Bretaña, pero encuentro que el número de teléfono de su director de comunicación empresarial está misteriosamente cortado, y posteriormente me entero, a partir de su página web, que la compañía «ha abandonado progresivamente todos sus negocios y su centro operativo ha dejado de funcionar».

Los americanos parecen más abiertos en relación a estas cosas. *Plutonium*, el libro de Jeremy Bernstein, reproduce detenidamente la especificación del isótopo 239 de plutonio que se puede adquirir en el Laboratorio Nacional de Oak Ridge, en Tennessee. Se vende como óxido en polvo, puro en al menos un noventa y nueve por ciento. «Éste sería plutonio de categoría superior para armas».³⁰ Hay un número de teléfono y una dirección de correo electrónico, isotopes@ornl.gov. Escribo pidiendo una muestra pequeña, y añado melancólicamente que sería un bonito recuerdo de las horas que pasé manipulando soluciones de plutonio cuando era estudiante. La respuesta es tan rápida como inflexible: «No, no podemos ofrecer una muestra de plutonio para ser exhibida».

Esto parece algo mezquino. Al parecer, hay restricciones sobre el plutonio simplemente porque, en lo que a sus guardianes oficiales concierne, la única razón concebible que alguien podría tener para quererlo es que planea aumentar el total global de 23.000 cabezas nucleares al construir su propia bomba atómica. La violenta reputación del elemento es todo lo que parece importar; el hecho de que también es un ocupante sin tacha del panteón químico, simplemente el elemento número noventa y cuatro, no cuenta para nada.

Además, no es que yo quiera una gran cantidad. La única salida que me queda es seguir esta lógica hasta su conclusión última. Descubro que, en realidad, puedo comprar fácilmente «plutonio» en la tienda como un remedio homeopático. La cuestión de los remedios homeopáticos, desde luego (lo que resulta incomprensible para quienquiera que tenga conocimientos científicos), es que sólo contienen una traza pequeñísima, o quizá incluso precisamente ninguna, del ingrediente activo especificado. De modo que *Plutonium* (Homoeopathic Proving), un líquido distribuido por Helios Homeopathy, de Tunbridge Wells, en Kent, contiene presumiblemente una dilución extrema de alguna solución de

plutonio, quizá del tipo con el que antaño yo trabajé en Harwell. Parecía perverso dar nombre a un producto destinado a atraer a los místicos de pocas luces a partir del elemento químico que ha llegado a considerarse como la destilación del instinto humano por la autodestrucción. La literatura de Helios se esfuerza de mala manera por dar una explicación: «La caja de Pandora de la radiactividad se ha abierto y ha liberado la oscuridad en medio de la noche», dice. «Para volver a encender la luz nuestra única opción es penetrar completamente en este lado oscuro. Estos materiales radiactivos, el plutonio en particular, afectan a los niveles más profundos del ser humano: la médula ósea, el ADN, la estructura genética, los órganos internos, y a las emociones más profundas».



Plutonio homeopático. (Fotografía del autor.)

Debo decir que así es. Aun así, la tarifa para acceder al lado oscuro es razonable: catorce libras. Salgo corriendo para la tienda de Helios en Covent Garden.

«Quisiera algo de plutonio, por favor», pido en voz baja.

El ayudante tiene un aspecto serio. «Tendré que preguntar a la farmacéutica».

¿La qué?, me pregunto, mientras levanto la vista de la propaganda absurda de algún remedio que estaba leyendo. Oigo murmurar unas palabras detrás de una pared de pequeñas botellas pardas antes de que vuelva el ayudante. Parece

que la tienda no tiene plutonio. Está listado en la página web, le indico servicialmente. De mala gana, la «farmacéutica» sale de su guarida y explica que nunca tienen plutonio; no es que esté sometido a restricciones o prohibido de alguna manera, añade. Si quiero saber más, tendré que hablar con la casa principal. Después rompe el código de discreción de cualquier tendero y, con los ojos entornados, quiere saber por qué estoy interesado en el plutonio. Le digo que soy químico, y que quisiera algo de plutonio para mi colección de elementos. Quizá debiera haberle dicho que lo quería para el caso de que me aquejara alguna forma de enfermedad de radiación de aparición tardía, pero ya es demasiado tarde. Está exultante por haber descubierto un evidente escéptico de la homeopatía.

En Tunbridge Wells, John Morgan es más servicial. «No hay presencia física del elemento», me dice. Supongo que esta es la idea de garantía que tiene un homeópata. «Sólo es la impronta de dicho elemento», producida por un proceso de «diluciones moleculares», o quizá «radiónicamente», no está seguro. «Es obvio que es imposible ir a un origen material». Cuando se «probó», se consideró que el remedio era particularmente eficaz a la hora de tratar la depresión. Pero, añade Morgan de manera brillante, «Supongo que puede ayudar a remediar algún daño si uno ha estado expuesto al plutonio».

Las maletas de Mendeléyev

Boicoteado por la Academia Rusa de las Ciencias y no considerado en los primeros años de los premios Nobel, Dmitri Mendeléyev sólo fue debidamente recompensado por su descubrimiento de la tabla periódica pasados casi cincuenta años de su muerte. Entonces, finalmente, en 1955, se le confirió el honor de la manera más adecuada: bautizar con su nombre uno de los elementos (el número 101) de la tabla. Resulta sorprendente por una fecha tan tardía que Mendeléyev fuera el primer químico a tiempo completo que fuera conmemorado de esta manera. Los elementos que preceden al mendelevio en la tabla periódica, el fermio y el einstenio, han recibido su nombre por el de físicos, lo que refleja su génesis en el gran experimento de física conocido como Proyecto Manhattan. Posteriormente, otros elementos serían bautizados asimismo con el nombre de físicos: Rutherford, Bohr, etc. Los únicos elementos que exaltan a químicos eran el gadolinio y el curio, e incluso Marie Curie era tanto física como química. Los químicos tienen la mala fortuna de que el apogeo del descubrimiento de elementos tuvo lugar en épocas más preocupadas por que el honor recayera en las naciones y en los ideales clásicos que en sus colegas. En la actualidad, su oportunidad parece haberse esfumado. Ahora es improbable que veamos el nacimiento del davio, el berzelio, el bunsenio o el ramsayo.

Nacido en 1834, probablemente el decimocuarto y último hijo de una familia siberiana, el joven Dmitri fue llevado por su madre a San Petersburgo, con la esperanza de que al menos uno de sus hijos pudiera progresar. Al igual que muchos científicos en ciernes de la época, viajó a Alemania para completar su educación con un subsidio del gobierno. Turguénev los satiriza injustamente en varias de sus novelas. Sin embargo, para un químico ruso de una cierta ambición, esto no era diletantismo, sino una manera esencial de ponerse al día de los últimos descubrimientos en ciencia. A su retorno a San Petersburgo en 1861, Mendeléyev dividió su tiempo entre la universidad, donde pronto ocupó la cátedra de química, y expediciones a regiones remotas de los Urales y el

Cáucaso, donde actuó como consultor para el gobierno y varios intereses comerciales en casi todo, desde la fabricación de quesos y la productividad agrícola hasta la naciente industria del petróleo.

La tabla periódica es uno de estos descubrimientos científicos que, de golpe, explica tantas cosas que parece que sólo pudo haber surgido completamente formada de la mente de su creador, como si hubiera sido revelada en un sueño. Mendeléyev, servicialmente, pergeñó un mito según el cual así fue exactamente como había ocurrido. Pero, tal como sucede con estas cosas, su relato de un sueño se produjo más bien tarde en el día. En realidad, desde luego, la tabla periódica surgió como el producto de una reflexión prolongada. Mendeléyev se esforzaba por hallar una manera de encontrar sentido a los elementos para los estudiantes mientras trabajaba en un manual introductorio en lengua rusa. Escribió los elementos conocidos con sus pesos atómicos y algunas de sus características químicas en sesenta y tres cartas. Después empezó a agrupar las cartas como si jugara una partida de solitario, colocando los elementos más ligeros en una fila para empezar, pero consciente de que algunas cartas, por ejemplo las que representaban a los halógenos, como el cloro y el yodo, parecían pertenecer a la misma clase. Pronto encontró que los elementos más ligeros de cada clase típica (el halógeno más ligero, el metal alcalino más ligero, y así sucesivamente) proporcionaban una plantilla para colocar a sus primos más pesados. Este descubrimiento lo hizo en el espacio de un día. Desde aquí, el resto pudo haber sido cuestión de insertar los restantes elementos bajo el elemento que constituía el primero de la fila de su grupo en orden de peso atómico creciente. Pero esto sin considerar las ambigüedades de los sesenta y tres elementos supuestamente conocidos, o el número de sustancias que entonces se aceptaban en principio como elementos y que posteriormente resultarían ser, en realidad, algún otro elemento distinto o combinación de elementos. Ambos factores le hicieron mucho más difícil a Mendeléyev estar seguro de que había conseguido el mejor ajuste para las pruebas químicas. El resultante «Intento de un sistema de los elementos, basado en su peso atómico y su afinidad química» apareció finalmente en su manual *Principios de Química* en 1869, y sólo al año siguiente, ya comprobado con mayor seguridad, en un artículo científico. Se cubrió las espaldas incluyendo variantes de su esquema que en la actualidad se han olvidado, y aunque en 1871 ya lo calificaba de «periódico», habrían de pasar muchas décadas antes de que todas las cartas se dispusieran adecuadamente en su posición final y familiar.

			Ti=50	Zr=90	?=180.
			V=51	Nb=94	Ta=182.
			Cr=52	Mo=96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
		Ni=Co=59	Pl=106,6	Os=199.	
		Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.	
H=1	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	
	B=11	Al=27,4	?=68	Ur=116	Au=197?
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210?
	O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	J=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204.
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207.
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		

La primera tabla periódica impresa de Mendeléyev. (Reproducido con la amable autorización de los síndicos de la Biblioteca de la Universidad de Cambridge de *A Well-Ordered Thing*, de Gordin, pág. 29.)

La dificultad para todos los demás era que la tabla de Mendeléyev parecía surgir de la nada. Durante varios años no había manera de decir si era verdadera o falsa. ¿Qué podía ser «verdadero», en cualquier caso, acerca de una disposición de símbolos sobre el papel? El ruso afirmaba que su tabla podía emplearse para predecir importantes propiedades de los elementos, tales como densidades y puntos de fusión, pero el hecho de que lo hiciera desde un punto de vista completamente teórico era simplemente molienda para el molino de sus oponentes.

Sin embargo, los críticos fueron silenciados en 1875, cuando Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran, que desconocía totalmente la obra de Mendeléyev, anunció que había descubierto un nuevo elemento parecido al aluminio, al que denominó galio. Su peso atómico correspondía exactamente al valor que Mendeléyev había asignado a un hueco en su tabla, situado directamente debajo del aluminio, e incluso el modo de su descubrimiento (mediante la identificación de su espectro característico) era tal como él había predicho. Lecoq informó de una densidad bastante más baja de la que el ruso había estimado, pero Mendeléyev escribió con desfachatez a Lecoq sugiriéndole que preparara una muestra más pura. Cuando éste lo hizo, la densidad se acercó muchísimo al valor

de Mendeléyev, con lo que se vindicó de manera espectacular la ciencia teórica del ruso. (Sin embargo, la propiedad más sorprendente del galio, que es su bajo punto de fusión, no la había anticipado nadie; se funde en la mano, lo que hace de él el segundo metal, después del mercurio, que puede observarse fácilmente en estado líquido.)

La historia se repitió en 1789, cuando Lars Nilson, en la Universidad de Uppsala, llenó el espacio que Mendeléyev había dejado entre el calcio y el titanio con el descubrimiento del escandio, y otra vez en 1886, cuando Clemens Winkler, en la Universidad minera de Freiberg, en las montañas repletas de minerales en la frontera entre Sajonia y Bohemia, aisló el semimetal germanio, intermedio en la tabla periódica entre el silicio y el estaño, a partir de un espécimen mineral local.

Las ediciones subsiguientes de los *Principios* de Mendeléyev llenaron cada hueco a medida que aparecían las noticias, y la edición de 1889 llegó incluso a presentar retratos fotográficos de Lecoq, Nilson y Winkler, festejándolos como «fortalecedores de la ley periódica».³¹ Aunque ahora recibía los honores por parte de muchas academias de ciencias extranjeras, a Mendeléyev se le bloqueaba el obtener un reconocimiento superior por parte de la Academia de Ciencias de San Petersburgo, porque preocupaba su política antiimperial, cuyas semillas habían sido sembradas en su juventud siberiana, cuando se encontró con un grupo de decembristas, los revolucionarios fracasados que intentaron derrocar al zar Nicolás I en 1825. Posteriormente se vio obligado a renunciar a su puesto de profesor en la universidad. Irónicamente, pronto encontró empleos alternativos en puestos de asesoramiento para el gobierno.

Durante un tiempo, cada descubrimiento de un nuevo elemento producía una respuesta apreciativa de Mendeléyev cuando encajaba en su gran plan. Pero a la larga aparecieron técnicas más refinadas que pudieron revelar nuevos elementos con propiedades no previstas y que no podían ser aceptados tan fácilmente. El descubrimiento por William Ramsay de los gases inertes, empezando con el argón en 1894, fue el primer gran interrogante de la tabla periódica después de veinticinco años de consolidación satisfactoria. Mendeléyev había de nuevo observado que había huecos, sobre la base de los pesos atómicos, entre los metales alcalinos y los halógenos, pero en esta ocasión la implicación apenas creíble era que faltaba toda una familia de elementos, y resultaba menos claro de qué manera debía enmendarse la tabla, o si tenía que hacerse. La edición de 1895 de este manual, que todavía era un clásico,

presentaba una nota de escepticismo sobre los primeros informes del argón y el helio. Siguió después una correspondencia irascible entre los dos hombres, en la que al principio Mendeléyev refutaba la afirmación de Ramsay y sugería que su nuevo gas, el argón, era simplemente una forma pesada del nitrógeno. (Al igual que la forma ozono del oxígeno, que contiene tres átomos en lugar de dos, esta supuesta molécula de tres átomos sería una vez y media más pesada que la molécula normal de nitrógeno de dos átomos, con lo que se acercaba al peso observado del argón de Ramsay.) Cuando Ramsay añadió más elementos de carácter similar, primero el helio, y después el neón, el kriptón y el xenón, en rápida sucesión, Mendeléyev acabó por tener la idea de que, después de todo, todos ellos podrían acomodarse en su sistema mediante el simple expediente de añadir una nueva columna en el margen de la tabla. Resulta sorprendente que, a lo que parece, la incapacidad de Mendeléyev de predecir los gases inertes después de tantos otros éxitos pudo haber sido una razón principal por la que el Comité Nobel decidió no concederle el premio de química cuando consideraron la posibilidad en 1906.

El descubrimiento de la desintegración radiactiva de los elementos por Marie Curie y otros en los últimos años de la vida de Mendeléyev hizo todavía más estragos en su sistema de orden químico. ¿Qué sentido tenía colocar los elementos en cajitas si podían simplemente saltar de una cajita a otra al desprenderse de algunas partículas subatómicas? Mendeléyev había salido una vez a la calle en Rusia con el fin de luchar contra el espiritualismo que él creía que impedía el progreso en el país; al visitar el laboratorio de los Curie en 1902, sintió que de nuevo trataba con las mismas fuerzas ingobernables, que calificaba mordazmente de «espíritu en la materia».

A menudo se ha caracterizado a Mendeléyev como un místico y un profeta, pero esto tiene más que ver con sus orígenes siberianos, su irascibilidad y su barba desaliñada que con su ejecutoria profesional. Los retratos contemporáneos no siempre ayudan: uno muestra al químico recostado en su silla y agarrando un libro con ambas manos y acercándose a la cara como un maníaco, mientras entre sus dedos sostiene un cigarrillo encendido. Mendeléyev había inventado de forma brillante un sistema periódico de los elementos en el que tenía suficiente confianza como para dejar espacios vacíos, pero esto era una conjetura sensata basada en pruebas científicas, no profecía. Sus otras actividades estaban igualmente basadas en el racionalismo: atajar el espiritualismo, asesorar sobre la economía nacional, recomendar reformas agrícolas. Aunque estaba lleno de

ideas, por naturaleza era más bien conservador y, aunque no fue aceptado en instituciones tales como la Academia de las Ciencias, a los demás todavía les parecía un personaje de la clase social dominante. El sello final del convencionalismo llegó sin duda en 1893, cuando se le puso al mando del recién fundado comité nacional de pesos y medidas.

Poco antes de convertirse en profesor, Mendeléyev había adquirido una finca veraniega a las afueras de Moscú. Como Levin en *Anna Karenina*, utilizó la tierra para exponer sus ideas de agricultura progresiva. Allí, su hija Liubov' Dmitrievna Mendeléyeva conoció al joven poeta Aleksandr Blok, del que se enamoró; su familia era propietaria de una finca vecina. En 1903, el año de su matrimonio, Blok escribió a Mendeléyeva mostrando admiración por su padre, que «ya hace tiempo que sabe todo lo que ocurre en el mundo. Se entera de todo. Nada le pasa desapercibido. Su conocimiento es completísimo».³² Blok (autor de *Los escitas* y otras obras en las que a una identidad rusa arraigada en las regiones más salvajes se le da voz en el lenguaje de la *avant-garde* literaria) respondía seguramente a la mezcla incongruente de Mendeléyev de profunda estirpe rusa y de inmersión en las últimas corrientes de pensamiento de la Europa científica. Después de la muerte de Mendeléyev en 1907, Blok lo comparó favorablemente con la cínica *intelligentsia* de la clase social dominante, por mantener una visión optimista del futuro del país. Pero posteriormente algo debió ocurrir, y el poeta, henchido de celo revolucionario, decidió que su suegro pertenecía demasiado al pasado. El 31 de enero de 1919, escribió en su diario: «Acción simbólica: en el Año Nuevo Soviético, hice pedazos la mesa de Mendeléyev».³³

El apartamento de Mendeléyev en la universidad (aunque lamentablemente no el laboratorio que antaño se hallaba junto a aquél) se conserva ahora como museo. Lo visité un caluroso día de junio, cruzando el Neva en un panorama deslumbrante de cúpulas doradas hasta encontrarme paseando a lo largo de las elegantes avenidas abancaladas del campus universitario en la isla Vasilevskii, planeada siguiendo una cuadrícula. Todo el lugar relucía todavía con el sentido de la ambición de Pedro el Grande de fundar una ciudad que rivalizara con las mayores de Europa.

Aquí fue donde Mendeléyev vivió durante veinticuatro años, desde su nombramiento para la cátedra de química en 1867 y durante todo el tiempo en que dedujo la tabla periódica y gozó de la satisfacción de ver realizadas sus predicciones de elementos que faltaban, hasta su retiro obligado en 1890. Las habitaciones estaban atestadas de pesados sillones y sofás, y volúmenes

igualmente pesados de revistas. En una de las habitaciones, un retrato del químico fumando un cigarro presidía la escena. Fotografías de Mendeléyev con científicos, incluidos los descubridores de los elementos que predijo, y con personajes importantes de San Petersburgo cubrían las paredes. Las firmas de sus visitantes estaban escritas, ilegibles, sobre un mantel. También había una mesa. ¿Fue aquí donde dispuso sus cartas de los elementos, o bien esto lo hizo en la mesa que Blok destruyó? La baraja de cartas y otros documentos que demuestran el trabajo de Mendeléyev ya hace tiempo que se perdieron, pero su manual de química sobrevive, y lo mismo ocurre con la tabla periódica que hay en él; la secuencia de los elementos es reconocible al instante, aunque toda la tabla está girada noventa grados, lo que convierte las filas en columnas y las columnas en filas. Así, B, C, N, O, F aparecen como una columna a la izquierda; Al, Si, P, S, Cl a su derecha. A medida que los pesos atómicos aumentaban, descubrí disposiciones que ahora pensaríamos que son engañosas: el mercurio agrupado con el cobre y la plata, por ejemplo, mientras que el oro se alineaba con el aluminio. Pero también había interrogantes en los huecos de la secuencia, que fueron la verdadera indicación del genio de Mendeléyev.

Al ver la disposición familiar de letras en el frío texto, era difícil creer que no hubiera arrasado todo lo que había previamente. Le pregunté al conservador del museo, Igor Dmitriev, cuál era la razón. «Ya había muchas clasificaciones», me explicó, «ninguna de las cuales se había tomado en serio. De manera que es comprensible que Mendeléyev tuviera dificultades».

Pero fueron realmente las maletas lo que quedó grabado en mi mente. Quizá Mendeléyev no fuera un místico, pero ciertamente tenía sus excentricidades, y una de las más raras era su afición a hacer maletas de piel. Su apartamento estaba repleto de maletas en diversas fases de compleción, así como de la piel, hebillas y herramientas utilizadas para hacerlas. Desde luego, es tentador ver este curioso pasatiempo como una metáfora, como prueba material del carácter de un hombre obsesionado con empaquetar pulcramente las cosas. Pero no es necesario hacerlo, ni ayuda. En realidad, Mendeléyev podría confesar compartir en buena medida la pasión de la ciencia del siglo XIX por organizar la naturaleza; por ejemplo, había estado atento a los esfuerzos de los naturalistas contemporáneos para clasificar las especies vivas. Pero su sistema para los elementos químicos, el colmo de encasillar la naturaleza, surgió sencillamente de una necesidad pedagógica de simplificar la presentación del conocimiento químico y no de un enojo ante el desorden del mundo.

El mendelevio fue el primer elemento que tuvo que ser arrastrado al mundo átomo a átomo, empezando en 1955. Incluso en la actualidad, nunca se ha producido en cantidades visibles al ojo humano. «Pensamos que sería adecuado que hubiera un elemento cuyo nombre correspondiera al químico ruso Dmitri Mendeléyev, que había desarrollado la tabla periódica», escribió su descubridor, Glenn Seaborg.³⁴ «En casi todos nuestros experimentos en que descubrimos elementos transuránicos, habíamos dependido de su método de predecir las propiedades químicas sobre la base de la posición del elemento en la tabla». En el apogeo de la guerra fría, este «gesto algo atrevido», como admite Seaborg, fue condenado por algunos americanos, pero no dejó de ser apreciado en los círculos soviéticos más elevados. Las minúsculas cantidades de mendelevio que se han producido en los aceleradores de partículas de Berkeley y en otras partes se desintegran rápidamente, y no ha sido posible más que empezar a medir sus propiedades esenciales o a investigar su química. Uno sospecha que a Dmitri Mendeléyev, el supremo químico teórico de su época, esto no le hubiera importado un ápice.

El espejo líquido

En *Orphée*, el filme de Jean Cocteau de 1949, Orfeo entra en el inframundo en busca de Eurídice pasando a través de un espejo de mercurio. La escena es un magistral juego de manos cinematográfico. Orfeo, interpretado por un Jean Marais peinado de griego, es conducido ante un gran espejo de vestidor. Calza guantes de látex, un ritual mágico preparatorio que no oculta totalmente el hecho de que Cocteau, el célebre artista de *avant-garde*, parece que tuvo una preocupación absolutamente moderna por la salud y la seguridad. «Con estos guantes, podrás pasar a través del espejo como si fuera agua», explica el guía de Orfeo. «Primero las manos». Indeciso, Orfeo hace lo que se le pide y pone sus palmas sobre la superficie reflectante, y encuentra resistencia: sólo es un espejo. «*Il s'agit de croire*», se le dice: tienes que creer. Después vemos sus dedos en primer plano, que penetran en la barrera, cuya superficie tiembla debido a la fatídica acción. El filme pasa a una toma desde arriba. Con la superficie del espejo líquido ahora oculta a nuestra visión, Orfeo y su guía desaparecen a través del portal.

Es axiomático que no podemos conocer el inframundo hasta que abandonemos el mundo, y por esta razón Cocteau buscó para esta divisoria entre ambos una barrera óptica total que, no obstante, era físicamente penetrable. Se dice que la disposición requirió un depósito de media tonelada de mercurio. Esto parece excesivo hasta que recordamos que este metal es tan denso que el plomo flota sobre su superficie. Una pileta de este peso y del tamaño de un espejo de cuerpo entero no tendría mucho más de un centímetro de profundidad. Desde luego, no es posible preparar una pileta de este tipo para que se mantenga erecta, de modo que Cocteau tuvo que girar su cámara para producir la ilusión de un espejo vertical para la breve escena en la que las manos de Orfeo atraviesan la barrera. Y no es posible, o seguro, que un cuerpo entero se sumerja en mercurio, de ahí que el plano siguiente sea desde arriba.



Espejo de mercurio en *Orphée*, de Jean Cocteau. (14 (c) 1946 SNC (Groupe M6) / Comité Cocteau. Un agradecimiento especial a Pierre Bergé, presidente del Comité Cocteau.)

El artista pudo haber empleado leche o pintura para conseguir algo del efecto necesario, pero el mercurio estuvo bien elegido como el único líquido capaz de proporcionar un reflejo perfecto. El material ofreció asimismo una bonificación serendipitosa.* En una entrevista, Cocteau explicaba posteriormente: «En el mercurio las manos desaparecen, y el gesto es acompañado por una especie de estremecimiento, mientras que el agua hubiera producido ondas y círculos de olas. Además de todo esto, el mercurio ofrece resistencia».³⁵ Así, en esta única acción, se hacen visibles señales del azoramiento de Orfeo, de su temor y del esfuerzo de voluntad que ha de hacer con el fin de abandonar la vida. Además, la calidad nada familiar, casi *antinatural* del mercurio insinúa perfectamente las incertidumbres de lo que vendrá en el mundo *supernatural*.

Conocido desde hace quizá 5.000 años, el mercurio ha sido siempre célebre por su confluencia única de propiedades de líquido y de metal, aunque esto mismo hiciera difícil que la gente le encontrara una utilidad. Para un material que es claramente especial, pero que también es bastante inútil, hay una aplicación obvia, que es la de los ritos sagrados. El uso del mercurio que hace Cocteau como pórtico a otro mundo es simplemente un giro moderno en un relato extenso y universal.

Cuenta la leyenda que el primer emperador de la China, Qin Shi Huang, que unificó el país en 221 AEC, yace enterrado bajo un montículo verde y abrupto cerca de Xi'an, en la provincia de Shaanxi, en la China septentrional. El historiador Sima Qian, que escribía un siglo después de la muerte del emperador, describe una enorme cámara revestida de bronce, cuyo techo estaba enjoyado para representar los cielos, que contenía un modelo fantástico del palacio del emperador, alrededor del cual se hallaba la ciudad de Xian-yang, que era la capital, y más allá todo su imperio. Se dice que la maqueta del paisaje estaba recorrida por canales de mercurio que representaban los cien grandes ríos de China. Aunque no es fácil ver cómo podía hacerse, Sima escribe sobre mecanismos que bombeaban continuamente el pesado líquido, manteniendo un flujo continuo que simbolizaba la sangre vital del emperador. Es probable, además, que la sangre de Qin contuviera realmente mercurio en el momento de su muerte, pues se cree que ingirió píldoras de mercurio en la esperanza de conseguir la inmortalidad.

Fue en esta región de China donde los arqueólogos empezaron a desenterrar en 1974 el ahora famoso Ejército de Terracota, cientos de figuras de loza de barro de tamaño natural, primero soldados, después músicos, atletas y burócratas, que proporcionan detalles extraordinarios sobre la vida en los inicios de la dinastía Qin. La localización del hallazgo pronto se cotejó con descripciones del paisaje en la historia de Sima, y a partir de ello se supuso que una determinada eminencia a un kilómetro al oeste podía albergar la tumba del emperador. Excavaciones posteriores han revelado que los pozos que contienen el Ejército de Terracota eran sólo una parte de un gran complejo subterráneo situado alrededor de esta instalación, pero el montículo propiamente dicho todavía no se ha violado por miedo de que no sea posible conservar su contenido (en especial sus fabulosos ríos de mercurio) si es perturbado. Sin embargo, los científicos han llevado a cabo varias pruebas no destructivas en el sitio, entre ellas análisis químicos de muestras del suelo. Éstas han revelado niveles de mercurio muy por encima de lo normal en las inmediaciones del montículo de enterramiento. En el relato de Sima, la maqueta del imperio está meticulosamente orientada bajo tierra para que corresponda con la geografía real, y se ha encontrado que algunas de las concentraciones más altas de mercurio se alinean con algunos de los mares costeros de China y con la vasta extensión del curso inferior del río Yangtsé.

Los chinos obtenían mercurio metálico con bastante facilidad a partir del

mineral cinabrio, rojo y abundante, y este pigmento ha impregnado toda la cultura en forma del bermellón omnipresente que se considera un color característicamente de buen agüero. Se esparcía cinabrio en las tumbas para devolver el color a las mejillas de los muertos, y ya en la dinastía Shang, en 1600 AEC, se utilizaba para producir tinta con la que colorear los caracteres chinos grabados en fragmentos de hueso. El propio metal se utilizaba como un líquido alternativo para hacer funcionar relojes de agua o en esferas armilares mecanizadas. Se empleaba incluso para hacer juguetes de tentetieso. «Probablemente los chinos han usado el mercurio y el cinabrio más extensamente que ningún otro pueblo», según el gran sinólogo Joseph Needham en su obra en veinticuatro volúmenes *Science and Civilisation in China*.³⁶

Alexander Calder creó para el pabellón de España en la Exposición de París de 1937 una cascada de mercurio moderna con su propio mensaje de vida y muerte. El artista americano recibió indirectamente el encargo del efímero gobierno republicano en plena guerra civil española, y su *Fuente de mercurio* se exhibió adecuadamente en el mismo espacio que albergaba la obra de arte documental de aquellos años, el *Guernica* de Picasso. La obra de Calder es más oblicua en su referencia al conflicto. La escultura móvil consta de una serie de tres placas de metal dispuestas sobre una gran pila de mercurio. El mercurio es bombeado, de manera que un fino chorro gotea sobre la placa superior. Se acelera en gotitas y riachuelos a través de cada una de las placas mientras éstas giran y se inclinan bajo el peso del metal, antes de desaparecer silenciosamente en la pila inferior. El mercurio es la clave para el significado de la obra. Provenía, como la mayoría del mercurio del mundo en aquella época, de los yacimientos de cinabrio de Almadén, en Ciudad Real, al sudoeste de Madrid. Esta localidad, de gran importancia estratégica, iba a ser asediada repetidamente por los insurrectos de Franco, y la obra de Calder conmemora a los mineros que habían repelido con éxito el primer asalto nacionalista unos meses antes. En uno de los monumentos conmemorativos de guerra más imaginativos que se hayan diseñado jamás, vemos vidas brillantes que se agregan, se separan, forman acontecimientos mayores y estos acontecimientos, a su vez, determinan su suerte, antes de su absorción última en la quietud.

Almadén significa «la mina» en árabe, y esta localidad era bien conocida por los árabes que gobernaron España desde el siglo VIII al XV. La fuente de Calder es también un reconocimiento de esa historia. En 936, en Medina

Azahara, cerca de Córdoba, a unos cien kilómetros al sur de Almadén, el califa Abd al-Rahman III empezó a erigir una finca enorme, con una mezquita y jardines dominados por un palacio suntuoso. Una característica fascinante de este alcázar, o complejo palaciego, ricamente decorado, era un estanque de mercurio situado de tal manera que de él se reflejaban brillantes haces de luz solar por todo el interior de la sala en la que estaba situado. Los invitados podían chapotear con sus dedos en el metal y gozar de su tacto frío y envolvente, y enviar abigarrados reflejos al techo, como una versión temprana de las bolas rutilantes que penden del techo de las discotecas. Los estanques ornamentales de mercurio eran un rasgo de la vida lujosa islámica, y hay pruebas de que también se usaron en la América precolombina. Antes de que se conocieran las cualidades venenosas del elemento, era natural, en lugares en los que se obtenía fácilmente, divertirse con las cualidades del líquido que hacen que fluya, gotee y brille.



Fuente de mercurio, de Alexander Calder. (Copyright © 2010 Fundación Calder, Nueva York / DACS, Londres.)

Cuando se trasladó a la Fundación Joan Miró de Barcelona en 1975, *Fuente de mercurio* se exhibió en su propio cubículo de vidrio. Los visitantes ya no podían hacer lo que habían hecho en París: lanzar monedas a la superficie del líquido sólo para ver que flotaban sobre éste. En realidad, se había mostrado una actitud notablemente laxa en lo que concierne a la salud del público al permitir que los visitantes gozaran de un acceso tan abierto a la escultura en 1937. De los 200 litros de mercurio que llegaron de Almadén en la tarde de la abertura del pabellón de España a la prensa (Calder había empleado bolas de acero de rodamiento para imitar la acción de la escultura mientras trabajaba en ella), debía guardarse como reserva una cantidad asombrosa, cincuenta litros, decía Calder, para tener en cuenta las pérdidas debidas a las salpicaduras y las pérdidas mientras durara la exposición. Los efectos tóxicos del mercurio (familiares en tanto que riesgo profesional de los sombrereros y otros que empleaban compuestos de mercurio en su trabajo) se notan cuando éste se absorbe a través de la piel o cuando sus vapores entran en los pulmones. Pero para los admiradores de la obra de Calder no había siquiera la precaución rudimentaria de Cocteau, de los guantes de látex.

La cuarentena a la que se sometió a la *Fuente de mercurio* es emblemática de lo que le ocurre al elemento en todas partes. Desde sus inicios como una maravilla decorativa y mística, se acabó por encontrarle diversos usos al mercurio, al explotar su combinación excepcional de propiedades: densidad, fluidez, conductividad. Sus compuestos se han usado como pigmentos y cosméticos. Su naturaleza a menudo venenosa los hace adecuados como insecticidas y componentes de pinturas antiincrustaciones marinas. En medicina, han proporcionado los ingredientes activos de todo, desde tratamientos drásticos contra la sífilis hasta laxantes y antisépticos rutinarios, como calomelanos y mercurocromo. Pero todas estas y otras aplicaciones están cayendo ahora en desgracia. El 1 de enero de 2008, Noruega prohibió todas las importaciones y la fabricación de todo lo que implicara al mercurio, incluyendo incluso la producción de amalgamas dentarias. La Unión Europea prohibirá la exportación de mercurio a partir de julio de 2011, en un esfuerzo por reducir la exposición global a este elemento. Los termómetros y barómetros de mercurio se convertirán en reliquias históricas. Almadén ha terminado finalmente su producción, después de más de 2.000 años de operación. Con el mercurio frenado en su origen, la atención se dirige ahora al que ya está en circulación. Un estudio inglés sobre cremaciones ha planteado incluso preocupación acerca del

elemento que se escapa al ambiente cuando los empastes de los dientes de los difuntos se vaporizan; el espectro de nuestra coexistencia con el metal, que antaño fue fácil, se nos aparece.

Quizá pronto sólo queden aplicaciones muy especializadas, aunque supone un cierto consuelo que una o dos de ellas vuelven a captar el deleite surrealista de diversiones más antiguas relacionadas con el mercurio. En las montañas de la Columbia Británica, no lejos de Vancouver, se encuentra el Gran Telescopio Zenith, que obtiene sus imágenes de los cielos utilizando un espejo líquido. Se vierte mercurio sobre una fuente parecida a un wok* de seis metros de diámetro. La fuente gira a un ritmo imponente, lo que obliga a la superficie del mercurio a formar un paraboloide más perfecto que el que podría obtenerse mediante vidrio sólido o aluminio. La idea ya tiene más de un siglo, pero sólo recientemente, mientras el metal provocaba el oprobio en todas partes, ha sido posible crear un mecanismo que funcione de manera lo suficientemente uniforme para permitir que ese estanque de mercurio produzca imágenes nítidas. Desde luego, los dispositivos de espejo líquido han de mantenerse horizontales si no han de verter su fluido mágico. Obligados a mirar siempre hacia arriba, estos telescopios no dispersan la luz solar, sino que captan la luz de las estrellas, con lo que ofrecen una ventana no al inframundo, sino a otros mundos.

Muchos procedimientos químicos que eran bien conocidos por los alquimistas se encuentran en la actualidad más allá de los límites de la práctica científica normal, no porque sean especialmente complicados u oscuros, sino porque se consideran tan peligrosos que las modernas leyes sobre salud y seguridad no permiten que se lleven a cabo ni siquiera con todas las salvaguardas de un laboratorio de última generación. Uno de estos procedimientos es la combinación reversible de mercurio y azufre, una reacción que era fundamental para la teoría alquímica. Es fácil de explicar el interés de los alquimistas en esta reacción sencilla. Mezclando azufre amarillo, que es seco y caliente, con mercurio líquido, que al tacto es frío y húmedo, unían los cuatro principios de toda la materia.

El color del azufre y el brillante fulgor del mercurio sugerían además que el resultado de la fusión podría ser el oro. Los alquimistas creían que todos los yacimientos minerales en la Tierra se hallaban en el proceso de convertirse en oro; si un hombre encontraba, en cambio, estaño o plomo, era sencillamente que había llegado demasiado pronto. Con su aspecto de buen augurio, el mercurio y

el azufre, que se presentan con frecuencia en su estado nativo, parecían ofrecer una ruta más rápida a este objetivo. El gran alquímico y místico árabe del siglo VIII, Jabir ibn Hayyan (cuyo nombre suele aparecer latinizado como Geber), que pudo haber sido responsable de aportar el saber chino sobre el cinabrio y el mercurio a Occidente, creía que la perfección en los metales, ya se encontraran en la naturaleza o fueran producidos por el hombre, sólo podía conseguirse cuando estos dos elementos estaban presentes en la proporción correcta y a la temperatura adecuada. La falta de perfección (es decir, encontrar metal vil cuando se esperaba encontrar oro) se explicaba simplemente como una desproporción de dichos factores. En opinión de Jabir, los metales más preciosos se producían al asegurar que se hallara presente una cantidad relativamente mayor de mercurio. Pero había más salvedades, que tenían que ver con la pureza y el tipo de cada elemento utilizado. Por ejemplo, la plata se producía al combinar mercurio con lo que Jabir llamaba azufre blanco, mientras que el oro se producía a partir del «mejor» mercurio con sólo un poco de azufre rojo, aunque es imposible saber exactamente qué es lo que quería decir con estos términos.

Esto era la teoría. Huelga decir que los experimentos resultaron ser frustrantes, aunque algunos profesionales de mala fama consiguieron persuadir a unas pocas almas crédulas de que al menos habían aumentado la cantidad del oro que tenían mediante la adición de mercurio y azufre: el azufre habría desaparecido por combustión, mientras que el mercurio se mezclaba con el oro mediante amalgamación, produciendo así un aumento aparente del peso, pero desde luego no más oro. En lugar de abandonar la esperanza que acariciaban, los alquimistas complicaron la teoría de Jabir a la luz de estos resultados no satisfactorios al sugerir que podía producirse todo tipo de metales además de oro, simplemente escamoteando las proporciones relativas de estos dos elementos. Por lo tanto, esta reacción se hallaba en el meollo de la corriente científica principal en la Europa medieval, y siguió siendo el meollo del pensamiento alquímico durante varios siglos. Se realizaba a menudo y gozaba de la aprobación de los eruditos. Un texto de principios del siglo XVII muestra un grabado de Santo Tomás de Aquino, quien señala, como si fuera un guía de viaje de vacaciones, hacia una sección de un horno cubierto de tepe, en el que se entremezclan los vapores de dos elementos. «De la misma manera que la naturaleza produce metales a partir del azufre y del mercurio, así lo hace el arte», reza la leyenda.³⁷ Dicha reacción, aunque se efectuaba sobre la base de una

creencia errónea, fue sin embargo un punto de inflexión en el camino hacia la química moderna. Fue quizá el primer ejemplo de síntesis informada de una nueva sustancia a partir de dos ingredientes conocidos. Además, fue la primera demostración clara de la reversibilidad de las reacciones químicas, porque no sólo el mercurio se combinaba fácilmente con el azufre para formar sulfuro de mercurio (cinabrio), sino que el sulfuro de mercurio, cuando es sometido a calor, se separa en sus dos elementos constituyentes; de esta manera se proporcionaba una indicación importante de que la materia no podía crearse ni destruirse.

No se trata de un experimento difícil. Pude extraer fácilmente el mercurio de un termómetro antiguo, ponerlo en un crisol, mezclar una cantidad apropiada de azufre, cubrirlo y calentarlo hasta que empezó a aparecer el rico color bermellón del sulfuro de mercurio. Pude calentarlo de nuevo con el fin de separar estos dos elementos constituyentes, obteniendo por destilación el mercurio a medida que el azufre desaparecía por combustión. Pero, aunque soy escéptico en relación a los riesgos que se indica que tienen los muchos experimentos químicos que en la actualidad nos disuaden para que no los hagamos en casa, ahora era consciente (aunque no lo fui cuando solía obtener mi mercurio tostando pilas agotadas) de que el vapor de mercurio es algo profundamente desagradable.



Santo Tomás de Aquino. (Reproducido con la amable autorización de los síndicos de la Biblioteca de la Universidad de Cambridge de *The Mirror of Alchemy*, de Roberts, pág. 34.)

Me decido a contemplar el experimento a una cierta distancia con ayuda de Marcos Martín-Torres, en el University College de Londres. Marcos se ha labrado una carrera académica en la intersección de la arqueología y la ciencia de materiales que le proporciona un pretexto maravilloso para volver a realizar los experimentos de los alquimistas en interés de la precisión histórica. Sin embargo, cuando se trata de repetir el experimento del mercurio y el azufre, incluso a él se le prohíbe hacerlo en los laboratorios de su institución y se le obliga a brillar por su ausencia en un campo secreto oculto en los suburbios.



Experimento de mercurio-azufre. (Nicolas Thomas, INRAP – Universidad de París I Panteón-Sorbona.)

El recipiente de reacción es un aludel (un término árabe, como tantos en química) de arcilla, que es una especie de crisol grande con una tapa alta y puntiaguda como el sombrero de una bruja en la que los vapores pueden mezclarse y enfriarse. El dispositivo tiene el tamaño y la forma aproximados de un huevo de avestruz. Un pequeño orificio en la parte superior impide que en el interior del contenedor aumente la presión y cause una explosión. Marcos y un colega, Nicolas Thomas, de la Universidad de París I Panteón-Sorbona, esparcen el cinabrio que han traído en el fondo del aludel, lo cubren con el sombrero y lo cierran, sellándolo con arcilla húmeda. Después construyen un pequeño horno de ladrillos y arcilla, lo llenan con carbón de leña y lo encienden. Cuando juzgan que ya está lo bastante caliente para descomponer el cinabrio, pero no demasiado caliente para que el mercurio se escape en forma de vapor, colocan el aludel en el horno. Provistos de aparatos de respiración, se agazapan en el borde del campo, observando detenidamente el aludel mientras el calor rojo del fuego empieza a calentarlo. Aliviados al ver que no se ha resquebrajado, pronto observan pequeñas perlas de mercurio que se han condensado alrededor del agujero del respiradero. Esta es la señal de que ha ocurrido la reacción. Dejan que el recipiente se enfríe y después rompen el sello y lo abren. Sobre su pared interior se ha instalado un firmamento de minúsculos glóbulos brillantes. Al recolectar el mercurio, añadir azufre y calentando otra vez, recuperan el cinabrio,

una masa amarilla y anaranjada, en parte sólida, en parte fundida, que a cualquier observador le parecerá un pastel de melaza horneado al vapor, pero que huele a mil demonios.

SEGUNDA PARTE

FUEGO

La circunnavegación del *Sulphur*

El oro y la plata, el hierro y el cobre aparecen muchísimas veces en la Biblia debido a su valor monetario o utilitario. El plomo y el estaño se mencionan de pasada. Éstos son seis de los diez elementos conocidos desde la antigüedad. Otro elemento adicional tiene un valor simbólico de un tipo completamente diferente, y éste es el azufre, o alcrebite, como se conoce universalmente en las traducciones inglesas de la Biblia.*

El azufre es mencionado catorce veces en total, y ninguna de ellas es elogiosa. Su misma aparición viene acompañada por escenas de castigo y destrucción, o al menos por la amenaza de gran violencia. En el Génesis, las ciudades depravadas de Sodoma y Gomorra son destruidas cuando «hizo Yavé llover sobre [ellas] azufre y fuego de Yavé, desde el cielo». Seis de las referencias aparecen en los capítulos centrales del libro de la Revelación** de Jesucristo que se le dio al apóstol San Juan, y corresponden a la Gran Tribulación, el Retorno del Rey, el Milenio y el Juicio Final. El azufre empieza a fluir una vez se han abierto los siete sellos y han sonado seis de las siete trompetas, y apenas disminuye hasta que, 200 versos después, se revela la Nueva Jerusalén.

En el capítulo nueve de la Revelación, Juan ve como un tercio de la humanidad es muerta por un ejército de «dos miríadas de miríadas» de hombres a caballo. Los jinetes

... tenían corazas color de fuego, y de jacinto, y de azufre; y las cabezas de los caballos eran como cabezas de leones, y de su boca salía fuego y humo, y azufre. Con las tres plagas perecieron la tercera parte de los hombres, es a saber, por el fuego, y por el humo, y por el azufre que salía de su boca.

A continuación suena la séptima trompeta, proclamando el reino de Dios en el cielo. Bestias satánicas yerguen sus múltiples cabezas, y un ángel advierte que quien adore a la bestia «beberá del vino del furor de Dios, que ha sido derramado sin mezcla en la copa de su ira, y será atormentado con el fuego y el azufre delante de los santos ángeles y delante del Cordero».

Babilonia cae, el cielo se regocija y Cristo aparece sobre un caballo blanco. En la batalla de Armagedón que sigue, el Diablo y sus cómplices son «arrojados en el estanque de fuego y azufre». Finalmente, Juan oye a Dios dictar sentencia sobre el resto de la gente que rechaza Su palabra: «Los cobardes, los infieles, los abominables, los homicidas, los fornicadores, los hechiceros, los idólatras y todos los embusteros tendrán su parte en el estanque, que arde con fuego y azufre, que es la segunda muerte».

Dios, o Juan, muestran tan poca imaginación en las formas de castigo administrado durante los últimos días que hemos de considerar que el fuego y el azufre tienen un particular significado ritual. El hecho de que el fuego del infierno siempre esté acompañado de azufre, y de que el azufre no esté nunca presente sin fuego, indica no sólo que el azufre es inflamable, sino también que hay algo especialmente horrible acerca de su llama. Milton era bien consciente de estas propiedades, que son cruciales a la hora de establecer la escena inicial de *El paraíso perdido*, en la que encontramos al Diablo expulsado del cielo en

Un calabozo horrible, rodeado por todas partes
Como un gran horno encendido, pero de estas llamas
No surge luz, sino más bien oscuridad visible
Que sólo sirve para descubrir visiones de aflicción,
Regiones de pesar, sombras lúgubres, en las que la paz
Y el reposo no morarán jamás, donde nunca llega la esperanza
Que a todos llega; pero tormentos sin fin
Todavía incita, y un terrible Diluvio, alimentado
Con azufre que arde sin cesar y sin consumirse.*

Porque el azufre quema no como una vela, sino con una llama pequeña y azul que apenas es luminosa: «oscuridad visible», ciertamente. No se consume rápidamente como un fuego de leña, de modo que es fácil imaginar que la llama «arde sin cesar», en especial si el azufre encendido se encuentra, como a veces ocurre en la naturaleza, en un filón que se extiende sin fin y de forma invisible hacia el interior de la tierra.

¿Podría ser realmente este espantoso material el mismo que el azufre que una vez vi amontonado en los muelles de Galveston, en Texas? Lingotes de color amarillo limón de la sustancia, cada uno de ellos del tamaño de un camión portacontenedores, estaban colocados formando varios pisos y varias filas, y su color alegre hacía que parecieran más una pieza insólitamente exitosa de arte público que una mercancía industrial vital a la espera de su embarque. La

sustancia era la forma del elemento purificado por sublimación (es decir, mediante condensación del sólido directamente a partir del vapor), que se conoce con el pintoresco nombre de azufre flor o flor de azufre, y al calor del sol primaveral, las ideas de fuego del infierno y de castigo eterno quedaban muy lejos.

El azufre elemental es bastante insulso; su alter ego desagradable sólo se despierta cuando experimenta un cambio químico. La reacción más simple es la combustión, que produce el dióxido de azufre, un gas corrosivo, decolorante y asfixiante. Su efecto es purificador a la vez que abrasador, algo que nos obliga a empezar a diferenciar entre el simple fuego, que es destructivo y el alcrebite bíblico, cuyo hedor al arder puede ser asimismo purgativo: quizá mediante la acción del azufre incluso Satanás podría redimirse en su aspecto inicial como Lucifer, el ángel que cayó del cielo. En la antigüedad, el azufre se usaba ampliamente como desinfectante y para fines rituales relacionados. Cuando Odiseo retorna a Ítaca y mata a los pretendientes que han estado importunando a su esposa, Penélope, ordena a la nodriza que «traiga algo de azufre para limpiar la contaminación, y haga un fuego para que yo pueda purificar la casa». El azufre todavía se vende en la actualidad con este propósito, pero sugiero al lector que lo use en el invernadero en lugar de para disipar la atención personal no deseada. Hasta el siglo xx se utilizaban fuegos de azufre para combatir el cólera, y se tomaba azufre por vía interna para enfermedades digestivas y otras. La Sra. Squeers tiene «mañanas de alcrebite y melaza» en Dotheboys Hall, en *Nicholas Nickleby*, de Dickens; esta inmundicia es administrada, según explica ella misma, «en parte debido a que si no se les diera una cosa u otra a modo de medicina siempre estarían enfermos y causando un montón de problemas, y en parte porque echa a perder su apetito y resulta más barato que el desayuno y la cena».

La combustión es una forma de oxidación rápida, la combinación química de una sustancia con el oxígeno, mientras que lo que ocurre en el estómago es el proceso opuesto, conocido como reducción, que se realiza por la acción de bacterias. La reducción más simple del azufre produce otro gas hediondo, el sulfuro de hidrógeno. Entre ellos, estos dos procesos químicos básicos explican una extensa gama de la química del azufre que es esencial para la vida. El puñado de compuestos nocivos que así se producen confieren sin duda al elemento su mala reputación, pero dicha reputación no existiría si dichos compuestos no se hallaran conectados en un ciclo con otros responsables de

sensaciones más placenteras. Por ejemplo, los diversos olores acres de las aliáceas surgen de esta química, y cada una de sus especies, como la cebolla, el ajo, el puerro y el cebollino, contiene un compuesto de azufre distinto en cantidades minúsculas. Durante la cocción, estos compuestos se convierten en sustancias mucho más dulces que el azúcar, relacionadas con las que se utilizan en los edulcorantes artificiales. En cambio, en la familia de los repollos* la cocción convierte gradualmente los compuestos que contienen azufre en formas más malolientes, que es una de las cosas que hace que las coles de Bruselas excesivamente cocidas sean tan poco apetitosas. Los compuestos de azufre que se liberan cuando digerimos nuestra comida salen del cuerpo en forma de excremento y especialmente, puesto que muchos de ellos son volátiles, como flatos y mal aliento. Uno de ellos, el metil mercaptán, del que se asegura que es la molécula más hedionda del mundo, se añade al gas natural, que es inodoro, para que podamos notar los eventuales escapes. Aunque el azufre se halla presente únicamente en pequeñísimas cantidades, sus olores desagradables y su asociación con las funciones corporales son suficientes para explicar su reputación cultural diabólica entre los elementos.

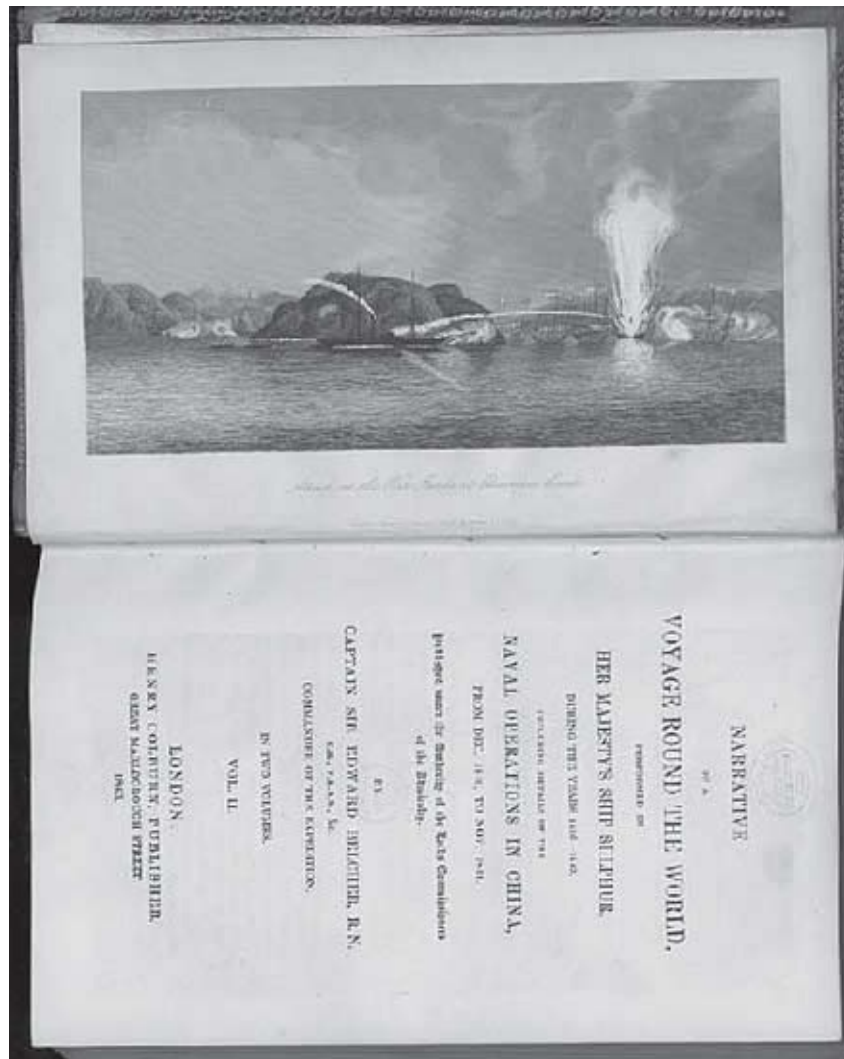
El azufre que vi en el muelle de Galveston era un subproducto de la industria petroquímica local. Me hizo pensar en las fumarolas situadas bajo el golfo de México, donde bacterias marinas especializadas sintetizan azufre amarillo puro a partir de los gases liberados por las entrañas (por una vez, el cliché es adecuado) de la Tierra. Yo sabía, desde luego, que el elemento se recuperaba en realidad del sulfuro de hidrógeno del gas natural que llega a la costa desde las plataformas petrolíferas, pero en ambos casos el gas es en definitiva el producto de la descomposición de plantas paleozoicas. Incluso el «olor del mar», se ha descubierto recientemente, se debe a un gas sulfuroso, esta vez el dimetil sulfuro, liberado por microbios que viven en las aguas superficiales.

El olor del mar debió atraer a los marineros que se embarcaron en Plymouth la Nochebuena de 1835 al inicio de lo que iba a ser una circunnavegación del globo que duraría siete años, con el objetivo de cartografiar los océanos y de recolectar especímenes científicos. Su barco era el HMS *Sulphur*.**

La expedición era parecida en su propósito al del HMS *Beagle*, que entonces se hallaba en la última bordada de su propio y largo viaje, y que estaba a punto de desembarcar su peligroso cargamento de Charles Darwin y todos sus

especímenes y nuevas ideas. Aquella expedición se detalla en los dos volúmenes de *Narrative of a Voyage Round the World, performed in Her Majesty's Ship Sulphur, during the years 1836-1842, including details of the Naval Operations in China, from Dec. 1840, to Nov. 1841*, escritos por el capitán del buque, Edward Belcher. El cirujano a bordo, Richard Brinsley Hinds, fue autor de tres volúmenes compañeros que describían los mamíferos, los moluscos y la flora que vieron durante el viaje.

El *Sulphur* de Belcher, un barco mortero de diez cañones, era el tercero de tres buques de la Royal Navy de este nombre. El primero de ellos ya llevaba este curioso nombre cuando la armada lo compró a sus propietarios americanos en 1778. He sido incapaz de descubrir una razón específica para su bautismo químico. Supongo que simplemente se consideró como una señal adecuada de beligerancia puesto que el segundo HMS *Sulphur*, adquirido en 1797, tomó parte en la batalla de Copenhague junto a buques hermanos que llevaban los nombres de *Volcano*, *Explosion* y *Terror*. Al igual que el segundo, el tercer *Sulphur* estaba equipado con morteros que podían lanzar cápsulas explosivas o «bombas» hacia delante desde la proa en lugar de simplemente disparar cañones desde las amuras. Esta capacidad iba a ser utilizada cuando el buque fue apartado de su misión científica y participó en el conflicto militar con China durante la primera Guerra del Opio.



HMS Sulphur. (Reproducido con la amable autorización de los síndicos de la Biblioteca de la Universidad de Cambridge de *Narrative of a Voyage Round the World*, de Belcher, frontispicio y portada.)

Su ruta llevó al *Sulphur*, después de pasar por Tenerife y las islas de Cabo Verde, alrededor del cabo de Hornos y remontando la costa sudamericana hasta Panamá, desde donde realizó tres extensas giras de inspección del Pacífico Norte y Sur, sondeando las profundidades y escudriñando los horizontes en busca de islas desconocidas, antes de pasar hacia el oeste a través de las islas del Pacífico y los estrechos de Malaca y Madagascar y alrededor del cabo de Buena Esperanza en su camino a casa. La tarea principal era trabajo de medición, para el cual el buque estaba equipado de cronómetros, tanto «de bolsillo» como «pesados», y cohetes que podían lanzarse para proporcionar señales de tiempo. Comparar las lecturas de los cronómetros en dos estaciones en tierra en el

momento en que se ve la llamarada del cohete permite calcular la distancia entre las mismas. Mientras la tripulación tomaba sus lecturas en la isla de Gorgona, frente a la costa colombiana, algunos cohetes defectuosos estallaron al nivel del suelo. Pero, por suerte, había suficiente pólvora para intentarlo de nuevo. Se improvisó con éxito una segunda señal, halando algunos sacos de pólvora a la cima de un árbol alto y haciéndolos estallar allí.

En la bahía de Nootka, en la Columbia Británica, los «indios» rodearon el *Sulphur* con sus canoas y querían trocar pescado y pieles. Parecía adecuado ofrecer algún tipo de entretenimiento, de modo que el capitán Belcher bajó a tierra al atardecer, para divertirse, con «una linterna mágica y una provisión de fuegos de artificio». El espectáculo de la linterna resultó encantador, pero el miedo que generaron los fuegos de artificio fue tal que «varias mujeres me agarraron de las dos manos».

Hasta este punto, el viaje del *Sulphur* fue el equivalente de un viaje de turismo de algunos de los puntos calientes del mundo desde el punto de vista de la geología: las islas Canarias, Panamá, las islas Sandwich (Hawái), Alaska. Belcher trepó a la cima de volcanes mexicanos como si fueran los Munros.* A mil quinientos metros de altitud, en el borde de uno de los tres cráteres del volcán Viejo, insertó un termómetro en el suelo y encontró que la temperatura salía de escala. «Me calentó rápidamente hasta un punto desagradable a través de las gruesas botas». En otra ocasión, en Tepitapa, donde el lago de Managua cae en el río Nicaragua, se demoraron junto a un manantial sulfuroso: «Mi termómetro no estaba graduado más allá de los 120o,** por lo tanto sólo puedo decir que en él se podían cocer huevos», informó Belcher. «La cristalización era abundante en las pequeñas piedras a través de las cuales fluía, y algunos especímenes que examiné eran una mezcla de azufre y materia calcárea. El sabor no era desagradable». Ni en esta ocasión ni en otras Belcher cree que merezca la pena señalar la coincidencia con el nombre de su barco.

Mientras tanto, el cirujano Hinds y sus ayudantes científicos observaban o recolectaban buccinos, almejas y conchas de peregrino, lémures y jerbos, loros y martines pescadores, mimosas, euforbias, cactus y robles. El descubrimiento de que el azufre desempeña un papel en la vida vegetal y animal se había hecho una o dos generaciones antes, a partir de investigaciones en el rábano picante y en la bilis de buey. Quizá aquellos hombres eran conscientes de ello, aunque no habrían sabido, por ejemplo, que sus almejas eran alimentadas por bacterias alrededor de surgencias submarinas de azufre. Ni tuvieron la suerte, mientras el

Sulphur atravesaba el estrecho de Malaca, de descubrir el aro gigante de Sumatra, o flor cadáver,* cuya flor enorme se abre una vez cada varios años para liberar un hedor cadavérico que está basado en un cóctel de dimetil polisulfuros.

Pero les esperaban más aventuras sulfurosas. En Singapur, Belcher recibió órdenes del Almirantazgo para que se dirigiera al instante a Cantón para tomar parte en operaciones navales contra los chinos. La primera Guerra del Opio había estallado en 1839, cuando Gran Bretaña capturó Hong Kong en un intento de obligar a la China a abrirse al comercio. El botánico a bordo del *Sulphur* se excusó y se fue para volver a Kew, «considerando que se hallaba fuera de su esfera en nuestra campaña de prospección». El 7 de enero de 1841, el *Sulphur* tomó su posición en las defensas exteriores del río Canton y empezó a bombardear al enemigo, «enviando al Chuenpi inferior una dosis de metralla y de botes de esquirlas». Después atacaron los juncos. Un cohete dio de lleno en el polvorín del barco más cercano al buque insignia chino «y estalló con gran estilo». Los ingleses aumentaron su éxito al capturar un fuerte importante, pero descubrieron que el enemigo se había llevado los cañones durante la noche. «Fácilmente hubiéramos podido tener una gran “llamarada”, porque en las líneas se había esparcido pólvora en profusión».

A su retorno a Spithead, la tripulación superviviente del *Sulphur* se enteró con alegría de que habían conseguido una bonificación en función de un proyecto aprobado durante su ausencia para compensarlos por la larga duración de su viaje. A Edward Belcher le fue concedido el título de Sir. Cuando Richard Hind abrió sus cajas descubrió que muchos de sus especímenes habían sido «reducidos a polvo» por los insectos, y después se enteró de que 200 especies de plantas laboriosamente recolectadas en California y las islas del Pacífico «ya habían sido descritas».

Lo que la circunnavegación del HMS *Sulphur* demostró sin proponérselo fue la presencia ubicua y la utilidad diaria del elemento del que recibió su nombre. Su tripulación prestó atención a sus frecuentes erupciones surgidas de la tierra, y las puso al servicio de la ciencia, la juerga y la guerra. El barco volvió a un país en el que el inventor Thomas Hancock acababa de obtener una patente para el uso del azufre en la vulcanización del caucho, y en el que los terrores del alcrebite del Libro de la Revelación se habían suavizado lo bastante para que el nombre de Lucifer pudiera ser tolerado como una marca de cerillas.

Pipí para el fósforo

Mucho antes de que el fósforo fuera descubierto por la ciencia, ya existía Fósforo, gentil anunciador de la aurora:

¡Dulce Fósforo, trae el día!
La luz compensará
Los males de la noche;
¡Dulce Fósforo, trae el día!*

Así escribía Francis Quarles en su *Emblems Divine and Moral* de 1635, en una evocación típica de la estrella matutina que los griegos conocían como *Phosphoros* y que se latinizó como *Phosphorus*. Ahora sabemos que la estrella matutina (y ciertamente también se sabía entonces, aunque la fantasía poética favorecía la idea de una luz que se autogeneraba) es el planeta Venus, que siempre se ve en el cielo cerca del Sol, y que refleja su luz de forma brillante, y así nos parece que anuncia el nuevo día. El mismo planeta realiza una función doble como la estrella vespertina Héspero, que capta la luz del sol que acaba de ponerse, y a la que los poetas, que por naturaleza se levantan tarde, se refieren con mayor frecuencia que a Fósforo.

Tan útiles eran estos compañeros luminosos del alba y el ocaso que continuaron obteniendo empleo lírico mucho después de que la ciencia hubiera demostrado que los nombres se aplicaban equivocadamente. El Fósforo poético no se hallaba todavía en su cenit cuando un tal Hennig Brand, de Hamburgo, tomó su nombre para el nuevo elemento que había descubierto, probablemente en 1669. Pero lentamente los poetas empezaron a asimilar el significado adicional. En el siglo XIX, por ejemplo, «In Memoriam» de Tennyson invoca todavía a Fósforo para indicar la hora del día, tal como hace Keats en la cima del Ben Nevis. Pero en su poema «Lamia», Keats se ve atraído por la idea de que este resplandor natural podría ser captado por el hombre (en realidad, y literalmente, enjaulado) cuando describe un portal «En el que pende una lámpara de plata, cuyo resplandor de fósforo / Se reflejaba en los peldaños de losas debajo, / Apacible como una estrella en el agua».* Esta imagen corresponde a su

vez a relatos de «lámparas perpetuas», que presumiblemente se basaban en materiales fosforescentes, que parece ser que usaron los primeros cristianos, como San Agustín.

La idea de una sustancia que brilla con luz que no parece ser fuego es convincente, y el fósforo elemental brilla realmente en la oscuridad. La luz procede de la combustión de óxidos de corta vida que se crean en su superficie cuando se halla expuesto al aire, algo que no se confirmó hasta 1974, 300 años después de que Brand observara la fantasmagórica luz. Pero no todo lo que tendemos a describir como fosforescente debe realmente su brillo al fósforo. La fosforescencia marina (que se observa de noche en aguas cálidas cuando el mar luce con un color blanco lechoso como el negativo de una fotografía) se produce cuando determinadas enzimas desencadenan reacciones químicas en bacterias** bioluminiscentes y no implica al fósforo. Una química similar se observa en otros organismos luminiscentes, desde luciérnagas a hongos de miel.***

Sin embargo, el fósforo está implicado en algunos sucesos igualmente peculiares. Por ejemplo, se dice que los arenques emiten luz mientras se pudren. Intrigado por esta afirmación improbable, compré algunos arenques y dejé a uno que se pudriera en el garaje, donde el olor de amoníaco no sería demasiado opresivo. Dos noches después, me desplazé a tientas hacia donde había puesto el pescado. Al principio, no vi nada. Pero a medida que mis ojos se acostumbraban a la negrura, me sorprendió detectar el más tenue de los resplandores con la forma de torpedo del arenque; la parte más brillante era la de la cabeza. En *Los anillos de Saturno*,* W. G. Sebald dice que «este resplandor del arenque muerto» sigue sin explicarse. Pero la química es directa. Junto al amoníaco se genera una cantidad más pequeña de su análogo del fósforo, la fosfina, y un compuesto relacionado, la difosfina, que es combustible espontáneamente. La lenta llama de este gas, que quema a medida que surge del cadáver del pescado, es lo que produce la luz. Se ha propuesto la misma reacción para explicar los relatos de combustión humana espontánea. De forma memorable, en *La casa lúgubre*,** Charles Dickens hace que el trapero Krook halle su fin de esta manera. Su huésped lo encuentra como «una cosa negra y encogida» que ha padecido una muerte «engendrada en los humores corrompidos del propio cuerpo depravado». Dickens revela que había leído acerca de la combustión espontánea humana cuando cita un cierto número de casos «verdaderos» en su relato de la investigación sobre la muerte de Krook. Cuando el episodio apareció por primera vez en forma seriada, Dickens fue criticado por el filósofo George

Henry Lewes y otros por dar crédito a ideas pseudocientíficas. Pero defendió obstinadamente su posición en el prefacio de la novela publicada, añadiendo una referencia a otro caso del que se había informado recientemente. Todavía surgen, de vez en cuando, relatos enigmáticos de combustión espontánea humana, aunque los testigos directos suelen ser escasos. El fósforo liberado por el cuerpo no se ha eliminado como una posible fuente de ignición.

Hennig Brand era un alquimista que había hecho un buen matrimonio, y con la indulgencia de su esposa pudo mantener un laboratorio en la Michaelisplatz, a la sombra de la iglesia de St. Michaelis, recién terminada, en la parte nueva del próspero puerto hanseático de Hamburgo. Era un ciudadano probo, aunque algo pomposo, lo que le había valido el apodo de Dr. Teutónico, aunque ahora su nombre real parece más apropiado que cualquier otro alternativo: *Brand* significa fuego en alemán. Creía, de conformidad con la ortodoxia alquímica, que podría haber una conexión divina entre el oro que buscaba y este líquido dorado abundante, la orina humana. Esto lo llevó a recolectar y evaporar una gran cantidad de orina, y después a destilar el residuo. Advirtió que el vapor que se desprendía tenía un brillo fantasmagórico, y que el material céreo y blanco que se condensaba a partir de éste poseía la misma luz interior. También se encendía cuando escapaba de la retorta y entraba en contacto con el aire. Se sorprendió al encontrar que la luz no dependía del calor del experimento, sino que parecía ser una propiedad intrínseca de la sustancia misteriosa. Brand se dio cuenta de que ahora se encontraba en posesión de algo muy notable, una luz milagrosa que surgía de la sustancia de nuestro propio cuerpo. Quizá fuera la misma piedra filosofal. Por lo menos, había de ser una señal. Al ser un alquimista diligente, pasó los años siguientes en un intento fútil de convertir su hallazgo en oro. Otros pretendieron sacar provecho del éxito de Brand, pero el filósofo Gottfried Leibniz, entonces al servicio del duque Johann Friedrich de Hannover, protegió al alquimista y preparó contratos para él, por los que pudo al final obtener algo de oro por sus esfuerzos.

El experimento de Brand (el primer esfuerzo científico documentado que condujo al descubrimiento de un nuevo elemento, aunque en la época no fue apreciado como tal) parecía el tipo de cosa que yo tendría que poder reproducir en casa. Podría fabricar mi propio fósforo a partir de mi propia orina.

Pero, primero, si es que había de tener alguna probabilidad de éxito, necesitaría una receta más precisa. ¿Dónde iba a encontrarla? Brand no publicó su trabajo, manteniéndolo al principio en secreto y sólo ocasionalmente soltando detalles cruciales a cambio de algunos táleros. Con estas escasas pistas, los rivales de Brand fueron incapaces de repetir sus logros durante algunos años. En las raras ocasiones en que alguien lo consiguió, también tomó medidas para conservar el misterio: era natural que aumentara el interés de la gente para desvelar un espécimen fulgurante de la milagrosa sustancia si se mantenía el silencio acerca de cómo se había producido.

Hay muchas pinturas de los científicos famosos asociados con el descubrimiento de los elementos; el principal de ellos es el suntuoso retrato que Jacques-Louis David hizo del gran modernizador de la química, Antoine Lavoisier, y su esposa; pero hay muy pocos que los muestren trabajando, o que muestren el momento del descubrimiento. Sin embargo, el descubrimiento del fósforo es una excepción. Hay de él un cuadro maravilloso pintado por Joseph Wright. Lleva un título graciosamente revelador: *El alquimista, en busca de la piedra filosofal, descubre el fósforo, y reza para la conclusión exitosa de su operación, como era la costumbre de los antiguos astrólogos químicos*.

Fui a ver el cuadro en la galería de arte municipal de Derby, donde Wright nació y trabajó durante la mayor parte de su vida. Había en el cuadro muchas cosas para extrañarse. ¿Por qué el «alquimista», Brand, viste ropajes monacales y trabaja en una estancia gótica abovedada si éste es el año 1669? La escena parece más el plató para una película de Frankenstein que un laboratorio adecuado. Tales anacronismos son probablemente deliberados, como veremos. Sin embargo, por el momento necesito centrarme en el experimento en marcha. Wright muestra a Brand arrodillado, con las manos extendidas, estupefacto, ante una redoma de vidrio que resplandece radiante, colocada sobre un taburete de tres pies. Junto a éste hay un cañón de chimenea de ladrillo enlucido, que se yergue en la habitación, alimentado por un hogar que no se ve. Un tubo va desde la parte superior del cañón de chimenea hasta la redoma, y algún material luminoso va cayendo desde este tubo a la redoma. Es evidente que a ésta no se le aplica calor, y que se ha hecho todo lo posible por excluir el aire del aparato, porque la unión entre el tubo y la redoma se ha sellado cuidadosamente con arcilla. Ambos detalles destacan que hay que considerar la luz generada como una maravilla natural y no como un juego de manos por parte del alquimista.



El alquimista, de Joseph Wright, 1771. (Copyright © Derby Museum and Art Gallery.)

Desde luego, la imagen fantástica de Wright no podía tomarse como una prueba fidedigna, pero parecía alentadora. La disposición era sencilla y brutal, lo que iba a hacer que me fuera más fácil replicar el experimento. Y ahora sabía qué es lo que debía esperar para ver si funcionaba. Pero los materiales iniciales ocultos dentro del horno seguían siendo tan misteriosos como siempre. ¿Cómo se pasaba de la orina líquida a algo que se pudiera poner en un horno?

Afortunadamente, puesto que Brand y sus competidores patullaron por las cortes de Europa con especímenes de la *noctiluca*, o «luz nocturna», encerrados en sus bolsillos, algunos de los principales científicos de la época estaban allí para tomar notas y realizar sus propias investigaciones, a partir de las cuales

empezaron a aparecer recetas más coherentes. Una de las más claras se encuentra en los papeles de Robert Hooke, uno de los miembros originales de la Royal Society, publicados veintitrés años después de su muerte, en 1726:

Tómese una cantidad de orina (para un experimento no menos de 50 o 60 baldes llenos); déjese en infusión en una o más cubas, o un tonel grande de madera de roble, hasta que se pudra y críe gusanos, lo que hará en 14 o 15 días. Después, en una marmita grande, póngase a hervir parte de ella sobre un fuego vivo y, a medida que se consuma y se evapore, viértase más, y así sucesivamente hasta que, al final toda la cantidad se halle reducida a una pasta, o más bien un carbón o costra, que es el aspecto que tendrá; y esto puede hacerse en dos o tres días, si el fuego se cuida bien, o de lo contrario puede tomar una quincena o más. Tómese después la mencionada pasta, o carbón; pulverícese, y añádase a ella algo de agua limpia, unos quince dedos de altura, o cuatro veces la altura del polvo; y hiérvasse todo junto durante un cuarto de hora. Después fíltrese el licor y todo lo demás a través de un paño de lana; lo que quede retenido puede tirarse, pero el licor que pase ha de tomarse y hervirse hasta que se convierta en una sal, lo que ocurrirá en pocas horas.³⁸

Después de esto, se trataba sencillamente de añadir algo de *Caput Mortuum** (o «cabeza muerta», que, aparentemente, «se puede encontrar en cualquier boticario») a la sal y empapar la mezcla resultante en alcohol «hasta que se convierta en una especie de papilla»:

Después, evapórese todo en arena caliente, y quedará una sal roja, o rojiza. Tómese dicha sal, póngasela dentro de una retorta y, durante la primera hora, empiécese con un fuego pequeño; auméntese ésta a la hora siguiente, más a la tercera y todavía más a la cuarta; y después continúese, con el fuego tan fuerte como se pueda durante 24 horas. A veces, por la fuerza del fuego, 12 horas bastan; porque cuando se ve el recipiente blanco, y luciendo con fuego, y ya no hay más destellos, o, por así decirlo, soplos de viento que proceden de vez en cuando de la retorta, entonces el trabajo ha concluido. Y se puede, con ayuda de una pluma, recolectar el fuego, o rascarlo con un cuchillo, al que se pega.

El fuego se conserva mejor en un frasco de plomo, cerrado y aislado del aire. Pero para verlo, hay que ponerlo en un vidrio, en agua, donde brillará en la oscuridad...³⁹

Esto empezaba a sonar épico. Cincuenta o sesenta baldes de orina era una cantidad enorme para empezar. ¿Cuánto me tomaría producir tanta? En realidad, descubrí, podría tomar algún atajo y tener la suerte de replicar el experimento a una escala menor. Un balde de orina (alrededor de tres días de esfuerzo) debía contener unos cuatro gramos de fósforo. Esto, sólo con que pudiera separarlo, tendría que ser más que suficiente para encender «el fuego».

La primera cuestión era qué orina recolectar. Las guías de salud siempre dicen que ha que tener «el color de la paja», como si todo el mundo estuviera íntimamente familiarizado con el color de la paja. ¿Debería tomar esta emanación típicamente *sauvignon blanc*? Decidí que sería mejor usar el

*chardonnay** mantenido en roble de la primera meada de la mañana. Creo que es más probable que éste sea rico en sustancias disueltas. Reúno cuatro litros y dejo que se evaporen en un recipiente abierto que pongo en el jardín. Al principio apesta, pero gradualmente el hedor asqueroso se dispersa, y el licor se vuelve de un rico color pardo de cerveza amarga. Me siento aliviado al ver que no muestra ninguna señal de criar gusanos, no sólo porque no tengo ningún deseo especial de sacarlos del concentrado en putrefacción sino porque ello implica que mi muestra no está contaminada con materia orgánica descarriada, y que por lo tanto puedo omitir algunos de los estadios purificadores repetitivos que en el siglo XVII se estimaron necesarios. Después de varias semanas cociéndose al sol, todo el líquido se ha evaporado, y me quedan veintidós gramos de un residuo cristalino casi inodoro del color del aserrín. Éste, espero, es la sal rojiza observada por Hooke.

Ahora estoy preparado para empezar el largo proceso de cocer. Para ello necesito algún aparato de laboratorio y consejos más profesionales. Consigo la ayuda de Andrew Szydlo, uno de mis antiguos profesores de química. Andrew es hombre de muchos talentos, y lo recuerdo siempre dispuesto a fustigar su violín gitano en medio de la clase, o de transmitir algún fragmento de saber popular sobre apicultura o cuidado del automóvil. Más pertinente todavía, es una autoridad en historia alquímica y autor de un tratado sobre Michael Sendivogius, el alquimista polaco que pudo haber descubierto el oxígeno a principios del siglo XVII y que contribuyó a su uso en una pionera travesía del Támesis por un submarino tripulado por el holandés Cornelis Drebbel en 1621. Andrew habla con una rimbombancia inglesa y una traza de acento polaco, y tiene la costumbre de dar la bienvenida a sus antiguos alumnos como «¡Profesor!». Le entusiasma el intento de replicar el primer aislamiento de un elemento químico, y ha preparado varios ingredientes que pueden resultar útiles en nuestra indagación, del que no es el menor algo de pólvora de la mejor calidad a base de carbón vegetal que ha elaborado a partir de madera de sauce.

Molemos parte de mi residuo de orina en un mortero y lo vertemos en un tubo de ensayo para calentarlo. Dicho tubo está conectado a un aparato que nos permitirá recoger cualquier destilado y probar cualesquiera gases que se desprendan. El material volátil, incluyendo el fósforo que pueda haber, se condensará en un segundo tubo de ensayo, mientras los gases escapan a través de un respiradero. Dirigimos dos mecheros Bunsen a la base del tubo de ensayo cargado, los abrimos para un calor máximo y esperamos. Al principio, sale un

poco de vapor, que es seguido por gruesas ondulaciones espirales de humo que tienen el aspecto y huelen un poco como el tabaco al quemarse. «Muy curioso», dice Andrew a su manera demoníaca. «Es el experimento más extraño, debo decirlo». Este vapor se condensa como un aceite alquitranado pardo muy parecido al que se produce cuando se queman muchas formas de materia orgánica de esta manera controlada. En el respiradero aparecen jirones de un vapor blanco. ¿Podría tratarse de pentóxido de fósforo, el producto ácido de la combustión del fósforo? El papel de tornasol muestra que lamentablemente es alcalino; otro ensayo rápido con ácido clorhídrico confirma que se trata simplemente de amoníaco. Dejamos que el sólido que queda en el tubo de ensayo se enfríe. Ahora tiene un color gris oscuro, de pizarra. Un ensayo de llama (un poco de este sólido aplicado sobre un alambre de platino y colocado sobre una llama caliente azul) revela la luz amarilla característica del sodio y un rojo carmín más tenue debido al calcio. Ahora Andrew me está dando una clase magistral de química analítica, que entremezcla con peroratas contra el estado lamentable de la educación química: que los conserjes de la facultad están siempre intentando eliminar aparatos heterogéneos que consideran que son chatarra; que a los estudiantes apenas se les permite realizar experimentos por sí solos en estos días; o, que si se les deja, que los experimentos deben diseñarse para que produzcan un resultado antes del final de la clase, una limitación que cierra la puerta a cualquier química de cocción lenta como ésta.

¿Es el sodio sólo sal ordinaria (cloruro sódico) o es quizá, como esperamos, una sal de fosfato o fosfito, lo que querría decir que nos estamos acercando a nuestro objetivo? Disolver un poco del residuo gris en agua y añadir una gota de nitrato de plata produce rápidamente un precipitado sucio. Éste se separa en un cieno blanco lechoso (la prueba estándar del cloruro) y un misterioso residuo pardo, que no se disuelve ni en ácido ni en álcali, lo que sugiere que es rico en sustancias inorgánicas. Es aquí, probablemente, donde el fósforo acecha todavía. Decidimos volver a calentar el residuo mezclado con el carbón de leña especial que Andrew ha traído, con el fin de reducir el fosfato o fosfito a fósforo elemental. Molemos juntos los dos materiales (la orina quemada gris y el carbón de sauce negro) y sometemos la mezcla a los mecheros Bunsen. «Ahora le estamos asando los calzoncillos», dice alegremente.

Me sorprende ver que el residuo, que ya ha pasado una hora o más a las mayores temperaturas que podemos producir en el laboratorio de una facultad, empieza a reaccionar de nuevo. Andrew explica que al molerlo con el carbón

vegetal hemos aumentado mucho la superficie de contacto entre los dos materiales, incrementando así las probabilidades de una reacción. Sale más amoníaco, seguido de un gas que quema con una pequeña llama azul cuando se le acerca una cerilla. Ya ha anochecido, y apagamos las luces del laboratorio con el fin de estudiar la llama más detenidamente. ¿Podría ser esto nuestro fósforo? No puede ser, porque produciría un humo blanco y espeso de pentóxido de fósforo. Presumiblemente es monóxido de carbono que quema hasta producir el invisible dióxido de carbono. A medida que la llama se va reduciendo en el laboratorio oscurecido, parece traicionar un tenue borde blanco en sus momentos finales. «Puede que empecemos a obtener algo», me dice Andrew. Limitados ahora por la temperatura (quinientos o seiscientos grados Celsius) que podemos conseguir con los mecheros Bunsen, nos enfrentamos al hecho de que Brand y sus imitadores utilizaron hornos mucho más calientes e hicieron durar el experimento horas o días. Acordamos encontrarnos de nuevo, provistos de tubos de ensayo de cuarzo y de un soplete de oxiacetileno que nos permitirá aumentar el calor.

Esta vez, resulta evidente de inmediato que alcanzamos una temperatura mucho más elevada. La secuencia de observaciones que previamente anotamos a lo largo de una hora o más se repite en cuestión de minutos. Muy pronto, el residuo tostado en el tubo de cuarzo empieza a brillar con una luz blanca deslumbrante. Excitadamente, suponemos que éste puede ser nuestro fósforo, pero el resplandor permanece resueltamente en la punta de la llama turquesa del oxiacetileno, donde el calor es mayor. Si fuera realmente fósforo, fluiría fuera del tubo en un vapor que se condensaría en el segundo tubo, más frío, como en el cuadro de Wright. Parece ser simplemente una incandescencia producida por el calor extremo cuando vaporiza la sustancia misma del tubo de cuarzo. Nos vemos obligados a conceder que, dejando aparte sus delirios, Brand era evidentemente un formidable científico experimental.



Intentando aislar el fósforo. (Fotografía del autor.)

Joseph Wright de Derby pintó *El alquimista* en 1771. Fue una de diversas demostraciones científicas que plasmó en los lienzos: su obra más famosa es probablemente *Experimento con un pájaro en la bomba de aire*, realizado unos años antes, en el que una familia acomodada se agolpa, en varios estados de asombro, horror y compasión alrededor de una cubeta de vidrio de la que el filósofo natural, que mira impávido hacia nosotros desde el centro de la composición, ha evacuado todo el aire, extinguiendo así la vida, o al menos la consciencia temporal, del pájaro que hay dentro.

Wright estaba bien conectado con la Sociedad Lunar de la cercana Birmingham, cuyos miembros, entre ellos James Watt, el inventor de la máquina de vapor, el fisiólogo y poeta Erasmus Darwin y el químico Joseph Priestley, se reunían las noches de luna llena de manera que pudieran ver el camino de vuelta a casa después de las noches de «cena y un poco de risas filosóficas», que a veces incluían también una demostración experimental. Inspirado por el trabajo de Robert Boyle sobre el vacío en la década de 1650, el cuadro parece anticipar asimismo los experimentos de Priestley sobre las propiedades que afectan a la vida de los nuevos gases oxígeno y dióxido de carbono, que se hallaban a

algunas décadas en el futuro... y la luna llena brilla a través de la ventana.* Otros miembros de la sociedad, como los industriales Josiah Wedgwood y Richard Arkwright, compraron su obra. Con dichos cuadros, Wright se hizo un nombre como registrador de la Ilustración científica.

Al igual que *La bomba de aire*, *El alquimista* es historia reimaginada. Pretende mostrar la primera producción de fósforo, que también tuvo lugar más de un siglo antes. Interpretado como una alegoría, el cuadro parece representar la ciencia moderna que emite su luz en la oscuridad de la alquimia, un mensaje que naturalmente caería bien a los protectores de Wright. Sin embargo, la obra no iba dirigida a ellos ni a los espectadores contemporáneos; no se había vendido a la muerte de Wright en 1797. Un astuto análisis por parte de la historiadora del arte y la ciencia Janet Vertesi intenta explicar su «curioso fracaso», y dar cuenta del extraño atavío del protagonista.⁴⁰ El cuadro equilibra tres fuentes de luz: de nuevo la luna nueva fuera, el fósforo radiante que cae dentro de la redoma y, en una mesa de trabajo en segundo plano, la luz mortecina de una lámpara de laboratorio junto a la cual dos ayudantes de laboratorio se ocupan de sus cosas, aparentemente ajenos a la escena milagrosa que se despliega ante ellos. Esta trinidad de luces puede tener un significado religioso, pero también significa una contienda entre la naturaleza (la Luna), la Ilustración (la lámpara de aceite) y una tercera fuerza, más misteriosa y potente. Los estudiosos racionales de la naturaleza (visten ropajes modernos y emplean aparatos modernos, en contraste con su druídico maestro) se afanan a la luz de la lámpara, pero son eclipsados, literalmente, por la luz del descubrimiento *accidental* del ignorante alquimista. Recuérdese el título que Wright escribió detenidamente: *El alquimista, en busca de la piedra filosofal, descubre el fósforo...* En otras palabras, el alquimista, mientras hacía lo que sea que se supone que hacen los alquimistas, efectúa una contribución, genuina e inadvertida, a la ciencia; una contribución, además, que los racionalistas no han podido hacer por sí mismos. ¿Qué tipo de mensaje envió esto a los progresistas e ilustrados de la Sociedad Lunar en los Midlands* ingleses, que se industrializaban rápidamente?

Sin embargo, la ciencia rió en último lugar. Brand y los pocos rivales que finalmente consiguieron repetir su experimento recorrieron las cortes europeas con su precioso cargamento luminoso. En Inglaterra, Carlos II asistió a una demostración, como hicieron Samuel Pepys y sus colegas miembros de la Royal Society. John Evelyn escribió como, mientras cenaba con Pepys en 1685, fueron testigos de «un experimento muy noble», en el que se mezclaron dos líquidos

para producir «diversos soles y estrellas fijas de fuego real, perfectamente globulares, en los lados del vidrio, y que allí quedaron pegados como otras tantas constelaciones, ardiendo de la manera más vehemente».⁴¹ Pero durante mucho tiempo el fósforo siguió siendo poco más que un entretenimiento en las reuniones de la clase alta. Obtenerlo resultaba arduo y era oscuro, y no se estaba en absoluto de acuerdo sobre su estado elemental, y los diccionarios de química lo listaban a veces como no más que una «especie de azufre».

Exactamente 100 años después de que Hennig Brand aislara el fósforo de la orina, los suecos Carl Scheele y Johan Gahn demostraron que era un constituyente principal del hueso. Esta fuente más rica del elemento hizo posible finalmente considerar cómo podía hacerse un uso práctico del mismo. Porque más convincente que una luz misteriosa en la naturaleza es, como observó Keats, una luz que pueda ser captada por el hombre. Para cuando Keats escribía «Lamia», en 1819, las lámparas de fósforo como las que describe eran lo último, al haber encontrado los inventores una manera de evitar la combustión directa del fósforo al diluirlo en un medio inerte adecuado y regular la admisión de aire. De esta manera, pudieron obtener una lámpara que podía emitir un resplandor uniforme según demanda a lo largo de un período de semanas. El descubrimiento y la aplicación del fósforo llegó en el momento oportuno para que el elemento se convirtiera en un símbolo de la dominación de la naturaleza, del progreso y, literalmente, de la iluminación.*

Los ingleses devolvieron el regalo químico de Hamburgo al mundo con un interés acrecentado durante la última semana de julio de 1943. En incursiones nocturnas, cientos de aviones dejaron caer sobre la ciudad 1.900 toneladas de bombas incendiarias de fósforo blanco, como culminación de una estrategia de «bombardeo moral» autorizada en 1941 por el primer ministro, Winston Churchill, y por Arthur Harris, el jefe del Mando de Bombardeo de la Real Fuerza Aérea, que pretendía dirigir el asalto aéreo sobre aquellas localidades que con mayor probabilidad debilitaran el espíritu del enemigo. De forma creciente, la manera en que se realizaban los bombardeos se convirtió asimismo en un factor, de modo que en el verano de 1943 el objetivo de los Aliados era destruir ciudades no sólo de importancia histórica e industrial, sino también las densamente pobladas con obreros clave, y utilizar medios diseñados

específicamente para aterrorizar a los alemanes y obligarlos a someterse. Esto condujo a un énfasis sin precedentes en las bombas incendiarias, y especialmente en el fósforo.

El 27 de julio, la tercera noche del ataque, el bombardeo incendiario se combinó con el tiempo cálido y apacible para producir una tormenta de fuego, un fenómeno en el que la intensidad de la conflagración absorbe aire procedente de todas direcciones, de manera que alimenta las llamas y crea un torbellino de fuego ferozmente caliente. En palabras de un análisis reciente realizado por un historiador alemán:

La combinación del clima, la proporción de bombas incendiarias, las defensas inoperantes y la estructura de los bloques de pisos de la ciudad creó lo que el nombre en clave que había dado Harris, «Gomorra», predecía. Al igual que Abraham en el Génesis, 19:28, Harris contemplaba la ciudad pecadora y «vio que salía de la tierra una humareda, como humareda de horno». Derritió de cuarenta mil a cincuenta mil personas.⁴²



El bombardeo de Hamburgo con bombas incendiarias. (Imperial War Museum IWM C 3677.)

Muchas otras se asfixiaron cuando el torrente ascendente de las llamas simplemente succionó el aire de sus refugios subterráneos. Aunque la ciudad antigua sobrevivió, los incendios devastaron gran parte del resto de Hamburg-Mitte, el distrito central en el que Brand había aislado por primera vez el fósforo casi 300 años antes. Se destruyeron más de un cuarto de millón de casas, junto con fábricas, barcos y los importantísimos muelles de los *U-boat*.^{*} Cincuenta y ocho iglesias quedaron reducidas a escombros, pero aunque su vecindario resultó muy dañado, la iglesia de St Michaelis sobrevivió durante otro año, hasta que

fue gravemente afectada en una incursión de bombardeo americana. Aquel otoño, los árboles de Hamburgo volvieron a florecer como si hubiera sido primavera.

«No es probable que dejar caer bombas de fósforo sobre las casas de civiles inocentes vuelva a ocurrir nunca», explica John Emsley,⁴³ al tiempo que explica que, no obstante, el elemento está destinado a seguir formando parte de nuestro armamento moderno debido a su enorme versatilidad: usado para iluminar blancos, para crear cortinas de humo o para encender y desbrozar vegetación. Pero, mientras estoy escribiendo, en enero de 2009, Israel ha admitido que empleó fósforo blanco durante su ofensiva en Gaza. Primero disparos israelíes alcanzaron una escuela de las Naciones Unidas, y una semana después, funcionarios de la Agencia de las Naciones Unidas para los Refugiados de Palestina en Oriente Próximo informaron de que sus instalaciones en la ciudad de Gaza habían sido incendiadas por bombas de fósforo. En este conflicto, como en otros desde la primera guerra mundial, se considera que el fósforo es un agente de guerra legítimo, pero su uso se limita por convención al campo de batalla abierto, y no se permite su empleo contra poblaciones civiles. En Gaza, resultó que el «campo de batalla» estaba densamente poblado: la cortina de humo que el fósforo produce sigue siendo moral a la vez que literal.

«Como bajo un mar verde»

La amapola, que llevamos para conmemorar la pérdida de vidas en la primera guerra mundial, nos ofrece consuelo debido a que es un símbolo de supervivencia: es una flor que crecía en el suelo de los campos de batalla, que habían sido fertilizados con la sangre de los muertos. Pero una de las armas de aquella guerra destruye incluso esta construcción sentimental. El gas venenoso que ambos bandos emplearon ofensivamente por primera vez en 1915 tenía una terrible capacidad para sofocar los pulmones y para decolorar la hierba y las flores hasta dejarlas blancas. El gas era el cloro.

Cuando estalló la guerra, ya hacía unos cincuenta años que se había anticipado que se desarrollarían nuevas armas químicas, producidas debido a los avances científicos del siglo XIX, para su empleo en la guerra. Sin embargo, esta posibilidad era tan grande, y tan grande era también la sensación de que esto era algo extraordinariamente abominable, que hacía tiempo que se había establecido una prohibición preventiva para regular el uso de dichos agentes letales en el campo de batalla.

El gas lacrimógeno seguía siendo legal porque no mataba. El reto para los ingenieros militares era encontrar una manera de hacerlo llegar a gran escala a las líneas enemigas y asegurarse de que se dispersara de tal manera que causara la máxima desorganización, al tiempo que supusiera el mínimo peligro para las propias fuerzas. El químico alemán al que se confió esta labor fue Fritz Haber, el mismo Haber que más tarde se esforzaría por extraer oro del agua de mar para su país y que ya era célebre como uno de los innovadores de un proceso para convertir el nitrógeno del aire en amoníaco. Cuando, posteriormente, se le concedió el premio Nobel por este trabajo, la elección fue muy controvertida, porque para entonces figuraba en las listas de criminales de guerra preparadas por las Potencias Aliadas.

La idea genial de Haber era hacer las cosas simples. El cloro era un paso atrás desde el gas lacrimógeno desde el punto de vista del refinamiento químico, pero un considerable salto adelante en utilidad práctica. En lugar de intentar encerrarlo en cápsulas que podían ser disparadas tras las líneas enemigas, Haber

propuso simplemente liberar el gas desde cilindros situados en tierra y dejar que el viento hiciera el resto. El cloro, dos veces más pesado que el aire, avanzaría sobre el terreno como una manta asfixiante, y ante él el enemigo no tendría otra opción que retirarse. En Ypres, en el norte de Bélgica, el propio Haber supervisó la instalación de más de 5.000 cilindros a lo largo de un trecho de siete kilómetros del frente occidental. El cloro se convirtió en la primera arma de la guerra de gases en la tarde del 22 de abril de 1915, cuando una brisa del noreste sopló favorablemente para el ejército alemán. El ataque sorpresa pareció sumergir a los soldados aliados, principalmente franceses y argelinos. Tragados por la nube corrosiva, ya no podían decir si debían retirarse ante el gas o abrirse camino a través de éste en la esperanza de encontrar aire claro más allá. Al final del día, cientos de hombres yacían muertos, y miles quedaron incapacitados, de los que muchos lo serían de forma permanente.

¿Infringió el cloro los convenios de La Haya que prohibían las sustancias «asfixiantes y nocivas»? La argumentación de Haber de que el cloro no era letal, como el gas lacrimógeno, y por lo tanto era un arma bélica legítima, parece solapada a la luz de su jactancia posterior de que había inventado «una forma superior de matar». El total de víctimas de aquella tarde de abril en Ypres pronunció su propio veredicto.

Ciertamente, se consideró que el ataque era más que suficiente para autorizar una respuesta similar por parte de los Aliados. Ambos bandos emplearon gas periódicamente a lo largo de lo que quedaba de guerra, aunque sus efectos nunca fueron tan devastadores como cuando los usaron los alemanes en Ypres y unas semanas más tarde en el frente oriental, al oeste de Varsovia. Ambos bandos mostraron asimismo una alarmante disposición a desplegar gases todavía más desagradables, e intensificaron la guerra química con agentes tales como el fosgeno (cloruro de carbonilo, que huele vagamente a heno fresco), gas mostaza y otros compuestos clorados de azufre y arsénico. Pero es el cloro el que todavía parece el arma más brutal debido a su simplicidad elemental. El gas desgarrar los vasos sanguíneos que revisten los pulmones y la víctima acaba por ahogarse en el líquido producido mientras el cuerpo intenta reparar el daño.

Los esfuerzos patrióticos de Haber proyectan una larga sombra, y también sobre su propia familia. Su esposa, Clara, se suicidó la noche del 1 de mayo de 1915, utilizando el revólver de servicio de su marido. Los biógrafos debaten acerca de la medida en que la muerte fue su protesta contra la guerra química de Haber, pero vale la pena señalar que Clara era también una química competente,

y que se había formado en el tema con el fin de atraer la atención de Fritz, y había observado los efectos del cloro en los experimentos de Haber con animales y en las pruebas de campo. A lo que parece, Haber ni se inmutó; a la mañana siguiente marchó a supervisar la instalación de cilindros de gas en el frente oriental.

El hijo del segundo matrimonio de Haber, Lutz (contracción de Ludwig-Fritz), se vio perseguido por la historia de su padre e intentó conjurar el fantasma en un libro titulado *The Poisonous Cloud*,* que sigue siendo una de las obras clásicas en guerra química. Haber se vio obligado a abandonar su amada Alemania con su familia cuando su instituto de investigación en Berlín fue clausurado por los nazis en 1933. (Aunque hubieran aprovechado sin duda su talento químico, y de hecho él ofreció sus servicios, el linaje parcialmente judío de Haber lo hacía inaceptable.) Consideró instalarse en Palestina, después empezó a buscar una casa en Cambridge; al final, no hubo tiempo para ninguna de las dos cosas, y murió sólo unos meses después de su viaje hacia el exilio.

Lutz Haber y su hermana Eva Charlotte se quedaron en Inglaterra. Hace varios años, los visité en una casita de campo incongruentemente discreta en Bath, la ciudad a la que se habían retirado. Lutz tenía entonces casi ochenta años y estaba un poco delicado, pero Eva Charlotte era el tipo de mujer que parece guardar su perspicacia aguda para la edad avanzada. Recordaban vagamente a su padre (el extraño juego de bolos, ayudarlo a subir las escaleras, este tipo de cosas). Eva recordaba como Einstein, un amigo de la familia, le explicó la relatividad con la analogía de los trenes que se desplazan, y me contó como ella y Lutz subieron una vez por una escala y entraron en el instituto de Haber, tropezaron con el aparato de un ayudante y lo rompieron, lo que enfureció a su padre. ¿Por qué escribió Lutz su *magnum opus*? «Creí que debía hacer mi pequeña contribución», me confió. En su «introducción personal» al libro se entretiene en un bosquejo crítico de su padre como «la encarnación del aspecto romántico, casi heroico, de la química alemana en la que el orgullo nacional se entremezclaba con el avance de la ciencia pura y el progreso utilitario de la tecnología».⁴⁴ Juzga el patriotismo de su padre de «insólito, incluso en una época en la que la patriotería, en la que con tanta frecuencia se convierte, se toleraba». En cuanto al cloro, me dijo Lutz, simplemente era «la sustancia de la que se podía disponer con más facilidad. La industria química era muy capaz de producir cloro rápidamente y en cantidad».

Wilfred Owen emplea un ataque de gas cloro como fondo contra el cual denunciar «La vieja mentira» del patriotismo en el poema más famoso de la primera guerra mundial:

¡Gas! ¡Gas! ¡De prisa, chicos! Un éxtasis de torpeza,
Nos calamamos los incómodos cascos justo a tiempo;
Pero todavía había alguien que seguía gritando y tropezando
Y dando tumbos como un hombre ardiendo en llamas o cal viva...
Mortecino, a través de los vidrios empañados y de aquella luz verde y espesa,
Como bajo un mar verde, lo vi ahogarse.

En todos mis sueños, ante mi vista desvalida,
Se abalanza sobre mí, extinguiéndose, asfixiándose, ahogándose.

Si en algún sueño sofocante también pudieras seguir a pie
Tras la carreta donde lo arrojamos,
Y ver cómo se retorcían los blancos ojos en su cara,
Su cara colgante, como un diablo enfermo de pecado;
Si pudieras oír, a cada traqueteo, la sangre
Que salía en gorgoteos de los pulmones corrompidos de espuma,
Obsceno como el cáncer, amargo como el bolo alimenticio
De viles llagas incurables en lenguas inocentes...
Amigo mío, no contarías con tanto entusiasmo
A los niños que arden ansiosos de gloria extrema
La vieja mentira: *Dulce et decorum est*
*Pro patria mori.**

Owen retrata los efectos del gas con la precisión de un patólogo. El famoso cuadro de John Singer Sargent, *Gaseados*, completado después de la guerra en 1919, no nos enfrenta a ninguno de estos horrores frenéticos. Su extenso lienzo muestra una columna de once hombres andando, todos, menos el que los guía, con los ojos vendados y con la mano sobre el hombro o en las correas de la barjuleta del hombre que los precede. En la distancia, una columna similar es conducida por hombres vestidos de blanco. Alrededor de los heridos que andan, otros hombres heridos se hallan sobre el suelo, uno de ellos bebiendo de una botella de agua, otro posando una mano sobre sus ojos vendados. El paisaje desolado y llano está interrumpido sólo por las lonas montadas de los hospitales de campaña. Sobre todo ello, un sol bajo y desagradable consigue que su luz atravesase un cielo verdoso.



Gaseados, de John Singer Sargent, 1919. (Imperial War Museum IWM ART 1460.)

Es evidente que hay algo equivocado en este cuadro. Quizá no es una jira campestre, pero la escena es curiosamente estática, casi sosegada. Los soldados no sufren. No hay heridas visibles, no hay piel herida o quemada, no hay sangre; los uniformes se hallan pulcramente en su lugar. No hay señal alguna de la asfixia que describe Owen. El cuadro se pintó después de una visita que el artista hizo a Francia el verano de 1918. Lo más probable es que el gas en esta fase tardía de la guerra fuera gas mostaza, aunque la niebla verdosa y malsana parece indicar que es cloro. Es evidente que el artista ha dado respuesta al informe oficial que se le envió para que destacara la camaradería entre los soldados, pero no pudo haber pintado lo que vio si lo que vio fue el resultado de un ataque con gas. Su gigantesca *mise en scène* exhibe sus héroes arios de identikit (quizá los hijos de las mujeres de la alta sociedad con cuyos retratos se había enriquecido), como un filme heroico en Cinemascope.

En la calma leve y fresca de la sala de lectura en la parte superior del Museo Imperial de la Guerra, leo cartas enviadas al hogar desde Ypres y encuentro la misma escena pintada en colores muy diferentes. El sargento Elmer Cotton, del Quinto Batallón de Fusileros de Northumberland, describía como

Todo el terreno llano a nuestro alrededor estaba cubierto, hasta una altura de entre un metro y medio y dos metros, por una nube vaporosa de color blanco verdoso de gas cloro... más adelante pasamos por un puesto de primeros auxilios; apoyados contra una pared había una docena de hombres (todos ellos gaseados); su color era negro, verde y azul, con la lengua colgando fuera y los ojos abiertos. Uno o dos estaban muertos y los demás fuera de toda posibilidad de ayuda humana; algunos tosían una espuma verde que salía de sus pulmones.

Leí otras cartas que hablaban de la confusión producida por la nueva arma («una gran corriente de azufre», según el soldado de infantería James Randall; monóxido de carbono, según un primer informe erróneo del ataque de Ypres en *The Times*); de la falta de preparación de los Aliados (los ingleses tienen «bicarbonato de sosa o algo como antídoto», escribía el teniente coronel Vivian Fergusson); y de los efectos, según una enfermera canadiense llamada Alison Mullineaux, que atendía a dos hombres «en los que ambos pulmones habían resultado quemados»; el mismo doctor tuvo que abandonar la sala con el fin de vomitar debido al gas que había respirado del que habían exhalado los pacientes.

La naturaleza cáustica del cloro se había advertido desde el principio. El sueco Carl Scheele fue el primero en aislar el gas en 1774, y advirtió su color verde, su capacidad de asfixiar y su efecto blanqueador sobre el papel de tornasol y las plantas. Hizo su descubrimiento mientras realizaba uno de los grandes proyectos químicos del día: confirmar si todos los ácidos contenían o no oxígeno. Se sabía que algunos ácidos bien conocidos, como el sulfúrico y el nítrico, contenían oxígeno. El ácido clorhídrico, que entonces se llamaba ácido muriático (de *muria*, salmuera en latín), era un misterio. Antoine Lavoisier incluso lo llamó ácido oximuriático, al creer que su acidez tenía que estar relacionada con el oxígeno. Scheele consiguió obtener cloro durante el curso de sus propios experimentos con este ácido. Sin embargo, esto no demostraba la ausencia de oxígeno. Esto no se hizo hasta 1810, por parte de Humphry Davy, quien confirmó que el gas que Scheele había aislado era realmente un elemento, al combinar ácido muriático con su propio metal recién descubierto, el potasio, y obtener de la reacción sólo cloruro potásico y gas hidrógeno: nada de oxígeno.

La propensión del cloro a combinarse con otros elementos para formar nuevos compuestos peligrosos, como el gas mostaza, se advirtió también muy pronto. Una de estas sustancias era el tricloruro de nitrógeno, líquido muy explosivo. Cuando Pierre-Louis Dulong produjo por primera vez este compuesto en 1811, le costó un ojo y tres dedos. André-Marie Ampère advirtió a Davy de los peligros, pero Davy repitió el experimento de todos modos, y se produjo cortes en el ojo debido a los fragmentos de vidrio que salieron volando.

El crítico John Ruskin quedó lo suficientemente sorprendido por el contraste entre el plácido gas nitrógeno y su cloruro explosivo para citarlos figuradamente en su ensayo de 1860 *Unto This Last*, argumentando en favor de

los «accidentes» y contra el control completo de sus materiales por parte del hombre:

Hemos hecho experimentos eruditos con el nitrógeno puro, y nos hemos convencido de que es un gas muy manejable; pero, ¡mirad!, la cosa con la que tenemos que habérmolas prácticamente es su cloruro; y éste, en el momento en que lo tocamos según nuestros principios establecidos, nos manda a nosotros y a nuestros aparatos a través del techo.

Los compuestos peligrosos del cloro con los que estamos más familiarizados en la actualidad son los que se han convertido en contaminantes notorios del ambiente. Algunos de ellos tienen su origen en la investigación realizada por Haber y sus colegas. La búsqueda incesante de «formas superiores de matar» tuvo consecuencias para especies distintas al hombre. El DDT fue un subproducto de dicha investigación, y su eficacia como plaguicida se identificó durante el curso de ensayos de laboratorio en insectos de agentes de guerra potenciales. El DDT es un hidrocarburo clorado, una clase de compuestos en los que átomos de cloro substituyen a los átomos de hidrógeno en una estructura de carbono. El herbicida conocido como agente naranja, utilizado como defoliante durante la guerra del Vietnam, es otro. El grupo de gases refrigerantes conocidos como CFC (clorofluorocarbonos) constituyen otro.

El cloro es un elemento de dos caras, como Jano. Es abundante en la naturaleza (principalmente en la sal de los océanos) y es esencial para la vida, al desempeñar un papel importante en la regulación de las funciones corporales. Como el azufre y el fósforo, por lo general es lo bastante seguro en las combinaciones naturales. Pero cuando se zafa de su trailla puede hacer un gran daño. Esto es lo que ocurrió en el caso de los CFC, los famosos compuestos supuestamente inertes que originalmente se adoptaron como una alternativa segura a los aerosoles propelentes y gases refrigerantes existentes. Pero a gran altura, en la estratosfera, la luz solar arranca sus átomos de cloro y pone en marcha un ciclo químico que permite que alboroten en la capa de ozono, descomponiéndolo molécula a molécula.

Sin embargo, liberado en dosis controladas, el cloro tiene la capacidad de hacer el bien. Nuestro conocimiento del olor acre del cloro gas no procede del campo de batalla, sino de las piscinas públicas, en las que se emplea como desinfectante, de la lejía que guardamos bajo el fregadero de la cocina, y del botiquín y de productos tales como el TCP* y las tabletas de cloroquina, que

tomamos cuando realizamos viajes exóticos. Se ha dicho que el agua potable clorada que se repartió a las tropas en la primera guerra mundial salvó más vidas que las que se perdieron debido al gas utilizado como arma.

Ya en 1785, Claude-Louis Berthollet, un seguidor de Lavoisier e inspector de tintorerías, publicó un informe de sus experimentos con el nuevo elemento. Complementando la observación de Scheele de que el gas tenía un efecto blanqueador, demostró que era posible producir un agente blanqueador seguro y práctico mezclando potasa (carbonato potásico originalmente obtenido de ceniza de leña) con agua de cloro. El descubrimiento de Berthollet era muy oportuno. Blanquear las telas había sido tradicionalmente un trabajo laborioso, que implicaba lavados repetidos y después exposición prolongada a la luz solar, un proceso que tomaba algunos meses incluso con tiempo favorable. La visión común de campos cubiertos de sábanas de lino inspiró algunas imágenes memorables, especialmente en el arte holandés, como el cuadro atribuido a Jacob van Ruisdael de los campos de blanqueo a las afueras de Haarlem. (Más tarde, la memoria cultural de rectángulos blancos empapelando el paisaje fue quizá la inspiración para el pintor abstracto Piet Mondrian.) La Revolución industrial llevó a un aumento de la producción textil y a una demanda de una técnica de blanqueo más rápida. Berthollet anunció su descubrimiento a científicos ingleses, y en 1786 los principales industrialistas de la época, James Watt y Matthew Boulton, viajaron a París para ver como Berthollet demostraba su proceso de blanqueo instantáneo. Watt discutió su máquina de vapor con académicos franceses que lo admiraban, y de vuelta a casa se trajo información acerca del proceso de Berthollet, que después aplicó a la fábrica textil de su suegro.

Como el azufre de Ulises, también el cloro se recomendó pronto en la lucha contra la infección y la enfermedad. Sin embargo, el gas era embarazoso de administrar, y siempre desagradable, y durante mucho tiempo no fue un tratamiento popular. Fue la devastadora epidemia de gripe que tuvo lugar inmediatamente después de la primera guerra mundial lo que ayudó a hacer que el cloro fuera aceptable... una doble ironía, puesto que el gas que tan recientemente se había empleado para matar hombres no era en realidad efectivo contra el virus de la gripe. Cuando Calvin Coolidge, el más inactivo de los presidentes americanos, fue sometido durante tres días a una terapia de inhalación de cloro para un resfriado en 1924, el *Washington Post* escribía en titulares: «EL GAS CLORO, ANIQUILADOR BÉLICO, AYUDA AL RESFRIADO DEL

PRESIDENTE. Coolidge muy aliviado después de pasar 50 minutos en una cámara hermética». Comenzaron a proliferar los remedios a base de cloro que se podían comprar en la farmacia. Una pomada, Chlorine Respirine, aplicada a las ventanas de la nariz, «liberaba gas cloro puro». El anuncio del producto parloteaba: «Su descubrimiento es, de hecho, uno de los mayores triunfos de la ciencia». En 1925, con la salud presidencial presumiblemente restablecida, el *Post* delineaba alegremente el panorama general: «El cloro salvará más vidas al año que las bajas que causó en la guerra».

Debo algunas de las ideas acerca de las propiedades del cloro a un libro insólito que es, efectivamente, una biografía del elemento. Pero es más notable como el registro permanente de un experimento pedagógico intrigante. Dos profesores de historia de la ciencia del University College de Londres pidieron a sus estudiantes universitarios que exploraran cada uno de ellos un aspecto diferente de la vida del cloro «en la ciencia, la medicina, la tecnología y la guerra».⁴⁵ El proyecto se completó a lo largo de varios años, y los estudiantes heredaban el trabajo de sus predecesores, ampliándolo y mejorándolo poco a poco hasta que se consiguió tener un libro único de acontecimientos químicos memorables. El ejemplar que pedí prestado a la biblioteca no se había abierto nunca. ¿Fue sólo mi imaginación lo que me hizo sentir una vaharada de cloro que surgía de sus páginas acabadas de blanquear?*

«Tontería humanitaria»

En la más negra de las comedias negras de Stanley Kubrick, *Dr. Strangelove*,* el paranoico general americano Jack D. Ripper,** escondido en la Base Burpelson de la Fuerza Aérea, asediado por sus propios hombres, revela finalmente al desgraciado oficial de la RAF Lionel Mandrake por qué ha lanzado contra la Unión Soviética el ataque nuclear que, al final del filme, llevará a la destrucción de la civilización humana. «¿Se da usted cuenta —dice, mascando poderosamente su cigarro—, de que la fluoración es el plan comunista más monstruosamente concebido y más peligroso al que hemos tenido que enfrentarnos?» Ripper, hay que decirlo, se ve impulsado por un miedo patológico a la contaminación de sus «preciosos fluidos corporales», algo que se le ocurrió por primera vez «durante el acto físico del amor». Mientras disparos de ametralladora barren su despacho, explica que la fluoración empezó en 1946: «¿Cómo coincide esto con su conspiración comunista después de la guerra? Mandrake, ¿se da usted cuenta de que además de fluorar el agua, vaya, hay estudios en marcha para fluorar la sal, la harina, los zumos de fruta, las sopas, el azúcar, la leche, los helados? ¡Helados, Mandrake, helados para los niños!»

Los halógenos, de los que el elemento flúor es el primer ejemplo y el más reactivo, se han introducido silenciosa y paulatinamente en nuestra vida. Como si de una enfermera del turno de noche se tratara, se dedican a sus ocupaciones, suministrándonos dosis con o sin nuestro consentimiento, y murmurando mientras lo hacen: «Es por su propio bien». El agua es clorada y fluorada, se recetan bromuros, se yoda la sal de mesa. Nunca se nos consulta, pero conocemos los términos. Estos medicamentos simples tienen una cualidad primaria que nos estimula a usarlos tan fácilmente como antaño usábamos el hisopo o la ruda. El bromuro, o Bromo-Seltzer, aparece en la literatura americana sobre bebedores empedernidos casi con tanta frecuencia como el whisky de maíz y los martinis, cuyos efectos está allí para aliviar. En *Un tranvía llamado Deseo*, de Tennessee Williams, la alcohólica Blanche DuBois se agarra la cabeza y anuncia a nadie en particular: «En algún momento de hoy tendré que tomarme un bromo». En *Las nieves del Kilimanjaro*, de Ernest Hemingway, un

hombre muere lentamente en la ladera de la montaña porque no ha conseguido poner yodo en su pierna herida. La causa de la muerte, se nos aclara, no es el accidente original, sino la incapacidad del hombre de aplicar el tratamiento; parece que de manera subconsciente elige la muerte porque le ofrece una salida a la peor de las suertes hemingwayanas: la formación de una relación humana madura. El yodo era un desinfectante milagroso pero producía un dolor saludable. «Ninguna tontería humanitaria acerca del yodo», como respinga con aprobación el cínico aventurero Mark Staithes en *Ciego en Gaza*, de Aldous Huxley, mientras es tratado de una herida igualmente fastidiosa. La canción de Leonard Cohen, *Iodine*,* de 1977, cobra sentido de esta oposición femenina del elemento en medicina: escocedor un minuto, calmante el siguiente.

El general Ripper tenía razón en una cosa. La fluoración empezó realmente en los Estados Unidos justo cuando la segunda guerra mundial estaba terminando. En diciembre de 1945, Grand Rapids, Michigan, se convirtió en la primera ciudad a la que se suministraba agua fluorada. Una ciudad vecina se designó como control en lo que iba a ser un ensayo de diez años de sus efectos a largo plazo sobre la salud dental, pero antes de que dicho plazo transcurriera se declaró que la fluoración era un éxito y se extendió rápidamente a otros suministros de agua metropolitanos, incluida la ciudad de control, con lo que se arruinó el experimento. Más de la mitad de habitantes de los Estados Unidos beben hoy agua fluorada, lo que quizá es lo que más se acerca a la asistencia sanitaria libre y universal que pueda obtenerse en aquel país. Contra el programa se ha manifestado la Sociedad John Birch, liberal, y otros muchos grupos cabilderos. Desde entonces se han intercambiado acusaciones de conspiración: que la fluoración era un proyecto que sólo se llevó a cabo para que la industria del aluminio pudiera eliminar las grandes cantidades de compuestos de flúor utilizados en la fabricación del metal; que fue financiado por la industria azucarera para lavarse la cara por cariar los dientes de la población; y porque la fluoración en los Estados Unidos de la era McCarthy estaba respaldada por el gobierno, y que eran los antifluoracionistas, irónicamente, los que eran los paniaguados de la izquierda. La objeción, en principio, ha sido principalmente no sobre la eficacia del flúor en prevenir las enfermedades dentales, sino que se dirige a la actitud arrogante de los funcionarios públicos a la hora de imponer obligatoriamente un «tratamiento» general sin las precauciones médicas normales de diagnóstico previo, prescripción y determinación de la dosis. Algunos países europeos han suspendido la fluoración del agua y han

introducido en su lugar sal y pasta de dientes fluoradas que se pueden comprar opcionalmente. Mientras tanto, los ciudadanos de los Estados Unidos, de manera todavía imprevista, constituyen una de las poblaciones más absolutamente fluoradas del mundo, y la controversia continúa; una página web típica califica la fluoración de «mala desde el punto de vista médico, y además es socialista».

Nunca hubo ninguna campaña contra los bromuros, sales que antaño se empleaban de manera tan general como sedantes de uso múltiple que la palabra misma conserva todavía connotaciones humorísticas de poco rendimiento sexual. Aunque habían gozado de gran favor, fueron retirados del mercado americano sin gran alharaca en 1975. Para entonces, se habían hecho públicos tantos efectos colaterales perjudiciales que se ganaron su propia descripción diagnóstica: bromismo.

Los bromuros habían empezado a obtener una reputación como remedio más de un siglo antes. En 1857, sir Charles Locock, el médico comadrón que había asistido a la reina Victoria en el parto de sus nueve hijos, habiendo oído que los pacientes epilépticos tratados con bromuro experimentaban asimismo una libido reducida, decidió probarlo en mujeres que padecían trastornos «histéricos». Locock, de nombre tan divertido, compartía la opinión experta de la época de que la epilepsia estaba relacionada con la masturbación, la ninfomanía y otras manifestaciones de «excitación sexual excesiva», y razonó que, puesto que sus mujeres parecían hallarse en el apogeo de la perturbación durante la menstruación, el tratamiento con bromuro podía ser asimismo una manera efectiva de suprimir los deseos lujuriosos que supuestamente las alteraban. Habiéndose demostrado que era efectivo como anticonvulsivo y anafrodisíaco, el bromuro parecía confirmar una conexión entre la epilepsia y el onanismo, y empezó a ser recetado siempre que se necesitaba una acción general de embotamiento. Cuando el humorista americano Gelett Burgess dividió el mundo en dos tipos, los sulfitos y los bromuros, en su libro de 1907 *Are You a Bromide?*,* se entendía de manera general que el término se refería a un pelmazo; los sulfitos, presumiblemente, eran personas que, por el contrario, aportaban una cierta mordacidad.

La misma sal, el bromuro de potasio o de sodio, era también el ingrediente activo de los «bromos» que pedían Blanche Dubois, W. C. Fields y otros grandes bebedores. El término genérico evolucionó a partir de Bromo-Seltzer, un antiácido comercial que se vendía en forma de un polvo efervescente

desarrollado por el capitán Isaac Emerson de Baltimore, Maryland. La espléndida torre Bromo-Seltzer, de estilo florentino, se yergue todavía en la ciudad, y las doce posiciones en la esfera del reloj deletrean el nombre del medicamento. La marca persiste, aunque el producto ya no contiene bromuro, mientras que la torre se ha convertido en estudios para escritores, en los que los de una nueva generación pueden cuidar sus resacas.



La Bromo-Seltzer Tower. (Visit Baltimore.)

El yodo, aunque es un elemento parejo al flúor, el cloro y el bromo, nos parece no sólo menos peligroso que sus colegas halógenos, sino incluso como algo beneficioso. La sal yodada está tan extendida en los Estados Unidos como el agua fluorada, pero su introducción desde la década de 1920 no despertó

nunca pasiones libertarias. Su forma medicinal familiar es la tintura de yodo, simplemente el elemento en solución alcohólica. Un líquido pardo en una botella marrón, parece un simple ungüento, con su aroma fuerte y su color que tiñe, como una especie de esencia de vainilla sólo para uso externo.

El yodo es uno de los grandes descubrimientos accidentales en ciencia. En 1805, Bernard Courtois se encargó de la administración de la fábrica de nitro o salitre de su familia en París, que acumulaba pérdidas, mientras su padre se hallaba encarcelado por sus deudas. Aunque ya habían empezado las guerras napoleónicas, París estaba en paz después de los años de la revolución, y había poca demanda local para sus explosivos. No obstante, la materia prima, en particular el guano a partir del cual se produce el nitro de la forma más conveniente, se estaba haciendo cada vez más difícil de obtener. Courtois bregaba para hacer que el negocio funcionara, y preparaba nitro (nitrato de potasio o de sodio) a partir de cenizas de leña. Cuando incluso las cenizas de leña se hicieron escasas, se dedicó a las algas marinas, que tradicionalmente se recolectaban en la costa de Bretaña y Normandía por su sosa, que se utilizaba en la fabricación de vidrio. Un día de 1811, Courtois notó una cierta corrosión de las vasijas de cobre en las que mezclaba cenizas de algas con otros ingredientes para producir el nitro. Mediante experimentos, encontró que la picadura aparecía durante la furiosa reacción que se producía cuando se añadía ácido sulfúrico a la sosa alcalina. Esta reacción, no pudo dejar de advertir, también liberaba bocanadas de un vapor violeta fascinador. Investigando más, Courtois encontró que el vapor no se condensaba formando un líquido, sino que constituía cristales extraños, negros y de aspecto metálico. Sospechó que podía haber descubierto un nuevo elemento, pero carecía del equipo para realizar ensayos y no podía permitirse quitarle el tiempo a su negocio. En lugar de ello, pidió a dos amigos que terminaran la tarea. Uno de ellos, el químico de gases y aeronauta Joseph-Louis Gay-Lussac, propuso el nombre de yodo por analogía con cloro.*

Por una extraña casualidad, Humphry Davy se hallaba también presente en el bautizo, ya que no en el nacimiento. Desde 1792, a los viajeros ingleses les había sido difícil entrar en Francia, pero a Davy, al que se le había otorgado el premio Napoleón, el emperador le concedió personalmente un pasaporte con el fin de que pudiera recoger su premio. En octubre de 1813, los Davy, recién casados, con un joven y nervioso Michael Faraday que actuaba de mayordomo, se embarcaron en Plymouth en un barco utilizado para el intercambio de prisioneros de guerra, y pusieron rumbo a Bretaña. Después de una travesía

lluviosa, tomaron tierra en territorio enemigo y fueron registrados, incluso los zapatos. Mientras efectuaban el viaje hacia París, encontraron las cocinas inmundas, pero la comida sorprendentemente agradable. Davy tenía grandes esperanzas, «a través de la agencia de los hombres de ciencia, de molificar la aspereza de la guerra nacional»,⁴⁶ pero parecía reacio a dar el primer paso: en el Louvre apartaba la mirada de los cuadros para no verse obligado a hacer los cumplidos a sus anfitriones. Mientras tanto, Jane Davy sorprendía a los paseantes de los jardines de las Tullerías por su sombrero, minúsculo y pasado de moda.

Davy se encontró con Ampère, su correspondiente, que le había advertido de los peligros del tricloruro de nitrógeno, y que había obtenido algo de la nueva sustancia de Courtois. Utilizando su equipo de viaje de aparatos químicos, Davy la sometió a análisis y concluyó con Gay-Lussac que era realmente un nuevo elemento, y relacionado con el cloro. Davy incomodó a Gay-Lussac al despachar urgentemente un artículo a la Royal Society al efecto, mientras que Davy suponía que el francés simplemente le había preguntado con el fin de indagar sobre sus conocimientos. Sin embargo, todo fueron sonrisas cuando, hacia el final de sus dos meses de estancia en París, Davy fue promovido a miembro correspondiente de la Academia Francesa de Ciencias. Los Davy no se entrevistaron con Napoleón, pero sí que visitaron a la emperatriz Josefina en Malmaison antes de salir de viaje hacia Italia, Suiza, Austria y Alemania, y volvieron a casa en abril de 1815, unas semanas antes de la batalla de Waterloo. En algún punto del recorrido, Davy debió revisar su opinión acerca de «la aspereza de la guerra nacional», porque poco después escribió al primer ministro, lord Liverpool, instando un tratamiento severo a los franceses bajo los términos del tratado de paz.

Después de 1815, como la demanda de nitro se redujo todavía más. Courtois intentó obtener beneficios de su descubrimiento del yodo, y fabricó el elemento y varios compuestos, utilizando cloro gas para desplazar el yodo en el licor obtenido de las cenizas de laminarias. Pero tampoco aquí tuvo suerte, pues pronto fue alcanzado por procesos más eficientes. En último término, la fama lo esquivó, y murió en la miseria en 1838.

Después del descubrimiento de Courtois, pronto se identificó el yodo en el agua de mar y en varias fuentes minerales, y se reconoció que era efectivo en el tratamiento del bocio. Esta revelación explicaba el remedio tradicional de emplear esponjas o laminarias quemadas para tratar la hinchazón. La industria de

las cenizas de laminarias que se había establecido a lo largo de las costas rocosas, llenas de algas, no sólo del norte de Francia sino también del oeste de Escocia, había decaído cuando se descubrieron yacimientos enormes de sosa y potasa en España y Sudamérica, pero ahora gozó de un breve renacimiento al producir yodo para la medicina. Este negocio proporcionó una mezquina subsistencia para los arrendatarios que mantenían fuegos de laminarias encendidos durante todo el verano para producir la ceniza cargada de yodo. Hubo empresarios que pretendieron dar a esta actividad una base industrial, de la que Glasgow se convirtió en el centro. En 1864, la primera fábrica en Clydebank fue una que se construyó para procesar miles de toneladas de laminarias transportadas río arriba cada año desde las islas escocesas. Pero en un eco de lo que ya le había acontecido a la industria del nitro, este proceso que requería mucho trabajo (y mucha energía) resultó antieconómico de la noche a la mañana, cuando se descubrieron en Chile yacimientos de yoduro.

Aunque el litoral que tengo más cerca es el bajo, arenoso y fangoso de East Anglia, donde las algas marinas no son tan lozanas como en las costas rocosas, decidí que tenía que probar a producir mi propio yodo. Leí detenidas instrucciones según las cuales yo debía seleccionar sólo esta alga o aquella laminaria, pero mientras uno resbala entre las charcas de marea en un frío día de diciembre, resulta muy difícil distinguir una especie de alga de otra. Con las manos entumecidas, recogí un balde lleno de algas y lo llevé a casa para que se secaran, esparcidas junto a la caldera. Al cabo de varias semanas, tengo 400 gramos de algas secas, que coloco sobre el fuego en un cuenco de cerámica abierto. Llamas anaranjadas del sodio de la salmuera danzan perezosamente mientras se queman, y después me quedo con sólo sesenta gramos de una ceniza gris y quebradiza. La trituro en un mortero y la mezclo con un mínimo de agua para crear un cieno negro que gotea, que a su vez coloco en un embudo con un papel de filtro. De la espita escurre un licor claro, rico en sales marinas. La mayor parte de la solución será cloruro sódico, desde luego, pero también estarán presentes bromuro y yoduro. Las algas marinas son eficientes a la hora de concentrar estos elementos. La concentración del yodo en agua de mar es menos de 100 partes por mil millones, pero en las algas puede ser de varios miles de partes por *millón*, cien mil veces mayor. Dejo reposar el filtrado algunos días, tiempo durante el cual de la solución cristaliza una cantidad impresionante de sal.

Ya ha llegado el momento de intentar la conversión del yoduro incoloro en

los vistosos tonos del elemento puro. Como Courtois, añado una salpicadura de ácido sulfúrico y a continuación una buena cantidad de peróxido de hidrógeno (no con la concentración que usan los terroristas, pero bastante elevada), que debería oxidar el yoduro acidificado a yodo. Agito la mezcla para acelerar el proceso y veo que el líquido empieza a tomar color. El amarillo pálido se oscurece, pasando por tonos de azafrán y, después de unos minutos, se estabiliza en el color del té cocido a fuego lento. Estoy realmente asombrado. Nunca he intentado el experimento antes y he sido totalmente descuidado a la hora de recolectar mi materia prima, pero he conseguido mi yodo. O casi; este pardo oscuro se debe al yodo mezclado con sales de yoduro. Todavía quiero ver el brillante vapor violeta que sorprendió a Courtois.

Decanto el líquido pardo y lo vuelvo a agitar con tetracloruro de carbono. Este compuesto químico de olor dulce pero poco agradable (es carcinogénico y elimina el ozono) es prácticamente imposible de obtener en la actualidad, pero he encontrado algo de él en la extensa selección de solventes marrulleros de mi padre. No se mezcla con el agua, pero disuelve de preferencia el yoduro. En este solvente muy distinto veo por primera vez el color característico. Violeta es el término adecuado: está mucho más allá del malva en intensidad, pero carece de la siniestra profundidad del púrpura. Entono un rápido *mea culpa* por consideración a la capa de ozono y permito que el tetracloruro de carbono se evapore, dejando tras sí una película negra sobre el vidrio. Son los minúsculos cristales de yoduro. De ellos emana un olor bastante picante, parecido, pero menos acre, al del cloro, no totalmente desagradable, el tipo de olor que ahora consideramos medicinal, al aplicar retrospectivamente nuestro conocimiento cultural de que los halógenos se usan como desinfectantes. Aplico calor suave a los cristales y observo cómo los primeros espectros rosados empiezan a elevarse del tubo de ensayo. Pronto el sólido ha desaparecido, y todo lo que queda es un vapor arremolinado y de color intenso, que vuelve a condensarse en las partes más frías del tubo: es el mismo elemento puro, con sus átomos reconfigurados en nuevos cristales negros. Cuando Johann Wolfgang Goethe realizó el mismo experimento para diversión de algunos invitados a su casa en 1822, se deleitó en el respaldo que éste dio a su influyente teoría de los colores, que sostenía que rojos y amarillos estaban relacionados con el blanco, mientras que los colores «fríos» en el extremo violeta del espectro derivaban del negro.

Fuego lento

Si hoy en día una persona conoce únicamente una fórmula química, es seguro que ésta sea H_2O , la fórmula del agua, un compuesto que contiene dos partes del elemento hidrógeno por cada una del elemento oxígeno. Sin embargo, en el siglo XVIII, no se conocían ni el H ni el O, y se creía generalmente que la propia agua era uno de los elementos irreducibles de los que estaba compuesta toda la materia.

Ya desde Aristóteles, el agua había parecido ser el más seguro de los cuatro elementos. En aquellas ocasiones en que filósofos y alquimistas pensaron en cuestionar la teoría, era el fuego (que necesitaba alimentarse de otros elementos para sustentarse), o la tierra (que es muy evidente que está compuesta de muchas sustancias distintas), o el aire (que podía ser la misma nada) lo que les planteaba problemas. El agua, al menos, tenía el aspecto y el tacto del agua, y seguía siendo el elemento más claramente ligado a sus «principios» o propiedades fundamentales de ser fría y húmeda. Pero el agua también era un enigma. Podía parecer constante, pero aguas procedentes de fuentes diferentes solían tener un sabor muy distinto, e iban desde las extrañamente refrescantes hasta las totalmente imbebibles.

La ciencia moderna tenía razones para investigar más detenidamente la naturaleza de este elemento aristotélico. En las ciudades en crecimiento el saneamiento era inexistente, y siempre había escasez en el suministro de agua limpia. Las ficciones utópicas incluyen siempre una abundantísima provisión de agua dulce pura en su inventario de beneficios. El principal río de la *Utopía* de Tomás Moro (1536) es el Anyder, cuyo nombre deriva del griego «sin agua», de la misma manera que el nombre de «utopía», que Moore inventó, significa «ningún lugar». El río mareal extrañamente parecido al Támesis no sirve para suministrar a la ciudad agua potable, que Moro describe que es aportada en cambio mediante complicados sistemas de canales y cisternas. La *Nueva Atlántida* de Francis Bacon (1624) va un paso científico más allá e imagina la

depuración mediante ósmosis del agua en «estanques, de los que algunos extraen agua dulce del agua salada, y otros, por artificio, transforman el agua dulce en salada».

Vagamente, la generación de filósofos naturales que siguió a los alquimistas empezó a comprender que la *calidad* del agua era importante para la salud pública. Lo que los impulsaba no era sólo la sensación de que la inmundicia que contaminaba el agua era una causa de enfermedad, sino también la creencia de que determinadas sustancias añadidas a aquélla podrían hacerla positivamente saludable. De este trabajo por partes surgiría la comprensión científica de ácidos y sales, así como el aislamiento de los ingredientes gaseosos del agua, el hidrógeno y el oxígeno.

En 1767, el excéntrico clérigo Joseph Priestley, de treinta y cuatro años, volvía de una de sus largas y regulares visitas a Londres para instalarse en Leeds, su ciudad natal, y se mudó a una casa adyacente a una cervecería. Hombre de una enorme curiosidad intelectual, había escrito historias biográficas y científicas, había publicado panfletos críticos con la política de la Gran Bretaña hacia sus colonias americanas y había desafiado a las congregaciones al predicar su heterodoxa variedad de fe cristiana. Sin embargo, inspirado por reuniones en Londres con Benjamin Franklin, Priestley encontró ahora su verdadera profesión en la ciencia experimental. Al trasladarse a Leeds, era natural que dirigiera su atención al constante burbujeo del recién identificado «aire fijo» que emanaba del mosto de cerveza de la casa del vecino.

Priestley hizo un estudio sistemático de las propiedades de este gas, y advirtió que extinguía una llama y causaba la asfixia de animales, pero que las plantas medraban en él. Se convenció de que el gas tenía un efecto beneficioso contra dolencias tales como el escorbuto, lo que le llevó a considerar si podría encontrarse un medio conveniente para administrarlo. Vertiendo agua de un vaso a otro sobre una tina del mosto de cebada del cervecero, descubrió que algo del aire fijo se disolvía en el agua y se dio cuenta de que tenía su respuesta. Priestley diseñó un medio general para hacer la bebida efervescente (para los que no tenían la suerte de tener una cervecería a la puerta de casa), y en 1772 publicó *Directions for Impregnating Water with Fixed Air*,* basado en hacer reaccionar ácido sulfúrico con creta y después hacer burbujear el gas liberado a través de agua de boca ordinaria. Sugirió que el líquido chisporroteante que resultaba podría tener tanto aplicaciones terapéuticas como militares.

El «aire fijo» era, desde luego, dióxido de carbono. El francés Gabriel Venel había combinado anteriormente casi los mismos ingredientes, pero esperaba que la gente bebiera toda la fangosa mixtura. La de Priestley fue la primera agua carbonatada bebible, aunque él no explotó el descubrimiento, dejando que lo hiciera Jacob Schweppe, el emigrante suizo que en 1792 estableció en Londres el negocio de agua de soda que todavía lleva su nombre.

En Francia, mientras tanto, estaba en marcha un ejercicio nacional que hacía tiempo que se había iniciado, para obtener información para un atlas mineralógico de las aguas francesas. Venel había aportado datos de sus análisis de las aguas de Selters, o Seltz, en la orilla francesa del Rin en 1755, el verdadero origen del agua de seltz. El joven Antoine Lavoisier, que acabaría siendo el mayor de los químicos franceses, también participó en este proyecto. Su experiencia aquí estableció las bases para su viaje de descubrimiento: que las «aguas» eran simplemente agua universal combinada con diferentes sales; que a su vez dichas sales se caracterizaban por combinaciones diferentes de metales y ácidos; y que generalmente estos ácidos obtenían sus propiedades corrosivas debido a la incorporación a las mismas del elemento oxígeno, entonces todavía desconocido.

Como sus competidores ingleses, Priestley y posteriormente Humphry Davy, Lavoisier fue educado en las humanidades, pero pronto se dio cuenta de que las cuestiones que se correspondían a su intelecto había que buscarlas en la ciencia. Sin embargo, al principio siguió los pasos de su padre, estudiando leyes y adquiriendo una concesión real para recaudar impuestos. Sus tareas, muy provechosas, abarcaban la evitación del contrabando de bebidas y tabaco y la recaudación de la notoria *gabelle*, o impuesto sobre la sal, que posteriormente sería una de las causas de la Revolución francesa. Mientras tanto, su perspicacia científica se dirigía al ensayo de los minerales de las aguas de fuentes naturales. El trabajo le dio a Lavoisier un amplio campo para refinar las rigurosas técnicas analíticas que sellarían su reputación de arrastrar a la química fuera de la era de la alquimia. Invirtió parte de la fortuna que hizo como *fermier général** en la construcción de los mejores instrumentos que pudo. Al medir de manera muy precisa la densidad ligeramente distinta de diversas aguas, pudo decir cuánta sal contenían. Pero no le gustaba demasiado la rutina de los días pasados al sol y bajo la lluvia y de las noches alojado en posadas baratas. Prefería las comodidades del laboratorio, y trabajó duro para conseguirlas.

Mientras Priestley experimentaba con el dióxido de carbono, Lavoisier, que ahora se hallaba situado más felizmente en París y acababa de ser elegido miembro de la Academia Francesa de Ciencias, dirigió sus habilidades de medición a las reacciones de combustión. Encontró que el diamante, el azufre y el fósforo, cuando se quemaban al aire ganaban peso si los gases producidos se introducían en los cálculos. Lo mismo ocurría en la escala más lenta de la corrosión metálica. En 1773 ofreció una comunicación importante a la Academia, registrando adecuadamente por primera vez que la transformación de cobre y hierro en cardenillo y orín venía acompañada asimismo con un aumento del peso. Explicaba estas observaciones sugiriendo que las sustancias tenían que absorber algo del aire.

En octubre del año siguiente, Lavoisier y sus colegas académicos invitaron a Joseph Priestley a una cena en París y supieron de los últimos experimentos de Priestley, en los que había calentado óxido mercúrico (conocido como escoria roja de mercurio) hasta que liberó «una nueva especie de aire», dejando atrás sólo mercurio líquido puro. El mes anterior, Lavoisier había recibido correspondencia de Carl Scheele, en Suecia, que había hecho el mismo experimento un poco antes. Scheele era un tipo excepcionalmente modesto que nunca buscó reconocimiento académico y que sólo asistió a una reunión de la Real Academia Sueca de Ciencias. No dejó tras él ningún retrato fidedigno, de modo que incluso su estatua en un parque de Estocolmo es una fantasía griega y no un retrato genuino; y, lo peor de todo, no se apresuró a publicar su trabajo. Priestley, mientras tanto, se encontraba en un embrollo teórico sobre lo que había encontrado. Esto dejaba el campo libre para Lavoisier, que repitió el trabajo de los dos hombres y realizó más experimentos por su cuenta antes de bautizar en 1777 al gas como oxígeno, que significa generador de ácido.

El interés científico de Priestley era principalmente por los gases del aire, mientras que el de Lavoisier era por las aguas. Y, como la mayoría de científicos suecos, Scheele se interesaba por los minerales de la tierra. Al converger en este elemento vital desde cada uno de los tres estados de la materia, gas, líquido y sólido, apenas sorprende que los tres científicos tuvieran dificultad a la hora de comparar sus notas. Sin embargo, las nubes de confusión acabarían por disiparse para revelar la importancia generalizada del elemento en toda la naturaleza. Es justo atribuir el descubrimiento del oxígeno gas a Scheele y Priestley, pero fue Lavoisier quien unió el elemento recién descubierto al resto de la química al demostrar su centralidad en el agua, los ácidos y las sales.

Once años antes, en 1766, Henry Cavendish, un hombre de riquezas y excentricidad parejas a las de un Getty,* había descubierto el hidrógeno, o «aire inflamable», al hacer reaccionar metales con ácidos en su laboratorio privado de Londres. A partir de entonces se divertía preparando explosiones al encender mezclas del gas con aire. El líquido que se condensaba con estas explosiones era simplemente agua. De esta manera, Cavendish confirmó que el agua no era un elemento porque podía crearse a partir de otros ingredientes fundamentales, a saber, el hidrógeno y algo que había en el aire.

Lavoisier pudo repetir los experimentos de Cavendish en el verano de 1783 en una espléndida balanza de demostración, utilizando hidrógeno puro y lo que entonces ya sabía que era oxígeno puro en el verano de 1783. Un aparato del tipo que usó se conserva en el Museo de Artes y Oficios de París. Incluso hoy, el magnífico latón trabajado y los elegantes recipientes de vidrio soplado sugieren la precisión del método de Lavoisier. Dos gasómetros enormes que contenían los gases fueron primero pesados, antes de que se dejara que los gases se mezclaran en una enorme cubeta de cristal. Unos cables que penetraban en la cubeta produjeron una chispa que encendió el nitrógeno. El único residuo fueron unos pocos gramos de agua, lo que demostraba de manera concluyente que el agua estaba constituida únicamente por estos dos gases. Aquel mismo verano, los hermanos Montgolfier se elevaron en el primer globo de aire caliente. Lavoisier vio inmediatamente que si se pudiera producir en gran cantidad y económicamente el ultraligero hidrógeno a partir del agua, habría una demanda para éste en la aerostación.

Recuerdo que realicé la misma demostración en una representación química que organicé en mi instituto. El acontecimiento se anunció como Explo '76. La reacción hidrógeno-oxígeno no era el evento más vistoso ni el más maloliente del programa, pero produjo ciertamente la explosión más fuerte cuando encendí el globo que contenía los dos gases mediante una cerilla encendida atada al final de un palo largo. De hecho, la astucia del informe era nuestra estima de la exactitud con la que los gases habían sido introducidos en la proporción correcta de dos a uno. Una fracción de segundo más tarde, una fina niebla pendía en el espacio silencioso en el que había estado el globo. Los acontecimientos Explo, me enteré posteriormente, continuaron durante unos veinte años después de que abandoné el instituto, hasta que finalmente se hicieron tan grandiosos (oí contar

demostraciones tan bombásticas que ya no se realizaban en una sala de conferencias, sino en la piscina exterior, obsoleta y vacía, del instituto) que atrajeron la atención de los servicios de emergencia.

He intentado llegar a este famoso punto de inflexión en la historia de la química sin emplear la terrible palabra «flogisto», un concepto muy tenaz durante el siglo XVIII y sin embargo tan equívoco y desconcertante que todavía tiene el poder de disuadir al científico aficionado. El flogisto era el «principio del fuego» que Priestley y muchos otros de su época creían erróneamente que tenía existencia material. El aire flogisticado es, por lo tanto, aire en el que ha tenido lugar una combustión, y el deflogisticado, perversamente, es aire con el *potencial* de combustión. La confusión surge porque una supuesta ausencia (de flogisto) resulta ser, de hecho, una presencia (del elemento oxígeno).

La teoría del flogisto explicaba muy bien lo que los químicos observaban, pero no proporcionaba una comprensión real de los procesos implicados. Una manera de ilustrar la confusión es pensar en una máscara moldeada de una cara humana. Si se ilumina intensamente desde un lado, podemos ver claramente el pico de la nariz y las órbitas de los ojos. Pero sólo si cambiamos la perspectiva, o mejor aún si nos acercamos y tocamos la máscara, descubriremos que la luz viene no de la derecha, como pensábamos, sino de la izquierda, y que en realidad estamos viendo la cara por detrás, y no por delante. El flogisto era simplemente una imagen inversa de este tipo, exacta en todos los aspectos, pero todavía fundamentalmente engañosa. Se requirió la perspectiva alterada de Lavoisier para ver las cosas como eran realmente.

Aunque no explicaba correctamente nada, el flogisto era un concepto teórico testarudo. Incluso Lavoisier, un notable escéptico del flogisto incluso antes de sus experimentos con el oxígeno, utilizó términos tales como *air déphlogistiqué*, así como *air empiréal* y *air vital** junto a su nuevo término oxígeno hasta al menos 1784. En un eco previo de nuestra obsesión actual con las cremas antioxidantes, Gustave Flaubert hace referencia a una «pomada antiflogística» en *Madame Bovary*, que está situada unos buenos cincuenta años después de que la teoría dejara de tener ningún valor científico.

El trabajo de Lavoisier colocaba el oxígeno (y no el fuego) en el centro de la combustión, y con ello en gran parte de la química. En 1789, en vísperas de la Revolución francesa, publicó un *Traité élémentaire de chimie***. Incluía una lista exhaustiva de «sustancias simples que pertenecen a todos los reinos de la

naturaleza, que pueden ser consideradas como los elementos de los cuerpos». Se dividían éstas en cinco categorías. La primera incluía los gases, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, así como la luz y el «calórico», o calor. La segunda comprendía seis sustancias no metálicas que formaban ácidos: carbono, azufre, fósforo y las bases desconocidas del ácido muriático (clorhídrico), fluórico y borácico. La tercera categoría listaba diecisiete metales «oxidables», desde el antimonio al zinc, y la cuarta añadía cinco «sustancias térreas simples y salificables», que incluían la cal y la magnesia, que Lavoisier intuía correctamente que ocultaban otros elementos metálicos nuevos.

El libro de Lavoisier se vendió bien. Había iniciado una revolución química; ahora llegaba la revolución política. Lavoisier era un claro simpatizante del *ancien régime*, aunque rechazó la invitación desesperada de Luis XVI para que se convirtiera en su ministro de finanzas en 1791, aduciendo que de hacerlo comprometería el «ideal de equilibrio»⁴⁷ que buscaba proporcionar a la economía y a la política tanto como a la química. Al otro lado del Canal, mientras tanto, Priestley organizó una fiesta para celebrar el aniversario de la caída de la Bastilla, y más tarde del mismo día una turba realista destruyó su casa. Lavoisier sufriría una suerte todavía peor a manos de los jacobinos: el 5 de mayo de 1794 fue guillotinado, odiado como recaudador de impuestos e ignorado por su ciencia.

Es posible que, si los descubrimientos coincidentes del oxígeno en el aire y en el agua no se hubieran hecho cuando se hicieron, ahora no concederíamos a este elemento la importancia que le damos. La revolución química se hubiera pospuesto, quizá no se hubiera producido hasta que Alessandro Volta construyó la primera pila eléctrica en 1800 utilizando electrodos de cobre y zinc. Nuestra percepción de la química habría surgido entonces menos como la actividad de un elemento ubicuo e hiperactivo (gaseoso pero sin embargo material) y más a partir del intercambio efímero de cargas eléctricas incorpóreas entre cuerpos químicos, y ahora no tendríamos «el excesivo dominio del oxígeno en la doctrina y en la nomenclatura».⁴⁸

Pero el oxígeno se instaló en el centro de la química, y a su debido tiempo llegó también a adquirir un papel simbólico mucho más amplio en nuestro lenguaje. Esto no ocurrió de inmediato, como pasó, por ejemplo, con la electricidad. Es sabido que los escritores románticos vieron el potencial dramático y metafórico del galvanismo, y el *Frankenstein* de Mary Shelley fue

una de las obras más célebres inspiradas por la nueva comprensión de la electricidad. Pero también se inspiraron en la nueva química. Allí donde Shakespeare tenía que contentarse con el «dulce aire» y el «aliento sazonzador del verano», los poetas del siglo XIX podían muestrear la esencia concentrada del aire y la vida y considerar si añadirla a sus léxicos. Coleridge asistía a las conferencias de Davy (iba, como dijo, «para aumentar mi surtido de metáforas»), y en una ocasión observó como el éter «arde realmente brillante en la atmósfera, pero, ¡oh!, ¡de qué manera tan luminosa, blanca, vívida, bella lo hace en el gas oxígeno!». En otra ocasión, señaló cómo se podía extraer oxígeno e hidrógeno del agua con electricidad. Aunque totalmente conscientes del descubrimiento del oxígeno y de su papel en la vida, los románticos no lo introdujeron en su poesía. Poemas tales como «Oda al viento del oeste» y «A una alondra», de Percy Shelley, rebosan del aire y el agua vivificadores, y de los azules y verdes que ocasionan en la naturaleza, pero no mencionan el oxígeno por su nombre. Quizá temían que sus lectores no estuvieran tan bien enterados de lo último en ciencia como ellos. Lo más probable es que simplemente rechazaran el término por poco adecuado desde el punto de vista lírico, un polisílabo que, paradójicamente, parecía ahogar el flujo de la respiración. Mucho más tarde, Roger McGough esquivaría el problema utilizando el anillo de humo de un símbolo químico en lugar de su nombre en su poema «Oxígeno», cuya última línea representa las últimas bocanadas de una persona mediante una secuencia de ocho «o» que van desapareciendo.

Así, pues, ¿de qué modo llegó el oxígeno a conseguir su valor como metáfora de «esencia», de manera que inmediatamente comprendemos, por ejemplo, al poeta victoriano Francis Thompson cuando escribe de Shelley que «La brizna más sombría de un concepto luce y centellea en el sutil oxígeno de su mente»? ¿O la solemne promesa de Margaret Thatcher (que en tiempos fue química, desde luego) de negar a los terroristas «el oxígeno de la publicidad»?

Puede que la respuesta resida en la generalización de la terapia del oxígeno durante el siglo XIX, que presentó por primera vez el elemento gaseoso al público. Considerado necesario para sostener la vida, el oxígeno era ahora el gas de elección para usar contra todo tipo de dolencias. Se podía producir fácilmente calentado salitre, y se observaba que producía sensaciones de «calor confortable» en pulmones y extremidades. El tratamiento con oxígeno podía aliviar enfermedades que conducían a dificultades respiratorias, como la tisis (tuberculosis pulmonar), aunque el alivio sólo duraba lo que el gas. Contra otras

muchas dolencias, el oxígeno no tenía efecto alguno, pero esto, desde luego, no era ninguna barrera para los que promovían los poderes curativos del «aire vital». El entusiasmo inicial pronto desapareció entre acusaciones de charlatanismo, pero un nuevo método de producir oxígeno a partir del aire y de almacenarlo bajo presión en cilindros que eran fáciles de transportar condujo a una reaparición del interés en los años intermedios del siglo. Con muy pocas investigaciones médicas adecuadas del tratamiento, la terapia del oxígeno se utilizaba sobre todo de manera indiscriminada, y continuaba siendo puesta en entredicho por los escépticos. «Con frecuencia se plantea una cuestión: “¿Es peligrosa la inhalación de oxígeno gas?” La respuesta es: *decididamente, no, en absoluto*; puede ser usado sin ningún riesgo posible de daño, y siempre con una esperanza real de que haga el bien», rezaba un anuncio defensivo en 1870.

La respetabilidad médica le llegó a la terapia del oxígeno después de la primera guerra mundial, cuando el distinguido fisiólogo John Scott Haldane demostró su efecto beneficioso en soldados que padecían los efectos crónicos del gas venenoso. Haldane fue un notorio experimentador de sí mismo. Se expuso meticulosamente y expuso a colegas que aceptaron a varios gases desagradables en una cámara sellada que llamaban «el ataúd», y anotó sus efectos en el cuerpo y en la mente. Escaló el Pikes Peak, en Colorado, con el fin de respirar por sí mismo el tenue aire a 4.200 metros de altitud. Su principal contribución científica fue comprender el papel de la hemoglobina en la regulación de la respiración, pero también hizo varias innovaciones útiles, introduciendo la rutina de la descompresión para los buzos y el canario del minero para advertir de los bajos niveles de oxígeno bajo tierra.*

El legado de su trabajo se ve en la terminología, ahora familiar, de las máscaras y las tiendas de oxígeno. Mientras tanto, productos comerciales tales como el jabón Oxydol empezaron asimismo a aprovecharse de las propiedades saludables y limpiadoras del oxígeno. Cada caja de las sales de baño Radox explicaba antaño el nombre de su marca registrada como una contracción de una frase que tiene muy poco sentido: «radia oxígeno». La promesa de restablecimiento del gas pervive en los bares de oxígeno que últimamente están de moda en Tokio y Pekín, donde por un precio se puede respirar un aire más puro.

Una vez se comprendió que no era un elemento por propio derecho, también el ozono (que está compuesto por tres átomos de oxígeno enlazados en un triángulo y no por la pareja de átomos que se dan la mano en el oxígeno que

respiramos) empezó a ser comercializado como lo que, en esencia, era: una forma más intensa de oxígeno. Se le llamó «oxígeno eléctrico», que era tanto un reflejo de su método de fabricación como una emocionante manera de darle publicidad, y se usaba para depurar agua de boca, eliminar olores y, en general, impregnar de un vigor saludable todo lo que tocaba. Un agua embotellada llevaba el eslogan «EL OZONO ES VIDA», mientras que mucho antes del «oxígeno de la publicidad» ya había (en *El gran dinero*, de John Dos Passos) el «ozono de la revuelta».

Sin embargo, recientemente nos sentimos inclinados a considerar al oxígeno como el destructor, no el defensor, de la vida. Después de sus experimentos en los que observó que unos ratones medraban en oxígeno y que unas velas se consumían más deprisa, Priestley, en su *Experiments and Observations on Different Kinds of Air* (1776) previó de manera brillante que cualquier animal al que se le diera demasiado oxígeno podría «vivir demasiado deprisa y las capacidades animales agotarse demasiado pronto en este tipo puro de aire». Uno de los colegas de Priestley, miembro de la Sociedad Lunar, Erasmus Darwin, escribió en su poema «The Botanic Garden» sobre el oxígeno como «la esencia pura del aire» que nutre a las plantas y alimenta al corazón que late, pero también como «combustión suave».

Este fuego sin llama corrompe todo lo que toca. Es esta reacción ubicua, constante e ineludible lo que ha situado al oxígeno en una posición central. Es la razón por la que clasificamos a muchos procesos químicos importantes como oxidaciones o su inverso, reducciones. La oxidación no siempre requiere del propio oxígeno. Puede conseguirse por parte de otros agentes químicos oxidantes, como el cloro, o por aplicaciones de energía, como a través de la radiación ultravioleta. En las plantas, la fotosíntesis utiliza la luz procedente del Sol para promover tanto la oxidación como la reducción. Las principales reacciones de la fotosíntesis convierten el dióxido de carbono en glucosa. Pero en otra parte del bosque, por así decirlo, la luz oxida el agua (empleando manganeso como catalizador) para liberar oxígeno, repitiendo diariamente en cada hoja verde los experimentos de Scheele y Lavoisier. El oxígeno es simplemente el producto de desecho de dichos procesos, un gas corrosivo que destruiría la vida animal si los animales no hubieran evolucionado a la par con los niveles crecientes de oxígeno en la atmósfera de la Tierra.

Cuando experimentan combinación química, se dice que los elementos exhiben diferentes estados de oxidación. A menudo cada uno de ellos está asociado a un color característico, como el verde ferroso y el pardo férrico de las sales de hierro. Pero cuando el hierro se oxida es más probable que advirtamos la corrosión del tiempo que no que veamos la belleza de ricos tonos que vio Ruskin. El oxígeno, «esta vampiresa insinuante», como otro escritor lo llama,⁴⁹ es el elemento que arruina a los demás, incrustando su superficie pura con una capa de caos y descomposición.

Lo que todavía no se ha oxidado lo estará en potencia. El carbono de la madera de los árboles será el dióxido de carbono de mañana. La quilla oxidada es el buque de guerra de hierro de ayer. La civilización, esto es algo que resulta aparente de inmediato, es simplemente resistencia organizada a la oxidación. Podemos detener la marea en algunos lugares, e incluso invertirla en unos pocos mediante diversas medidas desesperadas (extrayendo metales de sus minerales, plantando bosques, extinguiendo incendios), pero nunca durante mucho tiempo. La oxidación traiciona la marcha del tiempo y el inevitable triunfo de la entropía. El gas da la vida, y al hacerlo acerca más a la muerte. El oxígeno es, según un libro reciente sobre el elemento, «la causa única más importante del envejecimiento y de las enfermedades relacionadas con el envejecimiento».⁵⁰ Parte del daño proviene de las sustancias químicas reactivas producidas como intermediarias durante la respiración normal (no las moléculas de oxígeno, sino las especies de vida corta que contienen átomos de oxígeno no emparejados que se conocen como radicales libres), que se hallan sin nada en qué ocuparse, por así decirlo, y que pueden causar estragos bioquímicos. Una de las medidas más significativas del envejecimiento es observar la importancia de los daños a las células biológicas debidos a esta oxidación, que es el equivalente científico de contar las patas de gallo o las manchas dérmicas de la edad.

Mientras escribo esto en junio de 2009 oigo que el cantante Michael Jackson ha muerto a los cincuenta años de edad. ¿Es posible que la tienda de oxígeno bajo la que, según se dice, dormía acelerara su vida y adelantara su muerte, tal como Priestley observó y temía? Inmediatamente se está diciendo que conservarán su cuerpo, en su pose típica de paseo lunar,* mediante «plastinación» usando resinas especiales, y que lo exhibirán en el espacio en el que había planeado ofrecer un concierto de retorno: el O₂ Arena de Londres.

Nuestra Señora del Radio

De vez en cuando, un elemento que incluso la mayoría de científicos no verán nunca escapar no obstante de los confines del laboratorio y consigue una especie de fama o notoriedad en el amplio mundo. Tal ocurrió, como hemos visto, con el plutonio después del lanzamiento de la bomba atómica. Pero primero ocurrió con el radio. Un elemento (un metal explosivamente reactivo a la vez que radiactivo) del que ningún mortal ordinario tenía la más mínima experiencia práctica irrumpió de repente en el mundo, fue considerado un talismán milagroso, que era buscado y por el que se luchó, fue adoptado para nombres de lugares y marcas de productos, y después fue abandonado de manera igualmente espectacular unas décadas más tarde como se suelta un ladrillo caliente.

La figura central en la historia del radio (y una de las razones por las que el elemento se convirtió en un tal fenómeno) es Marie Curie. Nació, como Maria Skłodowska, cerca de Varsovia en 1867, pero, excluida de la universidad en Polonia, emigró a París para completar su educación. En París se sintió liberada, y todavía más en la Sorbona, donde era libre de encontrar su propia dirección sin la supervisión sofocante que había conocido en su *gymnasium* polaco. De manera inusual, estudió a la vez química y física; acabaría obteniendo el premio Nobel en ambos campos, un logro que todavía no ha sido igualado por ninguna mujer o ningún hombre. Marie habría vuelto a Polonia para seguir la carrera de sus padres, en la enseñanza, pero entonces, mientras se preparaba para sus exámenes de graduación, conoció a Pierre Curie; se casaron discretamente al año siguiente, 1895.

La década siguiente, hasta la muerte de Pierre a los cuarenta y seis años de edad, aplastado bajo las ruedas y los cascos de un furgón tirado por caballos, supuso una asociación científica de rara armonía y productividad. Con el estímulo de Pierre y con espacio en su laboratorio, Marie decidió investigar la emisión espontánea de energía parecida a la de los rayos X (un efecto del que se acababa de informar y que ella denominó «radiactividad»), identificada a partir de muestras del mineral de uranio llamado pecblenda. Su principal herramienta

era un dispositivo de cuarzo que Pierre había inventado unos años antes, que explotaba la propiedad que tienen algunos cristales de emitir una carga eléctrica en respuesta a la presión que se ejerce sobre los mismos. Este medidor era capaz de detectar las corrientes eléctricas muy pequeñas asociadas con los procesos de desintegración radiactiva. Marie descubrió que la radiactividad era un fenómeno intrínseco de determinadas sustancias, y no el producto de algún tipo de interacción con otra materia o energía, como muchos pensaban entonces. Durante el curso de sus medidas, también encontró que algunos minerales de uranio eran más radiactivos que otros, y que algunos (extrañamente) eran más radiactivos incluso que el metal uranio puro. Esto sólo podía significar que el mineral debía contener un material desconocido, muy radiactivo.

Esto provocó el interés de Pierre y, dejando su propia investigación, él y Marie empezaron a pulverizar un puñado de pecblenda y después a disolverla empleando sustancias químicas que les permitirían aislar progresivamente los componentes más radiactivos. A lo largo de un período de dos meses, obtuvieron gradualmente un producto 300 veces más radiactivo que el uranio. Advirtieron que parte de la radiactividad estaba relacionada con el bario de la muestra, y parte con el elemento bismuto. Tres semanas después, estaban convencidos de que un nuevo elemento tenía que estar imitando la química del bismuto, que en estado natural no es radiactivo. Los Curie ya habían elegido el nombre polonio por la patria querida de Marie (una vez ella se vistió como «Polonia» en una reunión de expatriados en París), y el 13 de julio de 1898 Pierre pudo escribir en el cuaderno de notas del laboratorio las letras «Po». Pero su incapacidad para separar todavía el elemento del bismuto era una fuente de frustración, especialmente para Marie. Ella quería sostener el polonio en su mano.

Mientras tanto, la pareja continuaba persiguiendo la especie radiactiva relacionada con el bario utilizando una nueva muestra de pecblenda. Lo consiguieron justo antes de Navidad, al obtener esta vez pruebas inequívocas de la existencia de otro elemento nuevo, incluso más radiactivo que el polonio, al que dieron el nombre de radio. Las sales de bario y radio son más solubles que las de bismuto y polonio. Tenía sentido intentar aislar el radio hirviendo repetidamente soluciones salinas y después enfriándolas lentamente de manera que primero cristalizara el cloruro de radio puro, que era marginalmente menos soluble que el cloruro de bario. Marie se dispuso a acometer este reto inmenso en 1899. Adquirió diez toneladas de residuo de pecblenda, que ya era más radiactivo que el mineral básico. Llegó en sacos de polvo pardo mezclado con

acículas de pino. Procesando el material en tandas de veinte kilogramos, transformó el «hangar» primitivo de un laboratorio en una fábrica con calderos de licor radiactivo que hervía en varios estadios de preparación. El trabajo era físicamente agotador, pero siempre había el alborozo de la caza. Al final, en 1902, Marie tenía pruebas tangibles del nuevo elemento, una décima de gramo de cloruro de radio puro.

¿Qué siente un químico cuando descubre un elemento? Las sensaciones resultan a veces disipadas por el esfuerzo prolongado, pero hay momentos de intenso placer. Con sus dos elementos y sus dos premios Nobel, los Curie experimentaron más de estos momentos que la mayoría de científicos nunca conocen. Ciertamente, no estaban prendados de la alharaca exagerada que acompañó su éxito. Asistir incluso a las ceremonias de los premios no fue nunca su mayor prioridad, lo que era comprensible en el caso de Marie, al ser otorgados a veces éstos de mala gana (ella no fue incluida al principio en los papeles de la nominación, cuando se sugirió el nombre de Pierre junto al de Henri Becquerel, el descubridor de la radiación del uranio). Y la publicidad que siguió fue simplemente un fastidio.

Pero el aspecto material de los descubrimientos los emocionaba. La sospecha de que la pecblenda escondía algo se transformó rápidamente en convicción. No pasó mucho tiempo y ya sabían que estaban buscando nuevos elementos... y ya tenían los nombres a punto. Sus artículos científicos se atribuían los descubrimientos con un descaro agradable: proponían los nombres sin pedir disculpas, pero también eran generosos a la hora de reconocer la contribución de otros. Marie, en particular, estaba orgullosa de «nuestros nuevos metales»,⁵¹ y se sintió frustrada al saber que el radio y el polonio existían pero no podían tomar posesión física de los mismos. Habían esperado ver sales coloreadas, pero les encantaba la luz que brillaba inesperadamente del material impuro. A veces, después de cenar, volvían a hurtadillas al laboratorio para ver las muestras que brillaban en su sitio, una visión que nunca dejó de producirles «nuevas emociones y fascinación».⁵²

¿Cómo fue que el radio, este elemento raro, peculiar e intratable, llegó a la atención del público? En primer lugar, desde luego, lo hizo debido al premio Nobel. Los siete premios concedidos a la física, la química y la medicina durante los dos primeros años de premios recibieron poca atención. Pero esto cambió de manera espectacular con el primer premio concedido a una mujer, y a una pareja

casada, lo que proporcionaba material a los medios para todo tipo de fantasías románticas. Las extrañas propiedades del radio (su brillo azul luminoso y su radiactividad, misteriosa e invisible) añadían sazón a la mezcla. Marie Curie fue beatificada como «Nuestra Señora del Radio», pero también empezaba a padecer de la enfermedad por radiación, que entonces todavía no se conocía.

George Bernard Shaw valoró la excitación pública con precisión satírica, pero fue demasiado rápido al negar que pudiera haber en ello sustancia real. El radio, escribió en la introducción a su pieza teatral *El dilema del doctor*, «ha excitado nuestra credulidad precisamente como las apariciones de Lourdes excitaron la credulidad de los católicos». Porque el radio, cuya capacidad para lesionar la piel se había advertido desde el principio, se vio entonces que era milagrosamente efectivo en el tratamiento de cánceres. Este descubrimiento puso en marcha a la vez una industria y un folklore. En 1904, había una gran fábrica de ladrillos a la orilla del Marne, en las afueras de París, que producía sales de radio en una versión ampliada del proceso que había empleado Curie. Muy pronto siguieron otras. El radio, destructor de tumores, era demasiado bueno para dejarlo, y de manera rápida e indiscriminada fue explotado como «terapia» para dolencias de la sangre, los huesos y los nervios.

Los científicos se apresuraron a experimentar con el nuevo elemento. William Ramsay adquirió una muestra de un proveedor químico de Londres y la llevó a su laboratorio para confirmar que era genuina. Puso un poco de la muestra en un alambre y éste sobre la llama. El color rojo confirmó que era radio puro, sin contaminar por bario, que habría transformado la llama en verde; pero el vapor radiactivo que Ramsay liberó inadvertidamente en el laboratorio como resultado de la prueba hizo que éste no pudiera usarse a partir de entonces para experimentos de radiactividad.

Los visitantes acudieron en tropel a las montañas en las que el radio era abundante de forma natural: las Erzgebirge. Éstas, las famosas «montañas de minerales» de Bohemia, ya eran conocidas como la región más prolífica de Europa en la producción de metales. Carlomagno hizo volver a abrir las minas en 770 EC después de la caída del Imperio romano, y llevó a ellas prisioneros de Sajonia (célebre desde hacía tiempo por sus mineros) para que obtuvieran oro, plata y plomo. Posteriormente se extrajeron también uranio y cobalto, para producir vidrios y cerámica coloreados.

Joachimstal (que ahora se conoce como Jáchymov en la República Checa) se convirtió en un centro del auge turístico. En 1912 abrió sus puertas, para

ofrecer tratamientos balnearios radiactivos, el Radium Palace Hotel, un enorme edificio neoclásico adosado a la ladera boscosa de la montaña. Las aguas contenían concentraciones bajas de radio disuelto y presentaban una ligera efervescencia debido a su desintegración radiactiva en gas radón. (Joachimstal tiene asimismo otras conexiones con los elementos: en el siglo XVI, las primeras monedas de dólar de plata, o *Joachimsthaler*,* fueron acuñadas aquí, y aquí fue donde Agricola escribió su obra maestra metalúrgica, *De Re Metallica*.)**

Recientemente, el Radium Palace Hotel ha vuelto a abrir sus puertas, y promete tratamientos basados en «el efecto curativo de las aguas ricas en radón que fluyen a gran profundidad bajo la superficie de la Tierra». Si uno se siente opulento, puede instalarse en el apartamento de Madame Curie. No muy lejos, otro pueblo balneario todavía goza del nombre Radiumbad. Las galerías de agua de radón curativo se hallaban también muy extendidas en los Estados Unidos, donde antaño hubo instalaciones llamadas Radium en siete estados. Todavía hay pueblos llamados Radium Springs en Georgia, Wyoming y Nuevo México.



El Radium Palace Hotel. (Léčebné lázně Jáchymov a.s.)

Los balnearios han sido siempre lugares de renovación elemental. Los romanos iban a Bath por las aguas sulfurosas. Bad Suderode, en las montañas del Harz en Alemania, es el lugar para el calcio, Buxton para el magnesio, mientras que en Marienbad nos rociarán con aguas carbonatadas. Otras aguas son oxigenadas o yodadas. Parece obvio que esta costumbre se mantenga al día de los progresos de la química, y que los elementos radón y radio, acabados de descubrir entonces, tuvieran también su día.

Los que no iban a tomar radio a la fuente encontraron que el radio les era llevado a su casa. En las reuniones se demostraba el radio. La gente jugaba a la ruleta del radio e iba a bailes de radio. Las «modelos del radio» posaban con vestidos luminosos. El radio se popularizó en tiras cómicas y, por encima de todo, fue aclamado como una cura milagrosa para todo. Se añadió radio a productos de todo tipo, especialmente a los que se suponía que ofrecían un beneficio terapéutico. El nombre apareció en otros muchos artículos como un nombre comercial de moda. Había mantequilla Radium. Cigarros Radium, cerveza Radium, chocolate Radium y dentífricos Radium, condones Radium, supositorios Radium y gelatina contraceptiva Radium.*

No pasaría mucho tiempo hasta que el público se familiarizó lo suficiente con las extrañas propiedades del radio, de manera que éstas fueron un medio efectivo de mejorar casi cualquier afirmación de los fabricantes. El fertilizante Aurora Radium se vendía con la promesa de que «caldea el suelo». ⁵³ Se ponía radio en el pienso para gallinas con la esperanza de que los huevos se incubaran solos, si no de que realmente se cocieran solos. La lana Oradium para bebés estaba «dotada de un tratamiento fisicoquímico de notable poder: radiactividad»: «Todo el mundo conoce los extraordinarios efectos de la estimulación orgánica de la excitación celular que el radio transmite... La lana así tratada combina las ventajas típicas del tejido con un valor higiénico innegable. Para tejer la canastilla del bebé, los vestidos de lana de los niños, su ropa interior y su suéter, use LAINE ORADIUM». **

A menudo se invocaba el apellido Curie para respaldar estos remedios, en muchos casos de manera ilícita. Se decía que el Tónico Capilar Curie restauraba el crecimiento y el color del cabello, por ejemplo. Esta licencia comercial puede excusarse en cierta medida pues el propio Instituto del Radio de los Curie concedía su imprimátur a productos que contenían de manera genuina una fuente de emanación de radio. Esto se hacía por probidad científica: un sello «*du Laboratoire Curie de Paris*» garantizaba discretamente que una preparación contenía, por ejemplo, «*5 milimicrogrammes de Radium élément pour 1 gramme de Crème*». El Instituto del Radio había conseguido asimismo la licencia para garantizar dispensadores de radiación cromados para instalar junto a la bañera. Estos *émanateurs* o «fuentes» hacían burbujear gas radón procedente de una fuente de radio que se desintegraba a lo largo de un tubo de goma en el agua de la bañera; también se utilizaban para añadir efervescencia a las bebidas. Ahora son objetos muy buscados.

El aura de un elixir es más evidente en los libros ilustrados de aventuras para adolescentes que hacían del elemento el objetivo central de su indagación. Presentaban el radio como un material exótico que había que saquear de tierras remotas con mucha intrepidez. La espléndida cubierta de uno de estos libros, *La Course du Radium* (que, incidentalmente, se traduce mejor por *La carrera por el radio* y no por *La marcha del tratamiento de radio*), presenta a jinetes de una tribu galopando a través del desierto, demasiado tarde para alcanzar a nuestro héroe, que huye en un biplano. Todo esto era pura fantasía. Para la mayoría de fines prácticos, las únicas fuentes de radio preparado se encontraban en las dos ciudades más elegantes y refinadas de Europa, París y el laboratorio de los Curie, y Viena con su rival Instituto de Investigación del Radio.

En la década de 1930 ya era absolutamente evidente que el radio era un grave peligro para la salud. El caso de las «chicas del radio» de Nueva Jersey, que pintaban las esferas de los relojes luminosos, se había ocupado de ello. En 1925, una de estas mujeres llevó a los tribunales a su patrón, la US Radium Corporation, por lesiones a su salud. Ella y sus colegas tenían la costumbre de utilizar sus labios para hacer que los pinceles que usaban tuvieran una punta fina. Al final, al menos quince obreras murieron padeciendo síntomas extremos de anemia y destrucción del tejido de la mandíbula. Marie Curie sabía de la muerte de varios ingenieros franceses que habían estado implicados en la preparación de fuentes terapéuticas de radio, aunque en aquella fase ninguno era de su instituto, un hecho que ella atribuyó a precauciones de seguridad superiores, que en realidad eran notablemente concienzudas para la época. Pero muy pronto, varios colegas de Curie empezaron a sucumbir a la enfermedad por radiación.

A pesar del peligro que se reconocía de manera creciente, la popularidad del radio como marca no se empañó. Las farmacias francesas vendían agua de colonia, polvos, jabón de crema y lápiz de labios Tho-Radia, «según la fórmula del Dr. Alfred Curie»; dicho doctor era o bien un impostor o una invención de la imaginación del fabricante, pues en la familia Curie no había nadie de este nombre. Los cosméticos Tho-Radia, anunciados como «productos científicos de belleza» y promovidos por una tal Jacqueline Donny, que fue miss Francia en 1948 y miss Europa en 1949, pudieron haber contenido o no torio y radio: el Instituto Curie no encontró ninguno de estos elementos cuando los sometió a análisis. Claramente, otros muchos productos no tenían por qué incorporar radio en absoluto. No obstante, las navajas Radium se comercializaban sobre esta base, prometiendo que tenían «el filo científico». Una marca de «*parfum*

atomique» presentaba una botella etiquetada como «Atome 58» con un halo brillante a su alrededor, con independencia de que el elemento con el número atómico cincuenta y ocho es el inofensivo cerio. Las últimas marcas fracasaron a medida que la oposición del público a las armas nucleares y a la potencia nuclear se hizo mayor en la década de 1960. En la actualidad el empleo del radio se halla restringido a las clínicas radiológicas.

El cuarto en el que Curie descubrió el polonio y el radio, que más tarde ella recordaría como «una choza de tingladillo con el suelo de asfalto y un techo de vidrio que ofrecía una protección incompleta contra la lluvia», ya no existe. La ciencia no santifica los espacios en los que se hacen los descubrimientos, sólo los propios descubrimientos, y ocasionalmente a quienes los hacen. El matrimonio Curie encarnaba los extremos de las actitudes que los científicos pueden tomar hacia sus logros. Marie admiraba la actitud de Pierre de que no importaba quien hiciera el descubrimiento, mientras éste se hiciera, pero no podía compartirla, y cada vez se sentía más posesiva acerca de sus propios logros científicos. Si hubiera sobrevivido, el laboratorio hubiera servido como recordatorio de que el descubrimiento no requiere un entorno confortable, sino simplemente el equipo adecuado en el momento adecuado, en este caso la pecblenda y la sensible balanza de cuarzo de Pierre. Marie Curie escribió de aquella época que ella y Pierre habían «vivido con una sola preocupación, como si fuera un sueño».⁵⁴

En 1914, ocho años después de la muerte de Pierre, Marie Curie se trasladó finalmente a espacios más adecuados, un grupo de edificios nuevos que comprendían el Instituto del Radio y, al otro lado de un pequeño jardín, el Instituto Pasteur. Las puertas-ventana del laboratorio de Marie se abrían a un pequeño jardín situado entre los dos edificios, que simbolizaba la proximidad de la química y la biología a la naturaleza y de ambas entre sí. Marie ocupó este despacho hasta su muerte en 1934, después de la cual le sucedió como director André-Louis Debierne, que descubrió otro elemento en la pecblenda, el actinio. Posteriormente, Irène, la hija de Marie, y su marido, Frédéric Joliot-Curie, tomaron el mando. En 1958, el edificio se clausuró porque estaba demasiado saturado de radiación para que pudiera hacerse nada en él.

Sin embargo, en 1995 volvió a abrir sus puertas como Museo Curie. Me encuentro con la coordinadora del museo, Marité Amrani, que tiene un entusiasmo refrescante y nada parisino por su trabajo. Me muestra ejemplos de

productos con la marca «radio» antes de conducirme a las habitaciones en las que Marie Curie hizo la mayor parte de su trabajo. Me asegura que se ha determinado que el lugar es seguro, pero el estado desaliñado de los armarios y las botellas antiguas de reactivos químicos que hay en los estantes hacen que lo dude. Examino una muestra de pecblenda, una roca de color gris apagado con indicios de destellos rosados, y me pregunto qué emanaciones estará produciendo todavía. Expuesta en una pared hay una página del cuaderno de notas de Marie Curie, y junto a ella una radiografía ennegrecida de la misma página delata la elevada contaminación. Su bata de laboratorio (negra con lunares blancos) revela un indicio de elegancia parisina. En un rincón está la caja de caoba que antaño contuvo el gramo de radio que Marie aceptó como obsequio de las mujeres de los Estados Unidos, que habían reunido los 100.000 dólares necesarios para adquirirlo. Dentro de la caja hay un cilindro macizo de plomo del tamaño de un queso Stilton, con un pequeño pozo excavado en el centro para albergar la fuente radiactiva. Intento levantarlo y no lo consigo; «Pesa cuarenta y tres kilogramos», me dice Marité. «Y hoy se utilizaría mucho más plomo».

Uno de los muchos legados de Marie Curie es el efecto de camaradería que creó. «Recibía con gusto a muchas mujeres en este laboratorio», dice Marité. «Si alguna estaba hecha para la ciencia, ella la animaba». Irène, la hija de Marie, fue su protegida más evidente, que acabó obteniendo su premio Nobel junto con su marido (la segunda mujer después de su madre en ambas distinciones) en 1935. Otra fue Marguerite Perey, que descubrió su propio elemento nuevo, el francio, en 1939. Perey pasó, como el *plongeur** de restaurante que acaba siendo el chef, desde limpiadora de tubos de ensayo hasta primera ayudante de preparaciones de Marie, y después fue una magnífica científica por derecho propio. Su descubrimiento, realizado en vísperas de la segunda guerra mundial, no provocó la agitación que tanto irritaba a los Curie. Perey había propuesto primero el nombre catio y el símbolo Cm para el elemento que precede al radio en la tabla periódica (debido a su probabilidad predicha de formar iones positivos muy reactivos, o cationes), pero para cuando los nuevos nombres de elementos fueron considerados oficialmente, en 1947, se había descubierto toda una serie de otros elementos radiactivos como consecuencia del Proyecto Manhattan. Uno de dichos nuevos elementos tenía un mayor derecho al símbolo Cm: el curio. Perey aceptó su segunda elección de nombre, francio. En 1962, se convirtió en la

primera mujer en ser elegida miembro de la Academia Francesa de Ciencias, que de manera patriotería había excluido tanto a Marie como a Irène. Quizá Perey bautizó sabiamente a su elemento, después de todo.

A mi vuelta de París, salí del Eurostar y me dirigí a casa de mis padres, que usaba como estación de tránsito en Londres. Quise eliminar de mis zapatos negros el polvo de creta que se había depositado en ellos al pasear por los parques de París, y me sorprendió encontrar, junto a las latas de betún Meltonian,^{*} una caja rectangular de tinte negro para cuero con la marca «radium» escrita en letras negritas típicas de la década de 1960.



El tinte para piel Radium. (Fotografía del autor.)

El resplandor nocturno de Distopía*

El gas fue el principal medio de iluminar las calles de las ciudades y las casas de los pueblos desde mediados del siglo XIX. Su luz blanca y sibilante se evocaba excitadamente en su alba y todavía se notaba a faltar mucho después de su desaparición. Por la época en que se adoptó la luz eléctrica incandescente en el cambio de siglo, la mera imagen de la luz de gas era suficiente para asestar un potente golpe nostálgico. En la famosa canción alemana de la época de la guerra, *Lili Marlen*, escrita en 1915, Lili se presenta simplemente de pie bajo un farol de la calle (*Laterne*). Pero durante la segunda guerra mundial, cuando la canción consiguió una popularidad renovada, la traducción inglesa la empaquetaba de nuevo como «Lily, la de la luz del farol»; la fascinación es tanto por una edad de la inocencia ya desaparecida como por la *femme fatale*.

La maravilla del alumbrado artificial encuentra naturalmente su camino en las descripciones del mundo urbano. Pero su luz no es simplemente luz. Irradia, ilumina y produce sombras según su tipo, y al hacerlo establece disposiciones de ánimo a las que los escritores han sido más o menos sensibles. Bajo sus rayos pueden realizarse acciones oscuras, pero la misma luz de gas (comprensiblemente, puesto que fue el primer alumbrado público) era una maravilla inocente. Incluso en novelas plagadas de sombras, como *El agente secreto*, de Joseph Conrad, la luz de gas sale bien parada. En realidad, a Conrad le cuesta señalar que su luz es completamente neutra. En un cierto punto, capta las mejillas de la antiheroína Winnie Verloc brillando «con un tono anaranjado». Este anaranjado no es el efecto de la iluminación; es la mezcla de un rubor rojo visto a través de su complexión amarilla biliosa. El blanco de la luz de gas muestra las cosas en sus verdaderos colores.

Los escritores han celebrado de manera diferente la innovación moderna del alumbrado callejero de sodio. Como el gas, las lámparas incandescentes que el sodio sustituiría a su debido tiempo lucían con una generosa luz blanca, que combinaba la luz de muchos colores, creada por el flujo de una corriente eléctrica a través de un filamento de metal. El sodio, en cambio, brilla con una luz de una única longitud de onda: 589 nanómetros. Cuando la luz de una

descarga de sodio incide sobre un objeto de colores, todo lo que vemos es la fracción de esta luz de 589 nanómetros que se refleja, y ningún otro color. Esta pátina monocroma es engañosa y no cuenta la verdad; lo empapa todo en un fulgor de nicotina tal que ya no es posible percibir el color con exactitud.

Las primeras lámparas de sodio se instalaron en las calles adyacentes a los propios fabricantes de productos de iluminación, Osram en Berlín y Philips cerca de Maastricht, en Holanda. Purley Way, cerca de la fábrica de Philips en Croydon, fue el lugar de prueba elegido para Inglaterra en 1932. A medida que las lámparas de sodio se hacían más comunes en las calles después de la segunda guerra mundial, su luz descolorante llamó la atención de los escritores que querían transmitir una atmósfera urbana siniestra. En *La náusea*, el alter ego de JeanPaul Sartre, el joven escritor Roquentin, está atormentado por su existencia sin sentido, la «náusea» del título; en un momento determinado cruza la calle hasta la acera opuesta, atraído por «una lámpara de gas solitaria, como un faro», y se sorprende al descubrir que «La náusea se ha quedado aquí, en la luz amarilla». El poeta John Betjeman, aunque encariñado con el Metroland* que iluminaba, denostaba el «vómito amarillo» arrojado desde arriba por la nueva «horca de hormigón». Una generación más tarde, J. M. Coetzee refuerza esta idea en su novela *La edad de hierro*, situada en la Sudáfrica de la época del *apartheid*. La narradora de Coetzee, mistress Curran, una profesora retirada que se está muriendo de cáncer, es llevada por su doncella a uno de los municipios, donde descubrirán el cadáver del hijo de la doncella, asesinado por la policía. El coche se abre paso chapoteando «por los charcos de la carretera desigual... bajo el anaranjado enfermo de las farolas». La luz es una metáfora tanto de su cáncer como del cáncer que está destruyendo el país. Anthony Burgess y J. G. Ballard bañan asimismo sus visiones distópicas en luz de sodio. A buen seguro el elemento era ya algo manido por la época en que Will Self, en *The Book of Dave*, tiene a su taxista londinense epónimo ojeando a los pasajeros en potencia que haraganean «anticuados bajo las lámparas de sodio».

Joseph O'Neill consigue refrescar la imagen en su novela de 2008, *Netherland*. El personaje central está intentando aceptar la decisión de su esposa de dejarlo. Mirando desde el balcón de su apartamento del Hotel Chelsea de Nueva York, deforma amargamente una metáfora de salida potencial del sol en un ocaso propio del *Crepúsculo de los dioses*:*

... una sucesión de calles entrecruzadas relucían como si cada una contuviera un amanecer. Las luces traseras de los automóviles, el brillo ordinario de los edificios de oficinas vacíos, los escaparates iluminados, el anaranjado borroso de las farolas de las calles: toda esta porquería de luz había sido refinada en una atmósfera radiante que se situaba en un montón bajo de plata sobre el Midtown, e introdujo en mi mente el loco pensamiento de que el crepúsculo final caía sobre Nueva York.

La trilogía de las Tres Californias, de la época Reagan, del escritor de ciencia ficción Kim Stanley Robinson, presenta diferentes situaciones hipotéticas para el estado dorado. La segunda novela de la serie, *La costa dorada*, ilustra el que quizá es el más probable de estos futuros, no posnuclear ni ecotópico. Aquí, Robinson improvisa más extensamente sobre las luces de Los Ángeles y sus orígenes elementales:

La gran retícula de luz.

Tungsteno, neón, sodio, mercurio, halógenos, xenón.

A nivel del suelo, retículas cuadradas de farolas de sodio anaranjado.

Todo tipo de cosas que queman.

Lámparas de vapor de mercurio: cristales azules sobre las autopistas, los bloques de pisos, los aparcamientos.

Xenón que zapea los ojos, que deslumbra los paseos, el estadio, Disneyland.

Grandes haces de luz halógena como de faro, procedentes del aeropuerto, que rasgan el cielo nocturno.

La luz de una ambulancia, con rojo pulsante abajo.

Sucesión incesante, rojoverdeamarillo, rojoverdeamarillo.

Faros delanteros y luces traseras, glóbulos sanguíneos rojos y blancos, empujados a través de un cuerpo de luz leucémico.

Hay una luz de freno en tu cerebro.

Mil millones de luces. (Diez millones de personas.) ¿Cuántos kilowatts por hora?

Retículo colocado sobre retículo, desde las montañas al mar.

Mil millones de luces.

¡Ah, sí! El condado de Orange.*

En cada continente, el sodio es ahora el color de la ciudad por la noche y el medio principal para que conozcamos este elemento, al ser su luz lívida y desagradable una característica inevitable de la vida metropolitana. Incluso los fabricantes y las autoridades responsables de instalarlas reconocen que las lámparas de sodio no son un triunfo de la estética, pero no obstante se las prefiere porque son más eficientes desde el punto de vista energético que las alternativas. Los intentos para cambiar a luces más blancas basadas en mezclas de otros vapores químicos han sido frustrados por las sucesivas crisis del petróleo, de modo que llevamos nuestra vida nocturna bajo el fulgor singular del sodio.

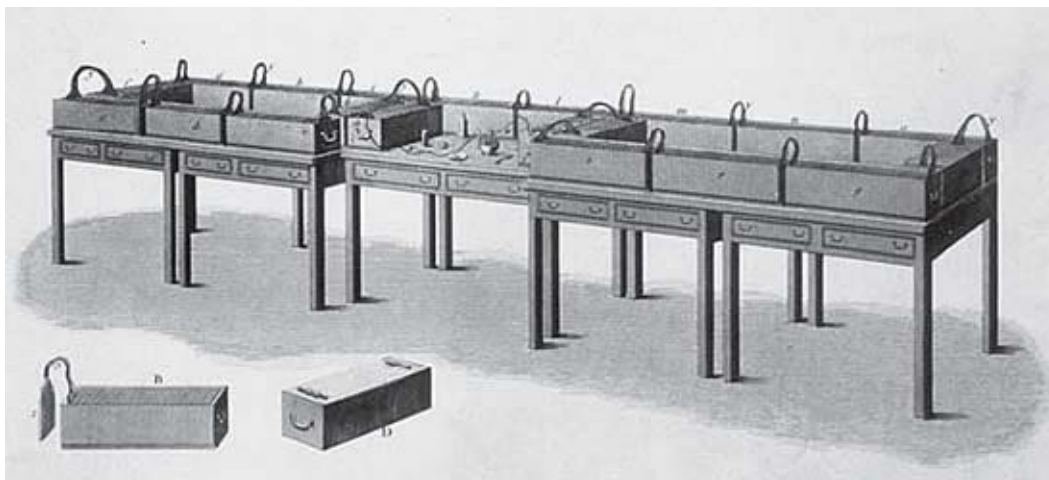


Paisaje urbano iluminado con luces de sodio. (Copyright © David Jones.)

No es el color a 589 nanómetros lo que ofende. En otro contexto, éste puede ofrecer alegría, como cuando la sal marina tiñe las llamas de una fogata de leña acarreada a la playa por el oleaje. Es su ubicuidad neblinosa. Confieso que comparto la aversión general por esta iluminación artificial que se inflige a toda la ciudad, aunque sólo tengo recuerdos felices de la única lámpara de sodio que lucía en mi dormitorio desde el otro lado de la calle cuando yo era niño. Puedo recordar que miraba cómo titilaba con un color rosado como acabado de lavar (debido al neón que se añadía para activar el sodio a un voltaje inferior) cuando se encendía por primera vez en las tardes húmedas de otoño, antes de brillar y pasar por el rojo y el anaranjado en su camino al resplandor total, que significaba que yo no tenía necesidad de una luz nocturna. Entonces yo no había leído ninguna novela distópica.

No fue su luz característica lo que condujo a los químicos al descubrimiento del sodio, como iba a ocurrir con varios elementos identificados posteriormente. En 1801, Humphry Davy se trasladó desde Bristol para ocupar el puesto de director del laboratorio de la recién fundada Royal Institution en Londres. Se llevó consigo sus pilas galvánicas, las baterías primitivas con las que últimamente

había comenzado a experimentar, al tener la intuición de que la electricidad que generaban podría ser la clave del descubrimiento de «los *verdaderos* elementos»⁵⁵ de las sustancias.



Pilas voltaicas de Humphry Davy. (Cortesía de la Real Institución de la Gran Bretaña.)

En la Royal Institution construyó pilas más potentes intercalando docenas de placas de cobre y zinc en cajas alargadas, como si fueran paquetes de Navidad de las pastillas de menta y chocolate After Eight. Resumió sus primeros experimentos con el nuevo aparato en una magnífica conferencia en la Royal Society en noviembre de 1806. Fue un trabajo tan prometedor que de inmediato le aseguró su reputación internacional, incluido el premio de Napoleón que proporcionó la razón para su viaje posterior a Francia. Después de concluir una investigación sobre la electrólisis del agua pura y de varias soluciones mediante su método, Davy dirigió su atención a las sales licuadas. El octubre siguiente sumergió el electrodo de alambre de platino de su batería en potasa derretida, y casi inmediatamente consiguió descomponer el material y producir un nuevo metal muy reactivo. Davy «bailaba por la habitación en un deleite extático al final del proceso»,⁵⁶ según su primo Edmund, que había sido enrolado como ayudante. Unos días después, Davy repitió el experimento con la corrosivamente alcalina sosa cáustica, o hidróxido sódico, en lugar de la potasa, y ocurrió lo mismo: otro metal nuevo.

En noviembre volvió a la Royal Society para repetir la misma conferencia especial, una actuación que sobrepasaría el logro del año anterior. Davy describió como «en el alambre negativo se exhibía una luz intensísima, y una

columna de fuego, que parecía deberse al desarrollo de materia combustible, surgía del punto de contacto». ⁵⁷ El metal obtenido de la potasa era líquido y parecía mercurio, mientras que el de la sosa era plateado y sólido. Ambos eran peligrosamente reactivos: «a menudo los glóbulos ardían en el momento de su formación, y a veces explotaban violentamente y se separaban en glóbulos menores, que volaban a gran velocidad a través del aire en un estado de vívida combustión, produciendo un hermoso efecto de chorros continuos de fuego». ⁵⁸ Davy anunció que había elegido los nombres potasio y sodio para los nuevos elementos. Pero, ¿eran metales? Eran extraordinariamente ligeros. Si no fuera por el hecho de que explotaban al entrar en contacto con el agua, flotarían fácilmente en su superficie. Encontró que flotaban incluso sobre nafta, un petróleo considerablemente menos denso que el agua. Concluyó que no debería considerarse que su liviandad excepcional invalidara sus demás propiedades, como su elevada conductividad eléctrica, que demostraba que eran indudablemente metálicos. Utilizando su aparato electrolítico singularmente potente, Davy acababa de descubrir los dos metales más reactivos que la ciencia conoce.

Los químicos sospechaban claramente que se demostraría que otros minerales contenían otros metales nuevos y explosivamente reactivos, que sólo esperaban una fuerza lo bastante potente para liberarlos. Uno de estos minerales era la cal, que Lavoisier había incluido en su lista de «sustancias simples» sobre la base de esta esperanza; otro la magnesia, que Joseph Black, de Edimburgo, había demostrado que era químicamente análogo a la cal y, por lo tanto, que era probable que fuera un compuesto de un metal estrechamente relacionado. La estroncianita y la barita eran otras dos sustancias que había obtenido el pupilo de Black, Charles Hope, quien había advertido sus llamas coloreadas (roja y verde, respectivamente) como indicadoras de la presencia de nuevos elementos. Davy procedió a someter sucesivamente cada una de estas llamadas tierras alcalinas a su tratamiento electrolítico, esta vez utilizando un electrodo de mercurio líquido para capturar los metales, a medida que eran liberados, en una amalgama, antes de que pudieran arder y desaparecer. A lo largo del año 1808, Davy consiguió aislar, uno después del otro, el calcio, el magnesio, el estroncio y el bario.

La química no era el único talento de Davy. Era también un poeta romántico de seria promesa. Robert Southey, posteriormente poeta laureado, incluyó parte de los versos de Davy en la *Annual Anthology* que editaba, y admirativamente lo llamó «el joven químico, el joven todo». ⁵⁹ Davy no veía

contradicción entre su ciencia y su arte, que conectaba el estudio de la naturaleza con un amor por lo bello y lo sublime. La primera estrofa de un poema que escribió por esta época parece incorporar imágenes de los metales inflamables liberados de manera tan espectacular de minerales inflexibles:

Ved aquí sobre la tierra como los espíritus brillantes vierten
Las llamas de la vida que ofrece la naturaleza generosa;
El rocío diáfano se convierte en una flor rosada.
El polvo insensible se despierta, y se mueve, y vive.*

Se encontraron otros dos miembros del grupo de elementos muy reactivos denominados metales alcalinos, a diferencia del sodio y el potasio de Davy, con medios que sí dependían de la rúbrica luminosa de sus sales. En 1859, Robert Bunsen y Gustav Kirchhoff, en Heidelberg, construyeron un espectroscopio, un tipo de prisma refinado que permite a los científicos identificar elementos al separar los colores que emiten en una llama (proporcionada quizá por uno de los famosos mecheros de Bunsen) en líneas características, como un código de barras. Bunsen y Kirchhoff utilizaron su nuevo dispositivo para efectuar una investigación sistemática de los ingredientes disueltos de las aguas minerales, no fuera que acechara allí un elemento no descubierto todavía. Eliminando químicamente las sales evidentes de sosa y cal, y las menos evidentes estroncianita y magnesia, les quedó una solución de sales más raras, de las que a continuación evaporaron toda el agua. Colocando el residuo sólido de dicha solución en una llama, Bunsen y Kirchhoff observaron una nueva luz, azul, que sólo podía deberse a un elemento no descubierto todavía. Lo llamaron cesio, del latín *caesius*, el término latino para el color del cielo. Unos meses después, siguieron un procedimiento similar en una muestra mineral procedente de Sajonia y vieron líneas de color rojo oscuro de otro elemento nuevo: el rubidio.

Un quinto metal alcalino, el litio, había sido encontrado unos años antes por métodos más convencionales (y por lo tanto bautizado no por la luz que emite a la llama, sino en referencia a la tierra, *lithos* en griego, en la que se encontró). Ahora, gracias a la espectroscopia, parecía que estos metales se hallaban en todas partes. Una mañana, Bunsen sorprendió a su colega al anunciar: «¿Sabes dónde he encontrado litio? ¡En ceniza de tabaco!»⁶⁰ Previamente se había creído que el elemento era muy raro.

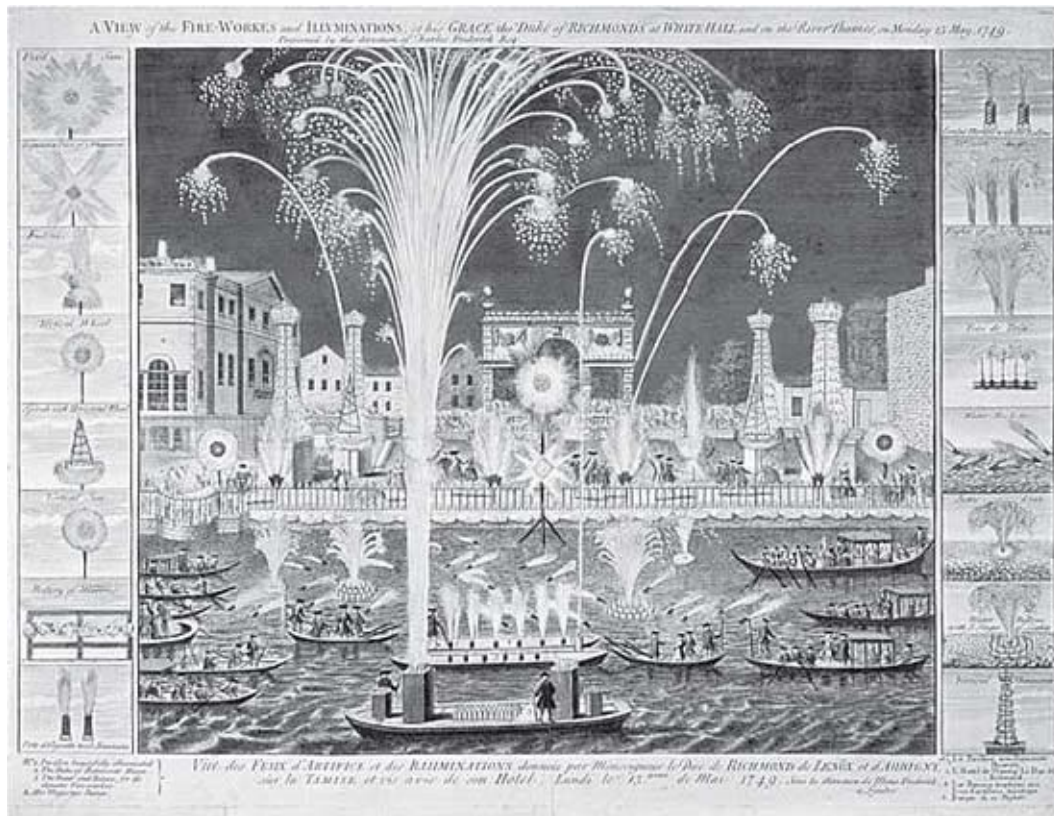
La existencia de estos elementos relativamente poco comunes, pero en absoluto raros, cesio, rubidio y litio, había quedado simplemente enmascarada por la omnipresencia del sodio. El sodio es, con mucho, el metal alcalino más abundante en la sal de la tierra, y su luz amarilla brillante decolora fácilmente los demás colores de una llama. Cuando los astrónomos se quejan de la contaminación luminosa, suelen pensar en las farolas de sodio de las calles urbanas. Edwin Hubble huyó del fulgor del «condado de Orange» retirándose a un observatorio en la cima de una montaña al norte de Pasadena, desde donde registró los movimientos de las galaxias que llevaron a su descubrimiento del universo en expansión. Pero no fue el sodio lo que le causaba dificultades. El potasio quema con una llama malva que a veces puede verse en una explosión de pólvora o al encender un fósforo. Una noche, Hubble estaba excitado por haber detectado un espectro de potasio mientras examinaba las galaxias a través del telescopio más potente del mundo. Pero pronto resultó evidente que la lectura tenía que ser falsa. Al final, Hubble se dio cuenta de que el equipo había captado la luz procedente del potasio en la cerilla que él había usado para encender su pipa.

Los fabricantes de fuegos artificiales, a diferencia de los que suministran pinturas para artistas o alimentos preparados, no tienen obligación de declarar el contenido químico de sus productos. A los que tienen unos conocimientos rudimentarios, su nombre puede sugerirles determinados ingredientes. Mi caja barata para el Cinco de Noviembre* hacía promesas en inglés imperfecto de «resplandor de plata», «fuente de diamantes verdes» y «pepitas de oro». Probablemente magnesio, cobre y sodio, pensé. Pero la verificación no llega hasta que los cielos están iluminados en los tonos que son la rúbrica de los elementos.

Amarillos y anaranjados diferentes son creados por sales de sodio, carbón vegetal en polvo y limaduras de hierro, por ejemplo. Tradicionalmente, el verde se ha hecho empleando sales de cobre, como el cardenillo. Mucho antes de que supieran acerca de los demás elementos que podían dar respuesta a sus deseos, los pirotécnicos querían recrear todo el espectro de colores mediante su arte. Los chinos consiguieron algo que se acercaba a este efecto mediante el uso de papel de colores como filtros a través de los cuales podía lucir la luz de su pólvora al explotar. Ya a mediados del siglo XVIII, se anunciaba que los fuegos artificiales ofrecían los colores propios del arco iris. Pero lo cierto es que parece que los

colores son más brillantes en las descripciones de lo que pudieron haber sido en los propios fuegos artificiales. Oro y plata eran los tonos predominantes, obtenidos a partir de varias mezclas de hierro en polvo y del mineral de sulfuro negro del antimonio, que brillaban en anaranjado y blanco, respectivamente.

El rey Jorge II asistió a una de las exhibiciones más complejas de la época en Green Park, en Londres, en 1749, después de la firma del tratado de Aquisgrán. Handel escribió una «gran obertura a base de instrumentos bélicos», que es la obra que ahora conocemos como su *Música para los reales fuegos artificiales*. Sin embargo, Horace Walpole quedó decepcionado porque el espectáculo fue «lastimoso y mal dirigido, sin ningún cambio de los fuegos de color y de formas... y encendido con tanta lentitud que prácticamente nadie tuvo la paciencia de esperar hasta el final».⁶¹ Incluso si las cosas hubieran sucedido a satisfacción suya, el verde del cobre habría sido el único color que habría visto, aparte de los blancos y amarillos que se ven en todo fuego incandescente.



A View of the Fireworks and Illuminations at his grace the Duke of Richmond's at Whitehall and on the River Thames, on Monday 15th May 1749, grabado coloreado de la Escuela Inglesa (siglo XVIII).
(Colección privada / The Bridgeman Art Library.)

Charles Dickens, en sus *Escenas de la vida de Londres por «Boz»** (1836), se deleita en la «luz roja, azul y multicolor» de un espectáculo, mientras que en *Pendennis* (1848), William Thackeray hace que la muchacha Fanny Bolton se emocione ante los fuegos artificiales de «¡azur, y esmeralda, y bermellón!». Ambas descripciones implican una intensidad de color que va mucho más allá de la que se podía conseguir en aquella época, y más bien atestiguan la imaginación siempre ávida del espectador de los fuegos artificiales. Incluso cuando se pudo disponer de las sales de estroncio y bario, el color rojo y verde que producían solía ser todavía débil, debido a la presencia de impurezas.

Los primeros espectáculos de fuegos artificiales eran cosas abstractas, pero en el reinado de Victoria se desarrolló una moda para las representaciones pictóricas en llamas, siendo especialmente populares las reproducciones patrioterías de las batallas de la guerra de Crimea y de las campañas en la India. Cuando hubo menos victorias gloriosas de las que informar, la tendencia volvió a ser de espectáculos en los que había menos cosas que distrajeran del puro arte de la pirotecnia. Sin embargo, el entusiasmo público por los fuegos artificiales casi desapareció totalmente cuando la novedad del alumbrado de gas condujo a una moda alternativa de adornar los edificios principales con iluminaciones especiales en los momentos de celebración.

En la actualidad, los espectáculos de fuegos artificiales son retransmitidos por televisión, y el europio y el zinc de la pantalla de fósforo producen una débil imitación del sodio y el bario en el cielo nocturno, y hay nuevos temores para el arte del pirotécnico. Escondido entre los matorrales de un vado de emergencia de Cambridgeshire, encuentro un portal sin marca alguna, que se abre para dejarme pasar al reducto del reverendo Ron Lancaster, el consejero delegado de Kimbolton Fireworks, el último fabricante en Gran Bretaña de fuegos artificiales para espectáculos. Lancaster creció en Huddersfield, el centro histórico de la industria inglesa de fuegos artificiales, y empezó a fabricar sus propios fuegos durante la segunda guerra mundial. (En aquellos días uno podía comprar fácilmente su propio salitre y mezclar su propia pólvora.) Se convirtió en cura y posteriormente capellán de la Kimbolton School, donde enseñó la insólita combinación de teología y química. Las vacaciones estivales proporcionaban una gran oportunidad para realizar espectáculos pirotécnicos. En 1964 construyó un laboratorio para continuar sus experimentos pirotécnicos, y finalmente estableció la compañía.

Para un hombre dedicado a proporcionar alegría así como salvación a la vida de las personas, encuentro al reverendo con un talante abatido. La industria no podrá sobrevivir durante mucho más tiempo, teme. Repasa una larga lista de obstáculos: «Propaganda sobre salud y seguridad, estrategia “Compre dos y pague uno” de los supermercados, importaciones de la China, burocracia». Un ciudadano airado escribió a Lancaster: ¿no le daba vergüenza que sus fuegos artificiales llenaran la atmósfera con cadmio y mercurio? «Le respondí: Considere los crematorios, y los empastes de mercurio, y los marcapasos que explotan, le dije». Puedo ver que se enfrenta a problemas. Después de una serie de accidentes «estúpidos» y de una vigorosa campaña en contra por parte de los consumidores, los distribuidores de fuegos artificiales se han visto sometidos a un conjunto cada vez más estricto de restricciones: se prohibieron los petardos más ruidosos, después los fuegos con vuelo errático, y otros fuegos artificiales vieron su ruido o su capacidad explosiva amortiguados. Pero la nueva legislación se debe más al uso antisocial que al peligro intrínseco de los fuegos artificiales. Más que nada, Lancaster lamenta el efecto colateral de todo esto, que ha sido iniciar una tendencia hacia la desaparición de los fuegos artificiales en el patio de casa y a restringirlos a los grandes acontecimientos municipales, lo que conduce «al control de los grandes espectáculos por parte de personas que odian la pirotecnia».

El Cinco de Noviembre no ayuda, tampoco. «Es un día horrible». Lancaster cree que la Gran Bretaña sería más feliz con los fuegos de artificio si nuestra excusa anual para lanzarlos no cayera en este mes desagradablemente húmedo. Pero una especie de espíritu de Dunkerque significa que cada año lo repetimos obstinadamente, sin gozar realmente del espectáculo. «Nuestro enfoque flemático los ha matado. Vaya a España, y vea como los fuegos artificiales han de formar parte de cada fiesta* en cada comunidad.» Mediante el correo electrónico, encuesto a una selección de amigos en los Estados Unidos, Israel, Rusia, Italia, España... y, efectivamente, recibo como respuesta una avalancha de ocasiones festivas en las que se disparan fuegos artificiales.

Por suerte, quizá, la pasión del reverendo Lancaster no hace funcionar el negocio, sino la investigación pirotécnica. Dirijo la conversación hacia el problema de los colores. El primer descubrimiento de Lancaster llegó cuando se le ofreció una partida de viruta de titanio procedente de un taller de motores de aviación. Aunque su manejo es delicado (esta viruta es muy dura, lo que la hace sensible a la fricción y, por lo tanto, expuesta a desencadenar una ignición

accidental), encontró una manera de incorporarla sin riesgo a los fuegos artificiales, donde quema para producir hermosas chispas plateadas. Un siglo antes, el aluminio y el magnesio se introdujeron en los fuegos artificiales para producir un efecto similar, pero el titanio es más brillante y, además, inmune a la humedad. Durante un tiempo, en la década de 1960, sus destellos blancos se pusieron de moda.

Uno de los propósitos de Lancaster era crear nuevos colores incandescentes intermedios entre los producidos por las sales químicas bien conocidas. Un objetivo era el verde de lima (el bario y el cobre queman con un color más parecido al verde mar). Puesto que trata con luz deslumbrante, el arte del pirotécnico es incluso más sutil que el del artista que mezcla pinturas, al combinar elementos de química, balística, óptica y percepción. En el caso del verde de lima, mezclar simplemente el verde del cobre o el bario con el amarillo del sodio no era la respuesta, porque cada color necesita una temperatura de llama diferente. La adición de magnalio (una aleación de magnesio y aluminio) permitió a Lancaster producir los colores componentes bajo un control mayor a una temperatura más elevada, pero entonces ello requirió la adición de otras sustancias químicas para conferirles intensidad.

De la misma manera, la creación de una buena luz anaranjada no es simplemente cuestión de mezclar el rojo del estroncio, pongamos por caso, y el amarillo del sodio. Lancaster descubrió que, por alguna razón que tiene que ver con la percepción visual humana, también es necesario un poco de verde para producir el efecto deseado. Su momento ¡eureka! le llegó en el cine local, mientras contemplaba como las luces de la máquina de discos se mezclaban de rojo a verde, produciendo momentáneamente el color que estaba buscando.

El azul ha resultado ser especialmente esquivo. En la Francia napoleónica, Claude-Fortuné Ruggieri fue el primero en emplear sistemáticamente sales metálicas para producir llamas de colores. Se utilizaban tanto para señales militares como para espectáculos públicos. Publicó muchas ediciones de sus *Éléments de Pyrotechnie* durante la primera mitad del siglo XIX, ofreciendo recetas para muchas composiciones de color, pero nunca una azul. No hay ningún metal o sal fácilmente disponible que produzca una emisión azul intensa; un azul requiere más energía que la que se libera típicamente de las transiciones electrónicas de los átomos excitados que generan luz. En el siglo XIX se probaron todo tipo de sustancias, desde el marfil al bismuto y el zinc, pero el mejor color que se pudo conseguir fue un blanco frío que sólo parecía azul cuando lucía

junto a alguna luz más amarilla. El «azur» de Thackeray era una pura exageración. Sólo posteriormente se descubrió que las sales de cobre que queman de manera natural con una llama verde se podían modificar químicamente para que ardieran en azul. Antes de la normativa moderna, los fabricantes empleaban a veces el acetoarsenito de cobre, el pigmento que los artistas llaman Verde de París, que es venenoso e inestable, para este fin. Más recientemente, se ha visto que el efecto puede producirse mediante el expediente menos pernicioso de quemar cobre en presencia de cloro. Para completar la cosa, el pirotécnico suele también engañar a la vista lanzando el azul con alguna luz contrastante para que produzca el efecto de un matiz más oscuro.

Me gusta entender que la psicología es tan importante como la química a la hora de crear el perfecto espectáculo pirotécnico. Las exhibiciones de hoy en día atraen a grandes audiencias y consumen cantidades enormes de pólvora. El profesionalismo es admirable: cada fuego artificial se dispara electrónicamente, a veces al ritmo de música acompañante, con una precisión que habría maravillado a Handel. Pero el reverendo Lancaster deplora incluso este avance. «El problema es que todo ocurre demasiado deprisa, porque se hace para que sea continuo con la música y se adapte a ella.» Plantea una cuestión más sutil: «Lo que uno ve, y lo que piensa que vio, depende mucho del propio punto de vista y de las condiciones». Un espectáculo de fuegos artificiales público, masivo y coordinado, puede todavía decepcionar si el tiempo o la multitud así lo determinan. Todo el alboroto de tiro rápido puede ser una pobre compensación para los que observan el espectáculo desde la lejanía y aislados de la acción por un cordón de separación, mientras que es más probable que una exhibición espontánea y a pequeña escala sea recordada. (Lancaster recuerda haber estado, con una bebida en la mano y con amigos, en la playa de Aldeburgh, después del carnaval de verano, y haber disparado algunos cohetes a intervalos sobre el mar.)

Y, tal como descubro cuando llega un Cinco de Noviembre apacible y lo bastante seco, incluso un modesto paquete de fuegos artificiales basta para producir asombro. Los colores, rojo y verde, son abrasadoramente brillantes. Los destellos blancos ocasionales producen una quemadura en la retina contra la cual las lluvias de chispas anaranjadas de las limaduras de hierro aparecen simplemente pardas, y apenas luminosas. Por algún truco químico o de percepción, un fuego artificial produce un color añil bastante oscuro, más una ausencia que una presencia, un vacío momentáneo de luz en el cielo. Una sencilla rueda giratoria la interpreta mi hijo de nueve años como un eclipse solar,

a medida que su disco brillante primero cobra velocidad, haciendo que la luz migre centrífugamente hasta el borde para formar una corona deslumbrante, antes de volverse a materializar una vez más como un disco luminoso a medida que gira más lentamente y finalmente desaparece. El reverendo tiene razón. Hay más magia aquí, en este límite fangoso del campo, mientras se nota la lluvia de hollín arenoso cada vez que un cohete se eleva, y saboreando el perfume del azufre en el aire brumoso.

Cócteles en el Pale Horse

En *El misterio de Pale Horse*, de Agatha Christie, se descubre que una cadena de asesinatos es atribuible a envenenamiento por el elemento talio. ¿Por qué eligió Christie un material tan rebuscado cuando podía dar libre curso a todos los venenos conocidos por el hombre? ¿Cómo supo del talio?

El talio fue polémico desde su primera aparición pública en la Exposición Internacional que se celebró en South Kensington en 1862, donde fue el tema recurrente de discusión en un acerbo debate científico. Inspirado por el descubrimiento del cesio por Bunsen y Kirchhoff, un joven químico llamado William Crookes, del Royal College of Chemistry, adquirió su propio espectroscopio (uno de los pocos que había en el país) y en 1861 empezó a utilizarlo para sus experimentos. Investigando un mineral particular de las montañas Harz, del que esperaba obtener telurio, observó una línea extraña en la región verde del espectro. «¿Has advertido alguna vez una única línea verde brillante, casi exactamente a la misma distancia del Na [sodio, amarillo] a un lado como del Li [litio, rojo] al otro? Si no, tengo un elemento nuevo», escribió a su colaborador.⁶² Efectivamente, tenía un elemento nuevo, que denominó talio, del término griego para los brotes verdes de las plantas nuevas. Porque el descubrimiento se hizo en primavera. (Si el talio no fuera tan escaso y venenoso, podría servir para el verde de lima de Ron Lancaster.) Crookes empezó a raspar la cantidad suficiente del elemento para exhibirlo en la exposición que se preparaba, con la esperanza de que ello pudiera ayudarlo en su elección como miembro de la Royal Society.

Mientras tanto, Claude-August Lamy, que era profesor de ciencia en la Universidad de Lille, en Francia, aisló asimismo el talio, extrayéndolo del residuo que tapizaba las cámaras de plomo de una planta de ácido sulfúrico. En junio de 1862, llegó a Londres llevando consigo un lingote de catorce gramos del nuevo metal, que desveló en la exposición, al tiempo que declaraba que el espécimen de polvo negro de Crookes no era más que un sulfuro impuro. Éste se enojó cuando al francés se le concedió un premio de la exposición, y consiguió el apoyo de sus amigos de la prensa científica, que proclamaron ruidosamente

que Crookes era el primer descubridor inglés de un elemento desde Humphry Davy. Crookes obtuvo puntualmente la reparación de los organizadores de la exposición, y al año siguiente consiguió lo que anhelaba: ser admitido como miembro de la Royal Society.

En la novela de misterio de Agatha Christie, los sucesos sospechosos que primero nos dan a conocer giran alrededor de una vieja posada, el Pale Horse,* que es ocupada por tres «brujas», que aparentemente están preparadas para arreglar asesinatos. Se encuentra una lista de objetivos. Los que ya han sido hallados muertos han sucumbido a enfermedades que presentaban síntomas de tal variedad que inicialmente se supone que todos murieron debido a causas naturales no relacionadas. Sin embargo, Mark Easterbrook, el héroe de la narración, empieza a sospechar cuando se entera de que a una de las víctimas se le caía el cabello. «El talio se solía usar antaño para depilación, en particular para niños con tiña. Después se descubrió que era peligroso», explica. «En la actualidad se emplea sobre todo para las ratas, según creo.» Se trasluce que la reunión de brujas es una cortina de humo, las brujas no realizan asesinatos por encargo, y las muertes fueron perpetradas por el «testigo» que primero las implicó, al reemplazar objetos de las casas de sus víctimas por sustitutos contaminados con talio.

Es evidente que Christie eligió el talio para prolongar el misterio. Es la gran diversidad de los síntomas de las víctimas lo que hace que los personajes del libro, y el lector, estemos perplejos a lo largo de 300 páginas. ¿Cómo supo Christie del talio? Nos lo cuenta a través del personaje de Easterbrook, al que se le pregunta convenientemente: «¿Qué le hizo pensar que era talio?». Éste responde: «Leí un artículo sobre el envenenamiento por talio cuando estaba en los Estados Unidos. Un gran número de trabajadores murieron uno tras otro. Sus muertes se atribuyeron a causas sorprendentemente variadas. Entre ellas, si recuerdo bien, estaban...» y sigue detallando doce causas de muerte diagnosticadas y cinco síntomas (presumiblemente para que sepamos que Christie ha hecho sus deberes).

El misterio de Pale Horse «popularizó» el talio, y seguramente es una de las razones por las que al principio se sospechó que era el veneno empleado contra el que fuera espía ruso Alexander Litvinenko, que fue asesinado en Londres en 2006. (La causa de la muerte resultó ser el todavía más exótico y radiactivo polonio, aunque es probable que la KGB sí que empleara talio en el envenenamiento de otro disidente, Nikolai Khokhlov, en 1957.)

En otros casos, el conocimiento de los peligros del talio que promovió la novela de Christie pudo haber contribuido a frustrar a asesinos reales. Invirtiendo la presunción habitual de que las ficciones sobre homicidios fomentan los asesinatos por parte de imitadores, *The Agatha Christie Companion* presenta tres casos en los que, afirma, «se reconocieron... los síntomas del envenenamiento por talio, y se salvaron vidas, debido a la rápida reacción de individuos que casualmente habían leído *El misterio de Pale Horse*».⁶³ En un caso, una mujer latinoamericana escribió a la autora para decirle que había identificado los síntomas en un hombre que era envenenado lentamente por su mujer. Uno o dos años después, una niña catarí de diecinueve meses fue ingresada en el Hospital Hammersmith de Londres, porque aparentemente estaba muriendo de una enfermedad misteriosa. Los médicos estaban desconcertados, pero una enfermera que había leído *El misterio de Pale Horse* sugirió un tratamiento para el envenenamiento por talio. La niña había ingerido talio que sus padres usaban como insecticida.

El tercer caso, el más alarmante, tuvo lugar en el taller de fotografía de Hadland en Bovington, en Hertfordshire, en 1971. Alrededor de setenta personas enfermaron debido a lo que se llamó «el bicho de Bovington», y dos murieron. Los operarios sospechaban que se trataba de contaminación ambiental, pero análisis realizados en la fábrica no revelaron nada. En una reunión, el médico de la compañía descartó la contaminación por metales pesados, pero un trabajador, Graham Young, le interrumpió: «¿No cree usted que los síntomas concuerdan con envenenamiento por talio?». Mientras tanto, el especialista forense que venía de Scotland Yard, recordó los síntomas descritos en *El misterio de Pale Horse*. Cuando la policía registró el piso de Young encontró grandes cantidades de talio, y a su debido tiempo se le encontró culpable de los asesinatos. Después del juicio se supo que recientemente se le había dado de alta del hospital psiquiátrico de alta seguridad de Broadmoor, donde había estado encerrado durante nueve años por intentar envenenar a la mayor parte de su familia, incluido el gato.

Los autores de *The Agatha Christie Companion* no comentan la posibilidad de que también los asesinos pudieran haber leído *El misterio de Pale Horse*, aunque la propia Christie, concienzuda como siempre, se tomó la molestia de expresar la esperanza de que no lo hubieran hecho. Mientras tanto, la población en general sigue felizmente ignorante de los efectos del talio. ¿Qué otra cosa

podría explicar la decisión del perfumero Jacques Evaré de poner en circulación un perfume para hombres llamado Thallium, un producto cuya promesa implícita incluye calvicie e impotencia?

La luz del Sol

La búsqueda de los elementos ha sido siempre un asunto fronterizo. Tiene lugar en las fronteras de disciplinas científicas reconocidas y en las fronteras de la investigación respetable. Se han encontrado elementos nuevos como subproductos de la búsqueda alquímica de oro y de la piedra filosofal. Se han anunciado descubrimientos mucho antes de que hubiera pruebas tangibles de nuevo material puro, a partir del mero color de una llama o cuando quedaba algún residuo inexplicable después de un análisis químico estándar. Con más frecuencia de lo que se puede pensar, posteriormente se ha demostrado que tales hallazgos no eran más que fantasías basadas en dichas observaciones breves y extravagantes y en la vana ambición del descubridor en potencia. Se podría compilar una tabla periódica paralela de un centenar de elementos que recibieron nombre con esperanza pero que nunca se vieron. Pero la historia de un elemento sugiere que la indulgencia puede ser más adecuada que la condena para aquellos investigadores que se encontraron atrapados en estas espesuras.

Puesto que el espectroscopio había revelado nuevos elementos en las llamas de la humilde sal y de la ceniza de tabaco, cabía esperar que no pasara mucho tiempo antes de que alguien tomara la nueva y excitante herramienta de la química y la dirigiera hacia el Sol. En 1868, el astrónomo francés Pierre Janssen viajó hasta la bahía de Bengala para observar el eclipse solar total que proporcionaría a la ciencia su primera oportunidad para sondear la atmósfera solar. Desembarcó en Madrás y fue recibido por el gobernador inglés de la provincia, que le invitó a instalar su estación de observación donde quisiera. Janssen eligió el pueblo algodónero de Guntur, que se hallaba en pleno trayecto del eclipse y estaba situado entre el mar y las montañas, donde era poco probable que hubiera calina o nubes. Estuvo lloviendo varios días antes del eclipse, y Janssen empezó a temer que quizá había acarreado sus aparatos por medio mundo para nada. Sin embargo, según el relato de Janssen, el 18 de agosto, «el día del eclipse, el Sol lució al alba, aunque todavía se hallaba en un lecho de bruma; pronto surgió de él, y en el momento en el que nuestros telescopios nos daban noticia del inicio del eclipse, lucía con todo su brillo».⁶⁴ Después, cuando

la oscuridad envolvió a los observadores que aguardaban, Janssen registró: «Dos espectros, compuestos de cinco o seis líneas muy brillantes, rojo, amarillo, verde, azul y violeta», que surgían de dos «magníficas protuberancias» de la corona a cada lado del Sol en el momento del eclipse total. Al ojo, esta luz no aparecía blanca como a plena luz del sol, sino como «la llama de un fuego de forja». Sin embargo, el espectroscopio veía líneas de color discretas separadas por regiones negras, lo que hacía muy sencillo compararlas con las líneas espectrales producidas por elementos conocidos que habían sido confirmadas en los laboratorios. Mientras que las líneas roja y azul correspondían a la luz (que se ve asimismo en el espectro solar normal) emitida por los átomos calientes de hidrógeno, la línea amarilla no. Aunque se acercaba en el color, tampoco correspondía de manera precisa al amarillo característico del sodio. Janssen concluyó que esta línea tenía que deberse a la presencia de un elemento desconocido, aunque, quizá tontamente, no fue lo bastante atrevido para darle un nombre. Un par de meses más tarde, el astrónomo inglés Norman Lockyer observó el Sol a través del cielo otoñal de Cambridge y, comparando sus hallazgos con los de un tubo de descarga de hidrógeno (el principal gas solar), llegó independientemente a la mismísima conclusión. Pensando que el elemento podría estar presente únicamente en el Sol y que no se encontraría en la Tierra, Lockyer lo llamó helio, por el término griego para el Sol, *helios*.

Sin pruebas sólidas que respaldaran sus audaces afirmaciones, tanto Janssen como Lockyer arrostraron años de burlas durante los cuales científicos irreverentes se lanzaban mutuamente pullas a propósito de esta o aquella mixtura desconocida: «Esto es helio». Muchos espectroscopistas dudaban de si el helio existía realmente, e incluso Edward Frankland, el químico que había ayudado a Lockyer en sus experimentos, continuaba creyendo que alguna emisión de hidrógeno no descubierta era una explicación más probable de la línea amarilla. Lockyer no fue vindicado finalmente hasta 1895, cuando William Ramsay pudo enviarle un tubo de descarga lleno de gas helio que había recogido a partir de la desintegración radiactiva de un mineral de uranio. Lockyer estaba exultante: «la gloriosa refulgencia amarilla del capilar, mientras pasaba la corriente, era algo digno de verse».⁶⁵

Mientras tanto, antes de que Ramsay pudiera ir al rescate de los dos hombres, otros astrónomos habían empezado a informar alegremente de otros descubrimientos de elementos celestes que estaban más allá del alcance de ninguna prueba de laboratorio confirmatoria. En 1869 se informó del coronio, y

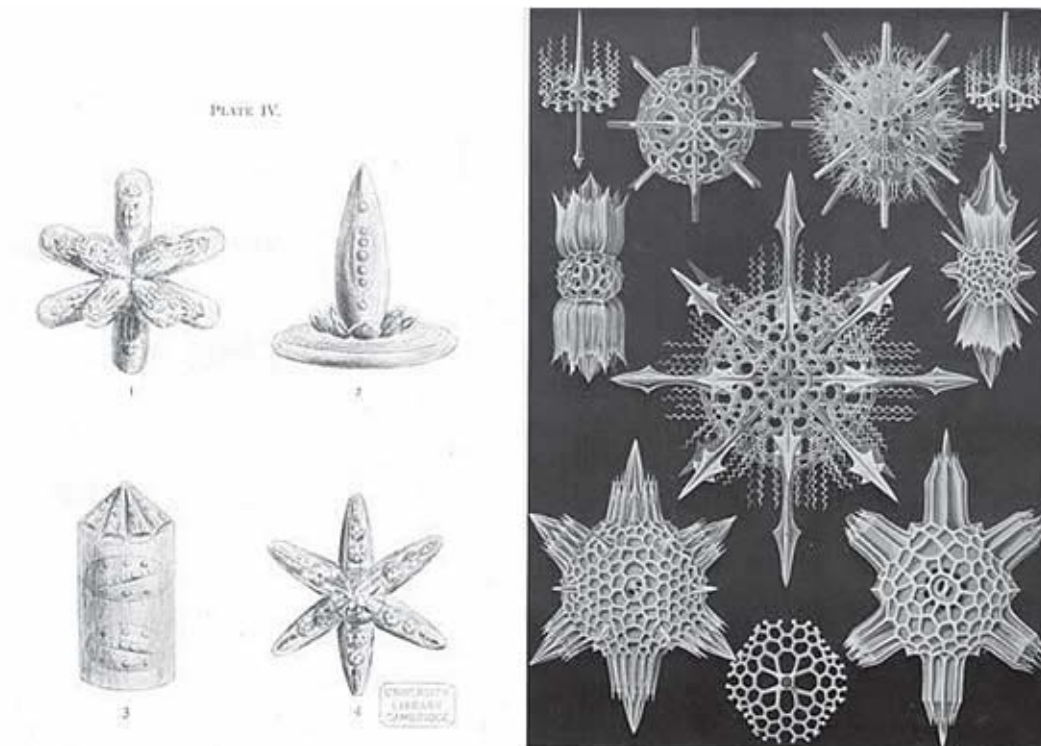
en 1939 resultó ser hierro. Siguió el nebulio, pero resultó ser una forma energizada del oxígeno. Fue la organización de la tabla periódica de Mendeléyev (y desde entonces la incorporación de nuevos elementos a sus espacios vacíos) lo que puso fin a estas afirmaciones descabelladas. Quedan muchas líneas espectrales no identificadas en los anales de la astronomía, pero ahora las probabilidades de que alguna de ellas se deba a un elemento no descubierto y no a excitaciones electrónicas no catalogadas en sustancias conocidas son cero.

Sin embargo, investigadores menos respetables han sido muy aficionados a explotar el aire de misterio que suele rodear a los elementos recién descubiertos; o a los elementos, como cabría decir del helio, incómodamente situados en el umbral del descubrimiento. Después de todo, para el observador profano, a buen seguro la evidencia codificada del espectroscopio aparecía apenas menos creíble que los delirios de un cabalista. En una era científica en la que se pedía a la gente que creyera en rayos X invisibles que podían ver a través de materia sólida y en radiactividad que podía provocar de forma mágica que un elemento se transmutara en otro, cualquier novedad parecía posible. Y si había que encontrar a los elementos más allá del campo de la percepción humana mirando a los cielos, ¿no era razonable entonces buscarlos también más cerca de casa mediante medios extrasensoriales más acordes?

El caso del oculto presenta esta otra cara de la hoja de balance: un descubrimiento elemental que afirmaban haber hecho no doctos hombres de ciencia, sino místicos declarados, pero que se basaban, al igual que la afirmación de Lockyer del descubrimiento del helio, en pruebas visuales producidas por medios arcanos y que sólo habían presenciado directamente unos pocos observadores.

El oculto fue el «descubrimiento» de Annie Besant y Charles Leadbeater. Besant era una eminencia principal en el movimiento religioso teosofista, una clarividente, una activista femenina y una líder política radical del período victoriano. Con Leadbeater, que anteriormente había sido un predicador anglicano, escribió muchos libros, entre ellos uno titulado *Química oculta*, una fusión de estos últimos intereses con lo que había aprendido mientras estudiaba química como una de las primeras mujeres estudiantes universitarias en la Universidad de Londres. Este volumen, publicado por primera vez en 1909 y que posteriormente tuvo diversas ediciones, proporcionaba descripciones exhaustivas y precisas del aspecto de átomos individuales de muchos elementos tal como se

les aparecieron primero a Leadbeater y después, bajo su tutela, a Besant, vistos por el «tercer ojo» de la clarividencia. Los átomos fueron ilustrados por Curuppumullage Jinarajadasa, el joven compañero cingalés de Leadbeater, que asistía a las *séances** químicas junto a su gatito blanco. Él mismo no vio los átomos, pero realizó dibujos bellamente detallados de los mismos sobre la base de las descripciones de Leadbeater y Besant. Se parecían extrañamente a las espirogiras y a los organismos marinos espiculares ilustrados por el biólogo alemán Ernst Haeckel, cuyo magnífico compendio *Kunstformen der Natur* se había publicado poco antes.



Esquemas de átomos de Curuppumullage Jinarajadasa. (Reproducido con la amable autorización de los síndicos de la Biblioteca de la Universidad de Cambridge de *Química oculta*, de Besant y Leadbeater, lámina IV.)

Leadbeater y Besant pusieron en marcha su excéntrico proyecto atómico en 1895. Besant, recordando sus días de estudiante, afirmaba la importancia de la observación por encima de todo, y hacía gala de informar de manera neutra lo que afirmaban ver. Empezaron con un intento de observar «una molécula de oro», pero aparentemente la encontraron con «una estructura demasiado compleja para describirla».⁶⁶ Leadbeater tuvo más suerte con el hidrógeno, que

anunció que tenía un número de átomos menores «dispuestos según un plan definido».⁶⁷ Este, el más simple de los elementos, «se vio que consistía en seis pequeños cuerpos, contenidos dentro de una forma parecida a un huevo. Giraba con gran rapidez sobre su propio eje, vibrando al mismo tiempo, y los cuerpos internos efectuaban giros similares».⁶⁸ Se encontró que pesaba dieciocho *anus*, una unidad de medida inventada por los ocultistas, que la llamaron así por el nombre de la unidad indivisible de la materia en la metafísica jainista. Leadbeater y Besant observaron elementos más complejos que el hidrógeno pero menos intimidantes que el oro, y también los «pesaron». Se vio que el nitrógeno y el oxígeno medían 261 y 290 *anus*, respectivamente. La concordancia entre estos números y los pesos atómicos relativos de ambos elementos, determinados por métodos más convencionales, era muy notable.

Aquel mismo año (el año, cabe recordar, en el que Ramsay confirmó la existencia terrestre del esquivo gas solar) observaron también un átomo «tan ligero y tan simple en su composición que pensamos que podría ser el helio».⁶⁹ Sin embargo, al no poder obtener una muestra verificada de helio, admitieron que eran incapaces de confirmar esta atribución. En 1907, Leadbeater y Besant obtuvieron finalmente algo de gas helio y lo sometieron al misterioso escrutinio del «tercer ojo». Se declararon sorprendidos porque «resultó ser muy diferente del objeto observado anteriormente, de manera que llamamos Oculto al objeto no reconocido, hasta que la ciencia ortodoxa pueda encontrarlo y etiquetarlo de manera adecuada».

La ciencia ortodoxa no lo encontró nunca, desde luego; a su debido tiempo, el oculto siguió el camino del coronio y el nebulio. Pero Besant y Leadbeater no pueden descartarse simplemente como chiflados. Se asociaron con científicos. Observaron y midieron, y registraron sus observaciones y medidas con gran minuciosidad, al igual que lo hacen los científicos. Además, no era insólito que grandes científicos tuvieran un interés por las religiones alternativas. William Crookes, el descubridor del talio, era miembro de la Sociedad Teosófica, y ocasionalmente proporcionaba muestras y consejos a los químicos ocultistas.

Por otro lado, la investigación de Leadbeater y Besant no cumple la primera prueba de la ciencia experimental, en el sentido de que nadie ha sido capaz de replicar sus resultados. Recientemente, Michael McBride, un químico de la Universidad de Yale, consideró de nuevo los datos de la pareja y los sometió a un análisis estadístico. Encontró que la coincidencia entre sus cifras para los pesos atómicos relativos de los elementos y las que la ciencia acepta no era sólo

estrecha, sino que era demasiado exacta para ser cierta: cualquier procedimiento experimental genuino hubiera producido una mayor dispersión de los datos. Sin embargo, McBride exonera a Leadbeater y Besant de fraude. Cree que, por el contrario, una ilusión colectiva los llevó a asociar sus valores «observados» con los establecidos.⁷⁰

Es evidente que no vieron átomos individuales como afirmaban, pero si se compara con todas las otras cosas que estaban ocurriendo en la química y la física en aquella época, puede aducirse que esto hizo realmente que sus resultados parecieran más científicos en lugar de menos científicos. (Los rayos X, descubiertos asimismo en 1895, permitirían finalmente a los científicos «ver» los átomos.) La plausibilidad de las afirmaciones de Besant y Leadbeater viene reforzada por el detalle de sus informes, su insistencia en la devoción a la ciencia («es muy deseable que nuestros resultados sean comprobados por otros que puedan utilizar la misma extensión de visión física»), y sus ilustraciones irresistibles; ilustraciones que se parecen a extraños organismos marinos, sí, pero también (y esto es misterioso) y mucho a los esquemas de las órbitas de los electrones alrededor de átomos y moléculas, que se idearon mucho más tarde como una ayuda para comprender la naturaleza del enlace químico. Aunque no era ciertamente la intención de sus narradores, la historia del oculto podría considerarse casi como una sátira de la retórica de la presentación científica, al estar repleta de términos técnicos, larguísimas exégesis y visualizaciones complejas de lo que, en realidad, no puede verse.

Hay momentos en los que el sistema de los elementos basado en la recurrencia de determinadas formas subatómicas imaginado por Besant y Leadbeater nos resulta totalmente desquiciado, como cuando escriben, por ejemplo: «El manganeso no nos ofrece nada nuevo, al estar compuesto por “espigas de litio” y “globos de nitrógeno”». ⁷¹ Pero el gran Crookes, que hay que reconocer que era cauteloso en su elogio, recomendó que «su obra será útil al menos a la hora de sugerir a los científicos el tipo de elementos que pueden descubrir todavía en la, hasta ahora, no concluida tabla periódica». ⁷² En todo caso, sus visiones se aproximaron mucho más a la realidad de la física atómica. Besant y Leadbeater creían que incluso el átomo más sencillo, el hidrógeno, estaba compuesto por muchas partículas subatómicas, y que tanto los átomos como sus partículas constituyentes giraban y vibraban continuamente, todos

ellos fenómenos que los físicos observarían a lo largo de las décadas siguientes; el espín del electrón se revelaría, de hecho, al examinar el detalle del espectro del helio.

La intangibilidad del helio acabó finalmente para Lockyer. No satisfecho con el obsequio de Ramsay, quiso obtener su propia muestra del elemento y en 1899 solicitó material original que fuera prometedor. El superintendente de pozos y balnearios de Harrogate le contestó enviando a Lockyer algunas sales de su balneario. Entonces ya se sabía que las aguas de estos lugares eran efervescentes no sólo con sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono, sino también con pequeñas cantidades de los gases inertes. Recolectando minuciosamente el gas liberado por las sales, Lockyer consiguió tener finalmente en su mano el elemento que había detectado más de treinta años antes.

TERCERA PARTE

OFICIO

A las Casitéridas

Los fenicios navegaron a lo largo y a lo ancho de su mundo en busca de estaño.* Probablemente obtuvieron el metal primero de yacimientos en Creta y Turquía; después, yendo hacia el oeste, de Etruria en Italia y de Tartessos en el sur de España; y, hacia el este, hasta la península Malaya, donde todavía en la actualidad se beneficia mucho estaño. Pero el origen más legendario era en las islas conocidas como Casitéridas.

Los fenicios prosperaron en la tierra que en la actualidad es Siria y Líbano durante más de un milenio, empezando hacia el 1500 AEC; promovieron el comercio y el desarrollo tecnológico, pero dejaron pocos documentos de sus actividades. El escritor griego Heródoto fue en gran parte responsable del mito de las Casitéridas, el lugar al que el metal está ligado para siempre por el nombre de su mineral, la casiterita. Aunque personalmente dudaba de la existencia de las islas, sin embargo Heródoto escribió sobre ellas en sus *Historias* hacia el año 430 AEC y por ello, fueran realidad o no, las introdujo en la historia:

De las extensiones extremas de Europa hacia el oeste no puedo hablar con ninguna certeza; porque no admito que exista ningún río, al que los bárbaros dan el nombre de Erídano, que desemboque en el mar septentrional, en el que (según sigue la leyenda) se produce ámbar. Tampoco sé de islas algunas llamadas Casitéridas, de las que procede el estaño que usamos. Porque, en primer lugar, el nombre de Erídano no es manifiestamente un nombre bárbaro, sino un nombre griego, inventado por algún poeta u otro; y, en segundo lugar, aunque me he esforzado mucho por conseguirlo, nunca he podido tener la garantía de un testigo ocular de que exista ningún mar en el lado más alejado de Europa. No obstante, es cierto que estaño y ámbar nos llegan desde los confines de la Tierra.⁷³

Pero realmente existe un mar en el lado más alejado de Europa, y las Casitéridas debieron existir, porque el estaño llegaba al Mediterráneo desde el oeste, y el comercio se realizaba desde Cartago, el puerto-estado fenicio. Pero, ¿dónde en el oeste? Quizá el misterio era deliberado. Plinio el Viejo, en su *Historia Natural*, escribe que el metal procedía de «Lusitania» y «Gallaecia»⁷⁴ y también «llegaba desde las islas del mar Atlántico en barcas cubiertas de pieles»,⁷⁵ mientras que el geógrafo griego Estrabón, que escribió 400 años después de Heródoto, sugirió que los fenicios pudieron haber engañado a sus

enemigos acerca de dónde se hallaban estos valiosos recursos, pero aventura que aquellas islas se hallan frente a la costa ibérica «al norte del puerto de los ártabros».⁷⁶ Pero tales islas no existen. Eruditos posteriores han interpretado los relatos clásicos como referencias al extremo noroccidental de la propia España, o a Bretaña, o a las islas en la desembocadura del Loira y del Charente en el golfo de Vizcaya. Pero estos lugares carecen de estaño. Hasta aquí, todo incierto; después de todo, tal como nos recuerda un texto metalúrgico moderno, «¿cuántos historiadores de nuestros días podrían decirnos de dónde obtenemos nuestro estaño?».⁷⁷

Hay otro promontorio atlántico que es rico en estaño, pero resulta que Cornualles no es una isla. Quizá estemos tomando demasiado al pie de la letra las observaciones de tercera mano de los vigías de los barcos. Para los escribas mediterráneos habría sido un acto de imaginación superfluo dar forma definida a cualquier tierra extensa de la que se informara después de viajes al océano infinito que se hallaba más allá del estrecho de Gibraltar; era mucho más fabuloso conjurar simplemente una isla. Y también más plausible, porque ¿quién hubiera creído más probable que los barcos fenicios hubieran vuelto atrás simplemente para descubrir otra cosa que el extremo alejado de un continente que ya conocían?

El estaño se ha explotado en Cornualles desde al menos el 2000 AEC, donde se obtenía de los lechos de los ríos o disponiendo fuegos directamente contra la roca para fundirlo, y por lo tanto ya hacía tiempo que estaba establecido por la época en que los mercaderes fenicios oyeron hablar de él. Pero no puede desecharse tan fácilmente la idea de que las Casitéridas, conocidas en el mundo antiguo muy específicamente como las islas del *Estaño*, y «diez en número», según Estrabón, fueran verdaderas islas en lugar de partes de una masa continental mayor. La suposición lógica de que pudieran ser las islas de Scilly parece desmontarse al primer obstáculo: poseen muy poco estaño. Le pregunto a Richard Herrington, del Museo de Historia Natural de Londres, qué piensa de las diferentes teorías en competencia. Está a favor de la idea de que el estaño procedía efectivamente de Cornualles y de que las islas de Scilly servían como centro comercial adecuado. Allí, las embarcaciones costeras (las «barcas cubiertas de pieles» de Plinio) podrían haberse encontrado con los grandes barcos de los mercaderes fenicios quienes, navegando hacia el norte más allá del cabo Finisterre («Artabria»), podrían haber considerado que las islas de Scilly se

encontraban en aguas de la costa de España. Este supuesto reconcilia al menos las descripciones de los historiadores con los datos mineralógicos. Los fenicios no tuvieron necesidad de haber visto nunca la costa de las islas Británicas.

Hay otra dimensión en el misterio de las Casitéridas: su nombre. La teoría canónica es que las islas recibieron su nombre por el valioso mineral que allí se encontraba, pero algunos han pensado si acaso el zapato no está en el otro pie, y que el mineral tome su nombre de una denominación preexistente de las islas, de la misma manera que se cree que el nombre latino del cobre, *cuprum*, puede derivar de Chipre,* el lugar que era la principal fuente de este elemento en el mundo mediterráneo. Esto parece bastante improbable: el término sánscrito para el estaño, *kastira*, indicaría una etimología índica basada en fuentes asiáticas del metal. Pero esta raíz antigua subraya al menos el derecho de Cornualles de hallarse entre las fuentes de estaño más antiguas conocidas.

Poseo un mapa moderno que, aunque no afirma que Cornualles sea las Casitéridas, sí que muestra que es una tierra de estaño. Se trata de un mapa «metalogénico» de las islas Británicas: señala dónde está enterrado el tesoro de la nación. La superficie terrestre está teñida en colores pastel que representan los principales períodos geológicos, y sobre ellos hay dispersos pequeños rombos de colores, como si el contenido de una bolsa de caramelos surtidos se hubiera vertido encima. La dispersión es notablemente desigual. Divide el país claramente en dos: el blando Mesozoico al sur y al este, y las regiones celtas al norte y al oeste, donde la geología se remonta hacia atrás en el tiempo, pasando por el período Carbonífero, hasta el Cámbrico y más allá. Las formas coloreadas se acumulan en estas últimas regiones, señalando la presencia de elementos tales como el estroncio en Strontian, en Argyllshire, el oro en Gales y otros muchos. Las formas pretenden dar una idea de la extensión de cada yacimiento e incluso mostrar en qué sentido se hallan los estratos. La espina de Cornualles está festoneada de rectángulos anaranjados, que significan la presencia de estaño, tungsteno, cobre, molibdeno y arsénico. Los rectángulos mayores se encuentran al final mismo de la península de Cornualles (aunque no hay ninguno en las islas de Scilly). Decido que he de realizar mi propio viaje a las Casitéridas.

Resulta inmediatamente obvio que me encuentro en una tierra de geología más interesante cuando entro en Cornualles. En todas partes hay señales de canteras y minas, cicatrices blancas en las laderas de las colinas que dejaron las excavaciones de arcilla de porcelana, montones puntiagudos de escorias, pozos o

chimeneas de minas ocasionales. Las minas de estaño más antiguas, y ahora las más pintorescas, se encuentran en la costa septentrional rocosa de la península de Land's End. La zona la ha designado ahora la UNESCO como un Lugar del Patrimonio Mundial, lo que la coloca, increíblemente, al mismo nivel que la isla de Pascua y las Pirámides. Resulta extraño, pero las ruinas de las construcciones de piedra son dignas de este honor, y sus chimeneas cónicas de piedra y la verticalidad maciza de las casas que albergan los pozos producen su propia geometría austera.



Mina de estaño en Cornualles. (Fotografía del autor.)

Hay muchas de estas construcciones dispersas por el paisaje escarpado, pero las construcciones de superficie son la parte menor del conjunto. Bajo tierra, tal como descubro en un intrincado modelo de alambre del tamaño de una habitación grande en la mina Geevor, se encuentra un retículo complejo de túneles y pozos, una verdadera ciudad subterránea, construida para seguir los filones de estaño a dondequiera que éstos llevaran, a veces incluso bajo el mar. Un recorrido por Geevor me proporciona una clara sensación de la suerte del minero del estaño. En superficie están los cobertizos donde el mineral era

triturado y clasificado, las enormes salas inclinadas de mesas romboidales vibrantes en las que el mineral pesado se separaba del ligero, y el horror piranesiano del calcinador en el que se calcinaba arsénico. Finalmente, nos hacen descender a Wheal Mexico, una de las partes más antiguas de las excavaciones mineras, cuyas duras paredes de granito todavía rezuman cobre azul pálido. Cuando volvemos «de nuevo a la hierba», me sorprende de una manera presuntuosa, propia del siglo XXI, la incongruencia del panorama soberbio en comparación con el infierno que era trabajar bajo tierra.

Junto a la mina de Geevor, la de Levant me recuerda mi objetivo. ¿Son éstas las Casitéridas? Levante, el nombre tradicional de la costa oriental del Mediterráneo, parece una pista demasiado evidente. Me hace sospechar una cierta cantidad de posracionalización romántica. Si puede bautizarse México un pozo con la esperanza de que pueda producir riquezas equivalentes a la plata de aquel país, entonces seguramente otros nombres pueden tener también un significado tan nimio. Pero me aseguran que el nombre se remonta a más de 1.000 años, y surgió de las conexiones comerciales con una compañía mercantil mediterránea. Me enteró de que además de las islas de Scilly, la isla de St Michael's Mount, que entonces se conocía como Ictis, en la bahía abrigada meridional entre Land's End y el Lizard, pudo haber sido también un punto de carga de estaño británico para su exportación.

El estaño de Cornualles era excepcionalmente puro, y mantuvo su reputación por toda Europa durante siglos. La mayoría de las minas no cerraron hasta mediados del siglo XX; la razón por la que tienen tan buen aspecto no es que hayan sido restauradas, sino simplemente que no han tenido tiempo de degradarse. Algunas minas, como Geevor, aguantaron hasta cerca de 1990, época en la cual el monopolio internacional del estaño se había hundido y el precio del metal cayó por debajo de los 5 euros el kilogramo, lo que hacía que seguir extrayéndolo fuera antieconómico. Recientemente el precio del estaño se ha recuperado, lo que ha animado esperanzas de que pueda reemprenderse la minería. «Las gentes de Cornualles quieren que vuelva», me dice David Wright, el aquilatador de Geevor, convertido en guía del recorrido. «Causó una gran cantidad de sufrimiento, pero forma parte de la historia de Cornualles».

Primo Levi califica al estaño de «metal amistoso».⁷⁸ Entre sus cualidades amigables enumera que nos proporciona el bronce, «el material respetable por excelencia, notoriamente perenne y bien establecido».

El material de base para el bronce en la antigüedad era el mineral de cobre que, sin que los metalistas de la época lo supieran, contenía estaño suficiente para producir la aleación. En muchos lugares se debía haber considerado que el bronce y el cobre eran metales distintos. No había ninguna búsqueda de los elementos ni ningún incentivo para intentar separar el bronce en sus ingredientes, puesto que ya era el metal superior para muchos propósitos. En algunos lugares se beneficiaba estaño puro a partir de su propio mineral, la casiterita, y, al ser demasiado blando para hacer con él armas y utensilios, se utilizaba para adornos. Allí donde el estaño y el cobre se obtenían a partir de minerales distintos, fue natural que no pasara mucho tiempo sin que se hiciera bronce a propósito, juntando los dos metales. Una vez se supo que se podía obtener bronce de esta manera en lugar de basarse en minerales que tuvieran casualmente las proporciones adecuadas de cobre y estaño, se abrió la caza para el metal milagroso que tenía el poder de hacer que el cobre fuera a la vez más útil y más bello.

Pero no es sólo como ingrediente esencial del bronce que el estaño ha encontrado su papel. El metal tiene sus propias ventajas. A diferencia del plomo, es reluciente y brillante. Es lo bastante fuerte para hacer con él artículos útiles, pero lo bastante blando para que dichos artículos puedan hacerse mediante simples golpes de martillo, sin que sea necesaria una gran pericia de artesano. Por encima de todo, es fácil de beneficiar y de moldear, pues funde a 232 grados Celsius, mucho más bajo que el cobre o la plata.

Esto lo sé porque, cuando era un muchacho, fundía y moldeaba repetidamente el mismo fragmento de estaño en formas diferentes. Pero lo recuerdo cuando me dirijo a un taller que pretende volver a familiarizar a diseñadores y académicos que pasan el día creando gráficos en ordenadores o completando las evaluaciones de los estudiantes con la sutileza de los materiales reales. Nuestro tutor para este ejercicio de vaciado de estaño es Martin Conreen, del Goldsmith College, de Londres. Conreen posee el rápido movimiento ocular que lo convertiría en un buen Papá Noel de grandes almacenes, aunque su barba tiene el color del jengibre. Alegremente, echa mano al interior de su saco y distribuye su tesoro metálico, un lingote pequeño y brillante de estaño para cada uno de nosotros... y un jibión de sepia. Los jibiones, explica Conreen, se han empleado al menos desde la época de los romanos como moldes para los adornos de estaño. Lo miramos dubitativos, pero tan pronto como empezamos a raspar comprendemos por qué. El jibión poroso se cincela fácilmente, pero

también puede soportar el calor del estaño fundido. Cuidadosamente, fundimos nuestro estaño y lo vertemos en las depresiones que hemos esculpido en el jibión. Después de unos momentos de enfriamiento, es posible extraer las baratijas. Su peso y lustre plateado hace que sostenerlas en la mano sea una delicia. El metal fundido ha seguido fielmente todos los arroyuelos que cincelé e incluso ha incorporado la fina textura de panal del propio jibión, añadiendo así una capa serendipitosa de ornamentación natural. La satisfacción de hacer algo tan sólido y grato se denota en las sonrisas bobaliconas que aparecen en nuestras caras.

Debido a la facilidad con la que se puede volver a fundir y moldear el estaño, tiene un valor especial en la narración: puede moldearse de nuevo en papeles diferentes. El cuento de hadas *El soldadito de estaño*,* de Hans Christian Andersen, termina trágicamente cuando el soldado es consumido por el fuego junto con la bailarina de papel a la que ama. Revolviendo las cenizas más tarde, una sirvienta descubre que el soldado se ha fundido en la forma de un corazón. El estaño es desechable pero también es indestructible; el soldadito de estaño es mortal, pero su amor perdura. También está cruelmente expuesto al destino. El muchacho que aparece en el cuento lo lanza al fuego «sin ton ni son». Y hay un indicio al principio de que el destino desempeñará su papel porque el héroe de estaño ya es distinto de los otros veintitrés soldaditos de la caja: se hizo el último, cuando el metal se acababa y sólo tiene una pierna. También este fatal hilo conductor en el cuento se obtiene de la manera en que se manipula el metal: el troquel se vacía al principio y se vuelve a vaciar al final.*

La facilidad de trabajarlo hizo del estaño un metal vulgar. El bronce se reservaba para las armas, el oro y la plata para la Iglesia y la Corte. Los artículos de hierro requerían los servicios de un herrero, pero todo el mundo podía convertir una pieza de estaño en algo útil. Para el campesino, el estaño reemplazaba a todos estos metales tanto para los adornos como para los utensilios, y se lo transformaba en platos, cántaros y jarras, instrumentos musicales, joyas y juguetes.

El estaño era asimismo ideal para hacer prótesis que podían moldearse y batirse para seguir las intrincadas formas del cuerpo. La frase «oreja de estaño», que significa carente de oído musical, se remonta a la época en la que las personas podían perder fácilmente una extremidad ante los estragos de la sífilis o de algún desagradable accidente. (Las narices de cobre no eran desconocidas, tampoco.) El Hombre de hojalata de *El mago de Oz* es un leñador cuya hacha

está embrujada, de manera que corta sus extremidades, una tras otra, y finalmente cercena su cabeza. En cada ocasión se le insertan recambios de estaño (aunque el hecho de que sus articulaciones se oxiden crónicamente sugiere que la metalurgia no era el fuerte de Frank Baum).

Los artesanos medievales trabajaban el estaño tal como les llegaba: beneficiado a partir del mineral sin ulterior refino. A pesar de que el estaño de Cornualles era famoso por su pureza, incluso este metal solía estar contaminado con plomo, cobre, antimonio y arsénico, que afectaban a sus propiedades, a menudo para mejorarlas, a veces para empeorarlas. Más tarde se le añadió bismuto en pequeñas cantidades para convertir el metal blando en una aleación más dura, más lustrosa y más sonora. De hecho, se creía que el bismuto era una mezcla de plomo y estaño hasta que la investigación química adecuada en el siglo XVIII demostró que se trataba de un elemento distinto. (Hoy en día, la mayoría de nosotros encontramos el bismuto sólo cuando tenemos un malestar estomacal: es el ingrediente activo de Pepto-Bismol que elimina la pepsina.)

La aleación del estaño era el secreto del artesano del peltre. Probablemente en la actualidad el peltre conjura imágenes de picheles bautismales de dudoso gusto o de jarras grabadas de los habituales de las tabernas no remozadas. Históricamente, era una amalgama principalmente de estaño con plomo, que perdió el favor cuando se supo la naturaleza venenosa de este último. En la actualidad, el peltre se fabrica totalmente a partir de estaño con un poco de antimonio, bismuto y cobre. La Compañía de Honorables Peltreros es uno de los gremios más antiguos de Londres, que tiene sus orígenes en el siglo XIV, pero está haciendo un esfuerzo determinado para rehabilitar el metal con un concurso anual para diseñadores, que responden valerosamente con collares, enfriadores de vino y accesorios para lámparas que realmente consiguen escabullirse de los grilletes de la historia.

Mientras que el peltre se esfuerza para conservar su posición como material atractivo, estaño se ha convertido en un término peyorativo para cualquier metal barato. Las monedas de valor bajo, que por lo general se basan en el cobre, son «hojalata». El modelo «T» de Henry Ford, el automóvil más básico, hecho de acero, era apodado Tin Lizzie.* Apremiado por el crecimiento del estañado durante el siglo XIX, el estaño ha llegado a convertirse en una metáfora de perdedor para cualquier cosa superficial o despreciable, para los rebajados o los que tienen ínfulas. Rudyard Kipling inventó «el diosillo de estaño» como epíteto

para cualquier déspota insignificante en su *Departmental Ditties* de 1886. Se continúa empleando «*tinpot*»^{**} como adjetivo, reservado casi exclusivamente para dictadores extranjeros, para describir a alguien que fía en los aderezos de su cargo para disfrazar la corrupción subyacente; naturalmente, los líderes ingleses nunca fueron *tinpot*.

La metáfora no es en absoluto justa con el metal, pues el estaño de los botes de conserva estañados que alimentaron al Imperio británico estaba allí, en principio, para evitar la corrupción. En una ocasión, como parte de una conferencia a estudiantes del Hospital Guy, de Londres, una lata de carne que había sobrado de una expedición naval en 1826 se abrió unos veinte años después. Se vio que el contenido tenía buen aspecto y olía bien, tan bien, en realidad, que fue rápidamente consumido por algunos miembros del personal del hospital que pasaban por allí.

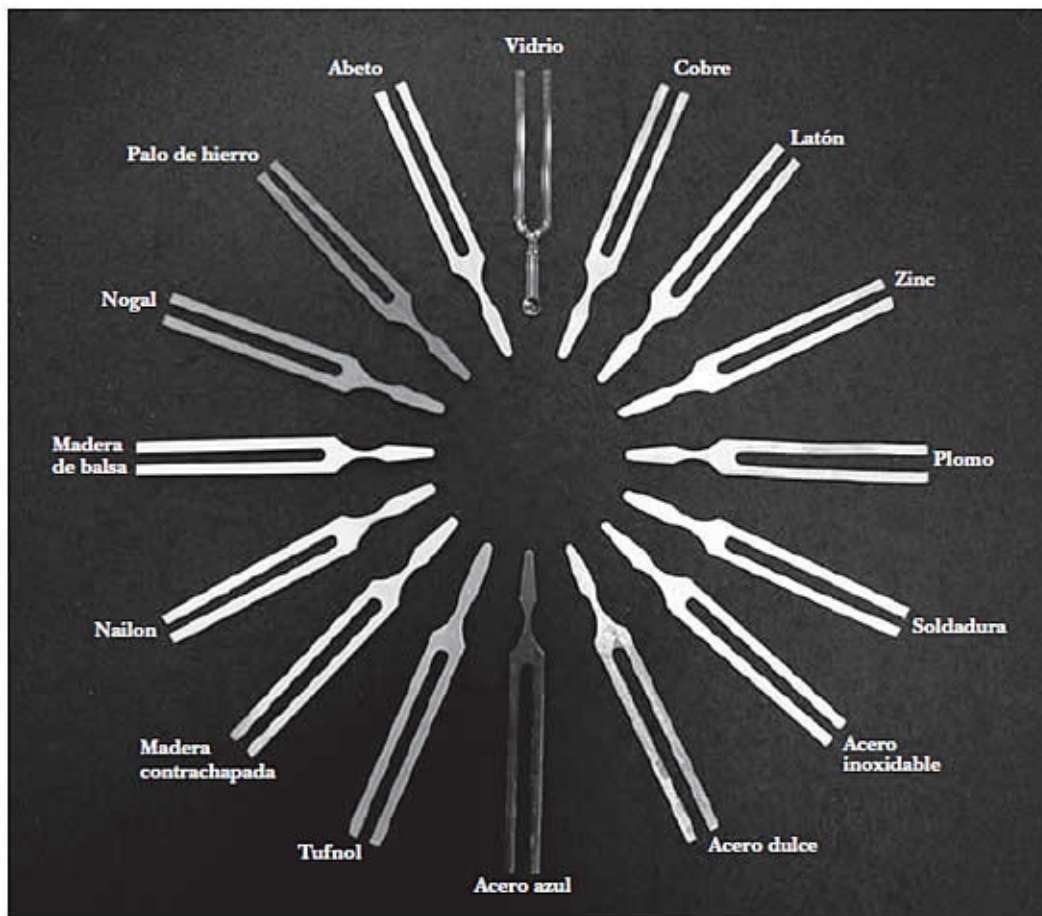
También los hojalateros son considerados con recelo. Se supone popularmente que la etiqueta se aplica a los estañeros, pero en realidad se refiere a cualquier remendón o chapucero itinerante de utensilios. Generalmente, quien estaña es asimismo culpable de trabajos manuales chapuceros o ineptos. Sin embargo, la dignidad del itinerante y del estaño se reafirma en la reciente novela de Rose Tremain, *The Road Home*, que describe la experiencia de Lev, un emigrante de Europa oriental que viaja hasta Gran Bretaña para trabajar. Tremain opone sutilmente dos elementos, el sodio y el estaño, en su narración. El autobús de Lev pasa a Austria durante la noche y se detiene para repostar combustible bajo un «cielo de sodio», una imagen recurrente. En Polonia, su abuela sostiene a su familia confeccionando joyas de estaño. El sodio significa lo moderno, la sofisticación tecnológica, el Occidente urbano. El estaño habla del Oriente rural de oficios sencillos, un mundo que Lev evoca tan cariñosamente que incluso el irlandés que comparte con él su piso considera trasladarse allí. El estaño, como Lev en la novela, es sumiso y barato, pero no obstante es fundamentalmente honesto y decente.

Se dice que el estaño llora cuando una barra del mismo se dobla o se rompe, lo que da a Primo Levi una razón adicional para considerarlo un elemento amistoso, aunque no parece creerlo: «es algo que nunca ha visto ni oído (que yo sepa) ningún ojo u oído humano».⁷⁹

La ignorancia y falta de curiosidad de Levi en esta ocasión es un misterio. Yo he oído ciertamente este lloro, y lo oí de nuevo durante la clase magistral sobre materiales de Martin Conreen, cuando torturé mi fragmento de estaño: un sonido de resquebrajamiento dilatado con un armónico de queja, como la puerta que se abre en un filme de horror, como si los cristales de metal se retorcieran y separaran. En realidad, el fenómeno no es ni siquiera único del estaño, sino que puede producirse sometiendo a tensión cualquier metal lo bastante quebradizo.

El mundo sonoro del estaño es especial, no obstante. Su mismo nombre^{*} resuena: *tinnnnn*. Y ello no es casual. Al ser el metal que más comúnmente se transformaba en utensilios domésticos, el estaño aportó sonoridad a las vidas ordinarias. El tañido de campanas y gongs, limitado a la Iglesia y a los rituales de estado, recibió un humilde eco doméstico en el sonido de estaño sobre estaño en los hogares de las gentes. La calidad del metal se medía por la pureza de su tintineo. La onomatopeya está muy extendida. El término inglés procede del alto alemán antiguo *zin*; todavía es *Zinn* en alemán y tiene nombres parecidos en otros idiomas nórdicos. El término francés, aunque deriva separadamente del latín *stannum*,^{**} es el casi homófono *étain*. El término «zinc», vale la pena señalar de pasada, quizá provenga asimismo de *zin*, lo que puede tener algo que ver con la química incierta de una época anterior a que se supiera que el zinc era un elemento distinto del estaño. El plomo, incidentalmente, el «apagado plomo» de Shakespeare, recibe un nombre igualmente onomatopéyico^{***} debido a que *no* resuena, y más todavía en los idiomas escandinavos, donde recibe el nombre de *lod*.

Zoe Laughlin, una científica de materiales en el King's College de Londres, realizó un estudio de los sonidos característicos que emiten materiales diferentes, llegando hasta el extremo de producir diapasones idénticos en vidrio y madera, así como en diversos metales. Después anotó el sonido que emitían al ser golpeados, registrando medidas objetivas de tono y timbre, volumen y atenuación, y pidió a un grupo de músicos que hiciera una evaluación más subjetiva. Encontró que los diapasones de acero producían el sonido más brillante en el tono más alto. El cobre y el latón sonaban más profundos pero casi igual de brillantes. Por razones que todavía hay que explorar, el tono más brillante lo produjo un diapasón de acero que había sido chapado en oro. Lamentablemente, un diapasón hecho de soldadura, que es sobre todo estaño, no consiguió producir un tono, y pronto presentó síntomas de fatiga del metal; no se registró si lloró.



Diapasones de Zoe Laughlin. (Zoe Laughlin.)

Muchos de los términos que tienen que ver con tañer metales son genéricos; no tienen que ver con qué metal se bate. Así, los hojalateros no son exactamente estañeros, sino que reciben el nombre del sonido de lata que hacen al trabajar el metal. En España, a los estañeros se les llama quincalleros, y los almacenes de ferretería reciben en Francia el nombre de *quincailleries*, términos que expresan claramente el sonido de chacoloteo de cualquier mercancía metálica. La mitología noruega y alemana hace una fuerte conexión entre el trabajo del herrero y el sonido, y todavía decimos «machacar una canción», algo que Wagner ilustra literalmente en la forja subterránea de Alberich en *El oro del Rin*.

Otras asociaciones sensoriales son típicas del estaño, a pesar del frustrante resultado de Laughlin con el diapasón. Algunas están conectadas físicamente con las propiedades materiales, pero otras profundizan figurativamente más en el mundo auditivo. Los más majestuosos y resonantes de todos, los tubos de órgano

están hechos tradicionalmente de estaño amalgamado con plomo, en proporciones variables según el tono que se desee. En el otro extremo del espectro, los silbatos y los tambores de hojalata no tienen por qué estar hechos de estaño, pero ciertamente tienen el sonido que caracterizamos como metálico o agudo.* Tin Pan Alley, el distrito de Nueva York, recibió este nombre** por el ruido que hacían los pianos de los compositores (de canciones) al aporrear melodías populares. Incluso el tinnitus (acúfeno), la sensación de zumbido en el oído, se une a esta familia retumbante.

Dejemos este elemento para ocuparnos del sonido de las campanas, o tintineo. Las campanas pueden hacerse de cualquier material sonoro (mi amigo Andrea Sella incluso tiene una hecha de mercurio, en ultracongelación en el departamento de química del University College de Londres, a la espera del día muy frío en el que pueda ser tañida).*** Pero ya hace tiempo que se sabe que una aleación de cobre y estaño en las proporciones de tres o cuatro a uno produce el mejor tono. Este bronce especial es quebradizo y notoriamente difícil de moldear, y existe toda una serie de leyendas antiguas acerca de la fortuna de la persona que posee el secreto de la confección de campanas. Muchas campanas se han resquebrajado, entre ellas la Campana de la Libertad, que después de haber atravesado sin contratiempo el Atlántico en 1752 se rajó desde la boca a la cintura la primera vez que se tañó en Filadelfia. También el Big Ben se cuarteó poco después de ser instalado en 1859 en el edificio del Parlamento, recién construido. El pomposo bronce de las estatuas puede ser respetable por excelencia, tal como sugiere Levi; el metal de las campanas, con su mayor proporción de estaño, resuena con las felices imperfecciones de la humanidad.

La verdad gris del apagado plomo

Durante la década de 1880, Auguste Rodin, el artista más famoso y polémico de su época, creó lo que resultaría ser su obra más popular, *El pensador*. Tenía que ser la figura central de una composición mucho mayor, *Las puertas del infierno*, que iba a servir como pórtico monumental del nuevo museo de las artes decorativas de París. La obra enorme, de casi siete metros de altura y plena de humanidad, nunca se acabó a satisfacción del artista, pero partes de la misma, que incluían *El pensador* (que originalmente se pensó como una figura de Dante), acabaron por terminarse por separado a una escala incluso mayor. La postura (la mano que sostiene la mejilla, el codo que descansa sobre la rodilla) puede resultar ahora muy familiar, pero la escultura tiene todavía el poder de elevarse por encima de la parodia. La figura se inclina hacia adelante, a una distancia imposible. La ménsula (que todavía hubiera sido más espectacular vista desde abajo, al pasar la gente bajo el dintel de la entrada del museo) es crucial para la proeza de Rodin. Este bloque estático de bronce es animado incluso para el estándar usual de Rodin, y produce no un aspecto de movimiento hacia delante, como a menudo buscan hacer los escultores, sino una proyección de actividad interna. Desea urgentemente que conozcamos *algo*, que conozcamos de hecho el poder mismo del pensamiento. Estudios recientes de rayos X han demostrado que la escultura sólo puede hacer esto en un grado tan extraordinario porque oculta bajo su base un contrapeso enorme hecho de plomo.

El plomo es la materialización de la gravedad, tanto física como intelectual, y es el elemento químico que está más estrechamente asociado a la muerte. Cuando hablamos de un cielo plomizo, no nos referimos sólo al color; la imposibilidad gravitacional de la imagen presagia algo peor que la lluvia: el final de un mundo vuelto del revés. Tradicionalmente se emplean sarcófagos de plomo para conservar el cuerpo de papas y reyes y asegurar que el alma no escape. El corazón del rey de Escocia Roberto I Bruce descansa en un ataúd de plomo en la abadía de Melrose, al igual que ocurre con el cuerpo larguirucho de su enemigo, el rey inglés Eduardo I, en Westminster. El «Martillo de los

escoceses» dio instrucciones de que el ataúd tenía que cambiarse por oro real sólo cuando aconteciera la derrota final de Escocia; el ataúd sigue siendo de plomo en nuestros días.

El plomo no se corroe, y así conserva lo que contiene, porque forma una capa superficial que impide el ataque químico ulterior. Es esta fina capa (la misma sustancia que el blanco de plomo de los artistas) la que en último término conserva los techos de muchas de las catedrales e iglesias de Europa, así como el cuerpo de sus prelados. Este compuesto también extrae del metal el poco lustre que pueda tener cuando es acabado de cortar, dejándolo con un color gris de elefante que apenas refleja la luz solar. Esto también parece hacer que el plomo sea más adecuado que otros metales para los rituales de muerte y enterramiento.

La pesada relación del plomo con la gravedad y sus connotaciones de hundimiento final (en la tumba) no son más que las asociaciones más extremas de las diversas que tiene con el destino y la caída. Cuando acordamos dejar una cosa al azar, dejamos que «las fichas caigan donde puedan», regidas no por nosotros, sino únicamente por las leyes de la física. Uno de los significados secundarios del nombre alemán *Fall* es simplemente acontecimiento, algo que ocurre o acontece. Y una caída gana énfasis si lo que cae lo hace pesadamente. Una caída pesada es decisiva. Por esta razón los romanos hacían los dados de plomo.

En partes de Europa central en las que los minerales de plomo son abundantes, se ha producido la costumbre de predecir el futuro vertiendo pequeñas cantidades del metal fundido en agua. El metal se solidifica naturalmente en formas extravagantes, y a partir de ellas se deduce la fortuna del que lo vertió. Los alemanes realizan esta ceremonia de *Bleigiessen* (verter el plomo) la Nochevieja. Si el plomo solidificado se parece a una flor, entonces uno gozará de nuevas amistades en el año que viene. La forma de un cerdo presagia prosperidad, un barco un largo viaje, y así sucesivamente. En Hungría, la ceremonia tiene lugar en el llamado Día de Luca* (13 de diciembre), en el que los enamorados vierten plomo para adivinar las cualidades de su pareja prometida. Las tradiciones siguen vivas y, quizá de manera sorprendente, es fácil adquirir juegos infantiles que contienen plomo de verdad para fundir y verter en casa.



Bleigiessen. (Fotografía del autor.)

Ciertamente, se trata de un procedimiento que no parece requerir tener un experto a mano para interpretar los resultados. Decido improvisar en beneficio de mi familia utilizando algo de plomo recuperado de una vieja ventana emplomada. Calentado en un cazo mediante la llama de un mechero Bunsen portátil, el metal arrugado se hunde lentamente hasta que se estremece bajo una capa de óxido blanco y amarillo y está listo para verter. ¿Puedes realmente decir la buenaaventura?, se pregunta mi hijo de nueve años mientras miramos. Él es el primero. Vierto aproximadamente el plomo fundido que cabe en una cucharilla de postre en un cubo de agua y él recupera uno de los fragmentos mayores. Tiene forma de pera, y no encontramos qué futuro puede presagiar. Mi hijo le da la vuelta y declara que parece un globo. Quizá dará la vuelta al mundo por el aire. Sigue mi esposa. Con una mayor práctica en el vertido, se forman unas estructuras más complejas. Recoge un goterón alargado que en verdad se parece milagrosamente a una flor en su tallo. Una nueva amistad en el año que viene parece una apuesta relativamente segura. Al final me toca a mí. Vierto de nuevo el plomo, y extraigo del agua unos burujos atenuados que no inspiran nada. Pero un fragmento más escultural ofrece un campo más extenso para la imaginación, al sugerir de manera concebible una figura humana. El parecido se echa a perder por un listón de plomo fundido diagonalmente sobre la parte media del torso. Quizá sea un instrumento musical. ¿Debo aprender a tocar al laúd?

Shakespeare vuelve a cifrar el potencial profético del plomo en *El mercader de Venecia*. Con el fin de conseguir a la bella heredera Porcia, sus pretendientes han de hacer una elección elemental entre cofres de oro, plata y plomo. Cada cofre

lleva una inscripción. Las inscripciones en los cofres de los metales preciosos hacen promesas que parecen disponibles en alguna forma material, aunque se planteen de forma enigmática. En el cofre de oro la inscripción reza: «El que me elija obtendrá lo que muchos hombres desean»; en el de plata: «El que me elija obtendrá todo lo que merece». La inscripción en el cofre de plomo reconoce sólo el mundo incierto: «El que me elija habrá de dar y arriesgar todo lo que tuviere». Elegir ahora el plomo es reconocer que no es posible predecir la fortuna.

Los dos primeros pretendientes que aparecen en el drama, a los que Porcia llama «necios deliberados», son los príncipes de Marruecos y de Aragón. Consideran que no pueden permitirse el juego de la vida; prefieren lo que es claramente un trueque, aunque los términos no sean claros. El vano Marruecos elige el oro, el calculador Aragón la plata. El pretendiente digno, Bassanio, racionaliza la elección de manera distinta. En un «mundo todavía engañado por los adornos» rechaza tanto el oro como la plata y elige el cofre de plomo, y al abrirlo encuentra «la imitación de la hermosa Porcia», la señal de que la ha conseguido.

Los tres pretendientes han sido guiados en su elección por su percepción del valor de los metales respectivos. Durante sus deliberaciones, han llamado al plomo, uno tras otro, «apagado», «ruin» y «débil», aunque Porcia ha sido escrupulosa en no asignar nunca valor a ninguno de los metales. Marruecos y Aragón permiten que los acertijos acompañantes compliquen su confusión, pero Bassanio, hasta donde podemos decir, no lee en absoluto los mensajes. Su elección es corpórea. Marruecos y Aragón se sienten ofendidos por la ordinariedad del plomo, pero Bassanio no se inmuta.

Quizá las fortunas no sean para contarlas, pero hay una cosa de la vida que puede predecirse demasiado bien. Lo que Bassanio ha ganado también sabe que finalmente lo perderá. Su elección correcta indica una aceptación de la mortalidad, tanto la suya como la de Porcia. El plomo del cofre ya lo ha explicado detalladamente a todos los interesados, como Marruecos deja bien claro cuando anuncia piadosamente que no puede soportar «pensar un pensamiento tan ruin» de que el retrato de Porcia se halle enfundado en plomo en previsión de su muerte. La paradoja de Bassanio es que, aunque desea a la hermosa Porcia, no obstante puede confesar acerca del cofre de plomo: «Tu sencillez me emociona más que la elocuencia». La tediosa verdad del plomo es que la belleza se marchita. El tiempo corroe nuestro cuerpo, nuestra piel adquiere su propio revestimiento de óxido, pero en su interior el alma puede

mantenerse pura. La elección del cofre de plomo incluye esta fatalidad, que demuestra que Bassanio será un marido constante hasta la muerte. «De esta manera», escribió Freud en un ensayo sobre la mítica elección de tres posibilidades, «el hombre supera a la muerte, a la que ha reconocido intelectualmente».⁸⁰

«¡A vos, que no escogéis por la apariencia —reza el pergamino que Bassanio encuentra dentro del cofre de plomo— suerte siempre tan feliz y elección tan verdadera! Ya que esta buena fortuna os alcanza, contentaos con ella y no busquéis otra nueva».* Es un recordatorio final de la gravedad de la decisión que ha tomado.

La fortuna de toda la humanidad se cuenta en plomo. Las aplicaciones tradicionales del elemento (muchas de las cuales en la actualidad las realizan sustitutos por razones de salud) resuenan con el papel ambiguo que éste desempeña en el mito. Dos de sus usos más antiguos demuestran de qué modo el plomo abarca toda la gama de la creatividad y la destructividad humanas: desde las balas de los soldados hasta los tipos de los impresores. En tiempos antiguos se utilizaban bolas de plomo como proyectiles de hondas, pero no fue hasta el descubrimiento, en el siglo XIV, de que podía hacerse que la pólvora, entonces nueva en Europa, proyectara una bola desde el interior de un tubo, que el cañón se convirtió en un arma de guerra. Este tosco dispositivo se fue refinando gradualmente en una amplia panoplia de armas de fuego, para las que se necesitaba una batería igualmente diversa de perdigones y balas. Al principio, los perdigones y balas de plomo se producían laboriosamente mediante moldes, pero pronto se fabricaron, al igual que se busca conocer la buenaventura, con ayuda de la gravedad en torres diseñadas para este fin. Pero, a diferencia del *Bleigiessen*, aquí se excluye cuidadosamente el elemento del azar. Se vierte plomo fundido desde cierta altura para que forme gotas de un determinado tamaño, que se enfrían mientras caen antes de sumergirse en una gamella de agua. Me dirijo hacia Crane Park, en los suburbios occidentales de Londres, donde todavía se yergue uno de estos edificios. Esta torre redonda y ahusada se construyó en 1823 para la Fábrica de Pólvora Hounslow. Hoy en día, después de haber sido restaurada, se encuentra situada pintorescamente en el lindero del bosque, con cotorritas que salen y entran rápida y ruidosamente por la cúpula de la cúspide. Un riachuelo somero que fluye cerca proporcionaba el agua esencial. De pie en una de las seis galerías circulares que circundan su interior de ladrillos

desnudo, es fácil imaginar el plomo caliente cayendo por el centro y chisporroteando en el agua de abajo. Una caída larga (las torres de las balas más altas tenían más de veinte pisos de altura) asegura que cada pieza se acerque a la forma esférica para cuando llega al agua, pero incluso entonces hace falta más trabajo para separar y clasificar las balas. También se utiliza aquí la gravedad, pues se hace rodar las esférulas por un plano inclinado hacia una especie de salto. Las que ruedan bien pueden saltar la barrera, mientras que las lentas, deformadas y de tamaño mayor no pueden hacerlo, y son recogidas para volver a fundir. (El factor suerte reaparece cuando se dispara la bala: aunque se han fabricado y se han disparado con intención de herir miles de millones de balas de plomo, sólo se han cobrado unos meros millones de vidas. Esta reducida proporción de bajas se está reduciendo todavía más, según los expertos, por la simple razón de que los avances tecnológicos en el diseño de armas de fuego hacen muy fácil apretar el gatillo prematuramente.)



Torre de las balas en Crane Park. (Fotografía del autor.)

Una de las diversas innovaciones claras de Johannes Gutenberg que nos hace proclamarlo el padre de la imprenta fue su adopción del plomo para los tipos. Gutenberg tenía alguna formación como orfebre, y era un metalúrgico experto por la época, hacia 1440, en que, mientras vivía en Estrasburgo, se

dedicó a pensar sobre el problema de la imprenta. Vio que las prensas que se usaban localmente para producir vino se podrían adaptar para presionar las letras sobre el papel, pero para que dichas letras se pudieran cambiar, de forma que se pudieran imprimir textos diferentes, sería necesario un material con propiedades especiales. Tendría que ser muy moldeable para adoptar la forma intrincada de cada letra, pero también lo suficientemente duradero para soportar el impacto repetido sobre el papel. Además, para tener tipos totalmente móviles, cada pequeña pieza correspondiente a una única letra tendría que estar suelta, de manera que, una vez liberada de la prensa, pudiera volverse a colocar para establecer un nuevo texto. La respuesta de Gutenberg (que también se alcanzó en Corea por la misma época) fue usar plomo aleado con estaño y un poco de antimonio. Esto hacía que el metal fluyera mejor cuando estaba fundido pero formara una letra más dura cuando era sólido. Esta aleación de plomo resultó ser ideal comparada con el bronce, que era más duro de trabajar, o con materiales tradicionales tales como bloques de madera y arcilla, que duraban menos. Este «tipo metálico» dominó la imprenta hasta mediados del siglo xx, y aceleró muchísimo la extensión del saber y expandió el papel de la literatura.

Los significados profundos y contradictorios del plomo (fortuna y destino, creatividad y destrucción, humor y seriedad, amor y muerte) han hecho que varios artistas contemporáneos lo empleen en su obra. Quizá no son muchos los que se sienten atraídos por este material inelegante y humilde, pero los pocos que lo han hecho figuran entre los más reputados. El escultor inglés Antony Gormley y el artista alemán Anselm Kiefer, por ejemplo, usan plomo de maneras que explotan aspectos contrastantes de su naturaleza.

Kiefer trabaja con una gama insólita de medio básicos, y se podría decir que primarios, entre ellos ceniza, creta, paja y uñas. El plomo, que en el pensamiento alquímico y cabalístico se considera un material primordial, ha sido importante para Kiefer durante más de treinta años, y lo ha elegido por razones prácticas de viabilidad (es uno de los metales más maleables) pero también, más importante todavía, por sus múltiples ecos culturales. Es, dice, «un material para las ideas».⁸¹

En 1989, mientras los alemanes orientales y occidentales empezaban a desportillar el Muro de Berlín, Kiefer terminaba una obra importante, modelada según un moderno avión bombardero. El avión de Kiefer no está hecho de aluminio, el metal práctico más ligero, sino de plomo, el más pesado. Sus láminas de plomo están torcidas y dobladas en forma, formando un baturrillo, y

acabadas con una tosca parodia de los brillantes remaches de los que dependemos para que nos lleven con seguridad por el aire. Contemplo la obra en el Museo Louisiana en Dinamarca, un lugar de armonía entre la tierra y el mar, la arquitectura y el arte, donde transmite un impacto violento, como si se tratara de un ave herida que encontramos al pasear por la campiña. En un cierto sentido, se trata de una propuesta hilarante: un avión que nunca podrá volar. Al igual que las hachas de plomo que construían los romanos, será inútil como arma de guerra. Y, al igual que los barcos de plomo en miniatura que se han encontrado en la isla griega de Naxos y que se remontan al período cicládico, hace 5.000 años, no va a ninguna parte. Promete vuelos de fantasía, pero permanece pesadamente ligado a tierra. Incluso sus largas alas y el fuselaje parecen desplomarse, al ser el cenceño tren de aterrizaje apenas capaz de resistir la inexorable atracción de la gravedad. La obra se llama *Jasón*. En el mito griego, Jasón y los Argonautas, a los que recluta para que naveguen con él en busca del Vello de Oro, construyen un barco, el *Argo*, pero encuentran que es demasiado pesado para botarlo. Hace falta la intervención mágica de Orfeo, que se ha incorporado a la tripulación, antes de que su viaje pueda empezar.

A Kiefer le interesa el hecho de que el plomo es mutable no sólo de manera física; como nosotros, también parece cambiar su carácter. Muchos metales padecen un fenómeno conocido como fluencia, por el que se deforman gradualmente si se les aplica una tensión. El plomo es tan denso y blando que fluye con sólo la gravedad, y Kiefer ha explotado esta propiedad en obras en las que ondas de plomo se amontonan, como olas en una playa, en la parte baja de la imagen. De los siete metales conocidos en el mundo antiguo, el plomo era considerado como la «base» de la que todos los demás estaban hechos en la naturaleza, y era el punto de partida obvio para los alquimistas que se esforzaban por obtener oro. Kiefer cree que la costra blanca y amarilla que se forma en la superficie del plomo fundido es indicativa de su «potencial para conseguir un estado superior de oro».⁸² Así, el elemento encarna la esperanza, y las obras de Kiefer que lo emplean pretenden expresar la esperanza para la humanidad con su potencial para cambiar a mejor. Pero para un artista nacido en 1945, el año en que se lanzó la bomba atómica, el plomo está ligado asimismo a una clase de mutabilidad más oscura. El plomo es el producto último de muchas cadenas de desintegración radiactiva, incluidas las de los ingredientes clave de la bomba

atómica, uranio y plutonio. En la antigua alquimia, el plomo representa el potencial para la mejora de la humanidad, pero en la nueva prefigura su destrucción violenta.



Jasón, de Anselm Kiefer. (Copyright © Louisiana Museum of Modern Art.)

La visión del plomo que tiene Antony Gormley es modelada por procedimientos más familiares. Su obra de 1986 *Corazón* es un poliedro irregular de plomo. Alude a la costumbre de conservar órganos del cuerpo en plomo y, de forma coincidente o no, también se refiere a la obra del artista alemán, porque el mismo cubo truncado aparece en una larga serie de obras de Kiefer llamada *Melancolía*, inspirada a su vez por el grabado de Albrecht Dürer *Melancolía I*. El uso de plomo es adecuado aquí, porque los alquimistas igualaron al metal con Saturno, que era el dios romano de la melancolía.

El estudio de Gormley es un espacio enorme, cercado y provisto de puertas como el recinto de una embajada en una zona de guerra. En su interior, figuras humanas de malla metálica penden mediante cadenas del techo elevado. La luz inunda un vasto espacio blanco. Le pregunto al artista por sus materiales. «Me gusta la arcilla porque es tierra. Me gusta el hierro en su forma original de

arrabio», me dice. «No confío en el bronce». Aunque el bronce, una aleación, está cargado de artificio humano incluso antes de que el escultor lo vea, la arcilla de la tierra y el hierro son elementales en un sistema u otro. El plomo es igualmente básico. «Para mí es importante que esté en la tabla periódica. Me gusta el hecho de que haga de puente entre el mundo alquímico y el nuclear». A diferencia de Kiefer, Gormley recubre el plomo que emplea con el fin de evitar la oxidación, lo que confiere al metal un débil fulgor redentor. En una obra llamada *Selección natural* (1981), objetos familiares (un plátano, una bombilla, una pistola) están enfundados en este metal ungido. La forma humana y otras formas grandes son tratadas de manera similar en otras obras, notablemente en una serie titulada *Bastidor para un ángel*, en la que cada escultura de la serie representa un cuerpo humano con enormes alas extendidas, precursoras en plomo de su *Ángel del norte*, de hierro, de 1998. Estos «cuerpos bastidores» están huecos (el artista lista el aire como uno de sus medios para que lo comprendamos), de manera que carecen de la pesada ansiedad de las piezas de plomo de Kiefer. Para Gormley, lo que cuenta es la impenetrabilidad sarcófaga del plomo. Estamos sellados fuera; el aire (y quizá algo más espiritual) está sellado dentro.

Kiefer, en cambio, aprecia el plomo por su honestidad. Presenta la pura verdad con todas las consecuencias ambiguas que fluyen de ella. «Es, desde luego, un material simbólico», dice, «pero el color también es muy importante. No puedes decir si es claro u oscuro. Es un color o no color con el que me identifico. No creo en absolutos. La verdad siempre es gris».⁸³

Jasón, el avión de plomo con su macabro cargamento de dientes humanos y pieles de serpiente, es uno de varios aviones que Kiefer ha hecho y que llama sus «ángeles de la historia», en referencia a las ideas del filósofo Walter Benjamin. El «ángel» de Benjamin es un testigo que mira hacia atrás y que ve la historia, no como la vemos nosotros, como una secuencia de acontecimientos transitorios, sino como un montón de desastres que siempre se van acumulando, y que, a pesar de quererlo, no puede ir hacia atrás y deshacer el daño debido al irresistible viento del progreso que sopla en su cara. Kiefer trabajó en la escultura cuando la guerra fría estaba llegando a su fin, una época en que estos aviones aseguraban nuestra indemnidad. El viento del progreso tecnológico nos ha llevado al punto en el que nuestras voluntades de creación y de destrucción han convergido en el logro supremo de una máquina de alta tecnología para el asesinato en masa, y este mismo viento nos llevará ahora al futuro con todas sus elecciones

desconocidas. Así, como tantos de los artefactos plúmbeos del pasado, *Jasón* es una ofrenda votiva, que expresa no sólo la brillante esperanza de que sobreviviremos, sino también el oscuro miedo de que no lo haremos.

Nuestro reflejo perfecto

En la ópera de Richard Strauss *El caballero de la rosa** (1910), levemente mozartiana, el argumento gira alrededor del momento en el que el amoroso pero esencialmente inocente Octavian ofrece una rosa de plata a Sophie, la hija de un comerciante que ha sido ennoblecido recientemente. Un objeto de complejo simbolismo en una ópera de símbolos, la rosa significa una prenda habitual de compromiso nupcial entre Sophie y el tosco barón Ochs. Octavian, que tiene diecisiete años, ha sido persuadido por su avezada amante, la Mariscala, para que actúe como emisario del barón, el portador de la rosa del título de la ópera. Huelga decir que Sophie siente aversión hacia Ochs pero está prendada del hermoso Octavian, quien, por añadidura, aparece ante ella vestido con un brocado de plata. El drama avanza, con las usuales confusiones operísticas, hasta el inevitable dueto de los dos amantes.

El gran Gatsby, el retrato que hacía F. Scott Fitzgerald de la América rica en la era del jazz, rezuma oro, pero también plata. El metal está presente en imágenes de la Luna y las estrellas y en sus reflejos, y en los vestidos opulentos que lleva Gatsby, millonario que ha hecho fortuna rápidamente. Es a la vez la señal de riqueza financiera y un indicador de su procedencia mineral, porque, se nos dice, el mentor de Gatsby, Cody, es «un producto de los campos de plata de Nevada». Pero la plata se utiliza especialmente para caracterizar a la animosa Daisy Buchanan, de la que Gatsby se enamoró hace años («la primera chica “bonita” que había conocido»), antes de que ella se casara con otro. Daisy es comparada a un ídolo de plata cuando se encuentran de nuevo, mientras que el joven Gatsby, que todavía no era rico, se sintió atraído por ella en primer lugar tanto por su riqueza como por su inocencia pervertida, al encontrarla «reluciente como la plata, segura y orgullosa por encima de las vehementes luchas de los pobres».

Lo mismo ocurre en Inglaterra. En *La saga de los Forsyte*, también la plata se enmaraña con la riqueza, la clase y lo femenino. Soames Forsyte, «el hombre de propiedad», que da a la primera de la secuencia de novelas de John Galsworthy su título, colecciona y muestra «cajitas de plata», que considera

posesiones a la par que su esposa. «¿Acaso podría poseer un hombre algo más hermoso que esta mesa de comedor... y estos originales accesorios de plata? ¿Acaso podría poseer un hombre algo más hermoso que la mujer que se sienta a ella?»

La plata tiene una profunda conexión cultural con lo femenino y con la Luna, y se opone implícitamente al oro, que se equipara con el Sol y representa el principio masculino. Esta creencia puede no ser absolutamente universal, pero es compartida muy ampliamente por culturas antiguas desde Grecia a las Américas precolombinas. El lustre blanco del metal que explica estas asociaciones conlleva asimismo significados más precisos que tienen que ver con la pureza y la virginidad, y por extensión con la virtud, la inocencia, la esperanza, la paciencia y el paso del tiempo.

Para el barón Ochs, la rosa de plata es sólo un gesto caballeresco vacío (incidentalmente, un gesto que no tiene ninguna base en las costumbres auténticas, sino que fue inventado para la ópera por el libretista de Strauss, Hugo von Hofmannsthal). Pero en manos de Octavian se convierte en un símbolo poderoso en el que muchos de estos significados se encuentran presentes de manera simultánea y confusa. El aspecto femenino se halla especialmente muy cargado, pues el papel de Octavian, que también ha de aparecer en un momento de la ópera disfrazado como una doncella, lo canta una mujer.

Estos objetos de plata continúan un hilo que se extiende desde el arco de plata que porta Artemisa, la diosa griega de la Luna y la virginidad y protectora de las mujeres, hasta William Blake, para el que había «muchachas de apacible plata, o de furioso oro». Pero el elemento parece encontrarse especialmente confortable en los inicios del siglo xx, durante los años conocidos como la *Belle Époque*. En dicha época, incluso los hogares de pretensiones relativamente modestas podían permitirse servicios de mesa de plata gracias a la expansión de su minería en América del Norte y del Sur; o, si no podían, al menos existía el plateado. De estas nuevas minas se decía, como se dijo antaño de los yacimientos en el Mediterráneo durante el período Clásico, que cuando se producían incendios forestales, el metal fundido surgía libre y corría desde su origen. Argentina (el único país nombrado por un elemento químico) fue por breve tiempo la décima nación más rica del mundo, sobre la base de este recurso.

La plata ya no posee el prestigio social que tenía hace un siglo, y su precio como materia prima se ha desplomado. Pero, quizá de forma sorprendente, no ha perdido nada de su valor simbólico. Por ejemplo, el Silver Ring Thing* es un

movimiento que se inició en 1996 en los Estados Unidos para promover la castidad entre los adolescentes cristianos, aunque, reconociendo la realidad de la situación, el «ministerio de la paraiglesia de la juventud» que hay detrás de todo ha dado el paso estratégico, sin duda útil para el reclutamiento, pero desafortunado para el simbolismo, de admitir no sólo a los castos, sino también a los arrepentidos, a los que se anima a «adoptar una segunda virginidad».



Material de promoción de Silver Ring Thing. (Copyright © The Silver Ring Thing.)

La plata sigue siendo también un calificador familiar de los bienes de consumo de marca, donde en general se entiende que transmite un sentido de pureza o incluso una propiedad limpiadora. La British Sugar Corporation produce un azúcar granulado llamado Silver Spoon* que traiciona la consciencia completamente compenetrada de clase social de sus clientes, al tiempo que juega con ideas de refino y refinamiento. Hay productos con etiqueta de plata desde las cervezas ligeras y las aguas minerales a los cosméticos, en especial cuando van dirigidos a mujeres jóvenes. Fue algo completamente de conformidad con esto, por ejemplo, que cuando Revlon quiso celebrar el veinticinco aniversario de Charlie, su perfume para muchachas, lo rebautizó Charlie Silver.

Quizá debido a su abundancia de asociaciones, y al hecho de que muchas de ellas están ligadas a las vicisitudes juveniles para conseguir echar un polvo, la plata es, según una curiosa investigación de Santiago Álvarez, un profesor de

química de la Universidad de Barcelona, el elemento químico más citado en las canciones. Una de dichas canciones, el famoso himno de Don McLean a van Gogh, «Vincent», incluso consigue un eco de *El caballero de la rosa* con una imagen de una rosa de espinas de plata caída sobre la nieve virgen.

La plata era el más brillante y más blanco de los elementos conocidos en la antigüedad. Su nombre en latín, *argentum*, deriva del sánscrito *arjuna*, que significa blanco. No es ésta una gran afirmación para una época en la que se conocían tan pocos metales. Oro y cobre son coloreados, lo que deja sólo el plomo, el estaño y el hierro, que son todos más grises, y el mercurio, que aunque es líquido y por lo tanto no se solía considerar como un metal verdadero, es no obstante comparable por el color, lo que en inglés le valió el nombre de *quicksilver*.** Lo que es más notable, y contribuye a explicar el simbolismo constante de este elemento, es que la plata es todavía uno de los elementos más brillantes y más blancos en la tabla periódica moderna, que contiene más de ochenta metales.

Una superficie de plata pulida posee una reflectividad luminosa uniforme de casi el 100 por cien a lo largo de toda la gama del espectro de color visible. Por esta razón es el revestimiento preferido para los espejos de telescopios de reflexión. (El aluminio, en comparación, refleja sólo alrededor del noventa por ciento de la luz de todo el espectro.) La reflectividad de la plata se reduce ligeramente, al noventa y cinco por ciento, en el violeta, y esta pequeña disminución de la luz violeta reflejada es lo que confiere al metal su matiz amarillo característico y cálido. La plata, por tanto, merece su condición de metal blanco brillante preeminente, y esta cualidad por sí sola quizá explicaría su importancia simbólica. Pero hay otra razón que explica por qué este elemento ha conservado e incluso consolidado su poderoso significado a través de las épocas del plateado, el acero inoxidable y el cromo.

Más que ningún otro metal, la plata significa pureza y especialmente virginidad, no simplemente debido a su lustre blanco, sino debido a la propensión casi humana de dicho lustre a deteriorarse a una negrura deslucida.

El oro no se empaña, que es la razón por la que se lo asocia primariamente con la inmortalidad. El símbolo alquímico del oro es la línea infinita que es un círculo, que representa no sólo al Sol, sino también la perfección. La plata es medio círculo, un icono de la Luna, pero asimismo un símbolo de lo incompleto o imperfecto. Se consideraba que la plata era incompleta simplemente porque

(todavía) no era oro. Los alquimistas razonaban que únicamente le faltaba una mayor amarillez, que pretendían transferir a partir de materiales amarillos tan variados como cobre, azafrán, yema de huevo y orina. La imperfección residía en su evidente mortalidad, la tendencia de una masa pura de plata a corroerse con el tiempo y terminar en una muerte negra.

A diferencia de lo que les ocurre a muchos metales, la plata no se oxida fácilmente. Pero el revestimiento de sulfuro que se forma siempre que una superficie de plata pulida se expone al azufre en el aire (cosa que ocurre allí donde queman candelas o fuegos) no es pardo como los óxidos de hierro y cobre, sino un negro hermoso y profundo. Una buena capa de deslustre convierte la superficie de un objeto de plata en algo tan negro y mate (es decir, incapaz de reflejar la luz) como antes era blanco y brillante.

Los plateros han buscado tradicionalmente acentuar aquellas cualidades del metal que resaltan su conexión con la pureza y la feminidad, y prefieren las superficies brillantes y lisas y las formas fluidas y voluptuosas. En su trabajo se vieron estimulados por el bajo punto de fusión y la elevada maleabilidad del metal, que hace que sea fácil vaciarlo y forjarlo en frío. Los recipientes de plata destinados a lavar o a beber suelen representar el agua en su trabajo de relieve y están decorados con cosas tales como delfines y sirenas. Un aguamanil y jofaina ingleses del siglo XVIII especialmente extravagantes que se encuentran en el Victoria and Albert Museum adopta los cuatro elementos aristotélicos como su tema, y usa sus propiedades contrastantes para crear una obra de arte de este tipo de hechura, en la que llamas de plata lamen y arroyos de plata fluyen con sorprendente ductilidad.

Incluso en épocas más igualitarias, la plata sigue siendo un metal «para objetos de lujo y decoración», en palabras de una historia del material, «más apropiado no para la monotonía de un acabado producido por las máquinas, sino para el toque acariciante de la mano».⁸⁴ La fabricación en masa de vajillas de plata ha decaído en la actualidad, y ha habido una renovación del interés de la artesanía por el metal. Sin embargo, hoy en día es tan probable que los artesanos trabajen el metal apartándose de lo que se esperaría de ellos como que permanezcan dentro de los límites de la tradición. La plata es un material especialmente tentador para el tratamiento polémico o satírico debido a que durante mucho tiempo se la ha identificado con las clases sociales altas. En 2008, visité casualmente una exposición en la galería de Artes Aplicadas Contemporáneas, de Londres, titulada «Tea's Up»,* una exhibición bulliciosa de

servicios de mesa hechos a mano que desgarraba los refinamientos complacientes del elegante té social inglés. La porcelana se rompía y se volvía a unir mal, las cucharillas de plata se hallaban reducidas a vestigios desmenuzados como fragmentos arqueológicos, tazas y platillos se presentaban como inútiles perfiles de alambre. Un conjunto de piezas llevaba el título, con irónica desfachatez, de los gritos de batalla de la lucha de clases: «*Oi Polloi*», «*Queenie*»^{*} y otros similares. Otras tenían nombres, con memorable vulgaridad, procedentes de los estados inducidos por bebidas más fuertes que el té. Recuerdo una jarra de plata de patas tambaleantes llamada «*Trollied*» (un coloquialismo por estar borracho). El autor de estas obras, David Clarke, brega claramente con la virtud hipócrita que flota alrededor de la plata. «Es ante lo que reacciono», me dice. «A veces, me exasperan totalmente sus asociaciones casi religiosas. Respondo de una manera diabólica para corromper la pureza». «*Trollied*» resulta ser un ejercicio relativamente apacible. En otras obras, Clarke cuece plata con salmuera o la mezcla con plomo, que la perfora como un cáncer. La obra resultante está viva desde el punto de vista químico, al cambiar en respuesta a la atmósfera. En verano, la sal hace que el cobre de la soldadura florezca de color verde, mientras que en invierno la pieza retorna al gris. «Plantea un dilema. ¿Qué hacer: guardar la plata o gozar del momento? La orfebrería de la plata es una tradición muy afianzada. Está en sazón para deleitarse con ella. Para el futuro de la plata es importante que tenga esta oportunidad. La disciplina muere si permanece pagada de sí misma».

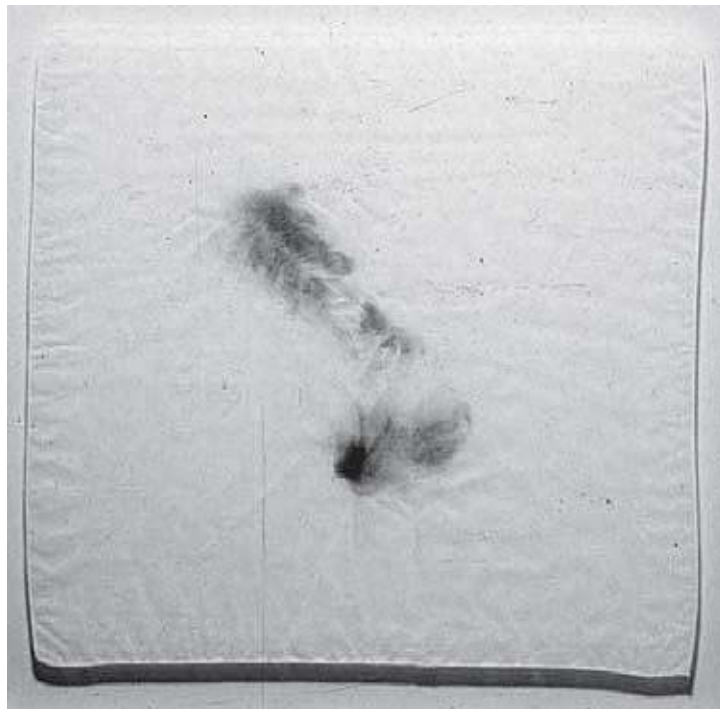


Vajilla de plata de David Clarke. (David Clarke.)

Este proyecto de subversión exige una exploración de la «otra» plata, la negra, y Clarke planea dirigir debidamente su atención al deslustre («¡no al lado puro de la plata, sino al lado sucio!»). Mientras tanto, la artista Cornelia Parker ha llegado al extremo de hacer únicamente del deslustre la esencia de su obra. En una serie llamada *Stolen Thunder*,** ha restregado la pátina de suciedad de varios objetos de plata y de otros metales sobre pañuelos. No es un arte hermoso: se trata sólo de pañuelos sucios. Pero resultan más llamativos con la información de que los objetos ausentes pertenecían a personajes bien conocidos: la sopera de Samuel Colt, el cuchillo de Charles Dickens, el candelabro de Horatio Nelson, la linterna de Guy Fawkes. De una manera compleja, el deslustre parece representar el precio que hay que pagar por la chispa de celebridad. El fácil

cambio químico de metal a deslustre negro y la transformación física forzada de vuelta a metal brillante mediante el pulido ritual tiene escrito en él una narración de muerte y resurrección, de corrupción y redención. Los pañuelos son prueba de que Parker ha pasado tiempo restaurando algo del lustre a carreras famosas e infames; y el espectador es invitado a meditar sobre la moralidad de dicho acto. «Para mí, la plata es diez veces más fascinante que el oro porque posee esta dualidad y todas las gradaciones entre los dos», me dice la artista. «Tienes que pulirlo para mantenerlo reluciente, y aún así lo pierdes, eliminando una capa cada vez. Hay un estigma en ello, un pecado original».

No es sólo esta tendencia a ennegrecerse lo que mancilla la reputación de la plata; es también que pasa por muchísimas manos en forma de moneda. Este uso del metal profundiza su ambivalencia en la cultura, como bien sabía Shakespeare. Paradójicamente, es la abundancia relativa de la plata lo que le ha permitido cumplir esta función. El oro, el símbolo obvio de la riqueza, es sencillamente demasiado escaso. A medida que se extendió la acuñación de moneda pronto se hizo evidente que nunca habría oro suficiente para cubrir la demanda de dinero. La plata era lo bastante rara para ser valiosa, pero lo bastante común para ser un material práctico para acuñarlo, de modo que este metal pasó a su actual papel familiar de símbolo del valor mercantil.



Stolen Thunder, de Cornelia Parker, 1997-1999; deslustre de la cuchara sopera de James Bowie (el inventor del cuchillo Bowie). (Pieza de un conjunto de diez, cada una de 63 × 63 cm. Cortesía de Cornelia Parker y de la Frith Street Gallery, Londres.)

Quizá los emperadores codicien el oro, pero los imperios medran y se hunden en proporción a su acceso a la plata. Irónicamente, fueron las minas de plata de Laurion, en el cabo Sounion, las que mantuvieron a Atenas en su edad de oro. Posteriormente, una combinación de revueltas de esclavos en las minas y de costosas campañas militares contra Persia significó que, con el fin de mantener la economía en marcha, se tuvo que arrancar la plata incluso de las estatuas de la Victoria en la Acrópolis. Finalmente, en 406 AEC, se introdujeron las monedas de cobre.

También los romanos emplearon la plata para sus monedas. Realmente, la minería nunca figuró entre sus logros tecnológicos, pero sabían lo bastante bien cómo explotar las minas ya establecidas en los territorios que controlaban, como Iberia, y sacar partido cuando las poblaciones sometidas hacían nuevos descubrimientos, como hicieron en las montañas de Europa central. Gran parte de esta plata descubierta recientemente se dirigió hacia el este a cambio de seda y especias durante los años finales y decadentes del imperio.

El precio real de la plata alcanzó en Europa un máximo absoluto a finales del siglo xv, lo que hizo que la búsqueda de nuevas reservas valiera la pena. Los descubrimientos españoles de oro y plata en México y Sudamérica poco después financiaron la expansión de un nuevo imperio. Aunque es el oro fabuloso lo que se recuerda, España importó seis veces más plata en valor monetario. La munificencia del Nuevo Mundo condujo a un período de excedente de plata que, fomentado por nuevos hallazgos de plata en Norteamérica durante el siglo xix, continúa en la actualidad, con el resultado de que ahora la plata vale menos de la centésima parte de lo que valía en su momento máximo, en 1477.

Oro y plata son totalmente intercambiables en la liturgia cristiana. Los orfebres trabajaban habitualmente con ambos metales, la plata era a menudo dorada o aleada con cobre para que pareciera oro, y oro y plata se usaban conjuntamente para producir diseños más decorativos. Todo esto contribuyó a borrar cualquier distinción entre los dos metales. Y a la amarillenta luz de los cirios del interior de una iglesia, oro y plata empiezan a tener casi el mismo aspecto: son igualmente resplandecientes y genéricamente preciosos.

Más importante que el material de objetos tales como los cálices y patenas usados durante la Sagrada Comunión, e incluso que el báculo episcopal, era el estilo de su diseño y su grado de decoración. Éstos podían revelar la denominación de una religión a simple vista. Durante el período medieval, los orfebres rivalizaban para demostrar su habilidad con piezas cada vez más elaboradas y recubiertas de adornos. Pero durante la Reforma, estos objetos de fantasía fueron considerados «orfebrería papista» inaceptable, y fueron fundidos para volver a ser trabajados en líneas más sencillas. Ahora la plata se consideraba más decorosa que el oro, y se acababa sin decoración, pues el brillo de un espacio liso del metal pulido ya ofrecía la gloria suficiente a Dios. Como parte de los mismos cambios en la práctica litúrgica, la congregación empezó a compartir la comunión, que previamente sólo el sacerdote había ejecutado. En las superficies reflectantes puras de los enseres de plata más simples, los fieles podían enfrentarse, en el apogeo de la ceremonia, con esta rara visión, en la época anterior al uso generalizado de espejos, de la imagen de su propia cara enmarcada en virtuosa plata. Y al beber de la plata, los comulgantes pudieron haber recibido más que beneficencia espiritual: los arqueólogos químicos han empezado a reconocer recientemente que la pequeña cantidad de plata que reacciona con los ingredientes orgánicos del vino pudieron haberle conferido propiedades antisépticas, algo parecido a las nanopartículas de plata con actividad antibacteriana que hoy en día se instalan en los frigoríficos.

Aunque los romanos habían descubierto cómo depositar plata sobre un vidrio de manera que se produjera una superficie reflectante, y el secreto se redescubrió en la Edad Media, producir una superficie lo bastante grande para comprobar el propio aspecto era un trabajo de pericia, y los espejos siguieron siendo lujos más allá del alcance de todos excepto la nobleza hasta bien entrado el siglo XVIII. El depuesto rey Ricardo II de Shakespeare pide un espejo en el que pueda verse «arruinado de su majestad». Mira, y luego lanza el espejo al suelo: «Una gloria quebradiza lucía en esta cara; / Tan quebradiza como la gloria es la cara».* Cuando el príncipe de Aragón abre el cofre de plata, queda consternado al ver no el retrato de Porcia que está buscando, sino el «retrato de un idiota que parpadea»; en resumen, se ve a sí mismo en un espejo. Él es el idiota por haber elegido equivocadamente, y encontrar sólo la plata contenida dentro de la plata, un espejo dentro del cofre.

Estas dos cualidades antiguas de la plata (su propensión a deslucirse del blanco al negro, y la capacidad de su superficie pulida de reflejar tan

perfectamente la luz que uno puede ver en ella su propia cara) llegaron a una convergencia sorprendente en el mundo moderno. Porque, al igual que en la imagen especular, la fotografía es un registro óptico captado en plata. Desde el principio, los pioneros de la fotografía utilizaron sales de plata sensibles a la luz como medio para crear imágenes en blanco y negro. Pero, extrañamente, no parece haberse escrito nada acerca de la importancia simbólica de la plata, que después de todo hace tiempo que está establecida y que es ampliamente aceptada, en este importante papel contemporáneo. ¿De qué modo la elección de la plata, la encarnación elemental de la pureza, la virtud y lo femenino, añadió significado a la fotografía? ¿Cómo se relacionan sus valores con los valores del ojo de la cámara, su veracidad y capacidad de verlo todo? ¿Acaso la fotografía, como el espejo real, aporta un necesario mensaje de desilusión? ¿O quizá tiene el poder de purificar a la persona que posa? Ciertamente, desde su mismo principio, la fotografía iba en busca de cada uno de estos motivos, como una manera de documentar la realidad y como un medio de presentar un ideal. Pero cuando se trata de la plata (el puente entre estas dos tecnologías de producción —humana— de imágenes), los grandes comentadores de la fotografía, como Susan Sontag y Roland Barthes, permanecen silenciosos. ¡Qué entretenimiento podrían haber tenido con la semiótica química del proceso fotográfico! Porque aquí, la plata pura aparece inesperadamente como el caballero negro, no como el blanco. La producción fotográfica de imágenes depende de la transformación química de las sales de plata en plata metálica por acción de la luz, y esta vez es la plata pura, liberada primero como átomos individuales y después como minúsculos grupos, la que aparece negra.

En 1614, un tal Angelo Sala, un médico de Vicenza, registró por primera vez el oscurecimiento natural del nitrato de plata cuando se exponía a la luz. Un siglo más tarde, se utilizaban sales de plata para teñir plumas y pieles permanentemente de negro, y en 1727, Johann Heinrich Schulze, de Magdeburgo, realizó imágenes fotográficas de palabras al colocar estarcidos de papel sobre la superficie de una botella que contenía una mezcla de greda y agua regia contaminada con plata. A pesar de esta demostración, y a pesar del uso generalizado por parte de los pintores de la cámara oscura para la representación precisa de paisajes, y a pesar incluso de una detallada previsión de la fotografía en la novela de 1760 *Giphantie*, de Charles-François de la Roche, parece que

nadie pensó en unir estos procesos ópticos y químicos y registrar una imagen de sí mismo o de algún amigo durante otros cien años. La fotografía se podía haber inventado mucho antes.

Aunque todavía se discuten los honores de su invención, y en verdad no son atribuibles a una sola persona, el francés Joseph Nicéphore Niépce fue el primero en crear imágenes originales usando un aparato óptico que reconoceríamos como una cámara y un medio de cloruro de plata. Louis Daguerre continuó su obra mediante el empleo de placas plateadas sensibilizadas con vapor de yodo para producir una película de yoduro de plata que después se exponía a la escena que se quería registrar. El yoduro de plata se convertía de nuevo en plata allí donde la luz incidía para crear una imagen negativa. Sin embargo, depositado directamente sobre la superficie especular de plata, este negativo podía hacerse aparecer como una imagen positiva alterando simplemente el ángulo de visión del observador. Muchos otros hicieron contribuciones importantes, entre ellos Humphry Davy, William Fox Talbot y John Herschel, pero ni los artistas, que se apresuraban entre el mundo iluminado por el Sol y la cámara oscura, ni los químicos que observaban las abruptas transiciones de la plata de blanco a negro y de negro a blanco, se detuvieron nunca a considerar el significado más profundo del metal que contemplaban.

La red global

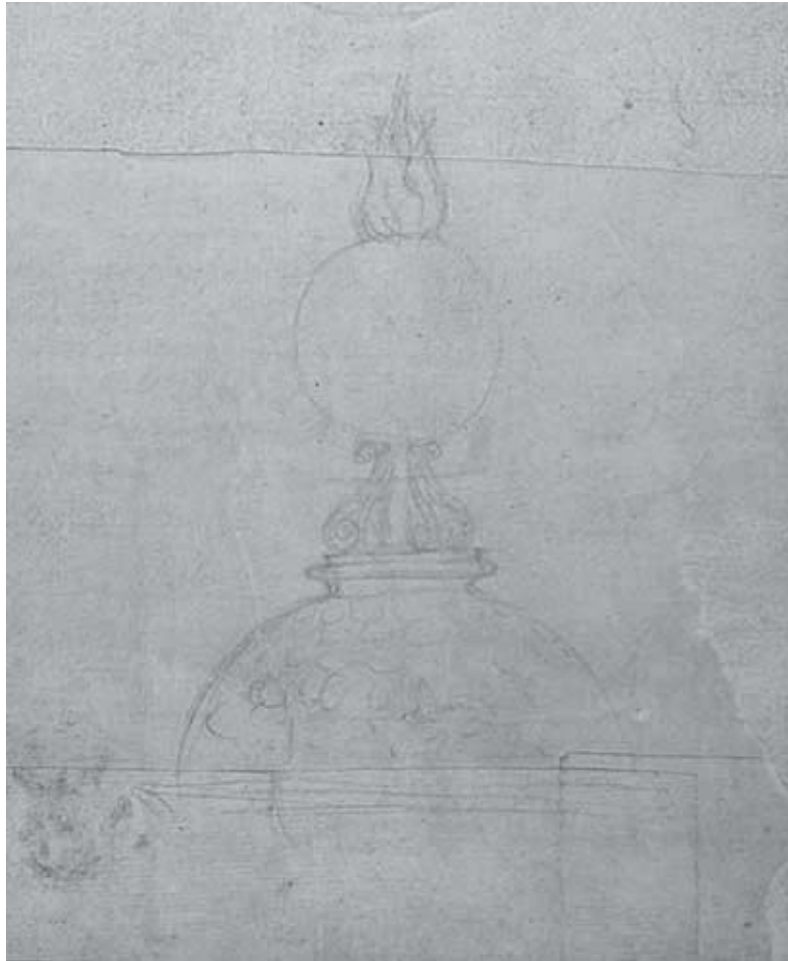
La visión de Christopher Wren para la reconstrucción de Londres después del Gran Incendio de 1666 fue un desvergonzado producto de su era, un plan grandioso y racional basado en principios científicos modernos que barrerían la fétida maraña de callejuelas medievales que habían permitido que el fuego causara tal devastación. Pero el plan urbanístico propuesto sólo llegó a realizarse en una pequeña parte. Las perspectivas que Wren imaginaba extendiéndose desde Ludgate en el oeste a Aldgate y la Torre en el este, y las grandes plazas con sus calles que radiaban octogonalmente, nunca llegaron a materializarse: estos diseños grandiosos, influidos por París, olían demasiado a un absolutismo real insoportable tan pronto después de la Restauración de la monarquía. En el centro mismo del plan, la catedral de San Pablo se reconstruyó siguiendo el proyecto de Wren, y ahora sirve como rasgo distintivo de la ciudad ideal que el arquitecto vio en su imaginación, una ciudad que podía haber reclamado en justicia ser una Roma de los tiempos modernos.

Wren estudió los mayores edificios con cúpulas del mundo, inspirándose en Italia, así como en la arquitectura bizantina e islámica, entre ellos obras como la basílica de Hagia Sophia* en Constantinopla, con el fin de idear una manera de levantar la mayor cúpula que fuera posible. La mayor de todas fue la cúpula de hormigón del panteón de Roma, cuyo recubrimiento de bronce fue saqueado en 1625 por el papa Urbano VIII para dedicarlo a proyectos más acuciantes. Para la cubierta a prueba de intemperie de la nueva catedral de Londres, Wren se inclinó por el cobre puro, que podía ser batido más delgado que otros metales, para crear un techo ligero que necesitaría menos columnas de sostén y que, por lo tanto, permitiría que una mayor cantidad de luz se filtrara por el vasto interior.

Para Wren, el cobre tenía una ventaja visual y simbólica, así como beneficios estructurales. Con el tiempo, el metal adquiriría una pátina verde pálida que haría que la cúpula fuera la característica más conspicua de la ciudad recreada. Entre las torres y campanarios de piedra de las demás iglesias, San Pablo se erigiría como el faro de una nueva edad de la ciencia. Sin embargo, la preferencia del arquitecto por el cobre se encontró con oposición en el

Parlamento, como antes había ocurrido con su plan urbanístico. Daniel Defoe, que una vez había suministrado personalmente a Wren materiales de construcción de sus fábricas de ladrillos de Tilbury, describe en *A Tour through England and Wales* cómo se produjo la discusión, de manera típicamente inglesa, a lo largo de argumentos decididamente prácticos: en respuesta a los que pensaban que «la cubierta de cobre y el cimborrio de piedra» serían demasiado pesados para las enormes columnas situadas debajo, Wren insistía que su estructura podría sostener no sólo el techo, sino «siete mil toneladas adicionales a las que se proponían».⁸⁵ En cuanto a él, Defoe admiraba «el proyecto vergonzosamente continental (y de Alta Iglesia)»^{*} de la cúpula de Wren,⁸⁶ que bien pudo ser el motivo de la disputa.

Wren también quería ver adornos de cobre en el Monumento, la columna dórica conmemorativa que él y el científico Robert Hooke diseñaron para el lugar cerca de San Pablo en el que se había iniciado el Gran Incendio. Sin percatarse aparentemente de la ironía, el arquitecto proponía rematar el monumento con «Una esfera de cobre, de 2,70 metros de diámetro... en razón del buen aspecto a distancia, y para que se pueda entrar en ella, y ocasionalmente se pueda utilizar para fuegos artificiales».⁸⁷ Pero, una vez más, el cobre resultó ser demasiado revolucionario. Al final, el proyecto elegido se basaba en una idea previa que el rey prefería, de una «gran esfera de metal dorado».⁸⁸



Esbozo original de Christopher Wren de un detalle alternativo para el remate del Monumento. (Cortesía de la Biblioteca Codrington, All Souls College, Londres.)

La cúpula de San Pablo se construyó finalmente con una cubierta de plomo gris, lo que requirió por parte de Wren volver a pensar de qué manera se fijarían las láminas de metal y cómo se sostendría su mayor peso. El hecho de que el techo de plomo pesara, según algunas estimaciones, 600 toneladas más, demuestra la falsedad del argumento práctico que se dirigía contra el cobre, que Wren prefería. Quizá Wren hizo bien sus cálculos, pero parece que en esta ocasión juzgó de manera totalmente equivocada el carácter inglés. Trescientos años más tarde, es imposible imaginar este hito familiar rematado ya sea en el rojo metálico del cobre nuevo o en el verde que gradualmente hubiera tomado su lugar a medida que el ácido procedente de los hogares de la ciudad hubiera

llovido sobre él. El parasol de plomo parece tan adecuado en un país caracterizado por los cielos grises que raramente pensamos en lo que pudo haber sido.

El cobre se abrió finalmente paso hasta la cúpula de San Pablo de una manera secundaria. En 1769, Benjamin Franklin, famoso por su propuesta de hacer volar una cometa en medio de una tronada para demostrar que los relámpagos se generan eléctricamente, visitó Gran Bretaña y supervisó personalmente la instalación de pararrayos en el edificio. Estos eran del tipo que Franklin propugnaba generalmente para edificios y buques, basados en una larga barra o bastón de hierro. Tres años más tarde, la catedral fue golpeada por el rayo y se observó que el hierro brillaba al rojo vivo mientras luchaba por transmitir la carga a tierra, y la gran catedral se vio de nuevo amenazada por la destrucción por el fuego. Después de esto, el pararrayos de Franklin fue sustituido por uno de cobre, más caro, que conduciría la electricidad de manera más eficiente y supondría un menor riesgo de incendio.

El cobre posee una cartera de propiedades única, que se han identificado y se han explotado en períodos diferentes de su larga historia. En conjunto, han asegurado que el elemento nunca se haya apartado de su posición preferente desde que empezó a ser trabajado por el hombre hace más de 6.000 años. La más inmediata y sorprendente de ellas es, desde luego, su color. Se trata del único metal rojo. Esto dio al cobre una condición especial en relación con el oro, el único otro metal que tiene color. En el Nuevo Mundo, los exploradores europeos como Cabot en el norte y Cortés en el sur,^{*} encontraron que el metal era usado para joyería y para fines religiosos. El navegante florentino Giovanni da Verrazzano creía que el cobre era «más apreciado que el oro» por los nativos. El contraste de color entre el metal puro, rojo, y sus sales acuosas, azules y verdes, también se consideraba significativo. Esta encarnación de opuestos era considerada simbólica en culturas tan diversas como los aztecas y los dogón de Mali, para quienes la acreción de corrosión verde sobre el metal pardo simbolizaba el retorno de la vegetación después de la lluvia.

La primera de las propiedades útiles del cobre que se explotó fue su maleabilidad. Era lo bastante blando para ser golpeado y batido en artefactos útiles, pero lo bastante duro para que estos objetos sirvieran. Los antiguos egipcios utilizaban cobre para producir espadas y cascos e incluso tuberías de desagüe. Al ser abundante además de moldeable, el cobre era más práctico para

acuñar monedas que la plata y el oro, pero a veces planteaba objeciones de las personas entre las que circulaba debido a la disparidad evidente entre su valor nominal y su valor real. El rey Enrique VIII llegó a ser conocido como *Old Coppernose** porque introdujo tanto cobre en la moneda de plata del reino que las partes elevadas de la misma, como la nariz del rey, se volvían rojas a medida que se gastaban. Innovaciones posteriores supusieron que el cobre podía prensarse mediante máquinas en láminas finas, produciendo el material para techado ahora familiar, utilizado para las cúpulas de las catedrales europeas y, a su debido tiempo, para los nuevos edificios majestuosos de Norteamérica.

La fácil conducción del calor y la electricidad por parte del metal fueron las siguientes propiedades en ser reconocidas. El patriota americano Paul Revere alcanzó fama con sus cacerolas y sartenes de fondo de cobre a principios del siglo XIX. Al mismo tiempo, científicos que investigaban la electricidad encontraron que el cobre transmitía una corriente eléctrica mejor que cualquier otro material, aparte de la plata. Alessandro Volta construyó su primera pila eléctrica a base de capas de zinc y plata, pero a partir de entonces la mayoría de baterías utilizaron cobre.

Pero es una propiedad final, su ductilidad, lo que ha conferido al cobre su mayor papel en la transformación de nuestro mundo. Es el hecho de que el cobre no sólo puede ser batido en una lámina, sino que también puede ser estirado en un alambre; un alambre, además, que conduce la electricidad, lo que llevó a la creación de lo que puede describirse adecuadamente como la primera red global.

El cableado del mundo se basaba en una serie de descubrimientos clave que se hicieron en un espacio de tiempo relativamente corto: baterías que podían producir una corriente uniforme; galvanómetros que podían detectar una señal eléctrica y mostrarla por la desviación de una aguja; cobre refinado hasta una pureza lo bastante alta para conducir la electricidad de manera suficiente; y el descubrimiento de las propiedades aislantes de la gutapercha, una sustancia resinosa parecida al caucho que se obtiene de árboles malayos de la familia sapotáceas.

El primer telégrafo eléctrico primitivo fue construido en la década de 1790 por Francesc Salvà, y era capaz de transmitir chispas desde Madrid a Aranjuez, a cincuenta kilómetros de distancia. Salvà propuso un cable distinto para cada letra del alfabeto, y las chispas que llegaban iluminaban brevemente una letra cada vez, con lo que se podían deletrear mensajes. (Aparentemente también consideró conectar cada cable a una persona y hacer que éstas gritaran la letra

correspondiente cuando recibían una descarga eléctrica.) En los años siguientes se probaron asimismo muchos proyectos igualmente excéntricos, motivados por la necesidad evidente de un medio de comunicación más efectivo que los métodos visuales de banderas y luces empleados por relevos de semaforistas durante las guerras napoleónicas. Pero estos esfuerzos se vieron dificultados por una deficiente comprensión básica de los fenómenos eléctricos. No fue hasta 1831, cuando Michael Faraday enrolló por primera vez alambre de cobre alrededor de un anillo de hierro para demostrar la inducción electromagnética, que se comprendió mejor la relación entre los distintos tipos de electricidad y la materia conductora.

Charles Wheatstone y William Fothergill Cooke demostraron un telégrafo más práctico en 1837, cuando construyeron una conexión de dos kilómetros a lo largo de la vía férrea entre Euston y Chalk Farm, en Londres, que hacía poco tiempo que se había construido. Una conexión de prueba similar, establecida en el Great Western Railway entre Paddington y West Drayton dos años después se extendió hasta Slough en 1843. Este telégrafo cautivó la imaginación del público poco después de su instalación, cuando John Tawell, después de haber asesinado a una mujer en el pueblo subió a un tren que se dirigía a Londres, pensando que conseguiría escapar. No tuvo en cuenta al perspicaz empleado de la estación, que telegrafió de inmediato. La policía arrestó a Tawell cuando, a su debido tiempo, bajó del tren en Paddington.

Mientras tanto, en 1838, el inventor americano Samuel Morse estaba en Inglaterra, intentando patentar su propio sistema telegráfico. Wheatstone utilizó sus influencias para asegurarse de que la aplicación de su competidor fuera rechazada, y Morse tuvo que contentarse con un asiento en la abadía de Westminster, donde presenció la coronación de la reina Victoria antes de volver a los Estados Unidos para obtener allí una patente para el método de telégrafo codificado que todavía lleva su nombre.

El progreso fue rápido a partir de estos modestos inicios, al proponerse los inventores el objetivo de salvar espacios sucesivamente más amplios. Los desafíos mayores eran los mismos que cincuenta años más tarde se presentarían para el vuelo a motor: primero el canal de la Mancha, y después el océano Atlántico. Los cables submarinos planteaban retos mucho mayores que las líneas terrestres, que simplemente podían enterrarse o tenderse entre postes a cierta altura. El cable tenía que ser prefabricado en largas extensiones y enrollado en carretes para que pudiera ser devanado en el mar desde buques especialmente

adaptados. En 1850, Jacob y John Watkins Brett tendieron con éxito un cable de cobre aislado con gutapercha entre Dover y Calais, pero la conexión se rompió al cabo de un día. Según un relato, el pescador que extrajo el cable cortado vio el metal brillante de su ánima y pensó que había encontrado oro. Un cable de cuatro alambres independientes y aislados, protegido por capas de cáñamo y alquitrán y reforzado con alambre de hierro, que se tendió al año siguiente, resultó ser más duradero. En la década siguiente, Inglaterra se conectó con Irlanda, Dinamarca con Suecia, e Italia con África vía Córcega. Terranova se unió a Nueva Escocia a través del estrecho de Cabot y de allí, por tierra, hasta New Brunswick, Maine y el resto de Norteamérica. Todo lo que quedaba ahora con el fin de completar la conexión por cable de Europa y América era hacer el enlace desde Irlanda a Terranova, a través de casi 2.000 millas de océano Atlántico.

Las exigencias técnicas para esta conexión submarina, mucho más larga y profunda, eran colosales. No existía la posibilidad de incrementar la señal en puntos intermedios a lo largo del cable, como se hacía con los cables en tierra, de manera que el conductor de cobre había de funcionar como una única longitud. Esto hizo crítico que los ingenieros minimizaran las pérdidas de señal debidas a la resistencia del cable y a los efectos de la inmersión en el agua de mar, que es asimismo un medio muy conductor. Al físico escocés William Thomson, que posteriormente sería ennoblecido como lord Kelvin, que fue nombrado asesor científico de la Atlantic Telegraph Company, le encantó un problema que le permitía desplegar su dominio de las nuevas teorías del electromagnetismo para un fin práctico. Escribió a su amigo Hermann von Helmholtz:

Es el tema más bello posible para el análisis matemático. No se precisan aproximaciones no satisfactorias; y todos los detalles prácticos, como el aislamiento imperfecto, la resistencia en los instrumentos excitadores y receptores, las diferencias entre el poder aislante de la gutapercha y el revestimiento de la sirga y la pez a su alrededor... plantean un nuevo problema con alguna peculiaridad matemática interesante.⁸⁹

Thomson proponía el uso de un cable grueso de cobre, y hacer pasar por él corrientes pequeñas que pudieran ser captadas con detectores sensibles, pero fue vencido por hombres de la compañía que estaban a favor de la opción más barata de emitir señales más fuertes a través de cable de sección más estrecha.

El primer intento de hacer la travesía se estableció para el verano de 1857, el mismo año que se completó el mayor techo con una cúpula de cobre sobre la Sala de Lectura del Museo Británico. En agosto, el enorme HMS *Agamemnon* y la fragata *Niagara*, de los Estados Unidos, acompañados por una flotilla de embarcaciones de apoyo, se hicieron a la mar desde Valentia, en la costa occidental de Irlanda, llevando 1.200 tramos de dos millas de largo cada uno de alambre de cobre, unidos previamente en ocho tramos de 300 millas cada uno. El cable pesaba alrededor de una tonelada por milla náutica, y la mayor parte de dicho peso se debía al refuerzo externo de cables de acero y al aislamiento; de todo el peso, el cobre suponía sólo 48 kilogramos por milla, en alambre no más grueso que la mina de un lápiz.

Mientras se preparaban los planes finales para el viaje, Thomson hizo otro descubrimiento crucial: que la pureza del cobre afectaba mucho a su conductividad. Prácticamente, su última acción antes de subir a bordo del barco fue presentar una comunicación ante la Royal Society, «Sobre la conductividad eléctrica del cobre comercial de varios tipos», en la que reveló sus importantes nuevos descubrimientos. Nadie había prestado a este asunto la menor consideración. A pesar de sus dudas científicas, Thomson se embarcó debidamente en el *Agamemnon* en su condición de director de la Atlantic Telegraph Company, mientras Samuel Morse luchaba contra el mareo y una herida en la pierna a bordo del *Niagara*.

Quizá nunca hubiera funcionado adecuadamente en cualquier caso, pero sólo a 400 millas de Valentia, el cable se rompió, y se abandonó la tarea durante el invierno. Al verano siguiente, se hicieron otros dos intentos para completar la tarea, utilizando los mismos barcos y empleando el mismo cable. El primer intento fue abortado por ventarrones impropios de la estación. El segundo parecía tener éxito, pero las celebraciones resultaron prematuras cuando se perdió la conexión al cabo de menos de un mes. Las recriminaciones fueron seguidas por una investigación, que demostró que el cable había sido dañado fatalmente por los intentos de aumentar la intensidad de la señal mediante la aplicación de voltajes superiores a aquellos para los que había sido diseñado: exactamente el percance que Thomson había temido.

Las relaciones angloamericanas se deterioraron durante la guerra civil americana, hasta el extremo que el presidente Lincoln prefirió hacer ofertas al zar Alejandro II, sugiriendo un cable desde Alaska a Siberia y, a través de Rusia, hasta las ciudades de Europa, en lugar de persistir con el proyecto del Atlántico.

Finalmente, sin embargo, se instaló un cable transatlántico permanente en 1866, desde el buque de vapor de Brunel, el *Great Eastern*. Un corresponsal del *Times* lo comparó a «un elefante tendiendo una telaraña». Además, un cable que se había abandonado el año anterior se terminó también, lo que proporcionó una línea de recambio y tranquilizó a los severamente atribulados accionistas de la empresa telegráfica de que esta vez la conexión duraría realmente. El diseño de estos cables se había modificado en el sentido que Thomson había propuesto previamente, utilizando tres veces la cantidad de cobre en siete cables (en total, 365 toneladas), y la pureza y la conducción de cada tramo se comprobaron previamente.

Una vez el cable fue operativo, uno de los ingenieros realizó una prueba sencilla en la línea en Valentia. Telegrafió pidiendo que las dos líneas se conectaran eléctricamente en el extremo de Terranova, y procedió a hacer una pequeña celda electrolítica utilizando un fragmento de zinc y un poco de ácido en un dedal. El zinc se conectó entonces a un extremo de cobre del cable mientras el otro extremo de cobre se sumergía en el ácido. El único volt generado por esta batería provisional fue suficiente para hacer pasar una corriente a lo largo de 3.700 millas a través del océano, y de vuelta.

Muy pronto siguieron otros cables a través del Atlántico y de otros lugares, respaldados por muchos gobiernos nacionales, mientras Gran Bretaña buscaba conectar todos sus dominios. En 1901, al final del reinado imperial de la reina Victoria, el vapor cableador *Britannia* tendió partes de un cable a través del océano Pacífico, desde Australia y Nueva Zelanda vía la isla Norfolk, Fiji, la remota isla Fanning, hasta Vancouver, completando así la unión de las naciones rosadas* del mapa mundial mediante el rosado cobre.

En la actualidad, el mundo está envuelto en un capullo de cable de cobre, a pesar del advenimiento de las fibras ópticas, los satélites y el wi-fi; más de la mitad del cobre beneficiado se estira todavía en cable o bien se emplea de otras maneras en comunicaciones y aplicaciones eléctricas. Aunque en gran parte oculto a la vista, el cobre se ha convertido en el símbolo de la civilización que Wren creía que era cuando pensó emplearlo para cubrir la cúpula de San Pablo.

Au Zinc

Nadie ha puesto su sello en la ciudad de Berlín de manera más cabal que el arquitecto prusiano Karl Friedrich Schinkel. Aunque podía diseñar en estilo gótico si se le pedía, es célebre por su desarrollo de un estilo neoclásico influido por el griego que atempera su monumentalidad con unos detalles soberbios. Fue en este idioma como diseñó muchos de los edificios culturales que en la actualidad confieren a Berlín su austera grandeza (la Schauspielhaus, el Altes Museum, la Singakademie),* así como iglesias y casas de campo, y edificios para sus protectores, el rey Federico Guillermo III y su heredero, en la cercana Potsdam.

Estos edificios son directos e impresionantes, tal como tenían que ser con el fin de expresar la independencia que Prusia acababa de recuperar de los ejércitos de Napoleón y de la influencia acompañante del remilgado estilo *Beaux Arts* francés. Pero a veces las apariencias engañan. Schinkel empezó su carrera diseñando decorados teatrales (inventó el telón de fondo hemisférico de estrellas, todavía famoso, para una producción de *La flauta mágica*), y a veces estaba más preocupado por conseguir el efecto adecuado que por la autenticidad. Así, las estatuas que realzan las cornisas y frontones de sus edificios no siempre son de piedra o de bronce como aparentan, sino que en realidad a veces son de zinc hueco. Schinkel diseñó asimismo la Cruz de Hierro, la más alta condecoración militar de Alemania, pero, contradiciendo su nombre, incluso esta medalla se hacía a veces parcialmente de zinc.

El zinc fue el primer elemento metálico útil que salió a la luz desde que lo hicieron el hierro, el plomo y el estaño, descubiertos miles de años antes. Un texto indio del siglo XIII describe cómo se hacía el metal, calentando calamina, un medicamento tradicional que es principalmente óxido de zinc, con materia orgánica. Esto convierte al zinc en el único elemento con una fecha de descubrimiento atribuible en la que la ciencia occidental no puede reclamar precedencia. Las noticias del metal llegaron a Europa a través de China, que fue la primera en explotar el zinc a gran escala. El famoso alquimista Paracelso informó de rumores sobre el nuevo metal en el siglo XVI y, no mucho después,

llegaron a Occidente muestras de objetos de zinc aportadas por buques comerciales. Hasta el siglo XVIII no se localizaron yacimientos del mineral que permitieran beneficiar el metal en Europa.

El zinc habita una tierra de nadie entre los metales de la Antigüedad y los metales modernos extraídos de los minerales que los poseen por el ingenio de la ciencia y el poder de la Revolución industrial. Su posición ambigua viene resaltada por el hecho de que ha sido usado inadvertidamente durante miles de años en forma de latón o azófar (una aleación de cobre y zinc, conocida mucho antes que el propio zinc, porque sus minerales suelen encontrarse juntos). El zinc hubiera encontrado rápidamente aplicaciones por derecho propio, pero al haber surgido de esta manera tortuosa no poseía el bagaje cultural que el cobre tenía claramente para Christopher Wren.



Estatua de zinc de Moritz Seelig. (Carol Grissom.)

Para Schinkel, esta historia en blanco suponía posibilidades. El arquitecto se convirtió en el defensor de las fundiciones de zinc que surgieron en la década de 1830, al usar el metal para las estatuas y la decoración de algunos de sus últimos edificios, y al exhortar a otros arquitectos a hacer lo mismo. A menudo estampado a partir de láminas de metal en lugar de fundido y moldeado, el «bronce blanco» pronto se hizo popular para estatuaria de todo tipo, especialmente en los casos en los que el peso o el coste descartaban el bronce real. No pasó mucho tiempo antes de que diariamente salieran de las prensas figuras populares de ángeles para cementerios y deidades para jardines. La

tendencia se extendió a los Estados Unidos cuando un tal Moritz Seelig huyó de la revolución de 1848 en Alemania para establecer una fundición de zinc en Brooklyn. Prosperó porque, como Schinkel en Berlín, alcaldes de todos los Estados Unidos querían embellecer sus ciudades con las mayores figuras esculturales posibles, adquiridas con los presupuestos más reducidos posibles. Las estatuas de la Justicia y de los monumentos de la guerra civil americana que ahora se desintegran poco a poco en los parques y plazas de los pueblos provinciales estadounidenses fueron seleccionadas en gran parte de los catálogos de venta de Seelig.

El zinc ha encontrado un mercado en la arquitectura, pero quizá todavía no ha hallado su papel. Sin embargo, un notable edificio en Berlín puede cambiar esto.

El encargo para un nuevo Museo Judío en la capital alemana (uno anterior había abierto sus puertas en 1933, tres meses antes de que Hitler llegara al poder) lo ganó Daniel Libeskind en 1989. De las 165 propuestas que competían, el proyecto del joven norteamericano, basado en la música fragmentada de Schönberg, los textos de Walter Benjamin y motivos inspirados por otros intelectuales judíos responsables de enriquecer la vida cultural alemana, fue considerado por el jurado como el más brillante y el más complejo... aunque posiblemente inconstruible. Pero resultó ser muy construible, y cuando se terminó en 1999 fue considerado una estructura tan notable que se abrió al público antes incluso de que se instalara ninguno de los objetos de la exposición. Los visitantes pagaban para vivir la experiencia de vacíos en forma de túnel y de espacios retorcidos, que parecen alejarse continuamente y manipular la perspectiva e incluso la gravedad misma, lo que produce efectos que son tan inquietantes como los que puede ofrecer cualquier ambiente material.



Revestimiento de zinc, Museo Judío, Berlín. (Bitter Bredt Photographie.)

El exterior apenas es menos desconcertante. El edificio describe un garabato zigzagueante en el terreno, con muros diáfanos que se elevan en todos los lados, completamente revestidos por paralelogramos de zinc. Ventanas en forma de franja cortan diagonalmente esta fachada y se cortan entre sí en ángulos aparentemente aleatorios que siguen lo que puede ser una estrella de David deconstruida o una senda en zigzag de peregrinación y pérdida.

Libeskind ha explicado que eligió el zinc en respuesta a la llamada de Schinkel, y como un gesto evidente de armonización con el Museo de Berlín inmediato, cuyas ventanas están enmarcadas en zinc. Pero hay un simbolismo más profundo que hace que el material sea especialmente apropiado aquí. Descubro que en la interpretación de los sueños, el zinc se asocia con la migración. Es una elección natural para un edificio que conmemora una ciudadanía de emigrantes que han emigrado una vez más. Este simbolismo

puede explicarse quizá por la escasa oportunidad histórica del zinc, que llegó demasiado tarde para encontrar pareja en la danza alquímica que emparejó los metales con los cuerpos del sistema solar. Cobre, hierro, estaño y plomo están asociados, cada uno de ellos (y de forma algo diferente, en función de la tradición que uno siga) con un planeta. Pero el zinc baila solo. Se dice asimismo que el zinc simboliza el progreso hacia una meta, lo que parece adecuado para un edificio que, en palabras de Libeskind, «siempre está a punto de adquirir identidad».

Más evidente es la conexión del zinc con ceremonias de conservación y enterramiento. Cuando William Deedes —el periodista que proporciona el modelo para el personaje central de *¡Noticia bomba!*,* de Evelyn Waugh— fue enviado para hacer un reportaje sobre la guerra de Abisinia, viajó con un baúl de madera de cedro revestido de zinc para ahuyentar a las hormigas. El metal suele utilizarse asimismo para revestir ataúdes como alternativa relativamente barata y segura del plomo; mi informador químico, Andrea Sella, tiene un vivo recuerdo sensorial de su infancia en Italia, de preparaciones de entierros acompañadas del sonido de un soplete, utilizado para sellar el zinc del ataúd antes de atornillar y cerrar su tapa. El artista alemán Joseph Beuys ha empleado cajones de zinc en algunas de sus obras como contenedores de grasa. Aunque es la grasa lo que ha recibido la mayor parte de la atención de la crítica, que al igual que el fieltro se reconoce como uno de los materiales característicos de Beuys, el zinc también es importante, elegido no en menor medida por su representación de opuestos: como veneno y bálsamo, como precinto que acaba por descomponerse. En este contexto, el edificio de Libeskind se convierte en un enorme sarcófago, un contenedor metafórico de los cadáveres de los seis millones de judíos asesinados en el Holocausto, así como un medio de conservar su recuerdo.

También se usa el zinc para el transporte higiénico de cadáveres a través de fronteras nacionales. El metal proporciona una barrera en los dos sentidos. Está allí para impedir la entrada de contaminación que aceleraría la descomposición del cadáver, pero también sirve para sellar en el interior materias potencialmente infecciosas. En un poema de Bertolt Brecht, «Enterramiento del agitador en un ataúd de zinc», es también una capa impermeable que guarda un misterio siniestro. El poema estaba destinado a ser musicado, junto con otro, «A los luchadores en los campos de concentración», de Hanns Eisler, un discípulo de Schönberg, en su colosal *Sinfonía alemana*. Se pretendía que la obra se ejecutara en un festival musical conectado con la Exposición Universal de París de 1937,

pero las presiones de los nazis obligaron a los organizadores a proponer que las partes vocales fueran sustituidas por saxofones, de manera que no se transmitieran las palabras de Brecht. Eisler, naturalmente, rechazó esta sugerencia, y sustituyó la sinfonía por una composición anterior en el programa del festival. La *Sinfonía alemana* no se oyó por primera vez hasta 1959. El poema de Brecht empieza así: «*Hier, in diesem Zink / liegt ein toter Mensch...*»:

Aquí, en este zinc,
Yace una persona muerta,
O quizá su pierna y su cabeza,
O todavía menos de él,
O nada en absoluto, puesto que era
Un agitador.*

París tiene asociaciones más felices con el zinc. Dondequiera que dirija mi vista, veo tejados hechos de pálidas láminas dobladas en buhardillas curvas. En algún momento, el material tuvo que haber sustituido al plomo y a la pizarra, con la agradable consecuencia de que los tejados ya no son tapaderas oscuras sobre los edificios, sino que se disuelven sin esfuerzo en el cielo azul lechoso.

Sin embargo, por la noche es en los bares donde se supone que se encuentra el metal. El idioma inglés tiene su cuota de sinécdoques elementales: utilizamos hierros, gastamos níqueles y cobres, y antaño hacíamos carbones de documentos importantes.** Pero en la mejor época de París, a principios del siglo xx, los bares se convirtieron en *zincs*. Jacques Prévert puso en un poema las divagaciones de borracho de un *zingueur* —como se conocía a los techadores de zinc de la ciudad— en un bar de zinc, e Yves Montand lo transformó en una famosa canción, *Et la fête continue*. Encontré uno de los pocos zincs que quedan en la Rive Gauche, justo al volver la esquina de los célebres Deux Magots y el Café de Flore. Quizá Ernest Hemingway y Gertrude Stein también apuntalaron antaño este bar. Gestionado ahora por una cadena de restaurantes, el lugar sabe que su zinquedad es su pedigrí, y por consiguiente hace gala de ello. Las sillas están revestidas de pintura metálica, el nombre del restaurante está recortado en chapa metálica, los menús están aderezados en gris. Los huesos de una obra de hierro extravagante de *Art Nouveau* todavía sostienen el edificio. Pero el auténtico *zinc* permanece aquí a menos de un brazo de distancia del barman, que ahora se ha convertido en el atril del *maître d'*, con su intrincado bajorrelieve de

uvas y hojas de parra forjado en el metal gris y apagado. Al otro lado de la sala hay una barra nueva y reluciente, pero centellea de manera sospechosamente brillante en los tonos de otro metal.

Sorprendido por esto, sigo la pista del único artesano que todavía suministra y restaura estos bares. En los Ateliers Nectoux, justo detrás de La Défense, el distrito de negocios suburbano, Thierry Nectoux revela que todo su trabajo se hace en realidad en estaño, tal como ha ocurrido durante tres generaciones. «Nunca ha habido zinc en el taller», me dice. «No se puede poner zinc en la parte superior del mostrador porque no es *alimentaire* [adecuado para ser usado con comida] y se oxida. Asimismo, no es fácil cortarlo en frío, ni trabajarlo ni limpiarlo. El estaño es todo lo contrario». Puedo ver que esto tiene sentido. Todo el mundo recuerda, de las clases de química de la facultad, que el zinc se disuelve en ácido; no se llevaría bien con el zumo de limón o la Coca-Cola derramados.

Pero, si están hechos a base de estaño, ¿cómo fue que los bares acabaron llamándose zincs? Lo que Nectoux piensa del asunto parece fantástico. Una de sus sugerencias es que adquirieron su nombre por los *zingueurs* que se dejaban caer por estos bares para conseguir una dosis de valentía holandesa* que les permitiera vencer al vértigo antes del trabajo. Esto no parece correcto. A buen seguro, los bares de zinc se llamaron zincs porque en algún momento su barra estuvo hecha realmente de zinc, y el estaño fue una adulteración de esta tradición. El *Larousse de Poche* de mi abuelo, que hablaba francés, parece confirmar esta intuición. Publicado en 1922, en el apogeo de la era del zinc, el diccionario reconoce el significado coloquial del término como un mostrador sobre el que se venden vinos. No amplía la definición con la consideración de su origen, pero tampoco dice nada que sugiera que las barras del bar no estuvieran hechas genuinamente de zinc.

Banalización

Las aguas habían empezado a elevarse décadas antes, pero la marejada del modernismo literario irrumpió realmente en 1922 con la publicación de *Ulises* y *La tierra baldía*. Aquel año asistió también a la primera representación en un salón de Bloomsbury de un entretenimiento musical llamado *Fachada*:* música de William Walton, compositor de veinte años, salpicada indolentemente con las palabras dadaístas de Edith Sitwell, la poeta y decana de los excéntricos ingleses, que anunciaba su parte mediante un megáfono desde detrás de una cortina. La veintena de espectadores del recital privado quedaron, según los casos, desconcertados y alborozados. El estreno público al año siguiente fue recibido, como cabía esperar, con rechifla generalizada.

Fue durante este período de experimentos desenfrenados cuando el hermano menor de Edith, Osbert, encargó una escultura de su hermana a otro miembro de su conjunto, Maurice Lambert. Vaciados de la cabeza, de tamaño algo menor que el natural, se encuentran ahora en Renishaw Hall, el hogar ancestral de los Sitwell en Deryshire, y en la National Portrait Gallery de Londres. La cabeza es pequeña y oval, sostenida por un cuello alargado y que se curva suavemente. El corte angular del cabello, a la moda, y la aguda nariz confieren a la obra un parecido quizá no involuntario, a un casco sajón. Pero cualquier primitivismo es compensado por el material: las cabezas se han vaciado en aluminio.



Cabeza de Edith Sitwell, de Maurice Lambert. (Cortesía de mistress Alejandra Hayward, Renishaw Hall, Derbyshire.)

Ni los Sitwell de la generación actual ni el biógrafo de Edith saben quién eligió el aluminio. Tampoco lo sabe el biógrafo de Maurice y de su hermano compositor, Constant Lambert. Cuando Maurice Lambert esculpió la cabeza de Walton un par de años después, lo hizo convencionalmente en bronce, de lo que podemos inferir que es más probable que el aluminio fuera idea de Edith que de Lambert. Baste decir que la elección del material reflejaba involuntariamente la opinión crítica de la mayoría según la cual el proyecto artístico de Edith Sitwell era a la vez liviano e innecesariamente moderno.

En Gran Bretaña, uno casi tiene que ser un excéntrico para ver mérito en el aluminio. Quedó para naciones menos ambivalentes en su actitud ante la novedad tecnológica encontrar maneras de dedicar el metal a usos más funcionales. Mientras los ingleses libraban su lucha de clases con su plata y su peltre, franceses y norteamericanos transformaron el aluminio en objetos que fueron rápidamente reconocidos como iconos del progreso y la modernidad: cosas sobre patas, como el mobiliario de Charlotte Perriand y Charles Eames; cosas sobre ruedas, como la caravana Airstream y los primeros 2CV de Citroën. El aluminio cortaba los lazos con el pasado y aportaba nuevas esperanzas de movilidad y liberación. El autobús Greyhound, con su adorno característico de aluminio acanalado y su evidente promesa de libertad, fue la creación de un emigrante francés a Nueva York, el extravagante diseñador industrial Raymond Loewy.

Mucho antes de que pudiera alcanzar este atractivo popular, el aluminio gozó de un breve período de patrocinio imperial. Este material que ahora es ubicuo, tan vital para nosotros como el acero y más visible que cualquiera de los metales conocidos en la Antigüedad, no se aisló hasta época reciente, la década de 1820, y no fue hasta la de 1850 cuando se encontró una manera incluso remotamente comercial para separarlo de su mineral, la bauxita, llamado así por Les Baux, en la Provenza, donde todavía es posible ver las blanqueadas excavaciones a cielo abierto en la colina situada sobre el pueblo. El proceso desarrollado por Henri Sainte-Claire Deville en París implicaba calentar los compuestos de aluminio con sodio metálico, que a su vez era excepcionalmente difícil de obtener, y esto hacía que el aluminio fuera muy caro. Aunque hoy en día apenas parece posible, se consideró el aluminio como un nuevo metal precioso que cabía situar junto al oro y la plata (su elevado coste y su exotismo compensaban su baja densidad y su brillo difuso), y se trabajaba y se ostentaba de maneras que reflejaban dicha condición.

Devilte consiguió su descubrimiento en un momento oportuno. París estaba excitado por los rumores de la nueva «plata procedente de la arcilla». Deville presentó un puñado de pequeños lingotes de aluminio por primera vez en la Exposición Universal de París de 1855, donde fueron admirados por el emperador Napoleón III, quien rápidamente ofreció al químico su apoyo financiero. Entonces el metal estaba valorado en 3.000 francos el kilogramo, y valía una docena de veces su peso en plata. Pero esto fue en todo caso un incentivo más que un factor disuasivo para los grandes artesanos de la época. El

famoso orfebre Christofle se interesó por el nuevo material y elaboró a mano algunos de los primeros objetos de vajilla y joyería. Se dice que el emperador había ofrecido banquetes en los que a los huéspedes más distinguidos se les daban cubiertos de aluminio, mientras que las masas tenían que contentarse con plata y oro. El hijo y heredero de Napoleón, el príncipe imperial Eugenio, nacido en 1856, recibió un sonajero de aluminio, una señal clara de que el país tenía que adoptar lo nuevo. Las águilas de latón que adornaban las astas de las banderas de la guardia imperial fueron refundidas en aluminio, un gesto que presumiblemente apreciaron sus portadores. Aunque artesanos como Christofle explotaron el metal para fines ornamentales, sobre todo porque se consideraba precioso, Napoleón vio que la liviandad del aluminio podía ser su propiedad más valiosa. Podemos ver indicios de este futuro prometedor en unos pocos objetos que se hicieron en aquella época, y que están a caballo de los mundos de la función y del adorno, como medallas y gemelos de teatro. Pero en el apogeo de la Revolución industrial, y siendo el hierro la maravilla de la ingeniería de la época, no es ninguna sorpresa que el mayor potencial del aluminio no se reconociera de manera más amplia.

En *Teoría de la clase ociosa*, Thorstein Veblen elige una cuchara de aluminio y una de plata para ilustrar su máxima de que la utilidad de objetos valorados por su belleza «depende directamente de lo caros que son los artículos».⁹⁰ La utilidad a la que se refiere Veblen es más social que funcional; dice que tendemos a valorar más las cosas cuando sabemos que son caras. En la década de 1890, cuando Veblen escribía la obra que nos daría la expresión «consumo conspicuo», el aluminio era barato; la cuchara de aluminio podía costar diez o veinte céntimos, la de plata otros tantos dólares. Sabemos que la cuchara de aluminio más ligera es más fácil de usar, pero preferimos la de plata porque «da satisfacción a nuestro gusto». El peso insustancial, la fabricación a máquina y la sencillez general, todo delata a la cuchara de aluminio como la que hemos de menospreciar.

En 1855, sin embargo, el patrocinio de Napoleón III invirtió completamente la situación. Durante un breve momento en los inverosímiles salones del palacio del Louvre, el aluminio fue el metal que era forjado hábilmente, acariciado por su liviandad y admirado por su misteriosa palidez. Sin embargo, el emperador no quiso que ese estado de cosas persistiera más de lo que debía. Estaba excitado por la idea de que el nuevo metal podría ser usado para producir corazas y armas, y en 1856 se presentó a la Academia Francesa de las Ciencias un

prototipo de casco de aluminio. Los sabios allí reunidos lo juzgaron robusto y útil (y, un poco fuera de propósito, también bello). Pero de mala gana tuvieron que informar también que era demasiado caro. Pasaría casi un siglo antes de que se cumplieran las esperanzas de Napoleón de que el aluminio fuera un metal utilitario.

El Congreso de los Estados Unidos «estuvo a punto de poner un reluciente revestimiento de lámina de aluminio rematando el Monumento de Washington»,⁹¹ según Bill Bryson en *Una breve historia de casi todo*, «para demostrar que nos habíamos convertido en una nación elegante y próspera». En realidad, el monumento *está* rematado con aluminio, aunque el trabajo se hizo sin ninguna de las intenciones simbólicas que Bryson implica. Requirió bastante esfuerzo. El Congreso inició el proceso en 1783, al principio dando simplemente su aprobación para una estatua ecuestre del general que los había llevado a la independencia. Seis años después, George Washington se convirtió en el primer presidente de la nación, y sirvió en este cargo durante ocho años. Para cuando Washington murió en 1799, la ciudad que lleva su nombre estaba creciendo en su magnificencia. El edificio del Capitolio se estaba levantando, la primera perla en un collar de templos neoclásicos a la democracia, y empezó a extenderse la idea de que para honrar al padre del país hacía falta algo más majestuoso. La primera piedra del colosal obelisco de mármol que vemos en la actualidad en la intersección axial del Mall se colocó en 1848, y el monumento se dedicó finalmente en 1885.

Los veintidós centímetros más altos de lo que entonces era la estructura artificial más alta del mundo estaban constituidos por una pirámide de aluminio moldeado, que era un pararrayos, cuya punta era tan aguda como un lápiz. Se habían considerado varios metales, entre ellos el cobre, el bronce y el latón, que después serían chapados con platino. El coronel Thomas Casey, del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, eligió el aluminio «debido a su blancura y a la probabilidad de que sus superficies pulidas no se deslustraran al estar expuestas al aire».⁹² Una telaraña de barras pararrayos de cobre recorre, oculta a la vista, desde la punta de aluminio hasta el suelo. Aunque no hubo ningún intento declarado de enviar ningún tipo de señal cultural al colocar el aluminio en esta posición de faro, el momento perdura en la memoria, y en especial en la memoria corporativa de la industria norteamericana del aluminio, que todavía se aprovecha de esta conexión con Washington. A un dólar la onza,

el aluminio costaba entonces aproximadamente lo mismo que la plata; pero resultó que el precio empezó a reducirse tan pronto como el monumento se completó. Pero en diciembre de 1884, cuando la pequeña pirámide de aluminio se exhibió brevemente al público en Nueva York antes de su instalación final, todavía se consideraba claramente como un metal precioso: la exhibición se hizo en Tiffany's, la famosa joyería de la Quinta Avenida. Los que iban a hacer sus compras de Navidad se turnaban para poder echar un vistazo al menhir futurista que pronto se elevaría a más altura en el cielo que cualquier otro artefacto del hombre.

Estos adornos relucientes pueden ser funcionales, pero, adrede o no, también son pronunciamentos retóricos desde el centro del gobierno. Tanto la cubertería de Napoleón III como el monumento de Washington son símbolos explícitos del compromiso del Estado con la modernidad. Otros elementos, tales como el neón y el cromo, como veremos más adelante, se convirtieron en señales de aspiración y esperanza para el futuro, pero estos iban a ser entusiasmos populares, baratos, alegres y extendidos democráticamente por la tierra. El aluminio fue un juguete y un proyecto de líderes. Pero no iba a serlo por mucho tiempo.

La historia del aluminio es «un proceso de banalización»,⁹³ según la historia de la compañía del productor estatal L'Aluminium Français. A lo largo de un único siglo, el empleo del aluminio ha viajado desde lo singular a lo general, y desde lo general a lo banal: un proceso que el hierro y el cobre completaron a lo largo de milenios. El mayor paso en este viaje fue el necesario para que todo se iniciara, el que iba a hacer bajar el aluminio de su pedestal como metal precioso. Apropiadamente, este logro lo consiguieron simultáneamente un francés y un estadounidense. Paul Héroult y Charles Martin Hall se encontraban en su primera veintena de edad en 1886 cuando, por separado, perfeccionaron un proceso que utilizaba una corriente eléctrica en lugar del poder químico del sodio para liberar el aluminio de su mineral. El metal todavía se produce electrolíticamente en la actualidad. Cuando el precio del aluminio cayó muy por debajo del de la plata, y finalmente incluso por debajo del precio del cobre, artesanos como Christofle perdieron interés en él, y pudo empezar a cumplir su verdadero destino como el nuevo metal industrial maravilloso. El refinado método de producirlo subrayaba sus credenciales como algo absolutamente moderno: conectado umbilicalmente a la «segunda

revolución industrial» desencadenada por la disponibilidad generalizada de electricidad, el aluminio estaba destinado a ser la verdadera personificación del tecnológico siglo xx.

Estados Unidos y Francia pueden haber sido pioneros del desarrollo del aluminio, pero no se pusieron de acuerdo sobre su ortografía. Incluso al gran editor H. L. Mencken le cuesta explicarlo. En *The American Language* se ve obligado a confesar: «Me ha sido imposible determinar de qué modo *aluminium*, en Estados Unidos, perdió su cuarta sílaba, pero todas las autoridades norteamericanas escriben ahora *aluminum* y todas las autoridades inglesas siguen con *aluminium*».⁹⁴ Otras fuentes sugieren que pudo ser obra de Charles Hall. Las patentes que obtuvo para su proceso de refinado electrolítico se referían a «aluminio», mientras que el material de su publicidad comercial ensalzaba los méritos del «alumino», aunque no se sabe si intencionadamente o por un error tipográfico. La palabra más corta se extendió y consolidó en los Estados Unidos; en Francia, Gran Bretaña y el resto de Europa, la sílaba extra se conservó.

Pero quizá el zapato debiera estar en el otro pie. Más que preguntarse cómo es que el nombre se acortó, para empezar tendríamos que ir en busca del quisquilloso inglés que insistió en mantener la sílaba extra. Humphry Davy, que intentó repetidamente aislar el metal, lo bautizó como alumino, directamente a partir de su mineral, alúmina (una mejora sobre su primera idea, alumio). Pero después, en 1812, un revisor anónimo de los *Elements of Chemical Philosophy* que escribía en la *Quarterly Review* puso objeciones al «sonido menos clásico» de este término y, olvidando convenientemente los precedentes del platino, el molibdeno y el tántalo, que se acababa de nombrar, apostó por el aluminio por estar en consonancia con los otros muchos elementos cuyo nombre termina en -io.

El proceso Hall-Héroult proporcionó la chispa. El aluminio, el elemento metálico más abundante en la corteza de la Tierra, podía ahora ponerse al servicio del hombre gracias al poder de la electricidad, que se expandía rápidamente. Las aplicaciones iniciales más visibles fueron en el transporte, donde el bajo peso del metal era una gran ventaja. Los constructores franceses de automóviles Renault y Citroën, siempre famosos por sus diseños innovadores, investigaron a fondo el aluminio en la década de 1920. Al principio no lo utilizaron para sustituir las pesadas planchas de acero, sino para las ruedas y objetos decorativos como tapacubos (que los franceses, de manera encantadora,

llama *enjolveurs*, que significa embellecedores). El metal se empleó a una escala mayor para enfundar maquinaria industrial y en el transporte de diseño particular, como vagones de tren y camiones de reparto. Un vagón de tren Pullman exhibido en la Exposición del Siglo de Progreso, de Chicago, de 1933, pesaba exactamente la mitad de lo que pesaba un vagón de acero estándar. La Exposición Universal de París de 1937 presentó un Pabellón de Aluminio, y el metal se incorporó copiosamente en los puentes de Alejandro III y de Alma y en otros lugares de la Ciudad Luz.

Pero el romance del aluminio se desencadenó realmente cuando se empezó a pensar y a proporcionar formas seductoras a planchas del material para su rendimiento aerodinámico. El aluminio se adoptó de repente y de manera más amplia en 1931, después de la caída fatal de un avión de pasajeros con estructura de madera, que transportaba a un famoso entrenador de fútbol norteamericano a Los Ángeles. Aviones tales como el Douglas DC-3, el sugestivo transporte de las estrellas de Hollywood, inspiró imitaciones terrestres en forma de automóviles, autobuses y caravanas, cuyas formas radiantes y abultadas proporcionaban el vislumbre de una vida mejor después de la Depresión. El decorado del Radio City Music Hall de Nueva York está dominado por bandas de aluminio horizontales y curvadas. Pero la caravana Airstream fue la que más lejos llegó en su esfuerzo por alcanzar los cielos, imitando incluso las líneas de remaches de los paneles de los aviones a lo largo de su piel contorneada. En una época en la que las caravanas en Europa se parecían más, según la opinión de un crítico del diseño, a carromatos de gitanos, «a los que sólo les falta una techumbre de paja»,⁹⁵ este diseño norteamericano, desarrollado con la colaboración de uno de los creadores del *Spirit of St. Louis*, el aeroplano en el que Charles Lindbergh había volado desde Nueva York a París en 1927, se recreaba en su rolliza desnudez de aluminio.

El aluminio pasó célere al hogar, al adoptarlo con entusiasmo los diseñadores industriales y las amas de casa, que apreciaban su poco peso y el hecho de que no era necesario pulirlo. El metal podía tratarse de maneras nuevas, lo que aumentaba su atractivo modernista. El tratamiento más representativo, que los diseños de Russel Wright hicieron famoso, fue el moldeado giratorio, en el que el metal fundido se vertía a un molde en rotación. Mary McCarthy llegó a alabar a Wright por su nombre y al «maravilloso y nuevo aluminio girado» en su novela *El grupo*. El aluminio ocupó el puesto en la cocina de los utensilios que anteriormente se fabricaban de peltre. Debido a que

conservaba el calor mejor que el cobre o el hierro colado, también era perfecto para cazuelas y sartenes que iban «del horno a la mesa», una bendición en las casas sin servicio. En todas partes, las formas redondeadas y lisas, a menudo acentuadas por las líneas horizontales del proceso de giro y por un repaso final, transmitían el nuevo orden de las cosas.

Después de la segunda guerra mundial, las nuevas demandas quedaron cubiertas por una nueva capacidad, y el aluminio empezó a ser considerado para la construcción de casas enteras. En Wichita, Kansas, el diseñador-poeta visionario Richard Buckminster Fuller transformó toda una fábrica de aviones para producir sus casas de aluminio abovedadas, un acontecimiento que celebró escribiendo este sonsonete:

Deambula por casa hasta una cúpula
Donde antes se levantaban georgiano y gótico
Ahora sólo los enlaces químicos custodian a nuestras rubias
E incluso la instalación sanitaria tiene buen aspecto *

Basadas en un plano circular, las casas de Fuller parecían versiones habitables de los recipientes diseñados por Russel Wright una década antes. En Francia, Jean Prouvé, un arquitecto pionero en la prefabricación metálica, utilizaba paneles de aluminio en viviendas de emergencia para personas que la guerra había dejado sin casa, y siguió inventando casas metálicas que se empaquetaban planas para la última generación de superintendentes coloniales del África Occidental Francesa. Incluso los ingleses construyeron miles de casas de paneles de aluminio en la década de 1940, aunque eran lúgubres chozas en comparación con los elegantes prototipos de los franceses y americanos.

Las casas redondas de Fuller nunca llegaron a cuajar, pero el aluminio del que estaban hechas era demasiado barato y práctico para ignorarlo. La herencia poco elegante de este atrevido experimento posterior a la guerra descansa en miles de hectáreas de planchas de aluminio corrugado que se vendían puerta a puerta durante las décadas de 1950 y 1960, y que se atornillaron a las casas norteamericanas como el último grito en protección contra la intemperie, al menos hasta que fueron superadas por la siguiente de estas modas, el vinilo. Las escapadas ficticias de dos de estos vendedores son el tema del filme de 1987 *Dos sinvergüenzas en un Cadillac*.^{*} Que el metal que vendían, que recientemente se

pagaba a precios dignos de emperadores, se menospreciara ahora como si de simple estaño se tratara era una señal segura de que el proceso de «banalización» se había completado.

El viaje desde los arados a las espadas y de vuelta a los arados es único del aluminio, que tiene un elevado valor como chatarra en comparación con otros metales comunes, debido a que su extracción electrolítica de la bauxita precisa de mucha energía. De la misma manera que Napoleón III soñaba que su cubertería de aluminio pudiera convertirse en pertrechos bélicos, lord Beaverbrook hizo un llamamiento a través de su imperio de periódicos para que los ingleses cedieran sus utensilios de aluminio para «convertirlos en Spitfires y Hurricanes». ^{96**} Después de la guerra, las prioridades se invirtieron de repente, y el catálogo de la exposición de 1946 *Britain Can Make It*, ^{***} explicaba cómo los métodos de producción de la época de guerra harían que el país retornara desde «los Spitfires a las sartenes». ⁹⁷

Quizá esto ocurrió realmente, aunque en su mayoría la gente no era consciente de ello. En una feria de antigüedades en Dorset vi un juego de té de Picquot Ware fabricado en la década de 1950, hecho de «lustre de magnailio», y lo compré. No se había usado, y el metal tenía un brillo lila insólito. Pero ¿qué era el «magnailio» (aparte de otro metal con una *i* aparentemente superflua)? El vendedor me había sugerido que el conjunto se había hecho a partir de partes fundidas de aviones de guerra. Me gustaba la manera en que el diseño parecía captar la espiral descendente del aluminio hacia la domesticidad desde vocaciones más elevadas. El término «magnailio» era presumiblemente un compuesto de aluminio y magnesio. Al tener este último metal una densidad que es las dos terceras partes de la del aluminio, los dos se combinaron durante la guerra para producir una aleación que era más ligera y más resistente, aunque considerablemente más cara, que el aluminio puro.



Juego de té de Picquot Ware. (Fotografía del autor.)

Pero tenía mis dudas. Para empezar, las piezas parecían bastante pesadas, incluso teniendo en cuenta las gruesas paredes de los vaciados. Y después estaba esa etiqueta: «Diseñado por Jean Picquot. Moldeado por artesanos». ¿Quién era este diseñador, del que no había oído hablar nunca, y que no aparecía en las listas de referencias de diseño usuales? El o ella* pronto resultaron ser el amigo imaginario del fabricante de nombre impasiblemente inglés, Burrage & Boyde, una invención de suavidad presumiblemente conjurada con el fin de sacar partido de la reputación que el aluminio había adquirido en manos de los innovadores franceses.

Para entonces yo era totalmente escéptico. Decidí que era necesaria una prueba sencilla para resolver el misterio del magnailio. Utilizando la jarrita para la leche, la única pieza del juego que no tenía asa de madera, primero la pesé y después la sumergí en agua, utilizando el desplazamiento para estimar el volumen del metal. Dividir el peso por el volumen me daría la densidad del material, que sería una pista importante sobre los metales de que estaba hecha. La densidad resultó ser de alrededor de 3,9, más del doble de la del magnesio (1,7) e incluso mayor que la del aluminio solo, 2,7. Era evidente que mi

magnailio no era una amalgama aeroespacial fantástica. Tenía que ser aluminio combinado con un metal *más pesado*, como una amalgama estándar con cobre. Sin embargo, preferí el mito y me consolé al pensar que al menos unos pocos de los átomos metálicos de mi juego de té pudieron haber volado en la Batalla de Inglaterra.

«Transformados en percebes»

Cuando fue construida, la residencia del presidente de los Estados Unidos de América en Washington, DC, fue revestida con una mezcla repelente de la humedad de cal apagada y cola, y la gente empezó a llamarla la Casa Blanca. Las tumbas también se pintaban con cal para protegerlas de los estragos de la intemperie. Los sepulcros encalados (¿hubo alguna vez dos palabras más perdidas la una sin la otra que «sepulcros» y «encalados»?) aparecen en el evangelio de San Mateo como una imagen de hipocresía, y se refiere a aquellos sepulcros que parecen «¡...hermosos por fuera, mas por dentro llenos de huesos de muertos y de toda suerte de inmundicia!».*

La blancura es liberación del color y una huida del caos de arco iris de la vida. La blancura de la cal es una simplicidad mortificante, la pureza de un ideal, la finalidad de una muerte. Blanquear, enjalbegar o encalar es la acción de añadir una capa de aguada de cal, pero también es una sustracción, un gesto hacia la liberación, un eliminar con la brocha la tierra y lo terrenal, un desembarazar, un esclarecimiento literal y también el aligeramiento de un peso. La acción limpiadora y conservadora de enjalbegar repite ritualmente el acto de echar cal a la tumba con el cuerpo. Nuestro cuerpo se corrompe, nuestros huesos quedan, mondos y limpios y desprovistos de todo color. Nos desteñimos al blanco.

La cal es óxido de calcio. Se produce simplemente calentando greda, caliza o conchas marinas para expulsar el dióxido de carbono. El polvo blanco resultante, muy alcalino, absorbe después lentamente agua y dióxido de carbono del aire, siendo estas acciones irresistibles la clave de sus muchas y antiquísimas aplicaciones. La cal se emplea en los enterramientos debido a esa propiedad higroscópica: extrae humedad del cuerpo y reduce el riesgo de enfermedades debidas a la putrefacción. Saturada de agua, o apagada (o muerta), se convierte en lechada o jalbegue. La cal del mortero se seca rápidamente, sustituyendo el agua que pierde con dióxido de carbono, lo que hace que el polvo blanco y blando se transforme en piedra duradera. Tan fundamental era esta acción para las rutinas de la vida y la muerte que la cal, la *calx* de los romanos, dio su nombre al término genérico que usaron los alquimistas y los primeros químicos

para quemar en el aire o cocer: calcinación. Lavoisier dio a la cal un lugar en su lista de los elementos, clasificándola como una de las «sustancias térreas simples salificables», aunque guardaba para sí la intuición de que la sustancia blanca no era un elemento puro, sino que ocultaba en ella un nuevo metal que la ciencia todavía era incapaz de extraer. El calcio no se pudo extraer de su óxido indispensable hasta 1808, cuando Humphry Davy lo sometió a la electrólisis que ya había empleado en el descubrimiento del potasio y el sodio. El metal tardó otros 100 años en producirse a gran escala.

Así, pues, el calcio es el elemento que se encuentra en el meollo químico de la cal, la caliza, la greda y además en muchos minerales, como la calcita y el yeso. El calcio no es el único elemento que forma compuestos blancos de manera dominante o completa, pero mediante estos materiales naturales importantes y abundantes es el elemento que más asociamos con la ausencia de color. Aparte de la nieve, nuestros símiles para la blancura son calcáreos: blanco como el mármol, el alabastro, la creta; blanco como el marfil, el hueso o los dientes; blanco como la perla. La blancura del calcio es icónica; dudo a la hora de emplear un adjetivo tan trillado, pero el ejemplo de la Casa Blanca por sí solo parece sancionarlo. También los Acantilados Blancos de Dover eran una imagen lo bastante poderosa para que el letrista de la canción de los tiempos de guerra de Vera Lynn se sintiera capaz de completar su canción sin haberlos visto con sus propios ojos más que como había visto los «azulejos sobre ellos».* Los caballos blancos y otras figuras creadas excavando el tepe de las laderas de creta de Inglaterra en época neolítica (a los que se han hecho adiciones ocasionales, incluso en la actualidad) conservan asimismo un poder gráfico intemporal.

Recorriendo en la actualidad las colinas y los cerros del sur de Inglaterra todavía se puede notar de qué modo una identidad colectiva puede surgir de las rocas autóctonas. Dibujadas simplemente sobre papel, figuras como el Gigante de Cerne Abbas o el Caballo Blanco de Uffington parecerían poca cosa más que grafitos, vulgarmente priápico y picassiano, respectivamente. Pero inscritos en la greda, se convierten en ingleses pese a sí mismos. En la isla de Wight, en la que la geología horizontal se halla inclinada hacia arriba como una rebanada de pastel de capas, me dirijo hacia la punta occidental de las enhiestas rocas de greda conocidas como The Needles** (antaño cuatro, ahora tres más su faro vital, y en realidad nunca tan escarpadas como las antiguas estampas grabadas por artistas cuya cabeza hilvanaba ideas de cosas sublimes). Los acantilados de greda caen cien y más metros hasta el mar a mi izquierda, mientras que a mi

derecha está la bahía de Alum, cuyas arenas fueron antaño beneficiadas para obtener alumbre, y que ahora reposan inalteradas en crestas multicolores. Soy consciente de que esta costa meridional es el único margen de Gran Bretaña que se halla del todo cerca de otras naciones. Estos acantilados blancos son almenas prístinas, y mientras oteo el mar en busca de barcos, no puedo evitar la sensación de encontrarme de servicio de centinela, una sensación reforzada por la erupción en el paisaje aterciopelado, cada cierto número de kilómetros, de las arruinadas defensas de cinco siglos: contra los españoles, los franceses, los alemanes.

En 1868, Thomas Huxley dio una conferencia a los ciudadanos de Norwich, titulada «Sobre un pedazo de greda». Empezando con la greda que tenía en la mano, se remontó a lo largo de «esta larga línea de acantilados blancos a los que Inglaterra debe su nombre de Albión» hasta encontrar su tema darwiniano. Su afirmación problemática era que

... el hombre que debería conocer la verdadera historia del fragmento de greda que cada carpintero lleva en el bolsillo de sus pantalones, aunque ignore toda la demás historia, es probable, si considerara detenidamente su saber hasta sus resultados últimos, que tuviera una idea más adecuada, y por lo tanto mejor, de este maravilloso universo, y de la relación del hombre con él, que la del estudioso más docto, que es muy leído en los registros de la humanidad, pero ignorante de los de la naturaleza.⁹⁸

Describió los esqueletos microscópicos de los incontables miles de millones de algas de carbonato cálcico que vivieron y murieron durante el período Cretácico, y que finalmente construyeron a partir del pálido légamo de su descomposición los gruesos estratos de los acantilados protectores de Inglaterra, «muchísimo más antiguos que Adán». La perspectiva geológica de Huxley ponía al mismo nivel de greda y arcilla al cercano Cromer y al Jardín del Edén, lo que a buen seguro transmitía un escalofrío de placer a su audiencia. Sin embargo, para algunos el placer pudo haber sido efímero, porque todo esto no era más que la preparación de Huxley para su tema habitual, que esgrimía las pruebas científicas de las rocas para demoler la versión bíblica de la creación.

Shakespeare parece que advirtió este ciclo en que el mismo material blanco vive y muere sin cesar. En *La tempestad*, Trínculo invita a Calibán a «poner un poco de cal en tus dedos» en preparación para su incursión en la cueva de Próspero. Pero Calibán «no quiero nada de eso. Perderemos el tiempo, / Y todos seremos transformados en percebes».* Todavía es extraño pensar que la cal que se echa a la tumba fue en su momento vida en forma de millones de minúsculos organismos marinos, y que, a su vez, nuestros huesos pueden convertirse en el

alimento de futuras generaciones de animales con caparazón. Podemos apreciar los ciclos de la naturaleza del agua, el oxígeno y el nitrógeno,* pero ignoramos el ciclo pétreo y moedor del vivificante calcio, que se desarrolla constantemente bajo nuestros pies.

En su afán de menospreciar a personas, cultas por otra parte, que lamentablemente eran ignorantes de la ciencia, Huxley olvidó considerar aquella cualidad de la greda que es más probable que retenga al «estudioso más docto, que es muy leído en los registros de la humanidad»: su blancura. Tendemos a suponer que las marcas formales de la civilización humana son negro sobre blanco, hecho con carbón de leña o grafito o el carbono en polvo conocido como negro de humo usado en la tinta de los impresores. Pero nuestras trazas han sido a menudo el negativo básico de esto, delineaciones urgentes pero juiciosas marcadas sobre el suelo en blanco: la línea de meta en el Circus Maximus, el círculo de tiza caucásico que es la manera de dispensar justicia salomónica en el drama de Bertolt Brecht del mismo nombre, el perfil de una víctima de asesinato. El blanco está allí, finalmente, cuando se pronuncia el juicio final. En italiano, *calcio* es el término tanto para el calcio como para el fútbol, y ambos términos derivan del latín *calx*, que no sólo es cal literal, sino también una metáfora para un fin, un logro marcado quizá por una línea de greda que se cruza.

La intención humana revestida de blanco no siempre es sombría y ominosa. Herman Melville, en una digresión que ocupa todo un capítulo aparte de la caza de Moby Dick, medita acerca de como «la blancura mejora de forma refinada la belleza, como si impartiera alguna virtud especial propia, como en los mármoles, las camelias japonesas y las perlas». Dos de estos tres —no es sorprendente descubrirlo— son blancos de calcio. Las camelias japonesas son la excepción: el blanco en la naturaleza cuando no es mineral (caballos blancos de verdad, osos blancos, elefantes blancos, los albinos y los albatros) es atribuible no al calcio, sino a la disposición de materia orgánica en las células de tal manera que dispersa la luz de todos los colores. El famoso cetáceo de Melville presenta blancura de ambos tipos, porque mientras su piel es blanca debido a la ausencia de otros pigmentos, sus dientes de marfil están impregnados de sales de calcio.



Rayuela dibujada con tiza. (Fotografía del autor.)

La estructura compuesta del marfil, una dura matriz fibrosa con un relleno duro como piedra, lo ha convertido en un medio agradable para el artista. Se ha cincelado el marfil desde tiempos antiguos. Los navegantes fenicios decoraban los restos calcáreos de los animales que encontraban en el Mediterráneo y alrededor del mismo, incluyendo colmillos de hipopótamos. Pero fue el crecimiento de la industria ballenera en el siglo XIX lo que dio origen a la artesanía de la talla de marfil, un arte que románticamente se supone que es el subproducto creativo de las largas horas que pasaban los marineros en los océanos en busca del leviatán. El material favorito para los talladores eran los enormes dientes de los cachalotes, que eran su presa principal, aunque no se desaprovechaban la espada (colmillo) del narval y los colmillos de las morsas (ambos mutaciones evolutivas de dientes). Grababan imágenes de barcos y mapas y temas patrióticos, así como mujeres en forma de sirenas y en diversos estados de desnudez, pues el grano fino del material se prestaba a la ejecución, mediante finas líneas, de cabellos guarnecidos o despeinados, y que alcanzaban, tal como escribió Melville, una cualidad de escultura «tan apretada en su complejidad de dibujo» como los grabados de Dürero.

El material más exaltado tanto en la escultura como en la arquitectura, que en conjunto se conocen como las artes monumentales, ha sido siempre el mármol, la forma más pura y más blanca del carbonato cálcico que responde al cincel del artista. La Grecia y la Roma antiguas consiguieron su esplendor en parte porque tenían canteras de mármol cerca. Fidias empleó mármol del Pentélico de las montañas cercanas a Atenas para la construcción del Partenón, un experimento de cantería cuyas fornidas columnas dóricas reflejan su precaución de ingeniero estructural a la hora de adaptar la construcción tradicional de madera. De grano algo más grueso, el mármol de Paros procedía de dicha isla, y se empleó en localidades alejadas del Ática, como Delfos, Corinto y el cabo Sounion.

Los monumentos romanos, desde el Panteón a la Columna Trajana, fueron contruidos con mármol procedente de las famosas canteras de Carrara, en la costa toscana. La catedral de Sant'Andrea, de Carrara, es notable porque toda la estructura está hecha de mármol, una decisión quizá inevitable, pero que tiene la consecuencia lamentable de producir un interior tan tétrico como una cueva. Otras grandes catedrales hicieron un uso más diestro de la piedra de Carrara; un ejemplo sorprendente de ello son las bandas como de Lego de mármol blanco y verde oscuro que rodean el exterior y el interior del *duomo* de Siena, del siglo XIII. Sin embargo, mi catedral italiana favorita es la que se eleva como un joyero en la pintoresca colina de Orvieto. Vista desde una calle lateral, estrechamente flanqueada por casas ordinarias, su frontal occidental reluce con una luz blanca y suave, un brillo de bendición celestial. Desde otro ángulo, sus florones góticos se agrupan como los rascacielos centelleantes de una gran metrópolis, una Ciudad Esmeralda, una Jerusalén en realidad. En su interior, las ventanas a lo largo de la nave no tienen cristales, sino que están acabadas con láminas delgadas del mismo mármol. Dejan entrar una luz calmante que no produce sombras.



Catedral de Orvieto. (Moirra Morrissey.)

Miguel Ángel eligió el mármol de Carrara para muchas de sus obras más importantes, e hizo frecuentes excursiones a Carrara a fin de seleccionar los bloques, para su *David* y otras esculturas, entre los de la categoría más blanca de mármol de tipo *statuario*. Dichas visitas le proporcionaban un refugio temporal ante cualquiera de los papas que en aquel tiempo le hacían demandas irracionales. Sin embargo, cuando las cosas iban bien, Miguel Ángel trabajaba en Roma, mientras su cantero preferido, Topolino, le enviaba partidas de piedra, entre las cuales a veces incluía un esfuerzo escultural propio, para el invariable regocijo del gran artista.

Un proyecto de gran importancia personal para Miguel Ángel fue la tumba del papa Julio II, iniciada cuando Julio murió en 1513 y continuada de tiempo en tiempo durante el reinado de los cinco pontífices subsiguientes. La obra no se completó nunca de acuerdo con los planes, pero sus diversas estatuas muestran

al artista en lo mejor de su técnica. Giorgio Vasari, aprendiz de Miguel Ángel y biógrafo y escultor de su tumba, encontró la figura de Moisés tan bella y realista que «uno clama para que su semblante sea velado, porque aparece tan deslumbrante y resplandeciente, y de manera tan perfecta ha expresado Miguel Ángel en mármol la divinidad que Dios infundió por vez primera en la forma más sagrada de Moisés».⁹⁹



Miguel Ángel Buonarroti, tumba del Papa Julio II. (Fotografía copyright © Jean-Christophe Benoist.)

La mayor creación en mármol del Renacimiento completamente realizada es, y ello no ha de sorprendernos, otra obra sepulcral: la capilla y tumbas de los Medici, que Miguel Ángel diseñó y Vasari completó. Es el prototipo del «cubo

blanco» del arte moderno, el espacio neutro en el que la pura luz revela la verdad de la visión del artista.



Estudio de Barbara Hepworth con esculturas de mármol. (Copyright © Bowness Hepworth Estate, BHM, St. Ives, 1976.)

Después de Miguel Ángel, escultores como Gian Lorenzo Bernini y Antonio Canova impulsaron el mármol de Carrara a extremos nuevos y opuestos de exceso expresivo y virtud clásica, cada uno de ellos apreciándolo por la blancura homogénea que dejaban al observador sin nada que le distrajera de la brillantez de la escultura. Ligados a esta tradición por su elección del material, los escultores modernos en mármol no pueden hacer otra cosa que invocar el espíritu de la Antigüedad clásica. Para Barbara Hepworth y sus compañeros de la década de 1920, determinados a revivir el arte de la escultura en piedra y obedientes a la máxima de «veracidad a los materiales», el mármol proporcionaba la señal más pura de propósito. «El blanco era el color de la espiritualidad», según su biógrafa.¹⁰⁰ «En el blanco estudio de Barbara, con sombras grises, pintura blanca y piedra blanca, la radio estaba sintonizada a Stravinsky y a música antigua.» A lo largo de su carrera, Hepworth produjo formas abstractas lisas (piedras únicas, pares y tripletes, piedras anidadas o apiladas, macizas o perforadas con agujeros) de alabastro, piedra de Portland y mármol. El mármol blanco era el mejor, y a ella le parecía que siempre reflejaba una luz más viva, más mediterránea. Hepworth descubrió el material muy pronto, cuando visitó Carrara y aprendió a esculpirlo de un *marmista* romano.

Pero un viaje a Grecia en 1954, después de la disolución de su matrimonio con el artista Ben Nicholson y de perder a su primer hijo en un accidente de aviación, se convirtió en un peregrinaje de segunda consagración artística, que llevó a una serie de esculturas tituladas de acuerdo con personajes míticos y lugares clásicos como Miconos y Micenas, ejecutadas en el mármol blanco translúcido más perfecto. Seleccionó el material para asegurar que el foco estuviera siempre en la forma, pero también como demostración del nacimiento orgánico de la escultura en el paisaje, y para forjar un nuevo eslabón en la cadena que pasa por Fidias y Miguel Ángel desde las figuras de greda de las colinas de la prehistoria.

El ciclo de la vida y de la muerte no se detiene nunca, desde luego. El calcio es bueno para nosotros, se nos dice. Nos animan a beber leche y a comer queso con el fin de conservar nuestros huesos y dientes. (La greda y el queso pueden ser diferentes en muchos aspectos, pero se parecen en poseer un elevado contenido de calcio.) Tomamos suplementos de calcio: greda moldeada de nuevo en píldoras lisas y alargadas como mini hepburns o sarcófagos antiguos.

Plinio cuenta el relato del colmo del suplemento de calcio en su *Historia natural*. Cuando Cleopatra engatusaba a Marco Antonio quiso impresionar al agotado romano anunciando que le ofrecería el banquete más caro jamás servido. Llegó el día y el menú usual hizo su aparición, relativamente rico pero sin acercarse al valor de diez millones de sestercios que la reina había prometido. Antonio protestó, y entonces Cleopatra requirió el plato principal. El sirviente dispuso ante ella un único vaso de vinagre. Ante un Antonio cada vez más perplejo, Cleopatra se quitó uno de los pendientes de perlas, con las perlas más grandes jamás vistas, heredadas de los reyes de Oriente, y lo dejó caer en el vinagre, esperó a que se disolviera, bebió el licor y reclamó su apuesta.

Los eruditos literarios han impugnado esa historia. Ediciones recientes de la *Historia natural* llevan la nota a pie de página con la creencia popular de que el ácido acético del vinagre no es lo bastante fuerte para disolver perlas, y sugieren que «Cleopatra sin duda se tragó la perla (sin disolverla) y posteriormente la recuperó en el curso natural de los acontecimientos».¹⁰¹ Sin embargo, los químicos no están de acuerdo, y experimentos con perlas cultivadas ha demostrado que se disuelven en vinagre de vino ordinario para producir un cóctel potable, aunque desagradable.

En cualquiera de los dos casos, la mixtura no pudo haber producido ningún daño duradero. Se dice, desde luego, que Cleopatra se envenenó de manera más efectiva empleando un áspid para que le quitara la vida cuando se enteró del suicidio de Marco Antonio después de su derrota en la batalla de Actio. El paradero de su tumba, y si la comparte con su amante romano, ha excitado mucha especulación entre los arqueólogos. Si se encontrara, sus tesoros podrían superar los de Tutankamón y Nefertiti. Recientemente, el foco de atención se encuentra entre las ruinas calizas del templo de Isis y Osiris en Taposiris Magna, al sur de Alejandría. El principal indicio hasta ahora es un pequeño busto de mujer, desenterrado en 2008. Lamentablemente, la nariz se ha desgastado, lo que hace difícil decir si representa o no a la reina de Egipto. Está esculpido en el más blanco de los alabastros.

El gremio de los soldadores aeroespaciales

En su estudio del Suffolk rural, David Poston me recibe con un apretón de manos magullante, y me escolta al interior. David es un joyero y metalista, y la razón por la que he venido a verlo es que entre los materiales que elige para su arte figura el elemento titanio. El espacio desordenado en el que me encuentro se parece mucho a lo que uno esperaría que pareciera el taller de un metalista. Los colores dominantes son grises y pardos sucios. Hay esparcidos martillos y otras herramientas manuales, y el aroma de fundente impregna el aire, tan acogedor como el olor de pan caliente de una tahona.

Inusitadamente, el estudio de Poston tiene también un piso superior, y éste es blanco de laboratorio. Bajo un guardapolvo de plástico hecho a la medida, en el centro de la sala se encuentra el mayor aparato de su equipo: el láser. Quizá porque se sienten intimidados por su reputación en la industria aeroespacial y en otras modernas y glamorosas, muchos artesanos consideran que el titanio es imposible de trabajar. Pero David, ingeniero e inventor a la vez que artesano, no le tiene ningún temor. Es verdad que es duro, y tiene un punto de fusión superior incluso al del hierro, pero tiene virtudes compensadoras que valen la pena. Es ligero a la vez que resistente, y puede adoptar una hermosa pátina.



Estudio de David Poston. (Fotografía del autor.)

El titanio puede cortarse y martillarse, pero no soldarse. Unir piezas de titanio es asunto de soldadura especializada, que es la razón por la que David ha comprado el láser. Se permitió este lujo en lugar de comprar un nuevo coche. «Es mucho más divertido», dice mientras hace que me siente ante la silenciosa máquina. Paso mis manos a través de dos agujeros al efecto para llegar a la cámara de soldadura, donde cojo dos delgadas piezas de lámina de titanio. Con una en cada mano, pongo mis ojos sobre el visor binocular y las pongo juntas, intentando enfocar sobre el ángulo que forman bajo el hilo del retículo de la mira. Nervioso, presiono suavemente con el pie un pedal para operar el láser. Noto una exhalación preparatoria de argón que me pasa por los dedos, lo que expulsa el oxígeno situado cerca del metal, que haría que éste ardiera bajo el calor del láser. Después con un agudo clic-clic-clic, los pulsos regulares del láser. Un intenso destello blanco (teñido de verde, a menos que mis ojos se

engañen debido a la luz brillante) surge del metal a cada pulso. Desplazo las piezas de metal a lo largo, tratando de mantener el ángulo donde se unen en el hilo del retículo para crear una línea de soldadura razonablemente regular. La temperatura tiene que alcanzar al menos los 1.660 grados Celsius para que el metal se funda, pero el haz está tan ajustadamente enfocado que puedo sostener las piezas de titanio con mis dedos no protegidos situados a sólo unos milímetros de distancia.

Los elementos con los que tenemos la relación más estrecha de manera natural tienden a ser aquellos que hace más tiempo que conocemos. A través de siglos de fundirlos y verterlos, de martillarlos y batirlos, los metales antiguos han adquirido asociaciones culturales más o menos establecidas. El oro es el metal precioso universal, que significa riqueza, realeza e inmortalidad. El hierro es el elemento de la hombría, la fuerza y la guerra. La blanca plata es el símbolo de la pureza virginal y de lo femenino. Plomo, estaño y cobre, los otros metales conocidos de los antiguos, tienen asimismo cada uno de ellos su significado particular. Dichos significados no son el producto del saber ideal, ni del simple trato desde antiguo, sino de la íntima asociación física del hombre a lo largo de siglos de domeñarlos para sus propios fines.

Que es la intimidad de la relación lo que importa y no su duración lo demuestran los elementos metálicos que la ciencia moderna ha revelado. Porque aquellos que han demostrado ser de la mayor utilidad, como el zinc y el aluminio, han adquirido su propio bagaje cultural distintivo incluso en el tiempo relativamente corto que hace que los conocemos. Los materiales son «culturalmente consecuentes»,¹⁰² como ha señalado recientemente el sociólogo Richard Sennett: «La atribución de las cualidades humanas éticas (honestidad, modestia, virtud) a materiales no pretende tener una explicación; su finalidad es aumentar nuestra consciencia de los propios materiales y, de esta manera, pensar acerca de su valor».¹⁰³ Por abstractas que sean las cualidades humanas atribuidas a los diversos materiales (el grave plomo, el honesto estaño, la virtuosa plata), siempre puede hacerse remontar su origen a las propiedades físicas y químicas intrínsecas que el artesano tiene mucho tiempo para contemplar mientras brega para modelarlos a su voluntad.

¿Qué hay, pues, del titanio? A pesar de su aura futurista, ya hace cincuenta años que el metal ha estado fácilmente disponible para los artesanos. ¿Está consolidando su significado? «El titanio ofrece muchas oportunidades, pero la

gente no es rápida a la hora de encontrarlas», me dice David. Su comportamiento se comprende bien en la industria de fabricación pesada. Describe como en Aérospatiale sueldan las estructuras del Airbus en un hangar lleno de argón, en el que los técnicos que realizan su trabajo llevan aparatos de respiración completos. Estos recursos están fuera de las posibilidades del estudio de cualquier artista, desde luego. Pero, más importante, la experiencia de especialistas que se ha desarrollado en estos ambientes comerciales no se ha transmitido en ningún tipo de manual para su uso general. Los secretos de los soldadores de titanio aeroespaciales se encuentran, de hecho, tan seguros como los de los gremios medievales que antaño custodiaban el oficio de los orfebres.

De manera que la gente como David ha de basarse en la imaginación y en la práctica de la prueba y el error. «Es empírico, y esto lo hace muy divertido», dice resueltamente. Aparte del láser, David emplea asimismo las herramientas más tradicionales de los metalistas. Posee un surtido de yunques y una especie de antebrazo de acero que se eleva de un banco de trabajo como la Señora del Lago, y que emplea como un formador para martillar brazaletes y darles forma. El calentamiento y enfriamiento repetidos confiere a sus piezas de titanio acabadas una pátina instantánea, un revestimiento de óxido moteado que varía en color desde la sangre seca al de la pizarra y al verde mar. Brazaletes y collares fijos, con sus ingeniosos cierres disimulados dentro de formas generales sencillas, tienen de pronto el aspecto de hallazgos arqueológicos. Pero son ligeros (un anillo parece casi ingrátido) y matraquean cuando se los deja sobre la mesa, un recordatorio de que están hechos de un metal nuevo y duro.

El titanio es un elemento en tránsito. Ni hace tanto tiempo que es conocido y que se ha establecido en sus varias pautas de uso que haya crecido a su alrededor una cultura reaccionaria de expectativa limitada, ni es tan nuevo, escaso o de algún modo esotérico que sólo los especialistas en laboratorios y talleres de ingeniería tengan alguna idea de qué hacer con él. Aunque su mineral se descubrió en 1791, no se obtuvo titanio metal puro hasta 1910 y no se produjo en cantidades comerciales hasta la década de 1950, después de que su potencial como metal fuerte, ligero y resistente a la corrosión se hubiera demostrado durante la segunda guerra mundial.

El titanio ya formaba parte de nuestra vida (el metal se usaba en articulaciones de cadera ortopédicas y bicicletas, aviones y automóviles, y su óxido blanco era ubicuo en la pintura blanca doméstica) cuando el arquitecto

canadiense Frank Gehry empezó a trabajar en el diseño del Museo Guggenheim de Bilbao. Gehry exploró las posibilidades del encargo de su manera usual, realizando pequeños modelos con madera y cordoncillos de papel con el fin de obtener una impresión rápida de las superficies esculturales que podría usar para el edificio situado al borde del agua. Bilbao prosperó durante el siglo XIX mediante la construcción naval y la producción de acero gracias al mineral de hierro que se encontraba en el País Vasco circundante, de manera que la ciudad portuaria tiene una memoria popular de buques enormes que bloqueaban las vistas a lo largo de sus calles con paredes de metal. Queriendo volver a captar este espíritu del lugar, Gehry imaginó las paredes que descienden rápidamente del Guggenheim recubiertas de paneles de acero.

Los ayudantes de Gehry trabajaron este proyecto utilizando equipo lógico de diseño que se había desarrollado para usarlo en la industria aeroespacial. Esta capacidad informática les permitió reconciliar las formas de nata batida del exterior del edificio con aspectos prácticos tales como el coste de los materiales y la necesidad de una estructura robusta. A medida que el trabajo avanzaba, alguien del despacho advirtió que algo sin precedentes ocurría en los mercados de metales mundiales. El precio del titanio se hundía. De repente, podría ser menos caro revestir el edificio con el nuevo y exótico metal que con el acero inoxidable convencional. El trabajo de Gehry siempre ha sido notable por su afición a los materiales insólitos, y hacía tiempo que admiraba el «aspecto blando, mantecoso», del titanio.¹⁰⁴ Aprovechó esta oportunidad. El museo acabado, que abrió sus puertas, con extasiados aplausos, en 1997, está recubierto por 33.000 paneles de titanio de medio milímetro de espesor (suficientes para revestir un barco de guerra de buen tamaño), cada uno de los cuales fue cortado individualmente para seguir la estructura curvada del edificio. La superficie pulida tiene un resplandor atezado comparado con la frialdad clínica del acero. Cuando el acero refleja el cielo, capta sus azules y grises, pero el titanio parece encontrar la calidez del sol. Se ha comparado el Guggenheim de Bilbao con la catedral de Chartres, y ciertamente aguanta la comparación con la Opera House de Sydney y con el Museo Guggenheim original, de Frank Lloyd Wright, de Nueva York, que son sus precursores evidentes del siglo XX. Ha recibido más de diez millones de visitantes, con lo que ha impulsado sobradamente la economía regional, que era lo que se esperaba que hiciera, y ha hecho que alcaldes de ciudades de provincias de todo el mundo emprendieran proyectos parecidos. Es posible que el edificio acabe siendo la obra maestra de Gehry.

¿Cuán importante para el éxito del museo (y la renovación de la ciudad) es el metal que es responsable de la primera impresión que todos tienen del edificio? Su novedad, que cada periodista señala convenientemente, implica innovación audaz, por parte del arquitecto, ciertamente, pero también por parte de los que encargaron la obra. El material es futurista, de modo que el edificio se convierte en una afirmación monumental de optimismo para dicho futuro. Pero las formas en las que está modelado evocan simultáneamente el legado de construcción naval de Bilbao, de manera que resultan respetuosas del pasado. Material, forma y lugar convergen para demostrar que la arquitectura moderna inflexible puede, no obstante, *pertenecer*.

Sin embargo, también es posible una interpretación menos generosa. Desamparado a un par de manzanas de la vida de la ciudad, el Museo Guggenheim parece mantenerse aparte, con su presencia extraña realzada por el exotismo insensible de sus formas y materiales. Es un paquete de imperialismo cultural lanzado desde el aire, y su metal no es más que una fachada llamativa que no consigue disfrazar la escasez de gran arte en su interior, un centelleo gratuito del fajo de billetes de un extranjero. Las placas de rutilante titanio del edificio se han comparado a escamas de peces, un motivo recurrente en Gehry. Pero, para un crítico, «se parecen más a dinero, monedas de plata apretadas al material del edificio».¹⁰⁵

El Walt Disney Concert Hall en Los Ángeles proporciona una comparación instructiva. Éste, en cualquier caso, tenía que haber sido el edificio más importante para Gehry. El proyecto antecede al encargo del Guggenheim: el dinero de Disney fue donado y el diseño de Gehry completado en 1991, pero retrasos posteriores en la obtención de fondos y en la construcción supusieron que no se terminara hasta 2003. También fue el primer encargo importante que Gehry recibió de la ciudad en la que hace tiempo que vive y trabaja; se podría haber esperado que representara un hito importante en la carrera de un arquitecto que entonces iniciaba su octava década. Gehry había propuesto al principio construir en piedra, pero la experiencia del Guggenheim lo impulsó a cambiarla por un revestimiento metálico. Sin embargo, aquí no utilizó titanio. El Walt Disney Concert Hall está cubierto con acero inoxidable que, una vez se hubo completado el proyecto, resultó tan brillante que tuvo que ser lijado con chorros de arena con el fin de dispersar los rayos de sol que enviaba a los apartamentos de las inmediaciones. Los críticos lo ven como una obra superior. «La fachada del Disney Hall es más refinada que la del Guggenheim, y más suntuosa, aunque

esté hecha de acero inoxidable, un material más barato que el titanio», escribía Paul Goldberger en el *New Yorker*. Pero no ha estado a la altura de la publicidad según la cual superaría al Guggenheim en su impacto global. No ha habido una versión californiana del «efecto Bilbao». Ya sea el brillo del optimismo tecnológico, o sólo la pátina dorada del lucro, es evidente que el titanio tiene algo de lo que el acero carece.

La marcha de los elementos

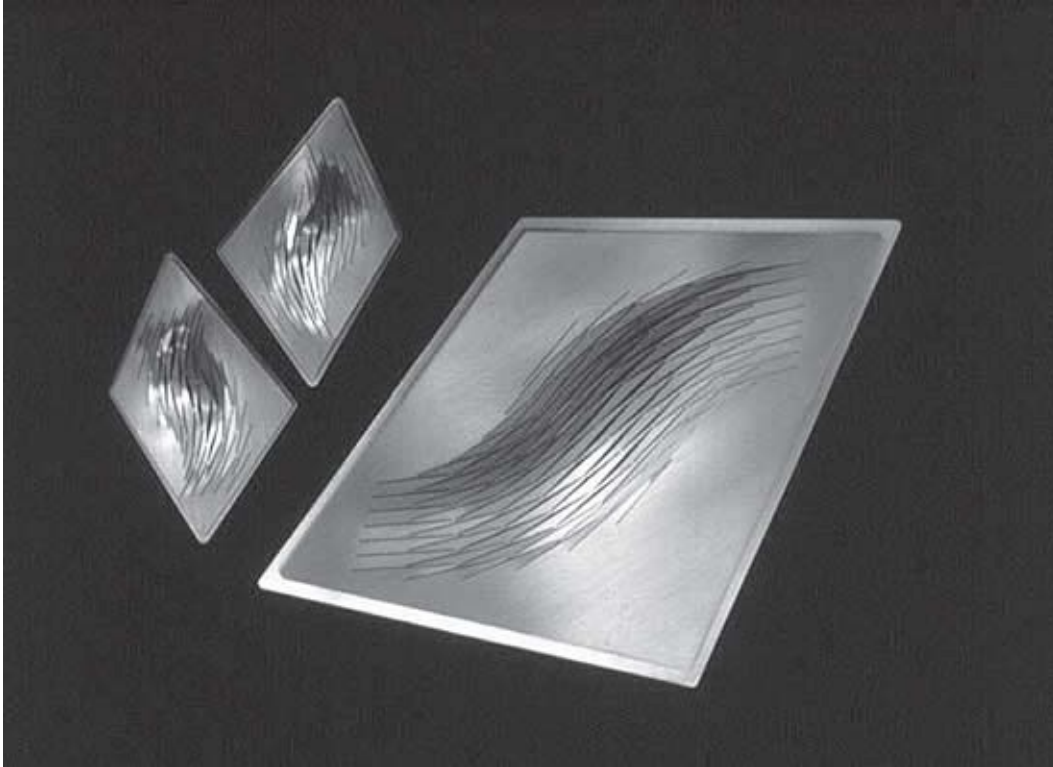
¿Existen elementos que en la actualidad consideramos preciosos o exóticos, como los parisinos consideraron el aluminio durante la mayor parte del siglo XIX, pero que un día perderán su prestigio? ¿Se encuentra ahora el titanio, por ejemplo, en el camino hacia la banalización? Y, si es así, ¿qué vendrá después de él?

Parece demasiado pronto para decir dónde encontrará su lugar el titanio. Por ahora, deja demasiadas preguntas sin contestar. ¿Cuál es, por ejemplo, el género del titanio? Esta pregunta parece extraña, pero su respuesta es importante si hemos de saber para qué lo usaremos. En la cultura, hace tiempo que se ha determinado que el oro y el hierro son masculinos y la plata es femenina. Las prendas y pertrechos deportivos que llevan la marca del titanio van claramente dirigidos a los hombres, pero los revestimientos anodizados de diversos colores han hecho que el metal sea popular en las joyas para mujeres. En este momento de su historia al menos, el titanio puede ser masculino o femenino, ambas cosas o ninguna. «Lo libera a uno de estas clasificaciones», dice David Poston.

En el Edinburgh College of Art, Ann Marie Shillito también ha estado empleando titanio para hacer joyas, usando su ligereza y los colores que produce mediante la anodización para delimitar un territorio estético que se halla a una cierta distancia de los metales preciosos más pesados. La baja densidad del metal (sólo el aluminio y el magnesio son más ligeros entre los metales prácticos) le permite confeccionar artículos, como pendientes, más grandes de lo que de otro modo podrían ser. Pero el hecho de que al trabajarlo el titanio se endurece más rápidamente que otros metales, lo hace también muy fuerte. Una combadura mal situada en el metal no puede simplemente enderezarse, lo que lo convierte en un material exigente a la hora de trabajarlo. A Shillito se le ha pedido que haga anillos de boda de titanio para hombres, así como ajorcas para mujeres. Pero a otros les desconcierta el poco peso de este metal de la era espacial, incapaces de olvidar el condicionamiento cultural que asocia un valor mayor al mayor peso.

Este galimatías ha animado a Shillito a consultar de nuevo la tabla periódica. «Es cuando me pasé al niobio», dice. En la tabla periódica, el niobio se encuentra en la fila situada debajo de la del titanio, lo que significa que es más denso. Shillito trabaja también con tántalo, en la fila por debajo de ésta, la que contiene los pesos pesados reales: el tungsteno y el oro.

El niobio y el tántalo se suelen encontrar juntos en los minerales, y sus descubrimientos respectivos causaron en consecuencia una cierta confusión y frustración, que es una de las razones por las que los dos elementos recibieron finalmente los nombres correspondientes a Tántalo, condenado por Zeus a permanecer bajo un árbol cuyo fruta siempre quedaba fuera de su alcance, y a Níobe, su hija, la diosa de las lágrimas. «El niobio tiene una densidad que es el doble de la del titanio y la mitad de la del tántalo. Se halla cerca de la plata en este aspecto, y se percibe más precioso que el titanio», explica Ann Marie. Cuando las joyas de titanio producidas en masa hicieron que le fuera más difícil vender sus piezas de este metal, más caras porque las hacía de una en una, empezó a trabajar totalmente en niobio, que alcanzaba un precio más elevado porque la gente sentía que tenía que ser más valioso. Pero el material diferente exigía también una manera diferente de trabajarlo. El niobio es más indulgente que el titanio, lo que permite a Shillito manipularlo en bandas y láminas. Sus diseños en niobio parecen espontáneos y libres de una manera que era imposible con el titanio. El metal más pesado también se comporta de manera más controlable durante el anodizado. Con el titanio, el artista no puede estar seguro de qué colores se producirán; a Ann Marie le deleitaba el elemento de azar que se introducía tras la exactitud que el material le exigía mientras le daba forma. Pero con el niobio y el tántalo es posible ajustar el voltaje del anodizado para producir un color deseado con tanta precisión que puede hacerse que las joyas casen con el vestuario de una cliente.



Joyas de Ann Marie Shillito. (Ann Marie Shillito.)

Ann Marie me muestra algunas piezas de titanio que ha incrustado con niobio y tántalo. Como otros metales preciosos, los materiales más pesados son relativamente blandos y, mediante el uso de un láser, pueden trabajarse como plastilina para producir superficies texturadas y decorativas, aunque se hallen fusionados a una dura base de titanio. El voltaje del anodizado produce colores diferentes en los tres metales. En un broche hecho de una lámina de titanio (cepillado mate, medio gris con un atisbo de verde), Ann Marie ha martillado pequeños y brillantes rombos de niobio anodizado de vivos colores. Muchas personas suponen que los colores se añaden de alguna manera, como si fuera esmalte, me dice. No se dan cuenta de que son intrínsecos del metal y de su delgado recubrimiento de óxido; como en las alas de las mariposas, es un efecto de interferencia de la luz reflejada de la superficie lo que causa el color, y no ningún pigmento o tinte. Quizá con el tiempo estos vislumbres irisados se considerarán característicos de esos elementos, de la misma manera que el cardenillo lo es del cobre y el deslustre de la plata.

Tal es la marcha de los elementos en nuestra vida. Para los fenicios y los romanos, el estaño y el plomo eran los materiales nuevos y apreciados de la época, adquiridos con dificultad y peligro de las fuentes más remotas, que al principio no estaban atendidos por ninguna mística ni mitología, pero que en cambio estaban cargados con la milagrosa novedad de la naturaleza. Ahora el titanio se ha abierto camino desde las minas al laboratorio, y del laboratorio al taller y a la fábrica, y está encontrando su camino hasta nuestra cultura. Para el niobio y el tántalo, este viaje apenas ha empezado.

CUARTA PARTE

BELLEZA

Revolución cromática

Al vaciar algunas cajas viejas, encuentro las antiguas pinturas de artista de Winsor & Newton de mi padre, que utilizó durante sus años de adolescencia, en la década de 1940. La negra caja de metal se abre para revelar una escena de carnicería. Los tubitos de estaño de pintura se hallan retorcidos como cadáveres en sus estrechos compartimentos, a menudo pegados con aceite de linaza que se ha separado del pigmento, y en ocasiones incrustados con color que se ha derramado de los tubos rotos. Les doy la vuelta y leo las etiquetas: Amarillo cromo, Verde cromo, Blanco de zinc; Tierra Verde, hecho a partir de silicato de hierro; Viridiano, otro color de cromo; y otros demasiado incrustados o descompuestos para poderlos descifrar. Algunos colores están prácticamente prohibidos hoy en día, sustituidos por pigmentos sintéticos inocuos que no son exactamente iguales, pero en este juego encuentro pigmentos todavía más extravagantes, como Bermellón, el brillante rojo flamígero basado en el polvo puro del venenoso sulfuro de mercurio, y verdes ricos en arsénico.

Fue otro elemento, sin embargo, el que proporcionó más pigmentos de artistas y más brillantes que cualquier otro. El descubrimiento del cadmio por Friedrich Stromeyer iba a desatar el alboroto más sonado de color que hubiera visto nunca el arte, y él fue el primero en saberlo.

En 1817, Stromeyer era profesor de química y farmacia en la Universidad de Gotinga, y ocupaba asimismo un puesto oficial como inspector de boticarios en el estado de Hannover. Una de sus inspecciones demostró que una preparación de óxido de zinc medicinal no era claramente lo que pretendía ser. Cuando calentó la sustancia, Stromeyer encontró que se volvía amarilla y después anaranjada. Esto normalmente indicaría la presencia de plomo (y la necesidad de investigar quién estaba haciendo remedios falsos). Pero pruebas ulteriores resultaron negativas para el plomo. Stromeyer siguió su investigación hasta la fábrica química que había abastecido a la farmacia, y se llevó una muestra del material sospechoso para examinarlo más detenidamente en su laboratorio. Allí identificó hábilmente la causa de la anomalía usando una serie de procedimientos para eliminar el zinc conocido. Una vez lo hubo hecho, le

quedó un burujo del tamaño de un guisante de un metal gris azulado, bastante parecido al zinc en apariencia, pero más brillante. Éste fue el primer atisbo que tuvo el mundo de un nuevo metal, que fue adecuadamente llamado cadmio por el nombre en griego del zinc o calamina, con el que, pronto se descubrió, se encontraba a menudo.



Pinturas de mi padre. (Fotografía del autor.)

Stromeyer preparó sulfuro de cadmio e informó que daba un hermoso color amarillo, rico, opaco y permanente; se lo recomendó a los artistas, especialmente por su capacidad de mezclarse bien con los azules. El cadmio no era abundante en ningún lugar, pero se podía encontrar con seguridad en pequeñas cantidades en muchas excavaciones de zinc, que entonces aumentaban rápidamente en número para hacer frente a la demanda de objetos de latón. El sulfuro se convirtió pronto en un pigmento comercial. Su atracción no era simplemente conveniencia de suministro, sino la gama de colores que producía: más que ningún otro elemento concreto. Según el nivel de las diversas impurezas, los pigmentos de sulfuro de cadmio van desde un verde primavera ligeramente

enturbiado, pasando por el amarillo y el anaranjado, hasta un rojo absurdamente vivo, varios rojos más intensos y un rojo pardusco oscuro: prácticamente todo el arco iris, excepto el azul.

Estos colores superiores se hicieron indispensables para los pintores. Algunos tenían objeciones nimias acerca de su supuesta artificialidad (William Holman Hunt se quejaba de que el amarillo de cadmio «en el mejor de los casos es muy caprichoso»),¹⁰⁶ pero la mayoría vio en los colores brillantes y puros el valor que tenían. Los impresionistas, los posimpresionistas y por encima de todo los fauvistas hicieron buen uso del cadmio (o, sería más exacto decir, el cadmio hizo posible estas oleadas sucesivas de revolución artística). A medida que se disponía de cada nuevo color, ello potenciaba a su vez las puestas de sol amarillas de Monet, los interiores de Arles empapados de rojo de Van Gogh y el *Estudio rojo* de Matisse. Algunos han supuesto, de manera romántica, que Van Gogh estaba demasiado falto de recursos para comprar los nuevos pigmentos, mientras que otros creen que el estado mental del artista pudo haberse visto afectado por su uso de cadmio (aunque ciertamente también empleaba otros pigmentos más nocivos). Lo que es seguro es que él y sus colegas tenían de pronto acceso a una paleta de colores de una intensidad nunca vista anteriormente.

En 1989, el senador republicano por Rhode Island, en los Estados Unidos, John Chafee, que más tarde sería presidente de la comisión ambiental del Senado, quiso prohibir el uso de cadmio en los pigmentos como parte de una serie de medidas destinadas reducir el riesgo de toxinas que desde los lugares de vertederos de residuos lixivaban a los recursos hídricos freáticos. Las almas sensibles de todo Estados Unidos se encontraron divididas entre los intereses del ambiente, por un lado, y la libertad artística, por el otro. Aunque los peligros de diversos elementos metálicos usados en los pigmentos eran bien conocidos, la legislación en perspectiva parecía centrarse en el cadmio para la mayor desaprobación. Un pintor habló de «censura química», y dijo que tener que renunciar a los colores de cadmio sería como cocinar sin ajo.

Las clamorosas protestas tendieron a enmascarar el hecho de que las pinturas de los artistas suponen sólo una fracción muy pequeña del empleo de pigmentos de cadmio. Artículos tales como las coloridas palanganas de plástico presentaban un riesgo mucho mayor si la gente se desembarazaba de ellas de manera irreflexiva, y para estos usos poco exigentes era relativamente fácil encontrar pigmentos más seguros. Pero muchos pintores pensaban que, desde el

punto de vista estético, no había sustituto para el cadmio. La triste verdad del asunto era que los deseos de los artistas ya no guiaban la industria de los pigmentos, como quizá lo hicieron durante el Renacimiento, y ahora parecía que el breve reinado del cadmio como pigmento favorito del pintor tocaba a su fin.

Sin embargo, después de una campaña prolongada, los artistas de Estados Unidos obtuvieron un aplazamiento temporal, y otros países que pretendían introducir mayores restricciones sobre el cadmio siguieron pronto el mismo camino. Hoy en día, los pintores son libres de usar el amarillo, anaranjado y rojo de cadmio con el mismo desenfreno que Jackson Pollock y Van Gogh. En los Estados Unidos, los colores (para su supervivencia es importante desde el punto de vista legal que se los denomine colores, y no pinturas) ya llevaban etiquetas que informaban sobre su contenido químico. Ahora, en los países europeos también portan etiquetas similares, lo que supone una ventaja sobre la situación anterior, en la que algunos llevaban este mensaje desconcertante: «ETIQUETA SANITARIA: No se precisa etiqueta sanitaria».

Hay una razón por la que los artistas se sentían provocados ante un atropello tan efectivo, y no tiene nada que ver con los méritos estéticos del color de cadmio. Porque es sólo cuando una pintura es *destruida* que el cadmio de su tela puede empezar a encontrar su camino hacia el ambiente. Los artistas reclaman verse eximidos de la prohibición general ahora en vigor sobre el uso de cadmio en plásticos y baterías y otros artículos mundanos, sobre la base de la expectativa de que sus pinturas no sufrirán esta suerte ignominiosa. Los lienzos son lo suficientemente caros para que los artistas tiendan a pintar sobre ellos en lugar de tirar su obra de menor calidad, y una vez una pintura abandona el estudio, tiende a ganar en valor, lo que ayuda a asegurar su supervivencia. Lo que realmente había provocado a los artistas norteamericanos, pues, no era el peligro para el ambiente que planteaban los pigmentos de cadmio, ni la amenaza de que podían perder un color favorito, sino la idea lesiva de que su obra pudiera realmente no ser atesorada para siempre.

Parece más que triste (casi una afrenta moral a nuestra capacidad de deleite sensual) que tantos de los productos químicos muy coloreados sean asimismo venenosos. Esto es cierto no sólo para las sales de cadmio, sino también para muchos pigmentos conocidos desde hace tiempo, como el amarillo del cromato de plomo y el bermellón del sulfuro de mercurio. En los cuentos de hadas, el veneno se suele presentar en botellas de colores, o ellos mismos son coloreados.

El perfume Poison,^{*} comercializado por Christian Dior, explota de manera contraintuitiva esta mitología en una botella de vidrio púrpura con la forma de una manzana.

La base de esta asociación está profundamente enraizada en la psicología evolutiva y la bioquímica. Los humanos y muchas especies han evolucionado para ser atraídos por los colores vivos en la naturaleza, pero al mismo tiempo para ser cautelosos ante ellos. Los colores pueden anunciar frutos maduros y carne fresca, o bien advertir de bayas venenosas o de organismos ponzoñosos. Su origen químico es por lo general muy diferente del de los pigmentos hechos por el hombre y basados en metales pesados. Los colores de los frutos, por ejemplo, se basan en la xantofila, amarilla; los carotenos, anaranjados, y las antocianinas, púrpura, todos los cuales son compuestos orgánicos que no contienen elementos metálicos. Los mismos pigmentos delatan la presencia de estos peligros de cuento de hadas como las bayas del acebo y la falsa oronja,^{*} seta de color rojo manchado de blanco (aunque los venenos que contienen no son estos pigmentos, sino de nuevo compuestos diferentes).

¿Cómo es, pues, que los pigmentos de los artistas, basados en metales, resultan venenosos? Hay diversos mecanismos. Algunas sales, como los cromatos, son potentes oxidantes, que liberan radicales de oxígeno, carcinógenos, en el cuerpo. Otros interfieren con las rutas bioquímicas en las que metales vitales como el hierro y el zinc son importantes: por ejemplo, el cadmio puede privar al cuerpo de zinc al enlazarse con determinadas proteínas ocupando su lugar; de la misma manera, el cromo, el cobalto y el manganeso pueden desplazar al hierro del plasma sanguíneo. Los detalles de esta bioquímica todavía no se conocen del todo, pero hay una cierta expectativa de que algún día la humanidad pueda transformar este sistema para su beneficio y el de la naturaleza. Al aprovechar determinadas proteínas, podremos recuperar selectivamente metales pesados preciosos con los que hemos contaminado nuestro ambiente, incluidos no sólo los elementos de los pigmentos como el cadmio y el cromo, sino también el uranio y el plutonio, radiactivos.

Stromeyer cumplió bien sus obligaciones públicas cuando libró a los compradores de la preparación de óxido de zinc contaminada del boticario de una innecesaria exposición al cadmio. En otras partes, el peligro se reveló demasiado tarde. El amarillo, el anaranjado y el rojo de cadmio pueden ser una cosa, pero los «azules^{**} del cadmio» son otra muy diferente. Ésta es la expresión que ha terminado por describir los primeros síntomas de gripe de las personas

expuestas a niveles elevados y crónicos de este metal, ya sea de sales solubles o de inhalación de vapor de cadmio. La exposición industrial plantea el mayor riesgo. Los soldadores que trabajaban para dismantelar una estructura metálica temporal en el espacio mal ventilado del interior de una de las torres del puente del Severn proporcionan una siniestra ilustración de ello. Los hombres empleaban sopletes de oxiacetileno para cortar tornillos que estaban chapados con cadmio. Al día siguiente tuvieron dificultades para respirar y fueron llevados al hospital, donde uno de ellos posteriormente murió por envenenamiento debido a inhalación del vapor del metal. En Fuchu, en la costa septentrional del Japón, cientos de personas sucumbieron a una enfermedad que reblandecía los huesos que llamaban *itai-itai* (*itai* es el término japonés para «¡ay!»), que resultó ser el resultado de elevados niveles de cadmio en el arroz que había crecido río abajo de una gran mina de zinc y plata. En relación con estos riesgos, el que el cadmio supone para los artistas no es grande: los pigmentos que se emplean en las pinturas no son muy solubles y no son absorbidos por el cuerpo de manera muy eficiente, aunque sean ingeridos.

El estudio del artista no es la única liza en la que la combinación de color y toxicidad del cadmio ha provocado controversia. Durante años, he sabido de un rumor que contaba que mi ciudad local de Norwich había recibido una inoportuna visita química durante la noche.

Ahora sabemos que lo que ocurrió es esto. El jueves 28 de marzo de 1963 había sido un día magnífico, y aquella tarde prácticamente no había nubes cuando un avión ligero Devon inició una ruta que lo llevaría desde Aldeburgh en la costa de Suffolk siguiendo una trayectoria oeste-noroeste sobre el condado de Norfolk. El avión estaba cargado con 70 kilogramos de un pigmento especialmente preparado de sulfuro de zinc y cadmio, que fue soltado a una altitud de 150 metros en el punto en el que se juzgó que el avión pasaba a barlovento de Norwich. Una leve brisa del sudoeste dispersó las partículas anaranjadas fluorescentes en una neblina invisible. Sobre el suelo, en cuarenta lugares de la ciudad y sus alrededores, unos misteriosos funcionarios (eran del Establecimiento Experimental de Defensa Química, de Porton Down, en Wiltshire, aunque no llevaban esta insignia en sus trajes protectores) tomaron posiciones, preparados con colectores que les permitirían contar las partículas que caían. A partir de documentos gubernamentales desclasificados, parece que el objetivo del ejercicio era comprobar la eficacia probable de métodos de guerra

biológica. El pigmento fluorescente de cadmio era simplemente un trazador conveniente y supuestamente inocuo, preparado de forma particulada para que se pareciese a un agente biológico potencial. El Ministerio de Defensa realizó muchas de estas pruebas desde mediados de la década de 1950 (a veces, con el fin de no despertar una atención indebida, sobre las mismas instalaciones de defensa). Pero a veces los funcionarios estimaban necesario seleccionar un blanco más realista. Éste fue el caso de Norwich, en el que la idea era ver si las partículas caerían al suelo en un ambiente urbano contra la corriente de aire caliente que se elevaba desde las casas densamente agrupadas. Aquella tarde de jueves, sólo niveles bajísimos del pigmento alcanzaron los lugares de los colectores. Las pruebas aéreas se repitieron cuatro veces en los primeros y fríos meses de 1964.

Así quedaron las cosas hasta que treinta años después salieron a la luz las noticias de las pruebas, lo que inspiró temores de que se hubieran ocultado los peligros reales. Un informe independiente publicado en 2002 sugería que el riesgo para el público de la exposición al pigmento de cadmio era equivalente a lo que una persona pudiera inhalar en cualquier ciudad en el espacio de unas pocas semanas, o, de manera menos tranquilizadora, a fumar cien cigarrillos, y «no tuvo que haber producido efectos adversos para la salud en la población del Reino Unido».¹⁰⁷ Unos años después, un cirujano de Norwich volvió a despertar la inquietud social al sugerir que los niveles de cáncer de esófago por encima de la media que él había observado en el área podrían atribuirse al cadmio. Una portavoz del Ministerio de Defensa declaró en respuesta, tal como se informó en el *Norwich Evening News*, que los materiales de la prueba eran «estimulantes inocuos» (un oxímoron imaginativo; presumiblemente ella dijo, o debió decir, «simulantes»). Posteriormente se demostró que la incidencia de cáncer estaba acorde con lo que cabía esperar si se tenía en cuenta la edad y la salud general de la población. En último término, el mayor riesgo real pudieron haberlo experimentado los funcionarios observadores de las pruebas, debido a la luz ultravioleta bajo la que trabajaban con el fin de contar las partículas fluorescentes.

Paseando por las estrechas callejas de esta tranquila ciudad, con sus tiendas dedicadas a la música y a los remedios alternativos, es difícil ver por qué tuvo que ser seleccionada para un ejercicio tan odioso. En realidad, el Ministerio había elegido primero Salisbury para realizar las pruebas, pero se había considerado demasiado pequeña y demasiado empinada para producir el efecto

térmico requerido en el aire de la ciudad. En Norwich, me detengo ante uno de los numerosos proveedores de artistas. Allí, haciendo gala de su brillo de girasol que todos pueden ver, hay tubos de pintura de sulfuro de cadmio para quien quiera comprarlos, y en dosis mucho mayores que las que nunca se dejaron caer desde cualquier avión sobre una población confiada. Todo lo que uno tiene que hacer es entrar y preguntar.

Ver estos intensos colores de cadmio me obliga a considerar lo difícil que es describir los colores. Nuestro vocabulario del color se halla gravemente limitado. Rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil, violeta ni siquiera empiezan a cubrirlo cuando el ojo medio puede discriminar varios millones de tonos. (Los científicos emplean una unidad particular, que suena a trampa, la «diferencia apenas apreciable», como medida de esta magnífica capacidad humana.) Estos siete colores del arco iris nos dicen menos acerca del color que lo que nos dicen acerca de nuestra desidia a la hora de darles nombre.

Marcas globales como BP y Coca-Cola se aferran a estos colores primarios porque es más fácil defender su «propiedad» sobre los mismos que sobre los sutiles tonos intermedios para los que no hay nombres aceptados. Más allá de esto, no hay un lenguaje del color puro. Todo lo que podemos hacer es adoptar calificadores (claro, oscuro, opaco, verdoso, etc.), o bien buscar parecidos en cosas que poseen característicamente el color que intentamos describir. Éstos pueden provenir de la naturaleza (prímula, pongamos por caso, o azul de martín pescador), y a veces provienen directamente de los elementos mismos, como el amarillo de cromo o el azul cobalto. Pero la interpretación correcta depende del terreno cultural compartido. El «rojo de buzón de correos»^{*} es sólo aquel tono concreto de rojo, o si a eso vamos, rojo a secas, si uno vive donde los buzones de correos son realmente rojos y donde además todo el mundo está familiarizado con ellos. Con mayor frecuencia, los términos son desesperadamente vagos (azul cielo, pongamos por caso), o si no, esotéricamente precisos, como la pintura de artista llamada Pardo de momia, que pasó rápidamente de moda cuando la gente se dio cuenta de que realmente se hacía moliendo momias egipcias.

Me encuentro cada vez más a tono con estos matices de semántica y percepción visual en una visita al fabricante de pinturas de artistas (u «hombres de los colores», como se los conoce en el oficio) Winsor & Newton. Peter Waldron, el director químico de la compañía, me contó que un día, en una conversación entre los operarios de diferentes nacionalidades que trabajan en la

fábrica de la compañía en Harrow, salió a relucir el término caqui. Los empleados ingleses pensaban que sabían exactamente lo que significaba, porque el caqui es el color famoso de los uniformes del ejército británico. Yo también pensaba saberlo, hasta que después lo busqué en mi diccionario y lo encontré descrito como «un pardo amarillento claro» (yo hubiera dicho que era más un verde-gris opaco).** Los trabajadores indios también estaban seguros de su respuesta, porque *khaki* es una palabra hindi que significa del color del polvo. Pero, comprensiblemente, los empleados franceses y chinos estaban más perplejos.

Estas dificultades se complican más todavía cuando se trata de la invención de nuevos colores, que es un aspecto importante del trabajo de Winsor & Newton. William Winsor y Henry Newton fundaron el negocio en 1832 con una gama innovadora de pigmentos de acuarela húmedos que fueran más fáciles de usar por los artistas. Desde entonces, la compañía ha suministrado a John Constable y a la mayoría de los artistas ingleses. En la actualidad, las pinturas para artistas son una minúscula parte del mercado de los pigmentos, y la investigación se limita a domeñar la tecnología de otros campos. «Tomamos prestado de todas las industrias que emplean el color: cerámica, tintas de impresión, pinturas industriales, alimentación, materiales de construcción», me cuenta Peter. El mayor esfuerzo se dirige a la sustitución de pigmentos que ahora se sabe que son peligrosamente venenosos, como los basados en el plomo y el arsénico, y en cierta medida el cadmio y el cromo, por equivalentes más seguros que los artistas encuentren de manejo igual o superior. «El reto ha sido producir una gama de colores modernos que puedan reproducir cualquier cosa que la gente haya hecho en el pasado.»

Pero los artistas también están interesados en colores completamente nuevos. Las pinturas metálicas del tipo que hace tiempo que son populares en los automóviles son una fascinación. Otro anhelo es de colores ultrabrillantes que sean resistentes a la luz, ya que la mayoría de los pigmentos fluorescentes son intrínsecamente fugitivos. Para Winsor & Newton es cosa de observar a los peces gordos y esperar el momento oportuno. Hay una cierta ventaja en hallarse situado bajo en el orden de picoteo, pues los hombres de los colores pueden al menos evitar las costosas equivocaciones de otros. Peter, ligeramente divertido, me cuenta la historia de un pigmento de bismuto amarillo brillante que la industria automovilística adoptó con entusiasmo. Al principio no se notaba lo mucho que el color palidecía cuando el automóvil se hallaba expuesto a la luz,

porque se decoloraba de manera uniforme y volvía a su brillo anterior cuando la luz disminuía. El problema sólo se advirtió cuando el coche de prueba se aparcó bajo un árbol. Para cuando el conductor volvió, el acabado sólo podía describirse como moteado.

«Norteamérica solitaria de cromo»

En 1951, el Museo de Arte Moderno de Nueva York presentó una exposición titulada «Ocho automóviles». Como un reflejo del cariño crónico del museo por el estilo y el arte europeos, cinco de los ocho eran diseños europeos de impecable pedigrí de construcción de coches, que respaldaban la tesis de los conservadores de que los coches son (o deberían ser) «escultura en movimiento».¹⁰⁸ Los tres restantes proporcionaban un panorama representativo de dónde se encontraba entonces el diseño norteamericano: un voluptuoso Lincoln Continental de 1941, siendo el continente en cuestión no América sino la mismísima Europa, donde el presidente de la compañía había pasado recientemente unas vacaciones que le abrieron los ojos; un Cord 812 Sedán de 1937, que compensaba con incrustación de cromo lo que le faltaba de finas líneas; y un Jeep del ejército como alternativa funcional a los que son inmunes a los cantos de sirena de las curvas y el lustre.

La preparación para la exposición había empezado el año anterior con una conferencia sobre diseño de automóviles en la que uno de los conservadores, el arquitecto Philip Johnson, anunció (con aire culpable, cabe imaginar, como si estuviera en una reunión de Alcohólicos Anónimos) que era propietario de un Buick enteramente nuevo. Buick era la más descarada de las líneas de modelos que fabricaba General Motors, que también controlaba las marcas Cadillac y Chevrolet: «PARECE un avión a reacción, CORRE igual», prometía un anuncio de la época. El coche de Johnson corría muy bien, confesó, pero se sentía turbado por el aspecto llamativo del coche, especialmente cuando estaba con sus amigos eurófilos, que conducían automóviles como el MG inglés. De modo que, para no ofender la sensibilidad de sus amigos o la propia, había dado instrucciones para que le quitaran los componentes decorativos cromados.

¿Cómo puede un metal inducir tal arrobamiento y tal aversión? Aunque descubierto ya en 1798 por Nicolas-Louis Vauquelin, el cromo no llegó a hacerse popular hasta la década de 1920, cuando la galvanoplastia se generalizó. Hasta entonces, para este tratamiento de acabado se había preferido el níquel. Una capa superficial de níquel tiene un suave brillo amarillo, pero el cromo

pulido produce un color blanco-azul frío y un resplandor penetrante. Los objetos cromados, como lámparas y muebles, fueron una característica sorprendente de la Exposición Internacional de las Artes Decorativas e Industriales Modernas de París, de 1925, y desde entonces el metal pasó a formar parte de la gramática visual del movimiento *art déco*. Era el lustre perfecto para tiempos frágiles. En *Un puñado de polvo*, la obra maestra de Evelyn Waugh de las costumbres de entreguerras, el impulso incesante de mistress Beaver de redecorar las casas de los demás implica invariablemente una aplicación liberal de cromo.

El nuevo y glamoroso metal se prestaba igualmente bien a los interiores lujosos y a los objetos domésticos prácticos. Proporcionó la rúbrica clave de obras espectaculares como el Strand Palace Hotel, en Londres. Pero también los diseñadores modernistas hicieron abundante uso del cromo, contradiciendo el puritanismo que con tanta frecuencia se les adjudica. En la Bauhaus, en Weimar, el artista László Moholy-Nagy llevó la revolución al taller de metalistería, al obligar a sus metalistas a pasar «de las jarras de vino a los dispositivos de iluminación»,¹⁰⁹ abandonando la artesanía en plata y oro para dedicarse al acero, el níquel y el cromo en diseños para la producción en masa. Las enjutas columnas cruciformes del Pabellón Barcelona de Ludwig Mies van der Rohe, de 1929* (la más opulenta y sensual de todas las estructuras temporales de exposición) eran cromadas, como lo era gran parte del mobiliario que diseñó.

El encanto inalcanzable de estos proyectos, representado por la abundancia en ellos de superficies relucientes, no hizo más que abrir el apetito de los consumidores. Cuando el *art déco* parisiense cruzó el Atlántico, para ser adoptado sin esfuerzo en el espíritu más igualitario de lo que en los Estados Unidos se conocía como Edad de las máquinas, el cromo también viajó (con estilo, a bordo de buques transatlánticos como el *Normandie*), y se usó para adornar aparatos domésticos de lujo y otros artículos de precio elevado. Hasta después de la segunda guerra mundial, la nueva capacidad de producir cromados con un acabado duradero y atractivo condujo al uso extravagante del cromo en muchos más productos.

El cromo se convirtió rápidamente en el elemento metálico que más claramente se identificaba con el auge de la sociedad de consumo. Irradiaba modernidad, fascinación, excitación y velocidad. Pero también tenía algo más. A diferencia del aluminio, otro material en boga en aquella época, que comparte algunas de estas asociaciones debido a su liviandad, el cromo se veía casi siempre en forma de placa, por lo que también empezó a connotar

superficialidad. Sin embargo, durante un breve tiempo, su brillante resplandor fue suficiente para anular cualquier duda que las personas pudieran haber albergado y para darles aquello que anhelaban en su vida después de la Depresión y la guerra: un poco de esplendor asequible.

En ninguna parte era más conspicuo el consumo de cromo que en la industria del automóvil. Aunque la tendencia fue global durante las décadas de 1950 y 1960, fueron sobre todo los coches americanos los que se convirtieron en los emblemas enojados del período. El principal responsable de las calandras sonrientes y de los parachoques prominentes y de las aletas traseras que año tras año se hacían más altas, fue Harley Earl, el «Da Vinci de Detroit». Incorporado a General Motors para dirigir la Sección de Arte y Color de la corporación, creada hacía poco, Earl inyectó Hollywood en Motown* y se convirtió en el reconocido pionero del estilo en el automóvil, y ejerció una influencia enorme sobre toda la gama de modelos de General Motors: Buick, Cadillac, Pontiac y Chevrolet. Entre sus conocidos estaba Cecil B. DeMille, y esto pronto se notó, pues introdujo el concepto del «nuevo modelo del año», lo que garantizaba trabajo permanente a su equipo de diseño con su irresistible fórmula de cambio por el placer del cambio, que se iniciaba cada otoño con una ceremonia espectacular de quitar el velo al nuevo modelo. Al igual que en la evolución del pavo real, al poco tiempo el único camino posible era hacia excesos cada vez mayores, lo que suponía cada vez más cromo. Los gestos iconoclastas de puritanos conservadores de museos no iban nunca a poder detener la tendencia.

El cromo se convirtió en la tarjeta de visita de la riqueza norteamericana. En *West Side Story*, el clamoroso éxito de Leonard Bernstein y Stephen Sondheim, las chicas puertorriqueñas cantan:

Automóvil en América
Acero cromado en América
Rueda de radios en América
¡Negocios muy buenos en América!

A una de las chicas, Rosalía, le gustan las cosas norteamericanas tanto como a las demás, pero suspira por el hogar, y sueña:

Conduciré un Buick por San Juan.*

A medio mundo de distancia, el destello del cromo en los automóviles es un índice de la creciente presencia norteamericana en el Shanghái de preguerra en *El imperio del Sol*, de J. G. Ballard. La alianza de China con Estados Unidos viene indicada por la banderola del Kuomintang ondeando desde el mástil de cromo de una limusina Chrysler. Y cuando, cerca del final del libro, aparece un misterioso «eurasiático» para liberar a Jim, el muchacho, que es el principal personaje autobiográfico, del estadio en el que se le ha mantenido con centenares de prisioneros de guerra, se advierte que «Hablaba con un fuerte acento norteamericano, pero adquirido recientemente, que Jim supuso que había aprendido mientras interrogaba a miembros capturados de la tripulación de aviones estadounidenses. Llevaba un reloj de pulsera de cromo...». El papel de norteamericano es tan prescindible como el trofeo del reloj.

Los significados del cromo se han hecho más numerosos y ambiguos a lo largo del tiempo. Pero los diseñadores emplearon a conciencia el metal para transmitir una sensación de velocidad... a veces en cosas que nunca fueron a ninguna parte, como los sacapuntas. Los estilistas de Harley Earl vetearon sus Buicks y Cadillacs con fuselajes refulgentes y complejas acanaladuras horizontales que se garantizaba que captaban la luz y la emitían a los ojos de los admirados observadores. Las montaduras en forma de misiles de los faros y los alerones como venablos también estaban cromados, y sus líneas sugerían claramente no sólo velocidad, sino también una agresiva virilidad. Éstos eran, definitivamente, coches «Para el hombre de éxito», en palabras de un anuncio de Buick de la década de 1950. (Las características masculinas formadas en cromo encuentran su contrapartida femenina en las curvas pintadas de la carrocería, lo que convierte estos diseños en máquinas sexuales concebidas completamente como hermafroditas.)

A lo que parece, la conexión entre metal reluciente y velocidad es algo permanente. En el relato del carro de Faetón, en las *Metamorfosis* de Ovidio, Faetón ruega tomar prestado el carro de su padre, que pronto choca y se incendia. Su

... eje y su lanza estaban contruidos de oro, y también de oro era la corona que cercaba las ruedas, que poseían radios de plata.

De manera bastante inadecuada, uno de los Cords de 1937 se llamaba «Supercharged Phaeton».

Esta tendencia alcanza una apoteosis explosiva en *Crash*, la perturbadora novela de J. G. Ballard en la que se exploran los choques de automóviles (imaginados y preparados) como un fetiche para producir excitación sexual. El cromo sirve como estímulo en toda la novela, y proporciona primero el prisma a través del cual se atisban las visiones eróticas («en el cenicero de cromo vi el pecho izquierdo de la chica y su pezón enhiesto... Sus pechos puntiagudos fulguraron dentro de la jaula de cromo y cristal del coche que aceleraba»), y después como arma en las escenas de violencia cada vez más pasmosa, en las que el duro metal golpea y penetra la carne para generar sensaciones de intensidad sexual. El brillo áspero del metal es clave. Ballard imagina «lanzas destellantes» de luz vespertina reflejadas de los paneles de cromo que hieren la piel, antes de pasar a «las mamoplastias parciales de amas de casa cuarentonas... que realizan las celosías de cromo de la armadura del parabrisas» y «las mejillas de hermosos jóvenes desgarradas en los pasadores de las custodias».

En esta crítica de nuestro amor irracional por la tecnología peligrosa, el cromo es simplemente la superficie que primero excita nuestra lascivia. *Crash* se publicó en 1973, cuando acaeció la primera crisis del petróleo y la pasión pública por el cromo en los automóviles ya se estaba enfriando. Pero para entonces el metal había extendido su influencia mucho más allá de París, Weimar y Detroit para convertirse en un poderoso símbolo para el consumismo en general.

Uno o dos años después de que Philip Johnson arrancara el cromo de su Buick, un grupo de artistas y escritores se reunió en el Instituto de Arte Contemporáneo, en Mayfair,* y decidió echar una mirada desvergonzada al tipo de cosa que tanto ofendía a Johnson. El Grupo Independiente, como llegó a ser conocido, contaba entre sus fundadores a los artistas Richard Hamilton y Eduardo Paolozzi y al crítico Reyner Banham. Adoptaron una visión más indulgente de la tecnología y de la creciente cultura del consumismo, y celebraron los productos de ficción barata, filmes, publicidad y productos fabricados en masa que los artistas consagrados decidían ignorar. Singularizaron objetos que poseían lo que llamaban «contenido simbólico» con la idea de que esto, más que el buen gusto patricio, era la clave para hacer cosas que a la gente le gustaran realmente. En una reunión, Banham alabó explícitamente el estilo proveniente de Detroit. Con posterioridad, se trasladó a Los Ángeles, donde finalmente se vio obligado a aprender a conducir un coche, una experiencia que comparó con la de aprender italiano con el fin de leer a Dante en el original.

Richard Hamilton, uno de los progenitores del *pop art*, descubría periódicamente nuevas pinturas a los colegas miembros del grupo. Estas composiciones de tipo *collage* empezaron a incorporar las formas de algunos de estos bienes de consumo relucientes. Los coches americanos se representaban explícitamente en obras tales como *Hommage à Chrysler Corp.*, de 1957, cuya mezcla rosada y cromada de partes sexuales y de máquinas acentuaba simplemente el simbolismo que ya era bien aparente en los anuncios contemporáneos de automóviles. Al replicar el lustre del cromo en pintura al óleo, Hamilton se unía a los artistas de todas las épocas que han puesto objetos de metal en sus naturalezas muertas con el fin de demostrar su destreza con la óptica y el color. Pero para Hamilton había una paradoja, porque cuanto mayor fuera el realismo, más los meticulosos tonos de pintura implicarían una profundidad y solidez para el objeto. De modo que en obras en las que era más importante recordar al espectador la superficialidad esencial del cromado, Hamilton producía también su propio toque final superficial al pegar piezas de lámina metálica.

Con su paralelismo entre los contornos del cuerpo femenino y las curvas de objetos domésticos como tostadoras de pan, se podría pensar que estas pinturas ofrecían algún tipo de ataque criptofeminista a la sociedad opulenta. Pero Hamilton parece estar ofreciendo un comentario más ambivalente. El cromo, en especial en su aspecto automovilístico, ha adquirido un atractivo viril que persiste en la actualidad, en especial en los camiones y motocicletas norteamericanos. Pero, tal como iba a observar el siguiente cuadro importante de Hamilton, el cromo también lo encontraban deseable las mujeres. La obra se titula *\$he** y muestra de forma semiabstracta parte del torso de una mujer, un delantal, la puerta rosada de un frigorífico, abierta, y, en primer plano, un aparato doméstico mutante que parece ser en parte tostadora de pan, en parte aspiradora. «Esta relación de mujer y aparatos domésticos es un tema fundamental de nuestra cultura», dijo Hamilton de la obra, «tan obsesivo y arquetípico como el duelo de pistoleros en los *westerns* en el cine».¹¹⁰ Pensaran lo que pensaran de estos cuadros, las mujeres no fueron lentas a la hora de apreciar que el brillo blanco e inmaculado del cromo representaba una evidente mejora sobre los metales que anteriormente se habían utilizado para los utensilios del hogar, cobre y peltre, que requerían que se los puliera con frecuencia. «No hay ningún metal, me parece, que sea una respuesta tan completa a las plegarias del ama de casa

como el cromo», escribió la preeminente comentarista social Emily Post, quien lo encontraba «atractivo no sólo a la vista, sino para las necesidades prácticas».¹¹¹

Sin embargo, muy pronto el cromo pareció cambiar desde un material que prometía una especie de fascinación universal a uno que era llamativo e incluso chillón. Los escritores fueron los primeros en ver más allá del resplandor. Un crítico cultural observaba: «Hay pocas cosas que estén mal en el automóvil norteamericano y no estén mal en el público norteamericano»,¹¹² que daba la vuelta claramente a la panacea del presidente de General Motors, según el cual «lo que era bueno para el país era bueno para General Motors, y viceversa». Vladimir Nabokov describe la «cocina depresivamente brillante, con su cromo rutilante y su calendario de Hardware and Co. y coquetón rincón del desayuno» de la madre de Lolita; se trata de una de las imágenes de muchos escritores del territorio que Don DeLillo identifica en su extensa novela *Submundo* como «Norteamérica solitaria de cromo».

El cromo había perdido su fuerza en la imaginación de los aspirantes sociales, y la reputación del metal cayó ahora del borde del acantilado en el que estaba situado. La cualidad fetichista del cromo pulimentado se explotó en el arte erótico, en el que el cuerpo femenino desnudo se exhibía como una máquina brillante. Chrome («su bonita cara de niña lisa como el acero») es el nombre de una prostituta en el relato corto de este nombre de William Gibson, escrito en 1982. Los artistas posmodernos como Jeff Koons dieron otro empujón al cromo en su camino, al recrear el tipo de fruslería sin valor que normalmente vemos colgando de los espejos retrovisores, a una escala monumental en acero inoxidable cromado y pulimentado, y saborear la ironía de sus símbolos de mal gusto extremo y de tamaño supergrande (con nombres tales como *Conejo*, *Corazón de caramelo* y *Perro de globos*), que se venden en las subastas por millones de dólares. Al mismo tiempo, las superficies «cromadas» se han hecho más falsas que nunca pues ha sido posible revestir incluso los plásticos con acabados metálicos brillantes.

A otro extremo de la verdad material, la simulación visual del cromo (difícil de conseguir, porque el ojo es agudamente sensible a las irregularidades en la superficie pulida) se convirtió en un hito del realismo en los gráficos por ordenador, registrado en filmes de culto como *El cortador de césped** y *Terminator 2*. Pero incluso los magos de los gráficos por ordenador han empezado a ver más allá de la superficie, porque, desde que se hicieron estas

películas, en los primeros años de la década de 1990, han empezado a utilizar «cromo» como un término injurioso para el trabajo que se esfuerza demasiado para conseguir efectos especiales.

El zafiro en lámina del abad Suger

La vía de acceso a la iglesia abacial de Saint Denis, en las afueras de París, es menos que prometedora, y la primera vista de la misma a través de desoladas plazuelas urbanas es apenas mejor. El edificio es achaparrado, ladeado y algo desaliñado. Pero he venido por lo que hay dentro, y tan pronto como me ajusto a la penumbra me doy cuenta de que no quedaré decepcionado. Mi primera impresión es de una verticalidad encumbrada, creada por filas de columnas que se elevan netamente hasta el techo. A pesar de la piedra gris y sin gracia, el interior está bien iluminado según los cánones medievales, debido al gran número de ventanales con vitrales y a la delgadez de los pilares entre ellas. Hacia el altar, domina una luz azul oscuro, que parece casi magnificar la luz del sol al tiempo que transforma su color. Otros colores de los vitrales emiten bandas de luz enjoradas a través del suelo. La refulgencia azul, en cambio, no parece tanto incidir en un lugar como rezumar a mi alrededor, y lentamente me inunda. El efecto es submarino.

Saint Denis es el prototipo de catedral gótica, la magnífica creación del famoso abad Suger. Tendemos a pensar que la arquitectura gótica es pesada y fantasmal, pero no es éste el caso aquí. El cristal azul, uno de los muchos materiales hermosos y nuevos que Suger empleó, se concentra para un efecto máximo en los ventanales del extremo oriental de la catedral, donde la mirada expectante de los devotos es contestada por el sol matinal. Suger decía que la iglesia «relucía con una luz maravillosa e ininterrumpida».

En los casos en que algunos ventanales fueron restaurados en el siglo XIX, los colores son más vivos en los paneles sustituidos, y el detalle es más claro donde han sido grabados. Pero el auténtico azul del gótico permanece casi tan intenso como el nuevo. De la ventana de la Natividad se deduce que sus artesanos medievales sabían que el color era especial: el propio Jesucristo está bañado por el rico color azul, y María también está envuelta en él.

El azul ha sido siempre uno de los colores más difíciles de extraer de la naturaleza, y a menudo parecía tan intangible como el propio cielo. Pero Suger pudo aprovecharse de fuentes acabadas de encontrar de azul de la máxima

calidad, que se obtenía de los minerales de un metal todavía no descubierto, el cobalto. Los compuestos de cobalto pueden alcanzar una intensidad de color cinco veces superior a la de cualquier otro colorante del vidrio, y la disponibilidad de estos minerales excepcionales desató una notable moda para el azul en el siglo XII. Siguiendo el ejemplo de Saint Denis, primero Chartres y después Le Mans y otras grandes ciudades del período hicieron gala de «preciosas láminas de zafiro» en sus ventanales.¹¹³ Inspirados por los vidrieros, otros artesanos empezaron a hacer un uso más frecuente del azul en los esmaltes, la pintura, el vestido y la heráldica. El color llegó a ser el preferido para el atuendo de la Virgen María, y a través de esta asociación sagrada fue adoptado asimismo por la monarquía francesa. Cuando me marché de Saint Denis y retorno a París, me doy cuenta de que este azul se encuentra por toda la ciudad: en los rótulos tradicionales azules y blancos de las calles y en las señales del *Métro*.

A finales del siglo, la demanda de vidrio azul era tan grande que tuvieron que emplearse otros azules, derivados del cobre y del manganeso, para satisfacer la demanda eclesiástica. Pero mientras que estos tonos menos estables se han deteriorado a lo largo de los siglos, el azul de cobalto de Saint Denis y de los demás lugares donde se empleó ha permanecido tan genuino e intenso como en los tiempos de Suger, y algunos consideran que su «luminosa oscuridad» es la representación perfecta de la «divina presencia».¹¹⁴

Mediante el análisis de sus impurezas características es posible seguir la pista de un mineral hasta su fuente, como un detective que analiza el suelo pegado a un zapato. Pero, en la práctica, el trabajo de hacer casar los elementos que se encuentran en los artefactos acabados con la composición de menas minerales específicas apenas ha empezado. Sin embargo, parece probable que el azul de Suger procediera, de una u otra manera, de minas de Persia. Los comerciantes pudieron haber transportado mineral bruto de esmaltita (o el derivado vítreo de la misma conocido como esmalte) directamente a Francia, pero es imposible estar seguro de ello porque a menudo el vidrio medieval se hacía a partir de vidrio romano reciclado y de azulejos bizantinos, cuyos materiales brutos habrían llegado desde las mismas fuentes persas.

La esmaltita es un mineral gris reluciente que ofrece pocas pistas del intenso color que esconde. El óxido de cobalto que se obtiene cociéndolo al aire tiene asimismo un aspecto apagado. Sólo cuando este material se funde junto con cuarzo o potasa forma el esmalte azul brillante. Al ser un material vidrioso,

el esmalte es perfecto para fundirlo en vidrio y cerámica, pero a pesar de su color intenso es menos adecuado como pigmento de pintura. Si se muele muy fino, empieza a dispersar toda la luz en lugar de reflejar sólo el azul, y esto hace que parezca pálido. Pero si se muele demasiado grueso, produce un acabado vetado en la pintura al óleo. No obstante, los pigmentos de esmalte solían ser usados por los artistas del siglo XVI como base, o eran dispersados finamente en los cielos pintados. Pintores tales como Tiziano, que incluía de manera conspicua muchas vestiduras azules en sus cuadros y que utilizaba esmalte, prefería emplear el ultramarino, hecho a partir de lapislázuli, para el acabado.

Compro un pequeño bote de esmalte a un suministrador de artistas. No es un polvo como los demás pigmentos, sino granuloso al tacto, como una arena muy fina. Bajo una luz intensa puedo ver que el azul intenso está modelado sutilmente: el color del propio material es más oscuro de lo que percibí al principio, pero se aclara debido a las chispas de sus granos de cristal. Mezclo un poco con aceite de linaza, trabajando como los artistas del Renacimiento. La mezcla cruje levemente bajo mi espátula y se oscurece casi hasta el negro cuando el líquido se extiende a través del pigmento. El color retorna cuando extendiendo la pintura mezclada sobre el lienzo, pero no importa lo delgadamente que lo haga, no puedo producir un azul pálido, sólo motas y venas cada vez más chirriantes del intenso color original.

Una nueva fuente, europea, aumentó la popularidad del azul en el siglo XVI, cuando se encontró que las minas de plata de las montañas entre Sajonia y Bohemia, que hacía mucho tiempo que eran explotadas, también eran ricas en esmaltita. Sin embargo, los mineros sajones, que tradicionalmente eran considerados los mejores de Europa, odiaban el pesado trabajo de extraer el nuevo mineral. La tarea era dura e implicaba la exposición a emanaciones nocivas, que se liberaban cuando se cocía el otro principal ingrediente del mineral, arsénico. Los mineros atribuían sus aflicciones a un diablillo de la tierra llamado Kobold.

Cuando el Fausto de Goethe llama por primera vez a la figura de Mefistófeles, invoca sucesivamente a los «cuatro elementales» del fuego, el aire, el agua y la tierra, y la tierra es personificada por este espíritu maligno:

Primero, para confrontar a esta cosa del infierno,
He de repetir el hechizo cuatro veces:
La salamandra brillante quemará,
El silfo se volverá invisible,

La ondina nadará dentro de su ola,
El kobold trabajará como un esclavo.*

El compositor noruego Edvard Grieg llamó a un breve *scherzo* pianístico suyo, retumbante y agresivo, «Smatrold» (que significa «pequeño gnomo»); los alemanes denominan «Kobold» a la misma pieza, pero la traducción inglesa elegida, «Puck»,* no consigue captar el carácter malicioso real del personaje.

Desde luego, el hecho de que su constitución química no fuera conocida adecuadamente y que el elemento que había detrás careciera de nombre propio no hizo nada para impedir que el pigmento azul se convirtiera en un artículo muy apreciado comercialmente. El cobalto prosperó anónimamente durante siglos antes de ser descubierto finalmente, hacia 1735, cuando Georg Brandt, químico y controlador de la Casa de la Moneda sueca, adivinó que la esmalta no era simplemente el compuesto de metales conocidos y arsénico que se había supuesto. Denominó cobalto al nuevo metal por el nombre de aquel íncubo del mundo subterráneo y como tributo a aquellos desgraciados mineros... y quizá también como una manera de arrebatar este nombre de su asociación pagana y de ligarlo en cambio al escudo de la ciencia de la Ilustración.

El esmalte era muy compatible no sólo con la fabricación del vidrio, sino también con los materiales y procesos de la alfarería. Era una de las pocas sustancias que mantenía su color cuando la cerámica pasaba por el horno. De hecho, el calor intensificaba el azul. Siempre era posible pintar después otros colores sobre la cerámica, pero la oportunidad de encerrar el color bajo el vidriado garantizaba su dominancia. Los primeros objetos de loza que utilizaron este azul en sus diseños, como la cerámica de mayólica y la loza fina de Faenza, se basaban en cobalto procedente de Persia, al igual que hicieron los vidrieros de Venecia. Aunque las composiciones varían, los vidrios y cerámicas azules usados en las artes decorativas islámicas y cristianas del período medieval contienen asimismo cobalto procedente de esta fructífera fuente. La joya de la civilización persa es la mezquita pública que el sha Abbas I construyó a principios del siglo XVII en Isfahan; su fachada es un esplendor de escritura árabe dorada sobre este mismo vidriado azul. Los chinos, que habían creado diseños azules en su cerámica desde el siglo IX, se basaban asimismo en los suministros persas del «azul mahometano», transportado a lo largo de la Ruta de la Seda. Este arte alcanzó su apogeo durante la dinastía Ming. Los artesanos de dicho

período solían restringir su paleta a este único color, pues preferían su estilizado contraste con el blanco glacial de la porcelana a las escenas coloreadas de forma más natural.

Imagino una serie de rutas polvorientas que irradian hacia Oriente y hacia Occidente, desde las minas de Persia y Sajonia hasta los grandes centros artísticos del mundo, como las rutas estrelladas en los mapas de las compañías aéreas. Las líneas no cesaban de extenderse. Los ceramistas europeos, inspirados por la porcelana Ming introducida por vez primera en Portugal por los exploradores a su retorno, y después importada en grandes cantidades por la Compañía de las Indias Orientales Holandesas, buscaba emular la habilidad artística china utilizando el esmalte local procedente de Sajonia. Delft se convirtió en el centro de dicha actividad, y el nombre de la ciudad se ha hecho sinónimo de la cerámica azul y blanca que se creó por esta época en toda Holanda. En 1708, una nueva mezcla de arcillas y hornos más calientes permitieron finalmente a Europa rivalizar con la porcelana china. La porcelana real sajona, producida en Meissen, cerca de los focos de origen del esmalte, así como de las nuevas arcillas, pronto llegó en muchos diseños, pero el más conocido es el llamado «cebolla azul», un dibujo floral basado vagamente en un original chino. Otras fábricas de porcelana brotaron rápidamente por toda Europa. A pesar de que los pigmentos llegaban en otros colores, los diseños azules que muchas de ellas han producido desde el inicio siguen contando entre los más populares.

También en Gran Bretaña, los diseños azules inspirados en los chinos fueron un éxito inicial para las fábricas de porcelana de Royal Worcester y Spode, del siglo XVIII, que encontraron maneras de industrializar la producción de vajillas. Uno de estos diseños, Willow Pattern,* todavía se vende en la actualidad. El primer fabricante inglés de porcelana fina fue William Cookworthy, un boticario de Plymouth que fundó sus propios talleres con el fin de explotar los yacimientos de caolín que había descubierto en Cornualles. También se convertiría en la clave para el comercio al por menor en Inglaterra. La profesión y la situación de Cookworthy resultaron esenciales para su éxito. En el atareado puerto naval podía elegir entre la materia prima exótica procedente de las colonias inglesas de ultramar y de otros países. Compraba arcilla de alfarería de Virginia y productos químicos para elaborar las medicinas que después suministraba a la Armada y a otras compañías de navegación. Reconoció la superioridad del esmalte de Sajonia y se movió para conseguir un

monopolio del material importado a Gran Bretaña. Cuando más tarde Cookworthy pasó su propia producción de porcelana a Bristol, se encontraba en una buena posición para controlar el suministro de esmalte importado, que remontaba el río Severn hasta el centro mismo de las Potteries,* donde, en 1784, el fabricante Spode empezó el estampado de imágenes por calcomanía utilizando una base vidriada de cobalto para crear la más distintiva de todas las vajillas azules inglesas.

El esmalte de Cookworthy pronto cayó también en gracia en la industria del vidrio de la ciudad. Bristol fue uno de los vértices en el «comercio triangular» que conectaba Gran Bretaña con África y el Caribe a través del tráfico de esclavos. El azúcar que llegaba a Bristol desde las plantaciones de las colonias inglesas del Caribe proporcionaba un incentivo para establecer destilerías locales, y éstas a su vez generaban una demanda de botellas. Las botellas eran uno de los muchos bienes manufacturados que entonces se exportaban a África y a otros lugares, con lo que se completaba el infame triángulo.

Aunque el vidrio coloreado y el vidrio transparente son similares en composición química y propiedades básicas, el vidrio coloreado estaba gravado con un impuesto sobre bienes especiales menor que el del vidrio claro, que por lo general se destinaba a la mesa, o a las ventanas y las lámparas de araña. Con el fin de evitar el impuesto mayor, los fabricantes de botellas de vidrio se aseguraban de dar color a su vidrio. En la segunda mitad del siglo XVIII, Bristol tenía fama por sus vidrios coloreados; además de los verdes y pardos debidos a impurezas de hierro, desarrollaron un vidrio de color azul oscuro a partir del esmalte de Cookworthy. La mayoría de los vidrios de botellas no merecen una segunda mirada, pero el vidrio azul, que era nuevo y hermoso sin discusión, pronto encontró un mercado. Este vidrio se empleaba para producir licoreras y objetos de cristal en el momento álgido del estilo georgiano, que atraían a los comerciantes prósperos de la ciudad y a los *nouveaux riches* de la vecina Bath y de más allá. Pero el auge tuvo una vida corta. La pérdida de las colonias americanas después de la Guerra de la Independencia precipitó el hundimiento de toda la industria, de la que apenas quedó nada más que la frase «azul de Bristol».

En 1996, Harvey's, un importador de jerez que hacía tiempo que se hallaba en la ciudad (y que ahora ha sido tragado por alguna empresa internacional sin raigambre en ningún lugar concreto), decidió conmemorar su centenario

poniendo su jerez más popular, Bristol Cream, en botellas azules. La idea comercial tuvo un gran éxito, y hasta la actualidad el jerez viene revestido de azul de Bristol.

Compré mi esmalte en una famosa y antigua tienda de materiales para artistas, J. Cornelissen & Son, de Bloomsbury. El lugar tiene el aspecto que debía ser el que tenía cuando Monet y Pissarro compraron material para sus paisajes urbanos de Londres y André Derain seleccionó los nuevos y resplandecientes colores de cadmio para su visión psicodélica, *El estanque de Londres*. Estantes negros de madera cubren todas las paredes, desde el sencillo suelo de madera hasta el techo. A la altura de los ojos hay tubos de pintura dispuestos en perchas, pero el rasgo más sorprendente son las filas de enormes botellas de tapón de vidrio esmerilado, que contienen tonos violeta de pigmento en polvo. Éste es el color tan puro como puede ser. El azul cobalto era más brillante y pálido que mi esmalte arenoso, con un matiz distintivo de rojo. A su lado había azul de magnesio, un azul fabulosamente brillante con tonos verdes, basado en manganato de bario, así como amarillos y verdes de cromo, una amplia gama de cadmios brillantes y violeta cobalto, un tono de confitería tan improbable que apenas puede imaginarse que tenga un origen natural.



Cornelissen, una tienda de materiales para artistas. (Fotografía del autor.)

Después hago una visita al almacén de Cornelissen para ver al comprador de pigmentos. Tiene que haberlo atraído una curiosa afinidad para trabajar aquí, porque su nombre es Ole Corneliussen. Danés de nacimiento, insiste en que no está emparentado con el belga que estableció el negocio en 1855, y pronuncia su nombre de distinta manera. Me siento un poco decepcionado cuando me entero de que su trabajo no implica visitar yacimientos minerales en tierras lejanas. «No sé si usted ha visto el mercado de especias de Estambul», aventura Ole un poco afligido. Asiento. «Pues no es así.» En lugar de ello, se piden muestras a los fabricantes y se reciben para su eventual aprobación; raramente cuenta en la decisión de la compra el lugar de donde se extrajo el pigmento o en donde se refinó. Los sienas pueden venir todavía de las inmediaciones de Siena, y los colores cobrizos como el Tierra Verde, de Chipre, pero la calidad material siempre pasa por delante de la historia sentimental.

Todos los antiguos pigmentos pueden obtenerse todavía, como el oropimente y el rejalgar, los antiguos amarillos y rojos basados en sulfuros de arsénico, que son enormemente desagradables; los especialistas los adquieren para restaurar obras de arte antiguas. A menudo los colores no son exactamente lo que parecen ser a primera vista. Incluso el blanco y el negro no son blancos y negros. El negro de humo ordinario, el polvo de carbón que se hace tradicionalmente al quemar lámparas de aceite, según veo, no es realmente negro, sino un gris azul muy oscuro; el negro de espinela, basado en óxidos de manganeso y cobre, es mucho más negro. Ole me muestra algunos de los últimos blancos de albayalde que podrá vender antes de que las nuevas normas sanitarias y de seguridad entren en vigor, después de lo cual los artistas tendrán que apañarse con el blanco de titanio. No todos están contentos ante la perspectiva. «El titanio es muy pegajoso cuando se muele, mientras que el albayalde tiene este tacto elástico que se obtiene del plomo», explica. El blanco de albayalde es carbonato de plomo hecho de un hojaldre de láminas de plomo y de greda (de ahí el nombre inglés de Flake White).^{*} La pintura mezclada se nota pesada en el pincel debido a que es muy denso, y se maneja y se seca de una manera que a los artistas les gusta.

Ole Corneliussen no pinta, de modo que su apreciación es sólo para los pigmentos («principalmente para el color, pero no es siempre muy fácil de describir») y para la emoción ocasional de seguir la pista a alguna rareza. Uno de sus favoritos es el violeta cobalto azucarado que yo había observado en la tienda. Es a la vez brillante e intenso, «uno de los pocos colores que tiene dicha cualidad, es un violeta muy fuerte aunque es suave en el tono; es muy difícil de describir si no se utiliza el término ‘fluorescente’».

Le dejo para que prepare un encargo del artista Anish Kapoor de una tonelada de blanco de España (carbonato cálcico); «Dios sabe qué estará haciendo».

Polvo de herencia

El arsénico, escribió Gustave Flaubert en su *Diccionario de ideas comunes*, «Puede encontrarse en cualquier parte (recuérdese a Madame Lafarge). ¡Hay algunas poblaciones que lo comen regularmente!».

Como de costumbre, Flaubert, hijo de un cirujano, es incisivo en los temas científicos. El arsénico se encuentra ampliamente extendido y es abundante (tanto que nunca se lo extrae por sí solo, sino que se obtiene en cantidad de los residuos de otras actividades mineras), y a pesar de toda su merecida reputación como veneno es esencial para la biología humana. No sólo es comido, en particular en el marisco, sino que tiene una historia larga y distinguida como medicina, que continúa hasta nuestros días. En el siglo XIX se empleaban compuestos de arsénico como pigmentos y tintes, en muchas preparaciones médicas, aleado con plomo en las balas, y en la fabricación de vidrio y fuegos artificiales.

Pero es en su vertiente de agente venenoso clásico como el arsénico es mejor conocido, y de los muchos relatos de envenenamiento por arsénico, tanto imaginados como reales, el que rodea la muerte de Napoleón en la remota isla de Santa Elena, en el Atlántico Sur, es seguramente el más debatido. El relato muestra una vez más como color y toxicidad están unidos en la naturaleza. Cuando el depuesto emperador murió en mayo de 1821, la autopsia que realizó su médico personal, compatriota corso y uno de los miembros del séquito que le había acompañado al exilio, encontró una úlcera de estómago y atribuyó la causa de la muerte a un cáncer de estómago. No fue hasta mucho más tarde, al publicar un criado el diario del emperador en 1955, que empezaron a plantearse dudas. Para Ben Weider, un canadiense entusiasta de Napoleón, las descripciones que el diario daba del progresivo deterioro del emperador en los primeros meses de 1821 se parecían notablemente a los síntomas de envenenamiento. En 1961, Sten Forshufvud, un toxicólogo sueco, realizó pruebas analíticas en muestras de cabello (muchos de los leales sirvientes del emperador habían sido lo bastante prescientes para cortar algún rizo imperial), y encontró que, efectivamente, contenían niveles elevados de arsénico. Los dos hombres acabaron formando un

equipo y realizaron más pruebas en pos de la teoría de que Napoleón había sido víctima de un envenenamiento deliberado y, a través de una tortuosa serie de deducciones propias de un asesinato misterioso, llegaron a una conclusión definitiva del caso policíaco. Olvidando plantearse demasiadas preguntas más, Weider y Forshufvud ampliaron su teoría en una serie de libros.

La publicidad subsiguiente hizo que el químico David Jones (el autor de la columna «Daedalus» de *New Scientist*, de ideas científicas fantásticas pero concebibles), se preguntara si, en realidad, el papel pintado de Longwood House, donde Napoleón había sido mantenido prisionero en Santa Elena, no podía ser un origen más plausible del arsénico venenoso que un asesino. Los tonos verdes de los papeles pintados de la época se solían hacer empleando compuestos de arsénico, después del descubrimiento de Carl Scheele del arsenito de cobre, un color que acabó siendo conocido como Verde de Scheele. En la época del exilio de Napoleón ya se disponía también de un verde nuevo y vivo, basado en el aceto-arsenito de cobre, que era el afortunado producto del impulso natural de los hombres del color de ver qué ocurriría si se combinaba el acetato de cobre, el pigmento que hacía tiempo que se usaba y que se llamaba cardenillo, con el tono más oscuro de Scheele.

Este color es tan asombroso que se comercializaba con el nombre de verde esmeralda. Debido a sus propiedades venenosas ya no se vende, pero encuentro un pequeño tubo del mismo entre las pinturas de mi padre, con la etiqueta traslúcida después de sesenta años de absorción de aceite de linaza. Para mi sorpresa, el tapón metálico estriado cede de inmediato y la pintura del interior reluce de buena gana. El color es lívido y tiene un matiz de fondo gris azulado, que lo señala como algo completamente ajeno a cualquier tono en la naturaleza. Este verde enfermizo, que hace daño a los ojos, me hace pensar si, cuando nos referimos a una «sombra venenosa», no serán estos pigmentos de arsénico los responsables de la frase.



Longwood House. (Ripetungi.)

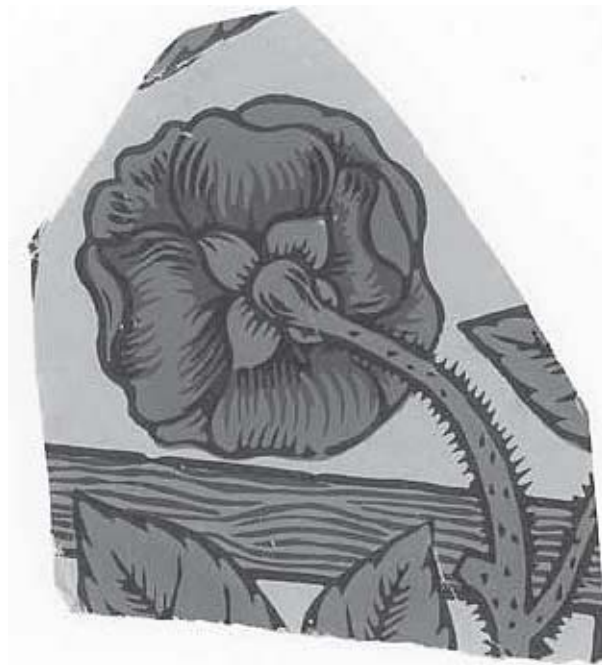
Jones sabía que, en las condiciones adecuadas, el arsénico en estos materiales puede convertirse químicamente en formas gaseosas, como la arsina o hidruro de arsénico. Mientras hablaba casualmente en un programa de radio sobre este fenómeno, y de cómo podría dar cuenta de muchas enfermedades y muertes misteriosas durante todo el siglo XIX, especuló que quizá la muerte de Napoleón en su húmeda prisión insular fue también acelerada de esta manera. Sólo con que se supiera el color del papel pintado de Longwood, ello contribuiría a establecer los hechos. Para gran sorpresa de Jones, en respuesta a la emisión radiofónica recibió una carta de una mujer que no sólo conocía el color del papel, sino que tenía una muestra del mismo en un álbum de recortes que registraba los viajes de un antepasado de la familia. En el álbum había una página de recuerdos de una visita a Santa Elena en 1823, entre ellos «un fragmento de papel arrancado de la habitación en la que el espíritu de Napoleón retornó al Dios que lo produjo». Jones publicó los resultados de un análisis químico del papel con dibujos de estrellas verdes y doradas en 1982 en *Nature*, confirmando la presencia de arsénico (un resultado no inesperado, dada la popularidad del color en aquella época). Al mismo tiempo, el análisis original de Forshufvud planteó dudas. Nuevas pruebas en los cabellos del emperador con el empleo de equipo más refinado reveló niveles elevados de antimonio y otros elementos potencialmente dañinos, así como de arsénico. El antimonio procedía probablemente de un emético estándar administrado a Napoleón, y es muy probable que la medicina le hiciera más mal que bien.

Casi 200 años después, es casi imposible establecer causa y efecto con algún viso de certeza, e incluso queda por hacer la precaución básica de una prueba de ADN para autentificar el cabello muestreado. No obstante, biografías recientes de Napoleón conceden que sus síntomas eran consistentes con envenenamiento por arsénico, y que el arsénico, de cualquier origen, pudo haber sido un factor en la muerte del ex emperador. El consenso es que probablemente hubo algunos intentos por parte de sus guardianes ingleses de disimular la causa real de la muerte como parte de un encubrimiento más amplio (su mala gestión de la isla había permitido que la disentería fuera generalizada), pero que no hay necesidad de descabelladas teorías de asesinato.

Nuevos exámenes más recientes de las pruebas en 2008 encontraron que el pelo de Napoleón de períodos de su vida anteriores a su exilio, así como los cabellos de su esposa, Josefina, y de otros miembros de la familia, tenían todos niveles de arsénico que según los criterios actuales serían considerados elevados. No hubo pruebas de un aumento repentino de la concentración de arsénico después de su encarcelamiento, como se hubiera producido con un envenenamiento deliberado. Sin embargo, en lugar de tomarse la molestia de reunir las guedejas de Napoleón para su análisis, los autores de este último estudio podrían haber examinado simplemente la literatura toxicológica. Habrían encontrado que los restos humanos de este período en general pueden presentar niveles de arsénico que se clasificarían como peligrosos según los criterios actuales, lo que no es más que un reflejo del hecho de que entonces el elemento se «encontraba en todas partes».

El arsénico pudo haber contribuido o no a la muerte de Napoleón, pero ha sido ciertamente el agente químico responsable de otros muchos casos de envenenamiento, tanto deliberados como accidentales. El que más de cerca sigue el escenario del papel pintado de Longwood se refiere a Clare Boothe Luce, la embajadora de los Estados Unidos en Italia en la década de 1950, que fue envenenada lentamente (accidentalmente, según se estableció más tarde) por las escamas de pintura que caían de los ornamentados techos de la residencia de la embajadora. Se retiró por enfermedad y posteriormente se restableció. Luce fue una desgraciada víctima tardía de un peligro muy extendido. La pintura verde, la impresión a color y los papeles de color, el color verde en los papeles pintados, el mobiliario, accesorios y prendas de vestir teñidos de verde, y especialmente la coloración verde que se utilizaba para el follaje de flores artificiales, contenían

todos compuestos de arsénico, y probablemente fueron los causantes de muchas muertes misteriosas en dormitorios y guarderías húmedos. Durante la época victoriana hubo sospechas crecientes de que estos materiales eran los culpables. *The Lancet* y el *British Medical Journal* dieron la alarma e hicieron una vigorosa campaña contra el arsénico, pero mientras unas pocas compañías empezaron a anunciar papeles libres de arsénico, la industria de la decoración, en su mayor parte, condenó la idea de que sus productos pudieran liberar cualquier sustancia perniciosa a la temperatura ambiente ordinaria. Hasta 1893 no se demostró que se podía producir arsina gas por la reacción del moho del papel pintado con el colorante verde. En un ensayo de aquel año sobre el arte de teñir, el diseñador William Morris denostaba los tintes sintéticos (entre los que se contaban los verdes con arsénico) por «prestar un gran servicio a los capitalistas en su caza de beneficios», pero que dejaba la artesanía nacional «terriblemente dañada» y «casi destruida».¹¹⁵ Morris luchó ruidosamente por la supervivencia de los tintes vegetales tradicionales en papeles pintados y tejidos. Por ello resulta extraño que un análisis reciente con rayos X de los diseños de papeles pintados del propio Morris¹¹⁶ haya revelado que su verde procedía de arsenito de cobre, mientras que una rosa roja del dibujo tenía el bermellón de sulfuro de mercurio, «¡una pieza de arte muy peligrosa!». ¹¹⁷



Papel pintado de William Morris. (Andrew Meharg.)

Otros tomaban arsénico sabiendo muy bien lo que hacían. Romántico antes de tiempo, el poeta adolescente Thomas Chatterton usó arsénico para suicidarse en 1770. En Tulle, en la región francesa del Limousin, Marie Lafarge fue juzgada y considerada culpable de envenenar a su marido con arsénico en 1840. El caso fue una tal *cause célèbre* que Flaubert pudo incluirlo tranquilamente en su diccionario más de treinta años después, sabiendo que sus lectores recordarían el episodio. El autor tenía más que un interés pasajero por las amas de casa desesperadas, desde luego: su propia creación, Emma Bovary, también emplea arsénico para suicidarse. Madame Lafarge fue condenada cuando las pruebas del brillante toxicólogo Mateu Orfila, que el abogado había hecho llamar para su *defensa*, mostraron que había arsénico en el cadáver exhumado del marido y en residuos de comida. Fue el primer caso en el que la química forense se utilizó para conseguir un veredicto.

Tanto en la realidad como en la ficción, en la que se convirtió en un elemento fundamental de los relatos de detectives, el arsénico se obtenía generalmente en las farmacias, donde se vendía ampliamente para todo tipo de usos, desde medicamentos a veneno para ratas. Es probable que la forma del elemento usado en estos casos fuera el óxido de aspecto de azúcar conocido como arsénico blanco, una sustancia incolora que no tiene interés para las artes decorativas. Éste llegó a ser tan bien conocido por su uso en casos de asesinatos familiares que pronto se le dio el apodo de «polvo de herencia». En cuanto al Verde esmeralda, Winsor y Newton dejaron de fabricar el color hacia 1970, después que un paciente del hospital psiquiátrico de alta seguridad de Broadmoor reuniera una cantidad suficiente del mismo en las clases de arte de la prisión para matarse.

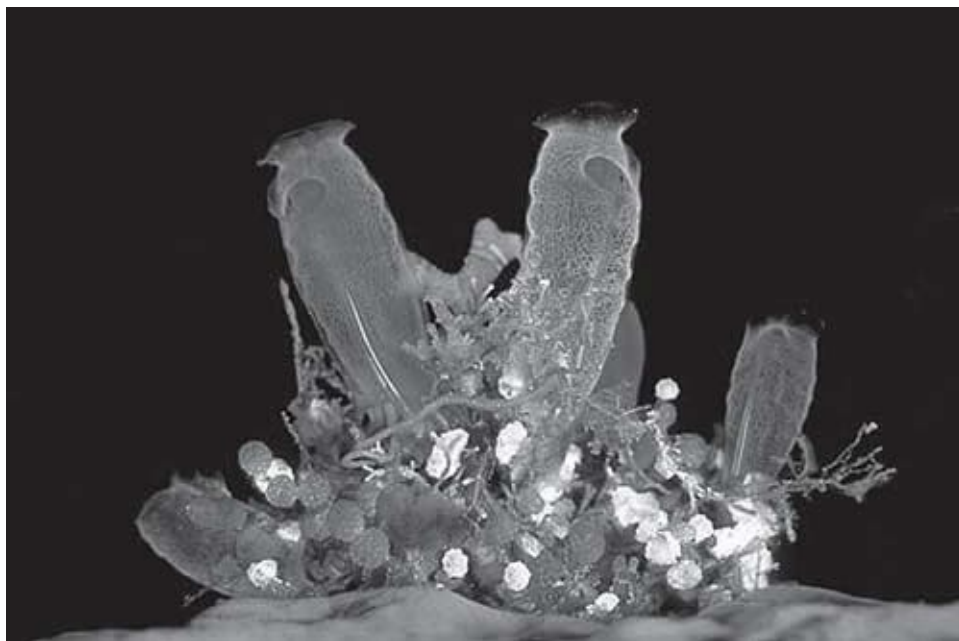
Mientras buscaba casos de muertes atribuidas a envenenamiento por arsénico, me sorprendió encontrar el relato de Mary Stannard, de New Haven, Connecticut. En 1878 fue asesinada cuando tenía veintidós años por su amante, el reverendo Herbert Hayden, cuando pareció que ella podía estar embarazada. Le administró una dosis elevada de lo que ella creía que era un tratamiento para inducir el aborto, pero que en realidad era arsénico. Después la apaleó hasta matarla y la degolló. Pero no fue este relato sangriento lo que hizo que me detuviera en la búsqueda. No, lo que me detuvo fue que Mary y Stannard son los dos nombres de pila de mi propia madre, que nació en Connecticut en 1930. ¿Acaso era una rama de mi propio árbol genealógico la que fue tan brutalmente cortada?

Antes del siglo xx, el acceso público al arsénico prácticamente no tenía restricciones. En la actualidad, el arsénico blanco se vigila más estrechamente, pero su uso en medicina es todavía generalizado: la Agencia para los Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos lo aprobó recientemente para usarlo en el tratamiento de pacientes con leucemia. En la naturaleza, el arsénico es menos fácil de conseguir, y aquí sus compuestos producen gran daño, silenciosamente. El agua potable de más de 100 millones de personas de todo el mundo puede estar contaminada con arsénico. Estudios del agua, los suelos y el arroz en grano de Bangladesh han mostrado niveles del elemento muy por encima de los límites que en Occidente se consideran seguros, que a su vez se establecieron de manera bastante arbitraria, en respuesta al escándalo público ante las muertes producidas por el papel pintado. El fenómeno es reciente, y se ha atribuido al hecho de haber pasado de pozos profundos a los llamados pozos tubulares, que se introducen en sedimentos fluviales someros. Estos pozos producen agua potable para millones de personas, pero el agua contiene arsénico lavado de yacimientos naturales río arriba. Algunos científicos creen que, como resultado, ahora es inevitable una epidemia de cáncer. No es lo que pensaba Flaubert, pero por desgracia es cierto, y a una escala mucho mayor de lo que él imaginó, que hay poblaciones que lo ingieren regularmente.

Arcos iris en la sangre

Situado imperceptiblemente entre la tienda de comestibles de Lee Chong y la posada de mala muerte Palace, uno de los diversos almacenes que John Steinbeck describe en *Cannery Row*, se halla el laboratorio de Western Biological, donde se podían comprar «los encantadores animales del mar, las esponjas, tunicados, anémonas, las estrellas, ofiuras y estrellas sol, los bivalvos, percebes, los gusanos y las conchas, los fabulosos y multiformes hermanitos, las flores vivas y móviles del mar», y mucho más.

Los recolectores de especímenes se han maravillado siempre ante las formas de vida que hay bajo el mar, que a menudo son hermosas y enigmáticas, situadas de manera incierta en la conjunción de los mundos animal, vegetal y mineral, y que sólo son entregados por el mar desde las profundidades a intervalos irregulares, por las tempestades que los hacen varar en la costa. Los ejemplos más misteriosos en la lista de Steinbeck son los tunicados, una clase de animales que incluyen las ascidias, que normalmente viven sobre el fondo del mar en coloridos grupos de organismos sacciformes. Una vez conseguí prestado un ejemplar de tunicado del Museo de Historia Natural para una exposición. Me llegó en un tanque cuadrado de grueso vidrio lleno de líquido conservante como los especímenes del Western Biological. El animal, o animales, o crecimiento (los científicos todavía no tienen claro cómo clasificar a estos seres),* era una erupción caótica de formas y colores como algún absurdo centro de mesa. Cada «bolsa» presenta su propia túnica transparente como un impermeable de plástico mientras sopla lentamente hacia adentro y hacia afuera, haciendo entrar agua con el fin de extraer de ella el alimento. Los organismos dependen para algunas funciones biológicas del grupo como un todo, pero no obstante consiguen expresar su individualidad en colores diversos: azul, verde, púrpura, rosa, amarillo y blanco.



Ascidias de mar. (Copyright © Gary Bell / OceanwideImages.com.)

En 1911, un fisiólogo alemán llamado Martin Henze, que sentía curiosidad por saber por qué adoptan estos tonos aparentemente indiscriminados, extrajo algunos tunicados de la bahía de Nápoles y se sorprendió al descubrir las extraordinarias cantidades del elemento vanadio en su sangre. Situado un lugar antes del cromo en la tabla periódica, el vanadio, como el cromo, forma compuestos que exhiben una amplia gama de colores. En estos animales, el vanadio puede encontrarse cien veces más concentrado que en el agua de mar del que extraen su alimento y, según científicos de la Universidad de Hiroshima, los tunicados pueden poseer la mayor capacidad de concentración de cualquier metal de todos los animales. Parece razonable suponer que el vanadio es recolectado para alguna finalidad, pero a pesar de señalar con precisión las células verdes, denominadas vanadocitos, en las que el elemento se concentra en la sangre, y de identificar diversas proteínas que se enlazan con él, los científicos no están seguros todavía de cuál es esa finalidad. Al principio se pensó que el vanadio podría tener una función análoga a la del hierro en nuestra propia sangre, pero esta idea se ha descartado; es posible que el elemento desempeñe un papel en el sistema inmune del animal.

Esta extraña anomalía de la naturaleza llamó la atención de funcionarios militares durante la segunda guerra mundial. El vanadio produce un acero mucho más duro que los demás metales, y por lo tanto existía una gran demanda para

usarlo en los cascos de los soldados y en las planchas de blindaje, así como en maquinaria. El Departamento de Guerra de los Estados Unidos contactó con Donald Abbott, de la Estación Marina Hopkins (el laboratorio de investigación de la Universidad de Stanford en Monterrey que Steinbeck utilizó como modelo del Western Biological), pues quería saber si se podían recolectar tunicados, o incluso cultivarlos, para conseguir el exótico metal. Los hombres del gobierno halagaron al científico diciéndole que el vanadio era necesario no para los blindajes convencionales, sino para el proyecto de alto secreto de la bomba atómica. Presumiblemente, Abbott se puso a trabajar en el problema, pero no se dijo nada más sobre el mismo. Preguntada acerca del episodio muchos años después, la viuda de Abbott, Isabella, que también era una científica de la estación, confirmó en el oscuro boletín técnico *Ascidian News*: «A Don se le hizo esta petición, pero él les demostró cuánto vanadio había en los tunicados que recolectó, y sencillamente era demasiado poco para preocuparse por ello, y tal como yo lo recuerdo, esto fue el final del asunto».¹¹⁸ Pero quizá el vanadio no era el objetivo real. Durante la guerra, «minería del vanadio» era el término utilizado en código para referirse a la búsqueda de los minerales de uranio necesarios para la bomba atómica. (Los dos elementos se encuentran juntos en algunos minerales, hecho que queda plasmado en el nombre de Uravan, en el oeste de Colorado, uno de los lugares de extracción minera en los que este subterfugio era operativo.) Puede ser que el Departamento de Guerra se planteara si también se podrían utilizar los tunicados para concentrar uranio.

El vanadio se descubrió dos veces, y en ambas ocasiones recibió el nombre en homenaje a su química multicolor. En 1801, sólo tres años después de que Nicolas-Louis Vauquelin hubiera descubierto el cromo en París, Andrés Manuel del Río, un mineralogista nacido en España de la Escuela de Minas de Ciudad de México, identificó el nuevo elemento en uno de los muchos minerales desconocidos que llegaron a su laboratorio. Encantado por los muchos colores de sus sales, lo bautizó pancromo. Un par de años más tarde, el explorador y naturalista Alexander von Humboldt visitó México y se llevó muestras del mineral para que fueran analizadas en París. Uno de los colegas de Vauquelin analizó la sustancia y declaró que no era más que cromo. Del Río aceptó su veredicto, sin que durante muchos años supiera que la ciencia francesa se había

equivocado, y que los documentos que él había enviado por separado, que hubieran proporcionado un mayor respaldo para su declaración con respecto al descubrimiento, se habían perdido en un naufragio.

El elemento no se redescubrió hasta 1831, a medio mundo de distancia y en un tipo de mineral muy distinto, por parte del sueco Nils Sefström, que le dio el nombre con el que lo conocemos en la actualidad. Sefström era el director de las minas de Falun, a 200 kilómetros al noroeste de Estocolmo. Anteriormente había trabajado como ayudante de Jöns Jacob Berzelius, uno de los mayores personajes de la historia de la ciencia, y que, como veremos más adelante, desempeñó su propio y desproporcionado papel en el descubrimiento del elemento. Fue Berzelius quien eligió el nombre de vanadio, de Vanadis, un nombre alternativo de la diosa Freya, que aparece en algunos de los *eddas* noruegos. Vanadis (la *dis* de los Vanir, es decir, la «dama de la gente hermosa») es la diosa del amor, la belleza y la fertilidad. Excepto cuando, desnuda, se halla implicada en alguna seducción, que es frecuentemente, aparece ataviada de colores y rutilante de joyas. Su posesión más preciada es Brisingamen, el collar de los Brising, que se representa mediante la orfebrería más refinada y a menudo está tachonado con piedras preciosas refulgentes. Cuando llora, sus lágrimas son de oro rojo si caen sobre terreno sólido, y de ámbar si caen en el mar.

El mineral del vanadio (una ganga con un rendimiento impredecible de hierro que a veces resultaba fuerte, pero a veces quebradizo) había sido durante un cierto tiempo un enigma para Berzelius. En 1823 fue examinado por el alemán Friedrich Wöhler, el más famoso de los muchos químicos que se abrió camino hasta el laboratorio de Berzelius. Posteriormente, Wöhler se convirtió en la primera persona que sintetizaría una sustancia que se encuentra en los organismos vivos (la urea, un producto final sencillo de la descomposición de las proteínas) a partir de precursores exclusivamente minerales, con lo que demostró que la química era universal en todos los ámbitos animados e inanimados. Pero en esta ocasión no hubo revelación. Cuando Sefström realizó finalmente su descubrimiento, Berzelius escribió a Wöhler con su propio pequeño *edda* en prosa:

Hace mucho tiempo vivía en el lejano Norte la diosa Vanadis, bella y cautivadora. Un día alguien llamó a su puerta. La diosa estaba tranquilamente sentada y pensó: «Dejaré que llame otra vez», pero la segunda llamada no llegó, y el hombre que había llamado, simplemente, se marchó. La diosa sentía curiosidad por saber quién era tan indiferente a ser admitido, y se dirigió a la ventana para ver al visitante que se marchaba. «¡Ajá! —se dijo la diosa—, es este bribón de Wöhler. Le está bien

empleado; si hubiera sido un poco más persistente, le habría dejado entrar. Pero ni siquiera ha mirado por la ventana al pasar.» Unos días después hubo otra llamada a la puerta. Entró Sefström, y de este encuentro nació el vanadio.¹¹⁹

El nombre de un elemento puede conferir una especie de inmortalidad. Para empezar, el desdichado Del Río sería hoy mejor conocido si una propuesta rival para denominar rionio a su descubrimiento hubiera obtenido más apoyo. Pero incluso los dioses tienen las de ganar por su asociación con la química. «Al bautizar a los elementos, Berzelius dio nueva vida a los personajes de la mitología escandinava», según uno de sus biógrafos. «El torio y el vanadio seguirán en la tabla periódica mucho después que Thor y Vanadis y los demás dioses de los vikingos se hayan olvidado.»¹²⁰

Conservados en la colección del Museo Berzelius de Estocolmo hay unas tres docenas de tubos de ensayo con las diversas sales de vanadio que el sueco pudo preparar. Los colores incluyen el azul turquesa brillante y el azul cielo pálido, el anaranjado, rojo oscuro, castaño y tostado, varios ocre, un verde fangoso y el negro: muchos de los tonos que se encuentran en los tunicados.

Triturando esmeraldas

La belleza surge de la necesidad. Porque aunque disfracemos la verdad con teorías estéticas fantásticas, estamos biológicamente programados para apreciar el color y el brillo reflejado del Sol para nuestra supervivencia. Estas cosas son señales de frutos maduros en los árboles y del centelleo de agua dulce. No es extraño que Vanadis llamara a sus hijas (con lo que ahora nos parece una modernidad *new age* que nos hace dar un respingo) Hnoss (Joya) y Gersemi (Tesoro), reflejando estas dos propiedades tan codiciadas en el norte nublado y oscuro: el colorido y el brillo.

Valorados por encima de todo son los hallazgos o los artefactos que unen las dos cualidades, tales como las piedras preciosas pulidas y, desde luego, el metal amarillo reluciente, el oro. Estos deseos conjuntos se reflejan en nuestro lenguaje.* El término inglés *gleam*** surge de una raíz indoeuropea, *ghlei-*, *ghlo-* o *ghel-*, que significa «relucir, brillar o resplandecer», que también es el origen del término *yellow****. Hay un sorprendente número de palabras que describen la luz que llega en destellos brillantes que comparten esta raíz (*glint*, *glitter*, *glimmer*, *glisten*, *glitz*, *glance* y *gloss* entre ellas, así como afines tales como *glad* y *gloat*,**** que revelan nuestra inversión emocional en objetos que poseen dicha propiedad). *Glass*, al igual que *glare*,* proceden del anglosajón *glær*, que significa ámbar, otra sustancia amarilla brillante que se encuentra en la naturaleza y uno de los adornos habituales de la diosa Vanadis.

El orfebre vikingo une el destello metálico y el color del cristal cuando engarza una piedra: Brisingamen es descrito como «filigrana con figuras de gemas» en *Beowulf*. Pero lo que el orfebre no puede saber es que tanto el metal como la joya pueden tener el mismo origen elemental. Vauquelin había descubierto el brillante cromo por accidente en un espécimen humilde, aunque raro, de carbonato de plomo rojo procedente de Siberia. Junto con otros científicos de la época, estaba muy interesado por saber qué es lo que confería a las piedras preciosas sus colores característicos. En la extensa enciclopedia química que produjo con su mentor, Antoine-François de Fourcroy, entre 1786 y 1815, Vauquelin reconocía que el rubí era «la más estimada de las piedras

preciosas», y señalaba que los berilos, una clase de gema que reconoció que incluye las esmeraldas, aparecían en colores que recorrían toda la gama, desde el azul-verde hasta el «amarillo bermejo de la miel»; «las mejores esmeraldas proceden del Perú», añadía.¹²¹

Poco después de su descubrimiento del cromo, Vauquelin, que acababa de ascender a aquilatador oficial de metales preciosos, se encontraría triturando una esmeralda peruana con una mano de almirez y un mortero y disolviendo su polvo en ácido nítrico en un intento de destejer el arco iris del joyero. Pudo convertir el residuo en la misma sustancia que había obtenido del mineral siberiano, con lo que demostró que el agente colorante en la esmeralda era el cromo. Se dispuso a demostrar que el rojo del rubí también se debía al cromo. Análisis más exhaustivos que sólo fueron posibles más de un siglo después explicaron finalmente por qué estas gemas han sido muy apreciadas desde hace mucho tiempo. El rojo oscuro de los rubíes y el límpido verde de las esmeraldas es sólo la mitad de la historia: el cromo de ambas piedras también fluoresce con luz roja, de manera que parece que las piedras titilan con un fuego interior.

Si el mismo metal contaminante, el cromo, podía ser responsable de dos colores tan brillantes y contrastantes, ello sugería que había algo que valía la pena investigar acerca de la matriz básica de los cristales de rubíes y berilos en los que el cromo estaba encerrado y que podría explicar esta diferencia espectacular. Vauquelin volvió a analizar los berilos en más detalle, y descubrió que estaban constituidos por diversos minerales básicos. El constituyente principal era la sílice, o dióxido de silicio, como en la arena, el cuarzo y la amatista. La alúmina formaba buena parte del resto. Esta forma cristalina del óxido de aluminio es el principal ingrediente del corindón, del que están hechos rubíes y zafiros. Pero también había, ahora se dio cuenta Vauquelin, un nuevo óxido que no había sido detectado anteriormente debido a su normal semejanza con los demás. Sin embargo, aislado y purificado, este óxido poseía ciertamente una propiedad excepcional. Era dulce al gusto, y por esta razón Vauquelin lo llamó «glucina». Al nuevo elemento metálico que él sabía que tenía que contener lo denominó «glucino», aunque nadie fue capaz de producirlo durante otros treinta años. (El zirconio, otro elemento nuevo, descubierto de una forma bastante parecida en piedras de jergón, o zircón, en 1789 por Martin Klaproth, un amigo alemán de Vauquelin, pasó también por una prolongada cuarentena, y no fue aislado hasta

1824, por Berzelius.) Posteriormente se descubrió que la glucina no era el único compuesto metálico de sabor dulce, y fue rebautizada como berilia, y su elemento asociado como berilio.

Para aquellos que buscaban riquezas, las noticias de estos experimentos tuvieron que suponer una frustración. Se demostraba que incluso las piedras más preciosas no contenían ninguna esencia preciosa, como seguramente los investigadores de mentalidad más alquímica habían esperado que ocurriera. A diferencia de los minerales sucios, de los que se podía extraer metal reluciente, estos cristales perdían todo su valor cuando eran procesados en el laboratorio. Sólo dos años antes de los experimentos de Vauquelin con esmeraldas y rubíes, el químico inglés Smithson Tennant había quemado un diamante hasta que no quedó nada, con lo que demostraba que estaba constituido por algo tan poco exótico como el carbono.

Pero los químicos modernos tuvieron su recompensa: Vauquelin tuvo su cromo y su berilio, Sefström y Berzelius su vanadio, Klaproth su zirconio. Su trabajo clarificó muchas confusiones en el negocio de las joyas. Los relatos de artefactos preciosos que exploradores excitables habían visto en países remotos podían someterse ahora a un examen más escéptico. Por ejemplo, se hizo evidente que muchas piedras presentadas como esmeraldas eran demasiado grandes para ser verdaderas gemas, y que el término se empleaba simplemente como un símil admirativo para todo tipo de objetos verdes que en realidad estaban hechos de jade o incluso de vidrio. En la actualidad, cuando se han hecho muchos avances en la fabricación de piedras artificiales, el término «gema» se reserva por lo general para los ejemplares naturales. La clasificación en función del color es más problemática. Puesto que el color de las piedras preciosas surge de impurezas que hay en ellas, no existe una definición rigurosa de qué es lo que las hace una esmeralda o un rubí. Un berilo es, por lo tanto y simplemente, una piedra demasiado pálida para que reciba el nombre de esmeralda en una escala arbitraria de color verde.

El comercio colonial creciente con países ricos en estos minerales, como Birmania y Colombia, junto con las técnicas de corte mecanizado, contribuyeron a que las joyas de colores aumentaran en popularidad a lo largo del siglo XIX. Las joyas eran cautivadoramente ambivalentes en una época en la que la severidad moral tenía su contrapunto en la suntuosidad de los aderezos. Sólo las mujeres virtuosas y la sabiduría son más raras que los rubíes, según la Biblia.* Llevar joyas era una indicación de virtud, pero también de seducción. Las

propias piedras son naturalmente bellas, pero hay perversidad en el arte con que son cortadas, y no resulta muy sorprendente ver que Mefistófeles le ofrece a Margarita un tentador cofre de joyas en el *Fausto* de Goethe. La famosa «canción de las joyas» en la versión operística de la narración, de Gounod, amplifica esta transacción pues la casta heroína se imagina transformada en una princesa mundana; en la traviesa parodia del aria en *Candide*, de Bernstein, Cunégonde reflexiona de manera sarcástica que si ella no es pura, al menos lo son sus joyas.

La imputación de pureza es sin duda una de las razones por las que Ruby y Beryl* se convirtieron en nombres propios populares en la época victoriana, y sólo dejaron de serlo en la década de 1930. En la actualidad, Ruby puede estar experimentando un renacimiento, pero hay que buscar un poco más para encontrar otros nombres inspirados en gemas: Esmeralda está ahora de moda para las chicas, Jasper** para los chicos.

La difusión de las piedras preciosas como artículos de consumo de lujo ha promovido alusiones más informadas en la literatura. Las esmeraldas a las que se refería Edmund Spenser en *The Faerie Queene*, o las del *Paraíso perdido* de Milton, podían ser cualquier gema verde, al ser su color preciso menos importante que su rareza general. Pero nos imaginamos que la Ciudad Esmeralda, de la fábula de L. Frank Baum *El maravilloso mago de Oz*, de 1900, está realmente construida de esta piedra preciosa. Y aquí el color puede ser importante. Los economistas académicos, que se distraen fácilmente, han interpretado la historia como una alegoría de la política monetaria de los Estados Unidos al final del siglo XIX: el camino de ladrillos amarillos representa el patrón oro que conduce hasta la Ciudad Esmeralda, el color del dólar de papel, gobernado por el inútil mago, que es el presidente Grover Cleveland. Para su mensaje, la alegoría depende del hecho de que Dorothy lleva zapatillas de plata, que se convierten en el símbolo del movimiento popular «plata libre» que presionaba para que la casa de la moneda de los Estados Unidos acuñara monedas de plata negociables (de la misma manera que ya lo era el oro) después del descubrimiento de nuevos yacimientos en el Oeste norteamericano. Al haber pasado desapercibido este aspecto cuando el libro se publicó por primera vez y el tema era conocido, este divertido aspecto velado quedó después completamente oculto en la legendaria versión fílmica del cuento que se hizo en 1939. Para entonces, el subtexto era tecnológico y no económico: es conocido

que a Dorothy se le dieron zapatillas de rubíes para celebrar el procesado en Technicolor en que se rodó parte de la película. La «pantalla de plata» había muerto.

La luz carmesí del neón

Imagine el lector que encuentra el proverbial cuadro en el ático. Lo lleva a que lo examinen y le aseguran que es un original, de hecho una obra de arte y, más aún, que es la obra de un pintor completamente desconocido para el mundo del arte. Naturalmente, el lector volvería al ático para ver qué otra cosa puede encontrar. Y, entre el polvo, descubre otro cuadro, y después otros varios; de hecho, toda una obra completa de un gran maestro cuya existencia nadie conocía.

Esto es lo que le ocurrió a William Ramsay, profesor de química en el University College de Londres, quien descubrió cinco nuevos elementos químicos a lo largo de la década de 1890. Estos nuevos elementos tienen un fuerte parecido familiar: todos son gases, todos son incoloros e inodoros, todos ellos son notablemente no reactivos. Se ganaron el nombre de gases nobles o inertes, y la mayoría de los químicos los encontraron aburridos. En la actualidad, sin embargo, es su indolencia lo que los hace útiles para nosotros, sobre todo para la iluminación: cuando se los somete a una excitación eléctrica, lucen de manera brillante, al tiempo que permanecen inalterados desde el punto de vista químico.

Ramsay hizo el primero de estos descubrimientos en 1894, mientras trabajaba con lord Rayleigh en el Laboratorio Cavendish en Cambridge. Rayleigh había descubierto que el nitrógeno obtenido de minerales por medios químicos era misteriosamente más ligero que el nitrógeno que quedaba en el aire después de quemar todo el oxígeno. Ramsay resolvió el enigma quemando virutas de magnesio en el nitrógeno atmosférico. La mayor parte del gas se combinaba con el metal reactivo. Pero quedaba una pequeña parte, y su luz espectral cuando se la excitaba hasta que brillaba no correspondía a ninguna sustancia conocida. Rayleigh y Ramsay anunciaron su descubrimiento de un nuevo elemento, al que denominaron argón; «un cuerpo asombrosamente indiferente», escribieron.¹²² Puesto que el argón es más pesado que el nitrógeno, la presencia de un uno por ciento del mismo en el aire había hecho que el nitrógeno atmosférico pareciera una fracción más pesado que el nitrógeno

producido químicamente. En una cena en la facultad, el poeta A. E. Housman propuso el brindis «argón» y pidió a todos los reunidos: «Bebed en honor al gas». ¹²³

Ramsay se excitó al pensar que el argón podría ser el primero de un grupo de elementos que formarían una nueva columna en la tabla periódica. En 1895, un geoquímico norteamericano escribió a Ramsay que había obtenido un gas inerte al calentar una muestra de mineral. Ramsay quería saber si también se trataba de argón. Intentó obtener muestras comparables, incluso solicitando al Museo Británico especímenes de un mineral de uranio que tenía un aspecto prometedor (le fueron denegados). Pronto Ramsay había repetido el experimento del norteamericano y examinado el espectro del gas que surgía. Pero las líneas espectrales no correspondían al argón. Indicaban algo todavía más inesperado, que encajaba con líneas que se habían observado previamente en la luz del sol. Esta vez, Ramsay había confirmado la existencia terrestre del elemento gaseoso helio.

Ramsay pasó los tres años siguientes intentando obtener más elementos gaseosos de minerales. El día en que el nuevo elemento aparecería se convirtió en un chiste de laboratorio, pero dicho día no llegaba nunca. En mayo de 1898, Ramsay y su ayudante, Morris Travers, intentaron una nueva aproximación, aprovechando los nuevos logros tecnológicos que permitían licuar los gases en grandes cantidades. Puesto que el argón es relativamente abundante en el aire, razonaron que otros gases igualmente no reactivos podían también hallarse a nuestro alrededor. Obtuvieron cinco litros de aire líquido y lo hirvieron cuidadosamente hasta que sólo quedó un pequeño residuo. De nuevo, el análisis de dicho residuo reveló nuevas líneas espectrales. Resultaron ser debidas a un gas denso que Ramsay y Travers llamaron kriptón, un nombre que primero habían considerado para el argón. (Kriptón significa «oculto», argón significa «perezoso»; en lo que respecta a la química de los gases, ésta es poco más o menos lo mismo, pero puesto que el kriptón es más raro que el argón, era una buena elección.) Ramsay telegrafió a su mujer, que estaba en Escocia, con noticias del descubrimiento. «Cada vez que me voy consigues un nuevo elemento», le contestó ella, con una fe en las capacidades de su esposo claramente superior a la de sus colegas. ¹²⁴

Después de haber confirmado su intuición básica, Ramsay y Travers ampliaron su experimento por un factor de mil, empezando no con el aire licuado, sino con argón líquido. A pesar de las burlas de los rivales y los

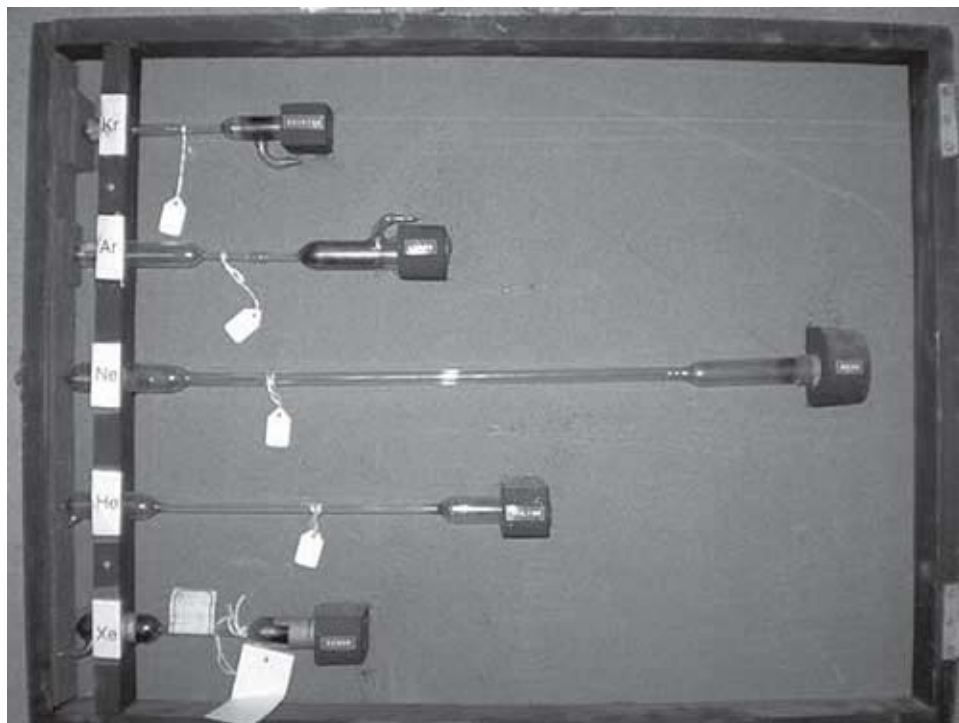
escépticos, Ramsay estaba seguro del éxito. Quien quisiera ganarles por la mano tendría primero que llenar varios cubos de argón, lo que en sí mismo no era poca cosa. En una serie de cuidadosas evaporaciones, la pareja detectó esta vez un gas ligero que hervía antes que el argón. En junio, Ramsay anunció este último descubrimiento. Willie, el hijo de trece años de Ramsay, sugirió astutamente el nombre para el nuevo elemento: novo, una idea que su padre aceptó de inmediato, al menos en esencia: «neón» refleja simplemente la convención de utilizar raíces griegas en lugar de raíces latinas a la hora de denominar elementos.

De nuevo, Ramsay y Travers confirmaron su hallazgo mediante el empleo de un espectrómetro. Al hacer pasar un potencial eléctrico por un volumen del gas, quedaron embelesados al ver un brillo distintivo nuevo. Travers no sólo era un ayudante de laboratorio capaz; también se convirtió en el biógrafo de Ramsay, y no fue tan modesto como para no incluirse como un personaje de la narración, que se presenta en tercera persona. Su narración de aquel día figura seguramente como uno de los mejores relatos del momento espectacular del descubrimiento:

Quando Ramsay accionó el conmutador de la bobina de inducción, él y Travers tomaron sendos prismas de visión directa, que siempre estaban a mano en la poyata, con la esperanza de ver en el espectro de gas en el tubo algunas líneas muy distintivas, o grupos de líneas. Pero no tuvieron necesidad de utilizar los prismas, porque el destello de luz carmesí que salía del tubo, totalmente inesperada, los tuvo fascinados durante algunos momentos.¹²⁵

Empezando de nuevo con neón y kriptón líquidos, encontraron otro gas noble, xenón, «el extraño». Al basarse las pruebas de la singularidad de estos elementos únicamente en sus espectros (no había propiedades físicas medidas ni reacciones químicas observadas), no es sorprendente que Ramsay tuviera sus detractores, especialmente porque en ocasiones había adoptado la costumbre de anunciar sus descubrimientos antes de hacerlos realmente. Entre los que dudaban no era el menor Dmitri Mendeléyev, que en 1895 había declarado que el argón no encajaba en su tabla periódica, de manera que tenía que ser una forma pesada de nitrógeno. Los científicos ingleses pasaron los dos años siguientes purificando muestras de sus nuevos elementos con el fin de demostrar su existencia de una vez por todas. En 1900, finalmente, los escépticos se persuadieron. Hacia el final de aquel año, Ramsay dio una conferencia importante que resumía sus experimentos y que después se publicó en las

Philosophical Transactions of the Royal Society, encabezada con una cita de *Religio Medici*, de sir Thomas Browne: «*Natura nihil agit frustra* es el único axioma incontestable en filosofía. En la naturaleza no hay cosas grotescas; ni nada concebido para llenar los cánones vacíos, ni los espacios innecesarios». Ramsay había llenado cinco espacios en la tabla periódica, y unos años más tarde se le concedió el premio Nobel de Química; para entonces, otros habían descubierto el gas radiactivo radón, que completaba la lista de los gases nobles.



Tubos de descarga de gas de William Ramsay. (Fotografía del autor.)

El laboratorio de Ramsay en el University College ya no existe, pero se han conservado muchos de los tubos de descarga de gases que utilizó para demostrar su radiación colorida. Alwyn Davies, un químico orgánico que no obstante ha desarrollado un entusiasmo por la obra de Ramsay, me conduce hasta un corredor de bovedilla poco atractivo y abre algunos cajones. Dentro están los tubos de cristal en forma de pesas de gimnasia y de longitudes diversas que el propio Ramsay sopló, etiquetados en función de los gases que contienen. En el interior del vidrio hay depósitos ahumados del vapor de los electrodos de platino, la única señal de desgaste. Algunos de los tubos, me asegura, todavía funcionan.

Todo elemento es nuevo en el momento de su descubrimiento, de modo que podría merecer el nombre de neón. Pero la «luz carmesí» de Travers cumpliría su destino de una manera más completa de lo que nadie pudo haber previsto en el paso de un siglo al otro.

Ya en 1902, el inventor francés Georges Claude empezó a experimentar con descargas eléctricas dentro de tubos sellados de neón. El 11 de diciembre de 1910 demostró la primera lámpara comercial de neón a los visitantes de la feria del motor de París. La innovación de Claude iba a asegurar que el neón del interior del tubo, químicamente inerte, permaneciera puro, no contaminado por gases más reactivos como el nitrógeno que podrían corroer los electrodos y reducir la luminosidad de la descarga. La brillante luz roja era llamativa, pero se juzgó que tenía un atractivo limitado para la iluminación doméstica, y desde luego se descartó para su uso en los automóviles debido al equipo de alto voltaje necesario para generarla. Sin embargo, era perfecta para los anuncios: la actividad con la que ha estado asociada indeleblemente desde entonces. La luz de neón lucía de forma brillante incluso en días soleados y podía penetrar el humo de las ciudades, lo que hacía que las señales fueran visibles desde muy lejos. Sin fuente de luz aparente (no había material que quemara, no había filamento incandescente, simplemente un resplandor de vapor que flotaba), el neón poseía una cualidad mágica. Se lo conoce como «fuego líquido».

Claude pudo hacer sus tubos de neón más grandes y más brillantes al añadir sustancias tales como dióxido de carbono y utilizando un bombeo constante para mantener la presión de vapor correcta. Además, los tubos eran esencialmente permanentes; podían fabricarse lejos, llenarse de gas y después ser transportados a un edificio donde simplemente eran fijados, se conectaban a la corriente eléctrica y se dejaba que funcionaran. El primer anuncio de neón del mundo empezó emitiendo la palabra CINZANO a los paseantes de los Campos Elíseos en 1913, el mismo año que *La consagración de la primavera* de Stravinsky se estrenó con gran alboroto muy cerca, y que el cronista musical del progreso tecnológico, Erik Satie, escribió una breve composición para piano, «Sur une lanterne»,* cuya letra opcional rogaba a las nuevas luces de la ciudad: «*N'allumez pas encore. Vous avez le temps...*» («No os encendáis todavía. Tenéis tiempo...»).

Pero la modernidad atraía, y las luces se encendieron sin demora. Claude prosperó, obtuvo patentes extranjeras y consiguió un virtual monopolio en tubos de neón. Los anuncios de neón llegaron a los Estados Unidos en 1923, cuando el

magnate de los medios y empresario Earle C. Anthony adquirió a la compañía Claude Néon de Francia, por la suma anunciada de 2.400 dólares, un par de rótulos «Packard» para su tienda de venta de automóviles de Los Ángeles.

Bautizado al principio por su propia novedad, el neón se convirtió en la señal de lo nuevo. El frío calor rojo del neón puro se complementó pronto con otros colores producidos mediante diferentes mezclas de gases. Los tubos llenos de argón brillaban con un azul pálido. Si se añadía un poco de mercurio se producía una brillante luz blanca. Si se empleaban tubos hechos de vidrio de colores se completaba el arco iris eléctrico. El «neón», en todos sus tonos, se hallaba curiosamente en armonía con los tiempos. París y Nueva York eran quizá las dos ciudades con reclamaban mayormente la atención del mundo en la primera parte del siglo xx, y ambas sacaron buen partido del nuevo material. El artista Fernand Léger, que trabajaba en París cuando se levantó allí el primer anuncio de Claude, se sintió excitado posteriormente por los reflejos siempre cambiantes de los colores primarios en las caras de Nueva York producidos por los anuncios de Broadway. El auge del *art déco*, lanzado en la Exposición de París de 1925, coincidió con una proliferación de automóviles y con la expansión de las ciudades y de sus nuevos suburbios, cada uno de los cuales desarrollaba sus propias formas de vida nocturna. No era simplemente el énfasis del reluciente nuevo estilo en el brillo superficial lo que hacía que encajara bien con esta nueva tecnología. Con una marea creciente de consumidores en busca de diversión después de anochecer, era inevitable que el neón se convirtiera en un rasgo característico no sólo de los distritos de diversión de las principales ciudades, sino también de localidades de temporada, desde Miami a Le Touquet, de cuyos nuevos restaurantes, bares y edificios de apartamentos brotaban anuncios de neón y a veces incluso estaban perfilados en neón para que la arquitectura moderna destacara.

Sin embargo, lo que excitaba a Léger causaba distracción en otros. En *El difunto George Apley*, de John P. Marquand, que es el diario de un don nadie bostoniano, el típico ciudadano pretencioso de Boston, un hombre desconcertado por todas las cosas modernas, queda pasmado en una visita a Broadway, donde ve nuevos anuncios eléctricos que se mueven «en pautas nerviosas». Únicamente de Manhattan cabe esperar tales horrores. Pero cuando un anuncio iluminado similar aparece en Boston, emprende una campaña quijotesca e ineficaz contra él: «y tampoco se debió a la indiferencia de Apley que un gran anuncio eléctrico, que da publicidad a una determinada variedad barata de automóvil, todavía se

leve insolente sobre el Boston Common.* Apley llamó justamente a este anuncio, hasta el fin de sus días, ‘Nuestra insignia de vergüenza’». Marquand está haciendo aquí una conexión con insignias de vergüenza más literales, específicamente la costumbre de la Nueva Inglaterra de la primera época de marcar a las adúlteras con una letra A roja, la «letra escarlata» de la novela de Nathaniel Hawthorne. Las rojas luces de neón sugieren que la ciudad se prostituye a los intereses comerciales... y a otros peores. Anuncian los bazares globalizados de Piccadilly Circus y Times Square, pero también los placeres más decadentes de Pigalle y la Reeperbahn. Aunque en realidad los «barrios de luces rojas» son anteriores, por unos pocos años, a la iluminación con neón, la asociación de colores es no obstante desafortunada para el neón, y puede ser una razón adicional por la que su luz se consideró inadecuada para el ambiente doméstico. Para los que quieran leerla, el neón proporciona la escritura luminosa en la pared de nuestra Babilonia eléctrica.

El neón encontró su papel no sólo en las ciudades mundanas. Con la pavimentación y la numeración de las autopistas nacionales norteamericanas en la década de 1920, las estaciones de servicio, los moteles y los restaurantes establecidos a lo largo de las mismas obtuvieron una prominencia vital gracias al neón. Más brillantes que otras luces, los anuncios de neón se veían desde distancias mayores, especialmente en las grandes extensiones del Oeste y en la clara noche del desierto. Y si la luz era visible a mayores distancias, entonces las letras tenían que ser mayores para que el mensaje pudiera leerse desde lejos. Los rótulos a lo largo de las carreteras se diseñaron para que pudieran verse a dos kilómetros de distancia, y después se pasaba a su lado corriendo quizá a ciento diez.

Pero tanto en las comunidades rurales como en las ciudades, el brillo novedoso del neón podía ser una señal de corrupción. En *La Biblia de neón*, de John Kennedy Toole, el rótulo de la iglesia que ilustra la Biblia «con sus páginas amarillas y letras rojas y una gran cruz azul en el centro» emite una luz cegadora que simboliza el poder opresivo del predicador de Mississippi que acosa a la familia del muchacho que es el narrador, «cristianos apóstatas», hasta la muerte y el exilio.

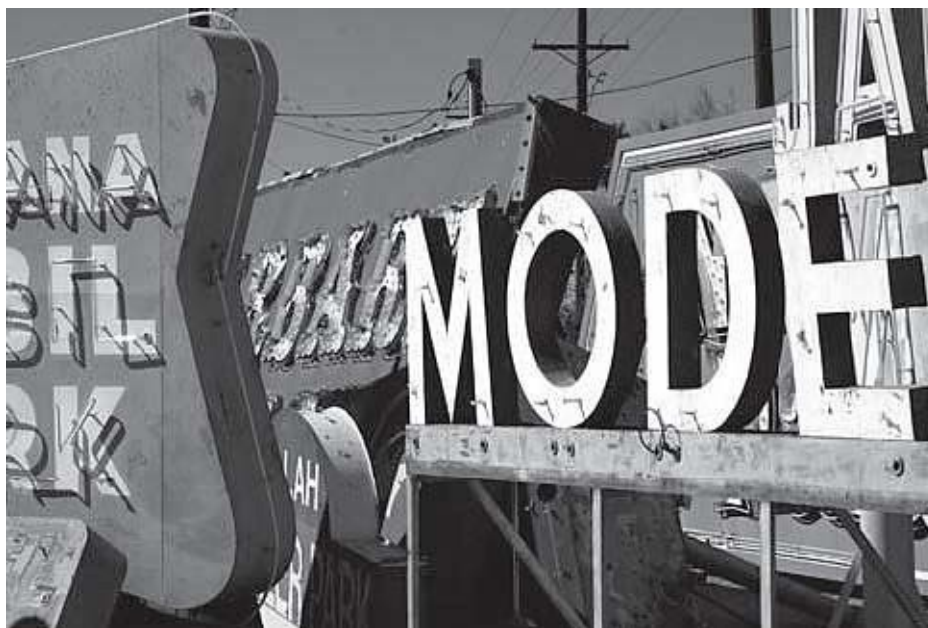


Bones, Taller de Fiona Banner, 2007: interrogante. (Una de las partes de neón de un total de diez doblada por la artista, plantillas de papel, abrazaderas, alambre y transformadores, cada una de 70 × 100 cm. Fotografía del autor de la instalación del taller.)

La trascendencia flotante de la luz de neón ha tentado a los artistas a producir sus propios glifos luminosos. A menudo, éstos suelen alterar la forma familiar de los rótulos de anuncios para proclamar mensajes más elípticos. La diversión consiste en adaptar un medio que consiste ante todo en la gratificación inmediata para decir algo lento o misterioso. Para la mayoría, el arte concreto de producir las señales es irrelevante. Pero Fiona Banner fabrica su propio material de vidrio, un procedimiento manual que la conecta con los primeros de estos tubos que se hicieron, los del laboratorio de Ramsay. «El neón vende mejor las señales para el “ahora”», me explica. «Los deseos inmediatos: sexo, kebabs, filmes.» Pero la cualidad descarnada de la luz también presenta recuerdos intemporales de vidrio emplomado y del propio cielo, lo que hace de ella a la vez «un objeto seductor retinal y cultural. Cuando está encendida, la luz (su fisicalidad) está escondida en su propia luz, el objeto desaparece con el fin de ser legible. Es una manera de poder decir algo (una palabra) sin ninguna voz». La obra reciente de Banner desmenuza este lenguaje. *Every Word Unmade* es un conjunto de veintiséis señales de neón separadas, una para cada letra del alfabeto, los ingredientes esenciales de mensajes urgentes que todavía no han

sido compuestos. Una obra llamada *Bones*, entre tanto, da vida a los signos de puntuación que siempre se dejan fuera de los anuncios comerciales de neón. Para Banner, las marcas resplandecientes, con formas que parecen armas primitivas encontradas en un yacimiento arqueológico, acumulan significados nuevos y profundos.

En ningún otro lugar la súplica de soledad del neón y su descuidado encanto urbano casan más efectivamente que en Las Vegas. Incorporada como ciudad en 1911, cuando su población apenas contaba con 800 personas, Las Vegas empezó a crecer realmente en 1931, cuando se inició la construcción en la cercana presa Hoover; el juego se hizo legal aquel mismo año. Desde entonces, la población se ha más que duplicado en cada década, y en la actualidad se acerca a los dos millones de habitantes. El lugar tuvo un carácter chillón ya desde los inicios. El primer haz de neón en el desierto se erigió en 1929 en lo que entonces se llamaba todavía apropiadamente el Café Oasis, y fue seguido por la torre *art déco* del Las Vegas Club en 1930, y después por un desfile de hoteles, clubs y casinos. Fueron los rótulos («Caesars Palace», «Golden Nugget», «Stardust», «Flamingo») los que definieron la principal avenida comercial de la ciudad, conocida como The Strip.* Al ser el terreno barato y las perspectivas extensas, los rótulos solían ser mayores que los edificios desparramados que anunciaban. Pero el tamaño nunca sería suficiente en este ambiente tan competitivo. Se encargaron diseños cada vez más imaginativos, con colores destellantes y gráficos animados de, pongamos por caso, vino escanciado en un vaso o cerveza saliendo espumosa de una jarra (aunque rara vez de monedas cayendo en manos ansiosas). Los dinosaurios que son conducidos a la extinción en este desfile incesante de selección natural se conservan en el «Cementerio del neón» de la ciudad.



«Cementerio del neón», Las Vegas. (Cortesía del Neon Museum, Las Vegas, NV.)

La luz incesante es demasiado para Raoul Duke y su abogado en *Miedo y asco en Las Vegas*, de Hunter S. Thompson. Cuando se registran en un hotel, encuentran que directamente fuera de su ventana hay «un cierto tipo de serpiente eléctrica... que se dirigía directamente hacia nosotros.

»'¡Dispárale!', dijo mi abogado.

»'Todavía no', dije. 'Quiero estudiar sus costumbres'».

Pero el abogado de Duke, sensatamente, cierra las cortinas.

Dos que sí que estudiaron sus costumbres fueron los teóricos de la arquitectura Robert Venturi y Denise Scott Brown. Siguiendo a Ed Ruscha y a los artistas pop, que fueron los primeros en reconsiderar la estética de la avenida comercial, decidieron hacer de Las Vegas «nuestra Florencia». (Tom Wolfe ya la había comparado a Versalles.) Venturi y Scott Brown señalaron que en muchos casos, la luz *era* la arquitectura. Los edificios no están iluminados con gusto como hitos históricos; ellos mismos son luz. Se les confieren perfiles luminosos, y cada superficie se convierte en una señal iluminada para algo, ya se trate de casinos o de «capillas de matrimonio convertidas a partir de bungalows a los que se añaden campanarios revestidos de neón».¹²⁶ En su defensa entusiasta de todo lo que sea vernáculo de Las Vegas, la única cosa que a los arquitectos no les gustaba de la iluminación era su tendencia a producir «grandes problemas con

los bichos». Su repulsión pudo haber sido algo más que únicamente física: quizá vieron en los insectos atraídos por la luz una metáfora de nuestra propia atracción impotente por las tentaciones del neón.

Pero lo que es un fastidio para algunos es una oportunidad para un lepidopterólogo serio, como el joven Vladimir Nabokov, que una vez «capturó unas polillas muy buenas en las luces de neón de una gasolinera entre Dallas y Fort Worth».¹²⁷ La de Nabokov era mucho más que una afición de la infancia, y en este mismo viaje transcontinental en automóvil también descubrió una nueva especie de mariposa, a la que denominó *Neonympha dorothea*, por la estudiante que conducía el coche. A Nabokov, este maestro de los juegos de palabras, debió encantarle que la nomenclatura linneana de su hallazgo pudiera también incorporar el nombre de la luz por la que se encontró.

La imagen de insectos revoloteando alrededor de un rótulo de neón fue una que el autor empleó mucho más tarde en *Lolita*, su notable novela acerca de la persecución sexual que hace un escritor parisino *émigré*, Humbert Humbert, a una nínfula de doce años. Las últimas secciones del libro describen un viaje en automóvil por los Estados Unidos, interrumpido por moteles, gasolineras y chocolatinas. A un determinado nivel, el relato explica claramente el amor obsesivo de la vieja Europa (Humbert) por la nueva Norteamérica (Lolita), pero es una Norteamérica de la década de 1950, iluminada por el neón, que resulta ser mucho menos inocente de lo que parece; porque Humbert se sorprende al descubrir, cuando empiezan el viaje juntos, que su cautiva Lolita ya ha sido corrompida. Finalmente, Humbert decide liberar a Lolita para que siga su propia vida, y él se consuela con el asesinato de uno de los demás seductores de la niña. Se va en coche de la escena del crimen con el acompañamiento de «letras de luz rojas de jerez» y el rótulo de un restaurante en la forma de una cafetera que repetidamente estallaba en «vida esmeralda».

Los ojos de Jezabel

El Antiguo Testamento está repleto de señoras pintadas. «Si te vistes de púrpura, te adornas con joyas de oro, te rasgas los ojos con los afeites, en vano te acicalarás», advierte el Señor a las hijas de Sión (Jeremías 4:30). Las hermanas Oholá y Oholibá son juzgadas por su lascivia al llevar a sus camas «jóvenes codiciables» de Asiria, Egipto y Babilonia. Los hombres no pudieron hacer otra cosa, desde luego: «Pues venían ellos como quien viene a la ramera», tentados por su aspecto seductor, sus joyas, y el hecho de que se habían tomado la molestia de lavarse y después, de pintarse los ojos (Ezequiel, 23:40).

Los actos de Jezabel, la esposa de Acab, el rey de Israel en el siglo IX AEC, son tan inmorales que es arrastrada para hacer una aparición como invitada en la Revelación como la encarnación misma de la depravación sexual impenitente. Desde entonces, su nombre ha sido el prototipo de la feminidad impúdica. Es fácil ver que no es buena porque también ella «se pintó los ojos» (2 Reyes 9:30). La traducción latina de la Vulgata, de San Jerónimo, identifica la sustancia que Jezabel usó como *stibio*: antimonio.

La Biblia menciona en otros lugares el antimonio, por ejemplo como la montura blanda para piedras preciosas, lo que podría referirse a cualquier aleación metálica brillante, pero identificar el cosmético como antimonio es una apuesta más segura (aunque el polvo negro que se empleaba desde hacía mucho tiempo para oscurecer alrededor de los ojos era en realidad sulfuro de antimonio; el elemento y sus compuestos eran difíciles de desenmarañar en una época en la que las reglas básicas de la combinación química eran todavía desconocidas). El término hebreo y árabe para esta sustancia es *kuhl*, del que deriva el término moderno *kohl*,* referido a la sombra de ojos.

A pesar de la espectacular evidencia pictórica en las pinturas murales de que el maquillaje de ennegrecer los ojos era una característica de la vida cotidiana mucho más arcaica en el antiguo Egipto, no está claro si lo que se usaba era antimonio. Ciertamente, había otros polvos negros disponibles, siendo el más a la mano el carbono en forma de negro de humo o el todavía más negro carbón animal, que se usaba con frecuencia para recubrir las pestañas. (Esta

«máscara» llegó a ser tan execrable como la sombra de ojos de antimonio negro, según parece: el término procede del italiano para «bruja».) Pero el antimonio se consideraba el producto superior y, aparte de que hacía que los ojos parecieran más brillantes, se afirmaba que producía toda una serie de beneficios, desde suavizar el semblante hasta dilatar las pupilas, un efecto debido quizá a que el elemento es un irritante de los ojos.

El antimonio es una de las muchas sustancias que a menudo son peligrosas y que a lo largo de los siglos se han añadido a la causa de hacernos más hermosos. Un compendio técnico llamado *Cosmetología de Harry* presenta una gama alarmante que va desde el aluminio (polvo para ojos resplandecientes) hasta zirconio (sales para fortalecer las uñas). La lista incluye piritas arseniosas como depilatorio, oxiclورو de bismuto como adición perlina a los pintalabios, y sulfuro de cadmio para combatir la caspa, en un índice que contiene en total más de cuarenta elementos.

Voy corriendo al tocador de mi mujer para ver qué es lo que acecha entre las cremas blancas, dulcemente perfumadas y de aspecto inocuo, pero me sorprende (y me alarma) descubrir que, a diferencia de los alimentos, los envases no llevan etiquetas explicativas. ¿Acaso un negocio con un récord infame de uso de productos químicos peligrosos ha limpiado tanto sus actos que ya no es necesario que dé cuenta de ellos? ¿O es que el riesgo se estima necesario en el nombre de la belleza? Aunque los químicos han inventado materiales nuevos que ofrecen colores maravillosos, la industria de los cosméticos encuentra prudente limitarse a un repertorio relativamente restringido de tintes aprobados por entes tales como la Agencia para los Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. Después, los llamados pigmentos de interferencia retocan ligeramente los pocos colores básicos con el fin de producir el mayor abanico de tonos que el mercado demanda. Hoy en día, muchos pintalabios utilizan tintes orgánicos intensamente coloreados, como fluoresceína dispersa en un medio de polvo blanco de dióxido de titanio, en lugar de los pigmentos procedentes de metales pesados. Extrañas adiciones plásticas proporcionan otros efectos deseables, como bolitas microscópicas de plexiglás que se usan para ofrecer un barniz perlino.

Samuel Johnson poseía «un aparato para los experimentos químicos», y decía que la química era su «diversión cotidiana».¹²⁸ Su familiaridad con la ciencia se refleja en su famoso diccionario, que incluye artículos para la mayoría de los

elementos que la ciencia conocía a mediados del siglo XVIII, entre ellos el cobalto, que se había aislado recientemente. Su artículo para el antimonio es especialmente entretenido. «La razón de su denominación moderna», sugiere, en oposición al latín *stibium*,

... se remonta a Basil Valentine, un monje alemán; quien, tal como relata la tradición, habiendo dado algo de éste a los cerdos, observó que, después de haberlos purgado copiosamente, de inmediato engordaron; y, por lo tanto, imaginó que a sus compañeros monjes les iría bien una dosis parecida. Sin embargo, el experimento funcionó tan mal que todos murieron por su causa; y a partir de entonces el medicamento se denominó *antimoine*, *antimonje*.

Era natural que Johnson pensara en incluir el antimonio en su diccionario. Lo que en la actualidad nos parece un elemento bastante marginal era tenido entonces en gran estima, pues los alquimistas lo consideraban absolutamente importante. Aunque las oscuras artes de la alquimia habían comenzado a dejar paso a una química más sistemática, los textos de los alquimistas eran todavía referencias necesarias, aunque no siempre eran exactamente lo que pretendían ser. Un tomo misterioso titulado *The Triumphal Chariot of Antimony** explica la capacidad del antimonio de curar la lepra y el mal francés,** pero contiene también algo de ciencia sólida, al señalar las dos formas contrastantes del elemento: un metal argénteo deleznable y un polvo gris. Los alquimistas consideraban que esta dualidad era importante, porque acercaba el antimonio tanto al mercurio como al azufre, madre y padre de todos los metales.

El hecho de que el antimonio pueda tomar estas dos formas fue causa de mucho debate hermenéutico. Para complicar aún más las cosas, el elemento se suele encontrar en la naturaleza con más frecuencia como el sulfuro estibnita. Preparado de determinada manera, este polvo negro, el kohl de Jezabel, cambia de nuevo, volviéndose anaranjado, sin que se requiera un horno caliente ni ningún aparato especial para pasar de una a otra de estas confusas formas. Johnson bromeaba con su etimología: el término antimonio procede en realidad de *anti monos*, que significa contra la singularidad, una referencia directa a estas propiedades cambiantes, y que no tiene nada que ver con los efectos negativos del elemento en los hermanos de la iglesia (aunque la palabra monje también deriva de *monos*).

El supuesto autor de *The Triumphal Chariot*, Basil Valentine, y sus colegas alquimistas consideraban la fase amorfa gris (la «materia del sabio» y el «lobo gris de los filósofos») como la fase última y exasperante antes de la realización

de la piedra filosofal debido a su capacidad ambivalente de producir ya fuera el lustre o el matiz del oro, pero nunca las dos cosas a la vez.

Más atractiva todavía es la forma metálica del antimonio, que desde antiguo ha sido famosa por su capacidad de solidificarse en una gran masa cristalina que combina el brillo del metal precioso con las simetrías facetadas de las piedras preciosas. No hay duda de que el fenómeno se advirtió cuando se consiguió por primera vez el elemento puro, o régulo. El disco o costra que se formaba sobre el metal fundido se conocía como «estrella de antimonio», debido al patrón radiante característico que se produce cuando al antimonio cristaliza en el recipiente de enfriamiento.

Isaac Newton, que fue tanto alquimista como matemático y físico, leyó a Valentine y siguió su receta para producir el régulo del antimonio, pensando que podía utilizar su superficie reluciente en los telescopios. Un biógrafo quiere hacernos creer que el patrón estrellado que produjo pudo haberle ayudado a visualizar las líneas de fuerza que le condujeron a desarrollar la teoría de la gravitación. Esto me parece irreal. Puedo ver cómo los patrones pudieron inspirarle ideas sobre óptica —que Newton también investigaba en la época de sus experimentos con el antimonio—, pero no sobre la gravedad. Decido ir en busca de estrellas de antimonio.

Estos bellos artefactos de la naturaleza son sorprendentemente difíciles de encontrar. Pronto quedo desengañado de la idea de que cada coleccionista victoriano debió poseer una y que hoy en día estarían dispersas por los almacenes de los museos provinciales. Sin embargo, las fotografías e ilustraciones muestran pautas cristalinas que no son aciculares, es decir, como las ruedas de radios cromados de los coches deportivos, convergiendo en un punto central, como tendría que ser el caso para tener un esquema de una fuerza gravitatoria. En cambio, la pista sólida del antimonio tiende a dividirse en ámbitos poligonales, más lisos y mayores cerca del centro del disco y que se desintegran en tallas dulces foliadas de forma extravagante, como escarcha en una ventana, hacia los bordes externos, según su tasa de enfriamiento. El dibujo total tiene realmente forma de estrella, no en el sentido astronómico de una fuente puntual desde la que irradia toda la luz, sino a la manera del típico dibujo de una estrella que hace un niño, con varias puntas triangulares o, quizá de manera más particular, como los emblemas renacentistas del Sol flamígero.



Estrella de antimonio. (Isaac Newton, «Newton's Most Complete Laboratory Notebook», en *The Chemistry of Isaac Newton*, William R. Newman, ed., <http://www.dlib.indiana.edu/collections/newton>.)

Quizá este parecido inspiró otro famoso experimento con antimonio. En 1650, un tal Nicolas le Febre era demostrador de química en el Jardin du Roi, en París, donde, para la edificación del joven rey Luis XIV, que entonces era un mediatundo muchacho de once años de edad, se dispuso a efectuar «la calcinación solar del antimonio» mediante el «fuego mágico y celestial, obtenido de los rayos del Sol mediante la ayuda de una lente de refracción o ardiente». ¹²⁹ Le Febre enfocó la luz del Sol sobre «el régulo estrellado o radiado», y demostró que el producto de la reacción pesaba más que el antimonio con el que había empezado. Quizá la estrella de antimonio sugirió al joven Luis la idea para el símbolo que resplandecería durante su largo reinado como Rey Sol. Lo hiciera o no, el experimento fue un hito en la química moderna por demostrar el método adecuado en lugar del oscurantismo alquímico, y por demostrar el primer atisbo de la idea de que el propio aire contiene elementos químicos.

QUINTA PARTE

TIERRA

Roca sueca

Al principio de mi odisea química había dibujado un mapa del mundo y colocado un punto en cada uno de los lugares en que se había descubierto un elemento. Resultó ser un mapa muy curioso. Aparte del zinc y el platino, que se encontraron sin la ayuda de la ciencia occidental en la India y en las Américas, respectivamente, todos los puntos relacionados con los elementos que se encuentran naturalmente se hallaban en Europa. Un grupo de puntos en Berkeley, California, explicaban la mayoría de los elementos más pesados que el uranio que se han producido artificialmente después del descubrimiento de la fisión nuclear. Otro grupo en Dubna, al norte de Moscú, mostraba dónde se habían sintetizado algunos de los elementos radiactivos más recientes.

Europa mostraba cuatro puntos calientes principales de fecha temprana: Londres, impulsada por los éxitos múltiples de Davy y Ramsay, y París podían adjudicarse del orden de una docena de elementos cada una. Berlín, Ginebra y Edimburgo también dejaban su marca. Pero los dos grandes grupos de puntos después de París y Londres se hallaban en Suecia, uno en la antigua ciudad universitaria de Uppsala y el otro en la capital, Estocolmo. La ciencia sueca puede alegar el descubrimiento de al menos diecinueve elementos, más de la quinta parte de los que se encuentran de forma natural. Muchos de ellos, de hecho, celebran los lugares en los que se encontraron (itrio, erbio, terbio e iterbio reciben su nombre de la mina de Ytterby; holmio, del propio Estocolmo) o ideas más o menos románticas de Escandinavia (escandio, tulio).

(En la vieja Europa ocurre con cierta frecuencia que los elementos reciben su nombre por localidades asociadas a su descubrimiento. Por ejemplo, el estroncio resulta ser el único elemento cuyo nombre corresponde a una localidad de las islas Británicas, Strontian, en Escocia. En los Estados Unidos suele ser al revés, donde el conocimiento químico precedió servicialmente a la expansión hacia el Oeste y a la fiebre de descubrir las riquezas de sus territorios. Las Golden Hills y los Silver Lakes* de América no eran alusiones poéticas ociosas; expresaban una conexión directa con la tierra en la que los aventureros clavaban las estacas de sus tiendas, y la esperanza, ya fuera cumplida o finalmente

frustrada, de que allí se encontrarían aquellos metales preciosos. Además del oro y la plata, una docena de elementos aparecen desnudos en los nombres de pueblos, desde los esperados Iron, en Missouri y Utah, Leadville, en Colorado, y Copper Center, en Alaska, hasta los francamente sorprendentes Sulphur [Oklahoma], Cobalt [Idaho], Antimony [Utah] y Boron [California].)**

¿Qué ha hecho que Suecia figure tan ampliamente en la historia de los elementos? Me ha preocupado, a lo largo de todo el libro, sugerir que estamos familiarizados con muchos de los elementos de una manera cultural, es decir, sin siquiera poner los pies en un laboratorio. Conocemos el neón y el sodio por la luz que emiten, el yodo por su bálsamo pardo, el cromo por su brillo barato. Otros, como el azufre, el arsénico y el plutonio, tendemos a conocerlos por su reputación. Los hallazgos suecos son, en su mayoría, oscuros por estos criterios: incluyen metales tales como el manganeso y el molibdeno, y un buen puñado de los elementos conocidos colectivamente como tierras raras, un grupo que incluye todos aquellos elementos bautizados directamente con los nombres de las localidades suecas. No han dejado señal en el sentido de que se hayan convertido en el prototipo de algún horror o deleite humanos. Pero también estos elementos tienen una conexión cultural y, como sus topónimos implican, se trata de una conexión que tiene raíces profundas. París y Londres revelaron nuevos elementos al mundo porque eran centros importantes de la vida intelectual. Berkeley y Dubna resultaron ser las localidades elegidas por las máquinas especializadas necesarias para producir los elementos más pesados situados más allá del uranio en la tabla periódica. Pero en el caso de Suecia, la lógica es inamovible: sus elementos surgieron del mismo suelo del país.

Con el fin de aprender más cosas acerca de esta fecunda matriz de los elementos, y de cómo era que había hombres de ciencia preparados para actuar como comadrones, decidí visitar Suecia con el fin de averiguar cómo era que dos ciudades en la periferia de Europa (una de ellas apenas algo más que un pueblo pequeño) habían mantenido una ventaja a lo largo de un período de un siglo y medio que les permitía superar a Londres y París en esta carrera de descubrimientos. Durante la primera mitad del siglo xvii, Suecia se convirtió por un breve período en el nuevo superpoder de la Europa septentrional, pasando por delante de Noruega, Finlandia y partes de Rusia, el norte de Alemania y la región que ahora ocupan los Estados bálticos. El fundamento de la expansión eran las enormes reservas de Suecia de minerales de hierro y cobre, que proporcionaban el necesario poderío militar y económico. Con el tiempo, estas

ambiciones imperiales fueron reemplazadas por una idea nueva y más atractiva, la de Escandinavia. Pero la explotación minera continuó, y a partir de estas minas, durante los años de la moderada decadencia de Suecia, hizo esta nación única su espléndida contribución a la tabla periódica. Medito sobre esta historia y en cómo se refleja en los elementos suecos, cuyos nombres se hicieron cada vez menos localizados con cada descubrimiento sucesivo, desde el itrio en 1794 hasta el escandio en 1879, mientras mi avión vuela sobre lagos y bosques en dirección a Estocolmo.

En Estocolmo me encuentro con Hjalmar Fors —un joven historiador de la química con una pequeña barba rubia—, que ha convenido en llevarme a dar un paseo por los lugares de interés científico. Empezamos en Stortorget. Significa «plaza» grande, aunque es una plazuela en la pequeña isla de Stadsholmen, la ciudad vieja de Estocolmo. Dominando uno de los cortos lados de la plaza hay una casa comercial pintada de rojo con frontones barrocos y un salmo inscrito en una placa sobre la puerta; aquí es donde Carl Scheele, que casi fue el hombre del oxígeno y del cloro, trabajó como farmacéutico hacia 1768. Nuestra siguiente parada es en la Casa de la Moneda, que se encuentra en terrenos al borde del agua, junto al Palacio Real. Allí, en 1735, Georg Brandt, el controlador de la ceca, especuló que el color azul del mineral de esmalte obtenido como subproducto de las reales minas de cobre podría ser la clave de un nuevo elemento. El Comité de Minas basado en la ceca era responsable del análisis de los minerales y mantenía el primer laboratorio químico de Suecia mucho antes de que hubiera uno en la Universidad de Uppsala o en cualquier otro lugar. Este laboratorio ya llevaba funcionando el tiempo suficiente para que se hubiera deteriorado algo, cuando Brandt apareció en escena y se dispuso a modernizarlo. Sin embargo, parece que a Brandt no se le agradeció esta labor. Brandt era un racionalista, pero sus patrones eran rosacrucianos que no estaban dispuestos a renunciar a sus creencias místicas. Sin embargo, con el tiempo Brandt consiguió un mayor control sobre las operaciones y pudo ejercer una influencia más ilustrada. Durante la última parte de su carrera continuó dedicando mucha energía a refutar las afirmaciones de los charlatanes de que habían transmutado la plata y otros metales en oro. Le tomó siete años obtener el primer espécimen de cobalto metal. Fue, me dice Hjalmar, el primer descubrimiento

verdaderamente moderno de un elemento químico, es decir, el primero en ser respaldado por una sólida noción de teoría química, y no simplemente por prestidigitaciones alquímicas.

Nos trasladamos, cruzando sobre el agua, hasta la plaza de Carlos XII. Entre las grandes construcciones que descuellan sobre el verdor hay un edificio sustancial, amarillo-ocre, del siglo XIX, que era el cuartel general de las minas de hierro cuando Suecia era el mayor exportador del mundo de este metal. Un extenso friso en bajorrelieve rodea la parte alta del edificio. Muestra personajes heroicos atareados en todas las fases del proceso de obtención del hierro, desde la extracción del mineral hasta la fundición en el horno y la producción de los lingotes. Más abajo, la fachada está tachonada por medallones de yeso de Scheele, Berzelius y otros grandes químicos suecos. «Esto me gusta», dice Hjalmar con un destello en los ojos. «Ahora nadie sabe realmente quiénes son esos tipos. Pero ahí están todavía, en lo alto de la pared.»



Estatua de Carl Scheele, Estocolmo. (Fotografía del autor.)

Empiezo a sentir la conexión vital no sólo entre la prosperidad nacional y la minería, sino también entre la minería y la ciencia química. En Suecia, los primeros químicos verdaderos estaban empleados de una u otra manera por los intereses mineros. A diferencia de sus colegas en Gran Bretaña y Francia, solían estar muy preparados en el análisis de los minerales. Trabajaban en la Ceca Real o en la Comisión de Minas, o en colaboración directa con propietarios de minas. Obtenían sus especímenes de las minas y eran visitantes frecuentes de las minas de Falun y Västmanland, a uno o dos días de viaje de Estocolmo o Uppsala. Allí sin duda se los vería escarbando entre los escombros en busca de piedras excepcionales o bien buscando, en los filones expuestos, destellos de un color insólito, y a veces realizaban sus análisis preliminares en laboratorios provisionales instalados en el lugar. Éstos no eran aristócratas que se divertían en lujosos laboratorios domésticos, sino realistas conscientes de que la riqueza se alcanzaba a base de trabajo duro en la fría tierra, y que cualquier conocimiento científico que se obtuviera en adición a ello sería mucho más meritorio si conducía a un aumento de dicha riqueza. Y estos hombres fueron justamente recompensados por su realismo por la comunidad de empresarios a la que servían: no se encontrarán medallones de Lavoisier o Cavendish en las bolsas de valores de París o Londres.

Nos detenemos a tomar una cerveza en un café del parque público Real Jardín del Lúpulo, con la incierta estatua de Scheele mirándonos. Hjalmar me cuenta su ilusión de reescribir la historia de la ciencia cambiando su centro de gravedad hacia el este, para centrarse en el tráfico intelectual a través del Báltico, entre las potencias escandinavas, alemana y rusa, e ignorando para variar la rivalidad pendenciera de ingleses y franceses. Es un proceso que puede restablecer en el lugar que les corresponde del panteón químico a las personas tímidas de los laboratorios mineros de Suecia, hombres cuya modestia congénita los condujo fatalmente a demorar la publicación de sus descubrimientos o incluso a evitarla por completo, lo que colaboró a asegurar que nunca recibieran lo que merecían en el escenario mundial: Johan Gahn, el descubridor del manganeso; Torbern Bergman, la *éminence grise* detrás de muchos de los metales aislados por primera vez de fuentes suecas, pero descubridor directo de ninguno de ellos; y Scheele, quien, habiéndose marchado de Estocolmo, encontró que incluso Uppsala era demasiado excitante, y pasó los años en los

que podría haberse hecho famoso escondido en la pequeña ciudad de Köping, en Västmanland, rechazando ofertas de empleo de ricos empresarios ingleses y alemanes.

Al día siguiente tomo el tren para Uppsala. Estocolmo era el centro comercial y financiero en el que se sometían a ensayo los metales procedentes del interior del país, se comerciaba con ellos y se convertían en moneda. ¿Cuál era el papel de Uppsala? Uppsala posee la universidad más antigua de Escandinavia, establecida en 1477, pero su historia le pesa poco. El lugar apenas parece un centro intelectual. En sus pocas calles comerciales hay vida, pero no bullicio real. Peatones y ciclistas se mueven alegremente unos con respecto a los otros, y hay pocos automóviles: es fácil imaginar cómo debía ser la ciudad hace dos o tres siglos. Un río que fluye rápido por un canal de granito separa la ciudad de la universidad, pero los estudiantes son tan escasos en el campus como los compradores en la ciudad.

Me reúno con Anders Lundgren, un profesor de historia de la ciencia en la universidad, que luce una barba gris enmarañada a una escala a la que Hjalmar Fors sólo puede aspirar. Mientras paseamos, observo ociosamente lo extraordinaria y genial que parece ser Uppsala. «Sí, lo es», concede Anders. «Ahora. Pero no en invierno.» Estamos a principios de junio. Señala un edificio blanco abuhardillado en el que, a mediados del siglo XVIII, los primeros profesores de química de Uppsala, Johan Wallerius y Torbern Bergman, tuvieron sus laboratorios. Fue en este edificio y en sus sucesores donde la mayoría de los descubridores suecos de elementos o bien aprendieron su oficio, o bien lo transmitieron como profesores a la siguiente generación. Tal fue el caso, ya vinieran de Estocolmo, como Anders Ekeberg (tántalo) y Per Cleve (holmio y tulio), ya procedieran de las regiones mineras, como Brandt (cobalto), o incluso de los territorios finlandeses como Johan Gadolin (itrio): todos ellos pasaron temporadas en Uppsala. Peter Hjelm (molibdeno) y Lars Nilson (escandio) fueron otros dos graduados de Uppsala. Scheele, mientras tanto, llevaba la farmacia en la plaza del pueblo, en la que produjo el primer cloro y el primer oxígeno, aunque no tenía ningún papel oficial en la vida académica. Uppsala tiene un espléndido museo universitario, el Gustaviano, con una cúpula en forma de cebolla, pero, en lo que estoy empezando a aceptar como la manera sueca inevitable, omite celebrar siquiera a uno solo de estos hombres.

Equidistante de Estocolmo y de las minas, Uppsala fue el tercer punto de un triángulo: el cerebro pensante de la mano trabajadora y del corazón bombeante del cuerpo político sueco. Sin embargo, no fue una relación directa. La Corona necesitaba las minas para financiar sus ambiciones imperiales, y los propietarios de las minas gozaron sin duda del patrocinio real. Pero no resulta inmediatamente claro por qué una o los otros necesitaban a los científicos. Anders Lundgren ha estudiado la manera en que la minería influyó sobre el desarrollo de la ciencia en Suecia. «La química no podía pagar la deuda a la minería», explica. Los mineros no tenían necesidad de los químicos para que les enseñaran las menas valiosas, y muy bien pudieron haber tomado a mal a estos intrusos profanos con su despreocupada falta de interés por las oscuras tradiciones de los mineros. Y si los químicos tenían la suerte suficiente para descubrir nuevos elementos, entonces estos tampoco eran interesantes. Podían llenar extraños huecos en la comprensión teórica. «Pero las teorías de afinidad química no tenían ninguna utilidad en un alto horno.»

Pero los químicos sí que consiguieron respaldo, de modo que en Suecia, durante mucho tiempo, la química fue probablemente la única ciencia que ofrecía la perspectiva de una carrera decente. La Corona consiguió prestigio intelectual por apoyar el laboratorio en la Comisión de Minas, y los propietarios de las minas emularon esta generosidad a su propia y modesta escala. De hecho, algunos propietarios de minas, como el patrocinador y colaborador de Berzelius, Wilhelm Hisinger, eran eruditos por derecho propio. La «minerografía» nacional que Hisinger produjo a los veinticuatro años de edad, por ejemplo (una especie de atlas de recursos minerales), era menos el proyecto de reclamación de derechos de un buscador de minas avaricioso y mucho más el producto del placer humanista del conocimiento por el conocimiento mismo.

Aunque puede que haga poco para conmemorarlos, el Gustaviano contiene una pista adicional del éxito extraordinario de los químicos suecos. He indicado en otro lugar que el descubrimiento de elementos se basa a menudo en la posesión de alguna tecnología especial y que, dado este dispositivo o aquella técnica, los descubrimientos suelen sucederse apresuradamente. Es fácil creer que en el siglo XVIII no se disponía de dicha tecnología para que asistiera en la extracción de las tierras raras y otros elementos de la avara roca sueca. Ello es así en el sentido de que no hubo un adminículo de gran potencia que, de repente, pudiera abrir las compuertas; en cambio, los descubrimientos se sucedieron a penosos empujones a lo largo de un extenso período. Pero durante todo este

tiempo hubo una herramienta de la que ningún químico sueco que se respetara prescindió: su soplete. El ejemplar del museo tiene quizá veinte centímetros de longitud y parece estar hecho de hierro. Es, esencialmente, un tubo delgado y elegantemente ahusado, no muy distinto de una boquilla para cigarrillos. En un extremo está un poco abocinado para producir un buen encaje con la boca del usuario. En el otro, el paso de aire está doblado en noventa grados y ha de atravesar un pequeño agujero, mientras que un orificio de salida separado drena la saliva como en un instrumento musical de viento.



Soplete de químico. (Fotografía del autor.)

Este simplísimo equipo fue la clave para el análisis de minerales desconocidos. Tenía la gran ventaja de que podía utilizarse en el campo. Según una guía publicada por un distinguido mineralogista sueco, suponía nada menos que un «laboratorio de bolsillo». Incluso Goethe, un entusiasta científico aficionado, tuvo a Berzelius como instructor de su uso. Posteriormente, el soplete químico sería sustituido por el espectroscopio, pero siguió siendo una característica de la enseñanza de la química analítica hasta mediados del siglo xx; Anders Lundgren recuerda que en la facultad probó uno, y me describe cómo funciona. Aunque es relativamente sencillo, exige pulmones potentes y

una habilidad diabólica si ha de producir buenos resultados. Su gran versatilidad reside en el hecho de que puede utilizarse para dirigir un chorro de aire a través de las diferentes regiones de una llama, con lo que produce una zona de elevada temperatura que es capaz ya sea de oxidar, ya de reducir (el proceso químico inverso), una muestra mineral situada en su recorrido.

Si todos los sentidos están alerta, a este proceso aparentemente tosco le puede seguir una amplia gama de información diagnóstica. Si el usuario tiene el aliento para mantener el flujo de aire durante diez o quince minutos, para permitir que el material de la muestra alcance el calor rojo, el color de la llama puede cambiar repetidamente a medida que diferentes elementos metálicos se vaporizan de ella (que es la razón por la que el conducto de aire está doblado, con el fin de que el usuario obtenga una visión clara del punto en el que la llama incide sobre el mineral). El olor de los vapores puede confirmar la presencia de ingredientes no metálicos, como azufre, selenio y telurio. Incluso el sonido que el mineral hace puede ser significativo; un ruido crepitante, por ejemplo, es característico de que agua enlazada químicamente se libera de la muestra.

Para mí, el soplete parece expresar la esencia de lo que Anders me describe característicamente como la «química buena y aburrida» de Suecia. Incluso los científicos pudieron aburrirse, en ocasiones, sudando y soplando frustrados a minerales ilegibles, disolviéndolos hasta producir una sucesión interminable de sales prácticamente indistinguibles. Se trata de un mundo que parece alejado del oro y el cobre milagrosos, del ámbar y las joyas, que titilan en toda la mitología de esta tierra. Me pregunto qué llamas coloreadas de esperanza debieron bailar en el fondo de la mente de esos hombres mientras realizaban sus experimentos inexorables. Ésta era ciencia del tipo habilidoso, que se basa en la destreza propia del artesano, en una paciencia inmensa y en una familiaridad íntima con sus materiales en bruto. Fueron estas cualidades, más que la brillantez ágil o el equipo extravagante, las que explican el descubrimiento de tantos elementos en este extremo nororiental del continente europeo. Estas cualidades y, desde luego, la pródiga abundancia del suelo.

Unión europea

Las tierras raras no son raras, pero son olvidadas. Este grupo de elementos al que pertenecen tantos de los descubrimientos suecos puebla una fila de la tabla periódica que generalmente se muestra colgando debajo del resto de la tabla, como un cartel de «Hay apartamentos libres» que colgara debajo del rótulo de un motel. Sus miembros son: escandio, itrio, lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio. Y aunque no sean raros, al lector se le puede perdonar fácilmente por no haber oído hablar siquiera de uno de ellos.

Tampoco son realmente «tierras» arenosas: todos son metales de peso medio. Se debe únicamente a que resistieron durante mucho tiempo la extracción de sus menas oxidadas el que se les haya concedido esta etiqueta general. La obstinación puede ser la principal característica unificadora de las tierras raras. En otros aspectos, sus propiedades se hallan primorosamente diferenciadas; de hecho, es un asunto de semántica química si algunos de ellos (el escandio y el itrio al principio de la secuencia, y el lutecio al final) pertenecen siquiera a esta lista.

En casi todos los casos, el aislamiento de las tierras raras (desde el itrio en 1794 hasta el prometio en 1945) fue una tarea penosa. Sin embargo, estos descubrimientos poseen la distinción de que fueron hechos (dejando aparte el anómalo prometio, radiactivo) por químicos cabales. No dependían de alguna tecnología única más cercana a la física, como era el caso de algunos otros grupos de elementos: los metales alcalinos descubiertos electrolíticamente por Davy, los gases inertes de Ramsay que resplandecían en sus tubos de descarga, los elementos transuránicos juntados casualmente en el acelerador de partículas de Berkeley. La separación de las tierras raras fue química hasta el fin. El procedimiento típico era disolver un mineral en ácido para formar una solución que contuviera una mezcla de sales. Después, ésta se evaporaba lentamente de modo que la sal de cada elemento cristalizara por turnos, mientras que el líquido sobrenadante conservaba a las demás en solución. La repetición minuciosa de este proceso (a veces miles de veces) permitía finalmente a los químicos separar

una de otra a estas sustancias muy similares, y a partir de ellas aislar los nuevos elementos que contenían. Era, como señala fríamente un historiador de la química, «una empresa enorme, que en la actualidad tendría dificultades para conseguir financiación».¹³⁰

Por monótono que sin duda alguna fuese, este proyecto a largo plazo supuso el paraíso para un determinado tipo de mente experimental. El sueco Carl Mosander se jactaba de su ignorancia de la teoría química, y demostró lo poco importante que ésta era al descubrir más tierras raras que ninguna otra persona a fuerza de pasar muchísimas horas junto a la poyata del laboratorio. Hay un claro susurro de empollones con respecto a estos elementos. Con la perspectiva del saber científico establecido, podría ser más fácil cristalizar sus relatos de lo que fue cristalizar los propios elementos, pero muy probablemente sería igual de tedioso que el ejercicio original. De modo que no dedicaré tiempo a todos ellos, sino que destacaré uno o dos como representativos del conjunto. En cualquier caso, las diferencias entre ellos son pocas. Se comportan de maneras generalmente parecidas y hacen cosas parecidas. Algunas de dichas cosas son útiles (las tierras raras se emplean ampliamente, aunque de manera parca, en barnices cerámicos, lámparas fluorescentes, pantallas de televisores, láseres, aleaciones y materiales refractarios), pero el asunto de elegir cuál de ellos utilizar en muchas de estas aplicaciones es, si no completamente insignificante, al menos algo arbitrario. Pero no siempre. En ocasiones, una de estas tierras raras se recomienda para la tarea por encima de todas las demás.

Si el lector toma un billete de 5 € y lo sitúa bajo una luz ultravioleta, las apagadas estrellas amarillas que cortan el arco clásico de la cara frontal del billete relucen de pronto con un color rojo intenso. En el reverso, un puente romano de tres niveles parece flotar en una luz verdosa fantasmal sobre un río de color índigo. Esta luz procede de tintas especiales incorporadas a los billetes con el fin de dificultar su falsificación, y que la potente radiación ultravioleta excita para que presenten luminiscencia.

La naturaleza exacta de los compuestos químicos usados, desde luego, la mantienen en secreto los bancos europeos. Sin embargo, en 2002, sólo algunos meses después de que el euro se pusiera en circulación, una pareja de químicos holandeses decidieron divertirse y realizaron un análisis espectroscópico insólito. Freek Suijver y Andries Meijerink, de la Universidad de Utrecht, dirigieron radiación ultravioleta a los billetes de euro y registraron los tonos

exactos de color de luz visible que emitían como resultado. A partir de ello pudieron declarar que la luz roja se debía a iones del elemento europio, una de las tierras raras, enlazado en un complejo con dos moléculas de tipo acetona. No estaban tan seguros acerca de los demás colores, pero especularon que el verde podía deberse a iones todavía más complejos que implicaban el europio combinado con estroncio, galio y azufre, y el azul a un complejo de europio con óxidos de bario y aluminio. Suspendieron sus pesquisas en este punto, advirtiendo a quien se sintiera tentado a seguirlos que «cualquier investigación ulterior acerca de lo que causa la luminiscencia de los billetes de euro supondría una violación de la ley».¹³¹

Pero desentrañar este pequeño secreto apenas llega al meollo del asunto. Lo que nos gustaría saber realmente es cómo llegó a decidirse que, de todas las muchas tintas que realizan este truco, las escogidas fueran tintas basadas en el europio. Después de todo, al final fue una decisión política la que hizo que un billete de banco emitido en nombre de la unidad de Europa tuviera su misión disimuladamente reforzada mediante la impregnación con un elemento químico bautizado en celebración de la misma idea.

El metal europio es tan blando como el plomo y debe almacenarse bajo aceite para impedir que estalle en llamas en el aire. Es la más reactiva de las tierras raras, y debido a su impulso para enlazarse fuertemente con otros elementos fue una de las últimas tierras raras en descubrirse.

En el París del *art nouveau*, Eugène-Anatole Demarçay empezó a sospechar que las muestras que había adquirido de samario y gadolinio (los futuros vecinos inmediatos del europio en la tabla periódica, descubiertos aproximadamente una década antes) podían no ser puras. Demarçay era un hombre macilento y de aspecto severo cuya gloria principal era su florido bigote. Pasó su carrera inicial trabajando en el laboratorio de un notable perfumista de París, pero pronto se estableció por su cuenta y adquirió renombre como espectroscopista: podía leer el espectro de una sustancia como «la partitura de una ópera», según un contemporáneo. (Los Curie irían pronto a verlo para confirmar su descubrimiento de los elementos polonio y radio.) A partir de 1896, Demarçay preparó sales a partir de sus muestras de samario y gadolinio y, mediante el exhaustivo proceso de separación mediante cristalización, pudo aislar una nueva

sal que era progresivamente más rica en una sustancia no identificada. En 1901, había reunido suficientes pruebas para confirmar su sospecha de que se trataba de un nuevo elemento.

Demarçay denominó a este elemento por todo el continente europeo, pero no parece que dejara ninguna explicación de por qué lo hizo. Su elección iba de manera conspicua en contra de la tendencia contemporánea de denominar a los nuevos elementos a partir de los Estados nacionales. No mucho antes, Mosander en Estocolmo y otros varios en la Universidad de Uppsala habían procurado que un grupo de elementos nuevos recibieran nombres de lugares de Suecia. El galio fue bautizado en honor a Francia en 1875; el germanio en el de Alemania en 1886. El más reciente de todos en el recuerdo de Demarçay era el descubrimiento del polonio por los Curie en 1898, al que él había colaborado. Quizá todo este fervor nacionalista era razón suficiente para que su voto fuera en el sentido opuesto.

En la Europa de 1901, algunas almas prescientes ya habían empezado a sospechar, desde hacía tiempo, que los Estados nacionales no durarían siempre, y los franceses eran los más atrevidos. Victor Hugo fue el primero en hablar de unos «Estados Unidos de Europa», en 1848. El filósofo bretón Ernest Renan se atrevió a preguntar, en una famosa conferencia que pronunció en la Sorbona en 1882, «¿Qué es una nación?», y a imaginar que «Serán reemplazadas, con toda probabilidad, por una confederación europea». Este espíritu cosmopolita era evidente en la Exposición Universal de París de 1900, en la que más de cincuenta millones de personas acudieron a ver cómo cuarenta naciones de todos los continentes exhibían sus artículos, que incluían especímenes de las tierras raras descubiertas recientemente.

La mayoría de ciudadanos europeos, hay que decirlo, no mostraban señal alguna de tales ideales, y el nacionalismo, después de haber alumbrado los nuevos Estados unificados de Italia y Alemania, siguió una espiral descendente basada menos en la magnanimidad liberal y más en el tribalismo étnico y lingüístico. Sin que pasara mucho tiempo, parecía que cualquier grupo de arrogantes ruritanos, para emplear el término del historiador Eric Hobsbawm, podía decidir de repente autoproclamarse nación. Para Demarçay, un autodidacta que había viajado mucho y que estaba acostumbrado a formarse sus propias ideas, tuvo que ser fácil resistirse a la deriva dominante del nacionalismo y plantar sus colores en el mástil mediante su descubrimiento químico. Con toda

seguridad habría dado la bienvenida a la aparición de la Unión Europea y se habría regocijado al ver que su metal se convertía en parte de su tejido económico.

Sin embargo, el Banco Central Europeo parece incapaz de extender esta alegría. Malinterpreta voluntariamente mi solicitud para saber quién luchó por el europio y me pide de forma monótona que «comprenda que, por razones de seguridad, no podemos comentar acerca de los componentes químicos de las características de seguridad de los billetes de euro». Yo ya sé cuáles son los componentes químicos; lo que quiero saber es quién fue el bromista de la burocracia de Bruselas que se aseguró de que se usara el europio. El banco exige que su moneda incorpore estas medidas de seguridad, que incluyen tinta elevada, franjas metálicas, marcas de agua y hologramas, pero no imprime realmente el dinero por sí mismo, y por lo tanto no especifica que se utilice el europio o cualquier otro material particular para los tintes luminiscentes. De modo que otros pudieron haber sido los responsables en cualquier caso. Sin embargo, los principales impresores de los billetes de euro tampoco me dicen nada.

Vuelvo a leer el artículo de Suijver y Meijerink y veo que contiene una pista. Al buscar confirmación de su revelación del europio, contactaron con el Banco Nacional Holandés, y finalmente se los puso en contacto con un investigador de allí. Durante su conversación, el empleado del banco dejó caer accidentalmente algo que refrescó la memoria de los químicos de Utrecht. «Unos años antes, él y un colega visitaron nuestro laboratorio», recuerda Meijerink. «Durante su visita pudimos suministrarle mucha información sobre materiales luminiscentes. De manera nada sorprendente, no podía darnos mucha información.» Así, ¿fueron realmente los químicos de Utrecht en principio los responsables de plantar la idea de utilizar el europio? ¿Escenificaron simplemente su «descubrimiento» analítico con el fin de dejar una pista falsa, o bien lo hicieron porque no pudieron resistir revelar su propia paternidad, por así decirlo, de los tintes de europio en el euro? O, alternativamente, ¿fueron los misteriosos banqueros visitantes los que tuvieron la idea luminosa, y cedieron ante lo inevitable cuando oyeron que un elemento llamado europio era uno de los que serían adecuados para la tarea? Por ahora, nadie parece querer reclamar esta inspirada decisión como propia.

Auerlicht

La muchacha está desnuda de cintura para arriba; y de cintura para abajo está cubierta solamente con la más leve de las gasas. Está arrodillada, con la cabeza inclinada a un lado, y sonríe traviesa detrás de sus rizos negros. En su mano derecha parece sostener un halo deslumbrante de luz blanca, en el centro del cual luce una luz todavía más brillante («parece» porque la luz no tiene origen ni conexión evidentes; es una pura iluminación). Se agarra al tallo de un gran girasol como soporte y está encuadrada por vigorosos zarcillos de otras plantas. Situado en un ángulo, frente al plano de la imagen (sería anacrónico dentro de la misma) hay una farol callejero estándar. El mensaje resulta evidente. Esta virgen vestal predica la promesa de una nueva luz, como la luz del Sol, que iluminará el mundo.

El póster de Giovanni Mataloni, de 1895, anunciaba el alumbrado de gas mejorado de la compañía Brevetto* Auer de Roma («*guardarsi dalli contraffazioni*»: Cuidado con las imitaciones). Era una de los centenares de imágenes similares que aparecieron en ciudades de toda Europa y América alrededor del cambio de siglo. Los carteles ilustrados a todo color eran la última moda en publicidad, y ningún campo del comercio era más asiduo en buscar el favor del público que la industria del alumbrado doméstico, en rápida expansión, en la que el gas y la electricidad competían sin cesar con innovaciones rivales.

El descubrimiento que permitió al gas mantener su ventaja sobre el novedoso alumbrado eléctrico durante un poco



Incandescenza a Gas, de Giovanni Mataloni. (Cortesía del Archivo Histórico de Italgas.)

más de tiempo en los últimos años del siglo XIX lo efectuó Carl Auer, que posteriormente sería el barón von Welsbach, un vienés que había completado sus estudios en Heidelberg con Robert Bunsen, desde hacía tiempo el padre espiritual de los químicos europeos. A su llegada a Heidelberg en 1880, Auer mostró al gran hombre una modesta colección de especímenes minerales de tierras raras que había reunido, y Bunsen le dijo que los analizara, riéndose de las protestas de Auer de que las cantidades eran insuficientes. Este proyecto marcó la carrera de Auer, y las tierras raras hicieron su fortuna. El *annus mirabilis* de Auer llegó en 1885, de nuevo en Viena, cuando consiguió separar el supuesto elemento didimio en dos elementos verdaderos, que recibieron los

adecuados nombres de praseodimio y neodimio. Sus compuestos verdes y rosados los hacen atractivos para su uso en objetos de cerámica y en vidrio coloreado para gafas protectoras.

Auer no se contentó simplemente con aumentar el número de tierras raras. En sus días en Heidelberg, se había maravillado ante el mechero de Bunsen, que ya era famoso, con su llama afinable que se podía ajustar para que cociera o asara. Había advertido como, cuando se abría al máximo, la llama del mechero Bunsen hacía que sus minerales de tierras raras relucieran vívidamente con su propia luz. Empezó a explorar este fenómeno con diferentes combinaciones de óxidos metálicos. Era bien conocido que una llama dirigida a un fragmento de cal (óxido cálcico) producía la incandescencia llamada luz de calcio. La investigación de Auer incluyó los óxidos de magnesio y berilio, ambos estrechamente relacionados con el de calcio, así como los de sus tierras raras y otros elementos.

El alumbrado a gas estaba bien establecido en calles y hogares a mediados del siglo XIX, pero la luz que emitía estaba limitada por la luminosidad de la llama que producía, que dependía a su vez de la mezcla de hidrocarburos que se quemaban. Las bujías y las lámparas de aceite daban una luz más brillante que el gas, pero sólo el gas se podía suministrar de manera continua. Auer creía que un diseño de lámpara en el que sus óxidos de tierras raras se situaran cerca de la llama de gas podría producir una luz más brillante. A lo largo de un período de varios años, empapó manguitos de malla de algodón con mezclas diferentes de tierras raras y otras sales. Una vez secos, estos manguitos o camisas, que entonces estaban rígidos con el óxido incrustado, se colocaban alrededor de la llama, que quemaba el tejido y dejaba un encaje quebradizo del óxido refractario. Y éste emitía una luz brillante al calor de la llama.

Poco se sabía de las propiedades de muchos de los óxidos, y todavía menos acerca de cómo se comportaban en combinación, de manera que no había modo de predecir qué composición produciría una incandescencia blanca. Auer patentó primero en 1885 una luz de gas con una camisa hecha de una mezcla de óxidos de magnesio, lantano e itrio, pero su fragilidad y su luz verde y enfermiza hizo que no resultara popular. Sin embargo, en 1891, encontró que los óxidos de torio y cerio mezclados en la proporción de noventa y nueve a uno producían una luz blanca satisfactoria. El torio no es una tierra rara, pero es el primo más pesado (y, algo que entonces se desconocía, radiactivo) del cerio. Las camisas hechas de este material eran más robustas y prendían rápidamente. Auer era un astuto

hombre de negocios, algo insólito para un científico, y su nombre pronto llegó a ser más conocido que el de Bunsen. Porque mientras que el mechero de Bunsen tenía su lugar en el laboratorio, la brillante y nueva *Auerlicht*,* como se la conocía, era de utilidad para todos, y rápidamente varias compañías Auer lo distribuyeron por todo un continente agradecido. Sólo en 1892 se vendieron en Viena y Budapest unas 90.000 camisas Auer; veinte años más tarde, la producción anual era de 300 millones de unidades.

No pudo haberle causado ningún daño a las expectativas del inventor el que *Auer*, una variante del prefijo *Ur-*, sea un término alemán arcaico para el alba. En el momento exacto en el que la primera de las brillantes lámparas de gas de Auer se encendía en el exterior del Opern Café de Viena el 4 de noviembre de 1891, Gustav Mahler, paisano de Auer y buen conocedor del lugar, componía una canción que se incorporaría a su segunda sinfonía, y que se llamaba «*Urlicht*»: luz primordial.

Era evidente que a Auer le gustaba incorporar su nombre a sus inventos. Al éxito de la camisa de gas le siguió un filamento eléctrico de osmio, el *Auer-Oslicht*; incluso mientras estaba perfeccionando su manguito de gas, Auer hacía su apuesta tecnológica experimentando con materiales para las lámparas eléctricas que sospechaba que un día los sustituirían. En 1903 patentó una aleación de cerio y hierro (que llamó *Auermetall* N° 1), que producía chispas cuando se la golpeaba. «Piedras» de este material se utilizan todavía en la actualidad en los encendedores de cigarrillos. Todo lo que Auer tocaba parecía transformarse en luz. No es extraño que en ocasión de su ennoblecimiento eligiera para su escudo de armas la divisa «*Plus Lucis*»: más luz.**

El cerio es la más abundante de las tierras raras, y es más copioso que muchos elementos familiares, como el cobre. Parece destinado a seguir siendo muy extendido pero en gran medida no apreciado en nuestra vida. El metal se usa para mejorar las cualidades de los hierros fundidos, los aceros y las amalgamas de aluminio. Conocido como rojo de joyero, su óxido en polvo es un abrasivo fino que se emplea para pulir piedras preciosas y vidrio. En el siglo XIX se reconoció que las sales de cerio eran antieméticas, y se incorporaron asimismo a las tinturas contra la tos, a los tratamientos antibacterianos contra las quemaduras y la tuberculosis; convenientemente para las medicinas, estas sales poseen también un característico sabor dulzón. Más recientemente ha habido una cierta excitación al descubrirse que el óxido de cerio añadido al combustible

diesel aumenta mucho su eficiencia de combustión. Y todavía se utiliza en alumbrado para hacer más brillantes las potentes luces que se utilizan en los platós cinematográficos.

El cerio fue el descubrimiento del mayor de todos los químicos suecos, Jöns Jacob Berzelius. A diferencia de algunos de sus compatriotas más tímidos, publicó sus resultados de manera oportuna, mantuvo una animada correspondencia con sus colegas internacionales y recibió peregrinos químicos en su laboratorio. Si se le ha mantenido apartado de la historia popular de la ciencia, la culpa de ello se debe totalmente a prejuicios por parte de Occidente.

El mundo mineral no fue el primer amor de Berzelius. Nacido en 1779, llegó a la mayoría de edad en una época en la que ya se pensaba que los días gloriosos de la ciencia sueca habían terminado. El talentoso boticario Scheele estaba muerto, al igual que los químicos de minerales Brandt y Gahn, quienes habían identificado nuevos metales parecidos al hierro en los minerales de las minas reales. También había desaparecido Carl Linné, el botánico de fama mundial que se había atrevido a pensar que el hombre podría clasificar toda la naturaleza y que había efectuado un buen inicio en esta tarea con su nomenclatura binomial para plantas y animales.

Formado como médico e intrigado, como muchos científicos de la época, por el efecto de las corrientes eléctricas en los organismos vivos, Berzelius quería conocer el secreto de la vida. Con el fin de descubrirlo, primero tendría que desacreditar las teorías a la moda del vitalismo y ofrecer una explicación más racional para la fisiología animal y humana. Un paso favorable en este sentido fue llamar a este campo «química animal». Durante un breve período a principios del siglo XIX, ésta se convirtió en un tema candente en ciencia. Un «Club de química animal», formado como grupo de interés especial de la Royal Society de Londres, contaba a Davy entre sus asistentes regulares, y Berzelius era un activo miembro correspondiente. Pero los problemas científicos resultaron ser en gran parte intratables. No obstante, los retos que planteaba la química de la vida afinaron las habilidades de Berzelius como químico analítico, y consiguió el apoyo del próspero propietario de minas Wilhelm Hisinger. A pesar de su confesada aversión a la química inorgánica, Berzelius no tenía otra elección que no fuera responder, como tantos científicos suecos antes que él, a la llamada de la tierra.

Berzelius fue responsable de la introducción de artículos de equipamiento de laboratorio que ahora son familiares, como tubos de goma y papel de filtro, pero, a diferencia de Bunsen con su mechero o de Davy con su lámpara de seguridad para mineros, no consiguió asociar su nombre a ellos. Introdujo conceptos y términos que desde entonces han resultado ser demasiado útiles para restringirlos al léxico científico: «catálisis» y «proteína» son neologismos suyos. Hizo una tarea valiosísima sobre las proporciones en que los elementos y sus compuestos se combinan entre sí, lo que apuntaló la teoría de los átomos que había propuesto el cuáquero inglés John Dalton, y por primera vez dio a la química unos cimientos cuantitativos sólidos. También fue Berzelius quien vio la necesidad de una notación abreviada para los elementos e inventó los símbolos químicos modernos. Su sistema de un código de una o dos letras, a menudo basado en el nombre del elemento en latín, se ha convertido desde entonces en clásico y va mucho más allá de la disciplina de la química. Poner juntas estas dos últimas ideas (el símbolo para cada elemento y comprender que se combinan entre sí en proporciones fijas) condujo inevitablemente a las primeras fórmulas químicas, esta concatenación de letras y números que lo significan todo para los químicos y que al resto de nosotros nos parecen simplemente aleatorios. («¡Ah, profesor, H_2SO_4 !» es la impresión que tienen Flanders y Swann* de cómo se saludan entre sí los científicos en su tratamiento satírico de la polémica de C. P. Snow en relación a las «dos culturas» de las artes y las ciencias.)

Este sistema de notación nos parece ahora a la vez familiar y alienante. Su aparición en 1811, sin embargo, fue una revelación gráfica. Las consecuencias para la comprensión científica de la materia fueron de gran alcance. En sus laboratorios modernos, y habiendo dejado claramente atrás la búsqueda alquímica, los científicos de la Ilustración habían empezado a demostrar que podían sintetizar compuestos sencillos que se encuentran en la naturaleza: Lavoisier había combinado los gases hidrógeno y oxígeno para producir sólo agua; los metales inflamables exóticos que Davy había aislado podían quemarse para recrear los óxidos que hay en los minerales que se encuentran en la naturaleza. El sistema de Berzelius borró finalmente cualquier distinción persistente entre la esencia de un material obtenido de fuentes naturales y el mismo material producido en el laboratorio. Una vez que una sustancia como el

amoníaco, pongamos por caso, es identificada como NH_3 en lugar de «espíritu de cuerno de ciervo», de repente resulta claro que ya no importa de dónde proceda para que sea lo que es.

Esto sería suficiente para garantizar cualquier reputación química, pero todavía hay más. Porque Berzelius fue también el descubridor no sólo del cerio, sino de otros tres elementos químicos: torio, selenio y silicio, todos ellos elementos fuertemente ligados a la tierra por su naturaleza. Todos estos descubrimientos se basaron en su implicación íntima con la minería y la industria. Los minerales de silicatos de los que acabó extrayendo silicio puro proporcionan la roca madre de Suecia. Encontró selenio, un elemento relacionado con el azufre, en el sedimento de una planta de ácido sulfúrico en la que tenía una inversión. El torio y el cerio los aisló de especímenes minerales insólitos que se le enviaron para su examen. En el caso del cerio, en particular, Berzelius trabajó junto a su patrón, Hisinger, en Estocolmo, así como en la hacienda rural de Hisinger, y en las propias minas, electrolizando sistemáticamente diversas sales derivadas de los especímenes que se habían obtenido en una de las minas abandonadas de Hisinger. Berzelius eligió el nombre de cerio inspirado por el descubrimiento reciente del planeta enano Ceres, y siguiendo el precedente establecido con el uranio y Urano unos años antes.

Aunque los suecos fueron los primeros en utilizar la electrólisis en el esfuerzo para obtener nuevos elementos, bregaron para obtener el reconocimiento debido de su prioridad en esto en relación a Davy. Cuando el químico francés Vauquelin supo de su obra, comentó que, si el Instituto de Francia lo hubiera sabido a tiempo, Berzelius habría compartido la medalla de Napoleón que otorgó a Davy.



Frascos químicos etiquetados de Berzelius. (Lennart Nilsson. Cortesía del Centre for History of Science, Real Academia Sueca de las Ciencias.)

Berzelius pudo haber padecido el enmascaramiento de la historia de la química debido a los últimos logros de alemanes, franceses e ingleses, pero entiendo que la reserva sueca no ayudó a su caso. Yo había ido a Estocolmo en parte con la esperanza de poder echar un vistazo a las sustancias químicas que Berzelius había reunido y etiquetado con su nueva y convincente notación. Las había visto en una lámina en color de una antigua biografía: pequeños viales con rechonchos tapones de vidrio o de corcho, llenos de polvos en tonos pastel de azul, amarillo, gris y un verde jabonoso, cada uno con su fórmula identificadora escrita de la propia mano de Berzelius. Un recipiente de rosa de caramelo destacaba enigmáticamente del resto: hay pocas sales que sean realmente rosadas. El pie de la lámina implicaba que esos tesoros se exhibían en el Museo Berzelius. Pero el museo ya no existe, y su contenido, según me dicen, se conserva en cajas de almacenaje en la Real Academia Sueca de Ciencias, a la espera del día en que a sus sucesores les parezca oportuno honrar de nuevo su enorme contribución al inventario, la teoría y el lenguaje de la química.

Gadolin y Samarsky, hombres comunes y corrientes de los elementos

En 1788, Carl Axel Arrhenius, un teniente del ejército sueco y mineralogista (este último interés adquirido mientras aprendía cómo comprobar la pólvora en el laboratorio de la Real Casa de la Moneda), descubrió un mineral negro, de aspecto de asfalto, agregado en el feldespató de color rosa carne de la mina de Ytterby. A Arrhenius le animó pensar que podría ser una fuente del denso metal tungsteno, descubierto unos pocos años antes. Envío rápidamente un espécimen del mineral a su amigo Johan Gadolin, el profesor de química de la universidad de Åbo (ahora Turku en Finlandia, en aquella época parte del imperio sueco). Después de una larga espera, Gadolin contestó con noticias más interesantes: el teniente había descubierto el mineral de un elemento nuevo, una tierra rara. Gadolin llamó itria al mineral, por la mina de Ytterby, y se preocupó por lo que este último hallazgo pudiera suponer para la química en su conjunto. «No es sin gran azoramiento que me atrevo a hablar de una nueva tierra, porque ahora mismo se están haciendo demasiado numerosas», escribió, «porque me parecería algo fatal si cada una de las nuevas tierras se encontrara únicamente en una localidad o en un mineral».¹³²

Los temores de Gadolin de que las tierras raras proliferaran resultaron bien fundados. Este mineral de Ytterby en concreto revelaría al final no un elemento de las tierras raras, sino cuatro, y su asociación aparentemente exclusiva con la localización de su descubrimiento hizo que pareciera adecuado bautizar a cada uno de ellos por el nombre de la localidad: itrio, erbio, terbio e iterbio. Posteriormente, Per Cleve separó los óxidos de otros dos metales nuevos del mismo mineral, y los llamó, de manera más general, holmio (por Estocolmo) y tulio por el nombre antiguo de Escandinavia, Thule. Mientras tanto, en un mineral de Ytterby diferente, Anders Ekeberg descubrió otro elemento nuevo (un metal, pero esta vez no una tierra rara), el tántalo. En 1879, la mina de Ytterby era finalmente el origen de siete elementos químicos de una lista que entonces tenía setenta en total.

El mineral del que Gadolin obtuvo su itria, que en principio se denominaba iterbita, pronto fue rebautizado gadolinita en su honor. Sin embargo, no iba a ser éste su único o su mayor título para la inmortalidad científica. Porque más tarde, el elemento gadolinio fue, con el samario, el primero en ser nombrado no por una figura de la mitología, ni según algún neologismo griego basado en su comportamiento químico, ni siquiera por el lugar en el que había sido descubierto, sino por una persona real. El samario fue descubierto en 1879, y recibió su nombre por un ingeniero de minas ruso, Vasili Samarsky. El gadolinio se identificó el año siguiente.

Hasta 1944 no se dio nombre a un nuevo elemento por una persona. Este era el curio. Otras nuevas llegadas siguieron a esta convención honorífica durante la década de 1950, entre ellos el einstenio, el fermio, el mendelevio y el nobelio. Todos estos elementos aprecian a personas ya muy apreciadas por sus logros. Se podría pensar que estos elementos son todos muy remotos con relación a la experiencia cotidiana. En cualquier caso, parecen mucho menos familiares que las figuras cuyo nombre llevan. Con el gadolinio y el samario, seguramente ocurre lo contrario: sus descubridores son incluso más desconocidos que estos elementos. Aunque el lector quizá no haya oído mencionar estos dos metales, son más abundantes que el estaño y se encuentran en cualquier casa moderna. El gadolinio se emplea en los discos y cintas magnéticos que se graban, mientras que los altavoces miniaturizados de los reproductores estéreo personales dependen de aleaciones de samario muy magnéticas. ¿Quiénes eran, pues, Gadolin y Samarsky, esta pareja que suena como una firma de abogados de Milwaukee? ¿Y quién quiso homenajearlos rindiéndoles tributo de esta manera singularmente duradera?

Johan Gadolin nació en Åbo en 1760, en una familia que incluía dos obispos de la ciudad. Apartándose algo de la costumbre entre las familias clericales de ennoblecer su nombre dándole una forma latina (como Linné, que lo transformó en Linnaeus), el abuelo de Johan había adoptado el nombre Gadolin, que significa grande, del hebreo. El gadolinio se convertiría así en el único elemento con su raíz etimológica en hebreo. Su investigación del mineral negro que le había enviado Arrhenius fue lo más cerca que Gadolin estuvo de descubrir un elemento. En 1827, su colección de minerales se perdió cuando el fuego destruyó Åbo y su universidad; el itrio metal fue finalmente aislado por

otros al año siguiente. Gadolin vivió hasta los noventa y tres años, lo suficiente para saborear el honor de ver bautizado con su nombre el metal gadolinita, pero no lo suficiente para ver la llegada del gadolinio.

Vasili Evgrafovich Samarsky-Bykhovets ascendió hasta el grado de coronel en el Cuerpo Ruso de Ingenieros de Minas. Destacado en los montes Urales meridionales en 1847, advirtió la presencia de un mineral desconocido, deleznable y del color de caramelo quemado, que fue lo bastante curioso para enviar a Berlín para su evaluación por expertos; allí un mineralogista alemán confirmó su novedad y recomendó que se le diera el nombre de samarskita, según la convención en el campo; a su debido tiempo siguió el samario. Poco más parece saberse de Samarsky, que no hizo más contribuciones a la ciencia.

Comparada con la de los Curie, o con pioneros tales como Berzelius, Lavoisier o Davy, que a lo que parece están destinados a no aparecer nunca en la tabla periódica, las contribuciones de Gadolin y Samarsky parecen mínimas. ¿Por qué fueron tan favorecidas estas dos personas? Si sus logros no son una recomendación suficiente, para encontrar una respuesta hemos de dirigirnos a los investigadores posteriores de los elementos que acabaron por denominarse samario y gadolinio.

En 1879, Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran, el acaudalado hijo del propietario de una destilería en Cognac, extrajo determinadas sales de un elemento de las tierras raras procedente de samarskita de los Urales que se pensaba que era didimio. Cuando combinó la solución salina con otro reactivo, encontró que no producía el precipitado único que esperaba, sino que formaba un sedimento con dos fases distintas. El «didimio» no era en absoluto un elemento, sino una complicada mezcla de tierras raras desconocidas. Al separar los dos residuos pudo demostrar que uno de ellos era un compuesto de un nuevo elemento, al que denominó samario. Al año siguiente, Jean Charles Galissard de Marignac, en Ginebra, trabajando con un espécimen diferente del mineral de «didimio», aisló otro nuevo óxido de tierra rara. Lecoq confirmó el descubrimiento de de Marignac y sugirió el nombre de gadolinio para este nuevo elemento. (Después, cinco años más tarde, Carl Auer asestó la estocada final al «didimio» al demostrar que contenía otros dos elementos verdaderos, el neodimio y el praseodimio.)

De modo que fue Lecoq de Boisbaudran el responsable de elevar a estos dos relativos don nadie al estrellato en la tabla periódica. ¿Cuál fue su motivo? Como hemos visto, el último cuarto del siglo XIX fue el cenit del nacionalismo

europeo. ¿Acaso no debiera haber bautizado al samario a partir de los nombres de Francia o París, que es donde trabajaba, y el gadolinio según los de Ginebra o Suiza, que es donde estaba basado su amigo de Marignac? En realidad, probablemente fue prudente al no hacerlo, porque ya había hecho cuanto había podido en esta dirección, y ello de una manera espectacular y controvertida.

Lecoq había hecho su primera contribución a la tabla periódica en 1875, cuando aisló un nuevo elemento a partir del mineral del zinc. Presentó un espécimen del mismo a la Academia Francesa de las Ciencias y lo llamó galio en honor de Francia. El problema empezó un par de años después, cuando se produjeron sospechas de que aquel bautizo no fue exactamente el gesto patriótico que parecía, sino que era la taimada manera de Lecoq de poner nombre a su descubrimiento en función del suyo propio. Aunque el nombre latino de Francia era Galia, el latín de *coq* era también *gallus*.^{*} La controversia llegó a tales extremos que Lecoq fue obligado a negar que hubiera elegido el nombre en homenaje a sí mismo. El episodio debió resultar dolorosamente reciente en su mente mientras trabajaba en los minerales del didimio.

Después del embarazoso asunto del galio, es posible que Lecoq quisiera simplemente ir sobre seguro. Y nada era más seguro que seguir la denominación aceptada de los minerales de origen tan aproximadamente como pudiera, sustituyendo el sufijo -ita del geólogo con el -io del químico. Parece que eligió samario porque se obtenía de la samarskita y gadolinio porque se extraía de la gadolinita, sin más discusión. Si fue eso, fue una pérdida para la química. Hay muchos más minerales cuyo nombre corresponde al de geólogos que elementos que lleven el nombre de químicos, y no sólo porque la lista de minerales es larga comparada con la lista de elementos químicos. Los mineralogistas tienen una tradición prolongada y magnífica de bautizar a los minerales con los nombres de los pioneros en su campo, una práctica que los modestos químicos, de una manera general, han sido renuentes en emular. En consecuencia, muchos químicos que nunca han tenido su nombre ligado a un elemento poseen, no obstante, un mineral bautizado en su honor. Entre ellos, la cleveíta, la tennantita y la wollastonita honran a químicos que descubrieron elementos. El gadolinio y el samario son dos raros ejemplos de haber devuelto el favor. El gadolinio debe considerarse como el recordatorio de todos los químicos que se han esforzado por liberar un nuevo elemento de su origen mineral, y el samario de todos los mineralogistas que fueron los primeros en advertir aquel mineral insólito, lo

arrancaron de la roca nativa y lo llevaron a la atención del mundo. Ni Gadolin ni Samarsky son los representantes óptimos que podrían haberse elegido para este cometido: son los hombres comunes y corrientes de los elementos.

Ytterby Gruva

Al oír los relatos de las tierras raras, sentí que estaba empezando a comprender más profundamente de dónde procedían los elementos. Desde luego, yo sabía que en su totalidad procedían de la tierra, el mar y el cielo. Deseaba penetrar más allá de este silogismo obvio (todo está hecho de elementos, de modo que los elementos se encuentran en todas partes) e identificar una especie de *locus classicus** para estos ingredientes fundamentales de toda la materia. Después de todo, sólo son universales en un sentido. Ciertamente, todo está *hecho* de elementos, pero los propios elementos puros parecen extrañamente esquivos, y casi siempre se encuentran encerrados en minerales y compuestos inescrutables. Buscar los elementos en la naturaleza era como allanar una pastelería y encontrar gran cantidad de pasteles y bollos, pero ninguna señal de la harina y el azúcar con los que se hicieron. Uno no encuentra pepitas de aluminio ni ríos de mercurio cuando va recorriendo la campiña. Aún así, pensaba, tiene que haber lugares en los que pueda sentirse el aura de los elementos.

Ya era hora de visitar una mina. Yo no quería ir a la Gran Montaña de Cobre de Falun, el enorme centro minero que E. T. A. Hoffmann celebró, fundado en el siglo XII y que todavía operaba comercialmente en fecha reciente, en 1992. Tampoco quería ir a las minas de Hisinger en la cercana Väsmanland. Berzelius y Hisinger habían descubierto el cerio en minerales excavados allí, pero habían estado buscando la itria de Gadolin, el mineral que tomó su nombre del pueblo de Ytterby, cuya pequeña mina dio al mundo no sólo el itrio, sino además otros seis elementos. Yo quería ir a esta fuente de elementos tan prolífica.

Ytterby es el lugar de lo que se dice que es la mina de feldespato y cuarzo más antigua de Suecia. Se encuentra en la isla de Resarö, una de una infinidad de islas rocosas al este de Estocolmo, en las que Suecia se desintegra en el mar Báltico. A principios del siglo XVIII, el feldespato que se extraía de aquí servía para producir porcelana en la Pomerania sueca, mientras que el cuarzo

insólitamente puro se enviaba a Inglaterra para fabricar vidrio. Pero para el coleccionista de elementos, sólo cuando los hombres examinaron las impurezas que impedían estas operaciones reveló la mina su tesoro real.

Si Ytterby es un lugar de peregrinación, ¿quiénes son los peregrinos? La mina se cerró en 1933. Pero químicos y mineralogistas han continuado acudiendo a ella. En 1940, Brian Mason, de la Institución Smithsonian, de Washington D. C., encontró la mina parcialmente inundada, aunque todavía había accesibles grandes bloques de pegmatita, el cuarzo de feldespatos que presenta los cristales negros, de cara triangular, de la gadolinita. Unos cuantos años después volvió allí y resultó decepcionado al ver que el lugar había sido ocupado y cercado para su uso como depósito de petróleo, y que ya no se permitía el acceso público. En el informe de sus visitas relaciona veinticinco minerales, que entre ellos contenían cantidades de itrio, tántalo, niobio, berilio, manganeso, molibdeno y zirconio, así como elementos minerales más comunes, como aluminio y potasio.

Mike Morelle, el maestro de escuela responsable de inculcarme mi propia fascinación por los elementos, llegó casualmente a la mina en 1960, cuando fue invitado a pasar unos días en la casa de veraneo de un colega del trabajo en Ytterby. Paseando por los bosques inmediatos, se encontró en un pozo en la roca que le recordó el cráter que un cohete V2 había hecho aparecer fuera de la ventana de su dormitorio una mañana de 1945. Las laderas del pozo estaban cubiertas de vegetación, y no había una entrada evidente a la mina, pero advirtió algunas señales de actividad extractiva previa. Sólo más tarde supo por boca de su anfitrión de la importancia química del lugar.

Jim Marshall, de la Universidad del Norte de Texas, y su esposa, Jenny, han viajado por todo el mundo buscando las localidades asociadas con el descubrimiento de cada elemento, en un proyecto de vacaciones que se ha transformado en una obsesión de diez años. Su objetivo es visitar todas y cada una de las minas, laboratorios y casas de químicos que sean importantes. La idea arraigó cuando los Marshall llegaron al final de la línea en una investigación genealógica que les había proporcionado el gusto por los viajes por Europa con un propósito. ¿Qué mejor manera de continuar de la misma guisa que concebir un proyecto que los obligaría a visitar algunas de las ciudades más agradables de Europa y les proporcionaría un conocimiento superficial de localidades agrestes y apartadas, en la que la inclusión de cada lugar siempre estaría justificada por su conexión con la misión general? El itinerario sería lo bastante largo para ser

intimidante, pero lo bastante contenido para que al final pudiera haberse realizado. Naturalmente, han visitado las grandes ciudades como París, Berlín, Londres, Edimburgo y Copenhague, y también lugares oscuros como Strontian y la lóbrega mina de Transilvania en la que se encontró el telurio por primera vez. El «viaje a pie de los elementos» de los Marshall parece ofrecer el perfecto matrimonio turístico de lo urbano y lo sublime, de manera que, en la ruta del galio, por ejemplo, se encuentran tanto en el Cognac de Lecoq de Boisbaudran como en las brumosas montañas de los Pirineos en las que éste obtuvo la blenda de zinc de la que extrajo el elemento. Pero, lamentablemente, como atestiguan sus registros escritos y fotográficos de estos viajes, a menudo encuentran estos lugares sin ninguna indicación, descuidados u ocupados por construcciones. Jim y Jenny llegaron finalmente a Ytterby en 2007.

En mi propio viaje, he estado preguntando a los químicos e historiadores de la ciencia que encuentro si también ellos han ido a Ytterby. Pocos lo han hecho. Andrea Sella realizó un crucero en ferry a través del golfo de Botnia, hasta Suecia, mientras participaba en un congreso en la ciudad de Gadolin, Turku, pero cambió la excursión que le ofrecían a Ytterby en favor de un día de turismo en Estocolmo. Tampoco mis guías locales, Hjalmar Fors y Anders Lundgren, han efectuado la excursión a la localidad natal de tantos elementos.

En el arte y en la literatura, el estudio y la mesa del escritor conservan una cierta fascinación. Pero no importa dónde estuvieran Newton y Einstein cuando revolucionaron las leyes de la física; lo que importa simplemente es que lo hicieron. Se puede visitar la casa familiar en Lincolnshire a la que Newton se retiró cuando la peste se extendió por Cambridge y donde hizo sus descubrimientos más importantes. En el jardín hay un manzano que, según se dice, está injertado de aquel famoso que dejó caer su fruta sobre la cabeza del gran hombre. Pero no ofrece ningún atisbo de la revelación de Newton acerca de la ley de la gravedad; no es más que un manzano. Yo esperaba que Ytterby fuera diferente. Aquí, después de todo, no fue la presencia casual de algún genio humano lo que la hizo importante. No se trataba de Stratford-upon-Avon o de Dove Cottage.* El significado tenía que estar *en* el lugar, en la constitución material única de un fragmento de geografía.

El cielo es de color gris pálido y los árboles gotean de una llovizna reciente mientras mi autobús se abre camino serpenteando a través de los suburbios de Estocolmo, a lo largo de carreteras resbaladizas que cortan rocas rosadas y

grises. Pronto todo lo que es hecho por el hombre parece surgir de esta geología: los áridos que recubren la carretera, las barreras de acero a lo largo de su borde, los cerramientos metálicos de las fincas industriales, la piedra toscamente labrada y el estuco ocre de los edificios más imponentes, las tablas de chilla roja de las casas (llamada *Falu röd* por las minas de Falun, cuyos minerales cuprosos se emplean para producir el pigmento). En todas partes, grandes pedrones redondeados surgen entre la vegetación de finales de primavera, como si fueran ellos los que estuvieran vivos y crecieran, hasta el punto que parece que pronto recubrirán la hierba y los arbustos, y no al revés.

A medida que el autobús avanza, pienso que parece que la química se ha convertido en una actividad casi clandestina. Los alquimistas están desacreditados y fríos en sus tumbas, pero la ciencia de los elementos parece haber conseguido poco respeto o respetabilidad. Los héroes y las heroínas de la química se han olvidado. El tema se enseña cada vez más hipotéticamente en las facultades, con experimentos que ya no realizan ni los alumnos ni el profesor, sino que simplemente se describen o se ven en un DVD. Los productos químicos son algo que hay que temer, los que son necesarios se mantienen en su lugar bajo el fregadero de la cocina (y se los designa como «sustancias químicas», como si el mismo fregadero y su contenido no fueran también sustancias químicas). Me he esforzado por obtener las sustancias simples y los aparatos sencillos que necesitaba para mis modestos experimentos; he visitado una fábrica de fuegos artificiales escondida detrás de un seto en un lugar apartado, sin ningún rótulo comercial que advirtiera de su presencia; he oído historias de académicos que se fueron de sus laboratorios urbanos a tierras remotas y desiertas para realizar sus experimentos. Parecía una extraña manera de aumentar los conocimientos científicos y divulgar este saber. Los elementos (muchos de ellos) se pueden obtener si se sabe dónde buscarlos, pero se hace que este mismo conocimiento parezca peligroso, como si sólo se pudiera conseguir al precio de conocer algún código secreto: el azufre se puede obtener en la tienda de jardinería; el magnesio en el comercio de objetos navales; el antimonio en la tienda que suministra a los artistas. Sin duda, los elementos universales debieran pertenecer a toda la humanidad.

El autobús atraviesa un par de caletas y me deja; soy el único que desciende. La llovizna empieza de nuevo, y ahora entiendo por qué el mapa que he comprado en preparación para la fase final de mi viaje está dentro de una funda de plástico. Yo había esperado un viaje de dimensiones épicas, y me

desanimó un poco al ver que en la actualidad Resarö se encuentra situada cómodamente a una distancia de Estocolmo que es fácil de salvar. El mapa muestra el poblado de Ytterby y una G angular (de *gruva*, mina) en el extremo de la isla. Camino con dificultad un par de kilómetros bajo la lluvia. Los zorzales emiten excitados ruidos de carracas en los árboles. En el margen del camino crecen geranios salvajes. Pronto, los prados sembrados de rocas dejan paso a unos suburbios idílicos, y la lluvia cesa. El sonido de niños jugando llena el aire. Aparecen casas y jardines con pequeños retazos de vegetación tachonados de arbustos de arándanos y de flores de cebolla. Pendones azules y amarillos ondean alegremente en la brisa en lo alto de astas elevadas en muchos de los jardines.

Sigo las indicaciones hasta llegar a una cafetería que encuentro en un astillero. La cafetería no es más que una choza con un lado abierto, con un piso, pequeño como un pañuelo, que da al agua. Las servilletas de papel están sujetas con un fragmento de la piedra rosada. Le pregunto al dueño si conoce la mina de Ytterby y si sabe de su cúmulo de elementos. Sí que la conoce, pero no ha estado allí en persona. «Sólo hace cinco años que vivo en Resarö. No soy del tipo excursionista».

Sigo caminando más allá de una calle llamada Yttrimvägen y sé que debo estar acercándome. Un poco más allá, dos bloques de la roca rosada han sido colocados al lado de la carretera. Un empinado sendero de guijarros que empieza entre ellos transcurre entre abedules y pinos. A un lado del sendero se yerguen los postes metálicos de un letrero que ha desaparecido, pero un pequeño rótulo de plástico clavado en un árbol adyacente anuncia que he llegado a una «*Natur minne*». El sendero es de cuarzo de color blanco puro y rosado, como en un cuento de hadas. Lo sigo trepando. En la cima, encuentro una extensión vertical de roca llena de protuberancias, tan grande como la fachada de una casa. *Ytterby gruva*. La roca es gris, rosada, blanca y negra. Al pie de este pequeño risco, los restos del fuego de campo de alguien han sido circundados por seguridad con piedras de los distintos colores.



Mina de iterbio. (Fotografía del autor.)

El lugar apenas parece una mina de ningún tipo. No hay excavaciones, ni montones de residuos de minería, ni siquiera una abertura detectable en el terreno. Es demasiado compacto para poderlo calificar de desolado. El paisaje es pintoresco en lugar de asolado o lleno de costurones. A las grietas de la roca se aferran fresas silvestres. Me pregunto si éste puede ser realmente el seno que parió tantos elementos (porque, sí, en la creencia popular de los mineros que antaño trabajaron aquí y en cualquier parte, la tierra es realmente la madre, y los minerales son embriones que crecen en su vientre y que ellos deben ayudar a traer al mundo).

Observando más atentamente, empiezo a advertir señales de interferencia humana: una fila de agujeros perforados en la roca por mineros que nunca volvieron para palanquear el bloque siguiente, y aquí y allá escarpías y anillas de hierro clavadas en el farallón y que antaño sostuvieron los puentes transversales

empleados para transportar la piedra ladera abajo. Pero sólo parece haber estos pocos metros de pared rocosa trabajada. Los bloques redondeados que se encuentran en las inmediaciones no están perturbados en absoluto y tienen el mismo brillo helado que adquirieron hace miles de años. Trepo a uno de ellos y contemplo, más allá de las copas de los árboles, un panorama de pequeñas islas que se adentran sin fin en el mar. Ahora me embarga algo parecido al éxtasis. Noto la redondez del mundo y toda su sustancia bajo mis pies.

Ya es hora de empezar a dar golpes de martillo. He traído conmigo una lupa y un imán pequeño pero potente para comprobar cualesquiera especímenes que encuentre. Pero estoy mal equipado para atacar la roca expuesta. Mi golpeteo patético del farallón de cuarzo («cuarzo duro y rebelde», lo había llamado Mark Twain) me proporciona una idea inmediata de la enorme labor implicada en esta rama de la minería. Es mucho más duro que el carbón, y no está en absoluto aliviado por material más blando. Además de martillos y escoplos (y posteriormente la dinamita de Alfred Nobel), los mineros emplearon fuego y hielo para cuartear la piedra, amontonando grandes fuegos de leña contra la cara rocosa y después vertiendo sobre ella agua helada. Busco en el suelo fragmentos arrancados por las heladas invernales para añadirlos a mi colección. Recojo un fragmento limpio de cuarzo blanco y un fragmento de cada una de las rocas rosada, gris y negra. Después mi vista capta una pista reluciente de lo que al principio pienso que es el moco de un caracol (en este día húmedo, las babosas campan a sus anchas), pero que resultan ser las escamas diminutas de otro mineral. Localizo la fisura de la que caen estos fragmentos, y la encuentro atestada de placas delgadas y frágiles, como hojaldre, que se rompen en el mismo ángulo como si de cuchillas de cúter se tratara. La superficie de cada capa tiene un brillo reluciente y parecido al estaño. Nunca antes había visto que algo tan evidentemente metalífero surgiera directamente del suelo.

Al cabo de un par de horas de registrar el lugar he reunido lo que considero que es una selección representativa de minerales, entre ellos cuarzo, feldespatos, una roca gris que huele a azufre y una prometedora piedra negruzca que es claramente más densa que el resto, que es iridiscente como la antracita pero que es evidente que contiene metales.

En la costa cercana a la mina hay un pequeño dique desde el que los minerales eran despachados por todo el mar Báltico y más allá, y donde, sin duda, curiosos cazadores de especímenes desembarcaron en los días anteriores a la existencia de autobuses interurbanos. El club rotario local ha erigido un rótulo

que conmemora al observador teniente Arrhenius, que inició la fiebre del oro científica que llevó a dar nombres derivados de este lugar a seis elementos. Ahora el lugar está rodeado de pequeñas casas de vacaciones, ninguna de las cuales tiene más de 100 años de edad, y la mayoría son mucho más recientes. Intento imaginármelo en la época de Arrhenius, con el ruido de la extracción minera retumbando a través de los pinos, compitiendo con los chillidos de las gaviotas. A pesar de las rocas y de la vegetación baja, no pudo haber sido un lugar salvaje ni siquiera entonces. Era fácil arribar allí en barca, y la mina se encuentra a un corto trecho colina arriba. Visité la zona en un fresco día de junio. ¿Cómo debía ser aquel lugar en febrero, cuando los vientos del este soplan a través del mar desde Rusia? Quizá era desagradable. O quizá había una cierta comodidad en la camaradería de la mina y un cierto abrigo frente al viento, incluso un poco de calor que se podía conseguir cuando se encendían los fuegos contra las rocas. Lo que hace que este lugar sea especial no es el paisaje sublime o la aventura de llegar hasta aquí. Es algo inmediato y corpóreo. Es la sustancia del suelo, la roca revelada en su variedad desnuda, y el saber que hay tantos elementos nativos de aquí mismo, y ello de manera única, como antaño se creyó y Gadolin temía, aunque en la actualidad sólo de forma emblemática. Esta tierra, para mí, es la fuente de todos los elementos y de nuestra comprensión de los mismos, la *fons et origo** de todas las variedades de la materia.

Me voy de Resarö con mi cargamento de minerales y camino hasta la isla vecina de Vaxholm, un gracioso lugar de temporada dominado por el fuerte del siglo XVI que se agazapa sobre un islote situado al otro lado de un estrecho canal que lo separa del pueblo. En el fuerte hay una pequeña exposición sobre la mina de Ytterby, con fotografías históricas y, me agrada ver, especímenes de itrio, erbio, terbio e iterbio, proporcionados por el centro distribuidor de elementos de Max Whitby. Agrupados orgullosamente alrededor de las botellitas de vidrio de los metales, como padres que rodean a sus hijos, están los minerales fuente: pirrotita, biotita, anderbergita, alanita, calcopirita, molibdenita (tan blanda que puede utilizarse como un lápiz) y fergusonita, rica en uranio, y de la que pueden verse las cicatrices hechas por sus emanaciones radiactivas sobre el feldespató que la rodea, como pequeños rayos de sol rascados sobre la superficie mineral. Me preocupa que ninguno de estos especímenes se parezca mucho a las piedrecitas que he colectado, y también porque quizá ahora llevo material peligrosamente radiactivo. La exposición incluye un burujo negro reluciente de la famosa gadolinita, que ciertamente no se parece a nada de lo que he

encontrado en la mina. Las fotografías se tomaron en 1893, durante la mejor época de la mina, y muestran grandes operaciones, con túneles, construcciones de troncos y raíles instalados para las vagonetas de los minerales. He visto que sobreviven pocas pruebas de esta industria. Me entero de que el lugar, que antaño perteneció a la célebre compañía de porcelana Rörstrand, está ahora protegido por el estado como «tesoro geológico». Demasiado tarde, leo que está prohibido recolectar los minerales.

Estoy ansioso por descubrir más cosas de mis trofeos cuando retorno a Londres. En algún lugar, imagino, tiene que haber un mineralogista que pueda echar un vistazo a mi puñado de piedras y decírmelo todo sobre ellas, como el catador de vinos que puede mencionar no sólo la región y el año del vino, sino el viñedo e incluso la ladera en la que se encuentran las vides.

Las llevo primero a Zoe Laughlin, la amiga que abrió mis oídos a las características sónicas de los elementos con su experimento con los diapasones, que dirige una biblioteca de materiales en el King's College de Londres. En los pocos días transcurridos desde mi retorno de Suecia, algunos de los especímenes parecen haber cambiado. El aroma sulfuroso se ha disipado de la piedra gris, y el mineral hojaldrado con el brillo metálico parece más transparente, como láminas de celofana. Zoe me dice que es mica (el término sueco es *glimmer*).^{*} Pasa un contador Geiger sobre los especímenes, uno cada vez; para mi alivio, apenas producen una crepitación. Ni tampoco revelan ningún ingrediente fluorescente cuando se los observa bajo luz ultravioleta. Esto descarta el uranio en la mena, que luciría brillante bajo esta iluminación. La conjetura preliminar es que es improbable que yo haya recolectado gadolinita u otros minerales ricos en tierras raras.

Ahora necesito la opinión de un mineralogista. El museo de Historia Natural dispone de un servicio (milagroso en estos días en que todo debe producir beneficios) que permite a cualquier miembro del público solicitar un análisis de minerales insólitos que haya encontrado. El conservador de minerales, Peter Tandy, se cala las gafas sobre la cabeza y empieza a examinar mis piedras. La mayoría de sus clientes, me dice, son gente que cree haber encontrado un meteorito (casi siempre se equivocan). Una vez se vio realmente confundido por un burujo plateado de metal que alguien le había llevado con la esperanza de que fuera plata, hasta que un colega le echó un vistazo rápido y lo reconoció como los restos de una granada de mano italiana de la época de la

guerra, y llamó al equipo de artificieros. Identifica la mayoría de mis especímenes de una mirada, y se los lleva para analizarlos mediante difracción de rayos X, que identificará de qué especies minerales son a partir de su estructura cristalina. Unas pocas semanas después, Peter tiene para mí una noticia decepcionante. No he aportado nada que sea interesante.

Desde luego, lamento no haberme marchado de Ytterby cargado con itrio y la media docena de los demás elementos que se identificaron por vez primera en sus rocas. Pero, como he dicho, no soy un coleccionista nato. Mi objetivo en este libro ha sido demostrar que los elementos se encuentran en todo nuestro alrededor, tanto en el sentido material de que se hallan en los objetos que atesoramos como bajo el fregadero de nuestra cocina, pero también, de forma más potente, en un sentido figurativo, en nuestro arte, literatura y lenguaje, en nuestra historia y geografía, y que el carácter de estas vidas paralelas surge, en último término, de las propiedades universales e invariables de cada elemento. Es a través de esta vida cultural, más que mediante el encuentro experimental en un laboratorio, como llegamos a conocer real e individualmente los elementos, y es motivo de tristeza que la mayor parte de la enseñanza de la química haga tan poco para reconocer esta rica existencia.

Debiéramos apreciar y celebrar nuestra necesaria implicación con los elementos. Quizá no queramos iniciar nuestra propia tabla periódica, pero al menos hemos de intentar ser más felices a propósito del hecho inevitable de que, de una manera u otra, dependemos de casi todos ellos. James Lovelock, el científico y activista ambiental, dijo una vez que estaría dispuesto a almacenar todos los residuos de elevada actividad procedentes de una planta nuclear en una casamata de hormigón en su terreno. Pero quizá debiéramos extender la cosa: *todos* deberíamos poseer un pequeño fragmento de uranio empobrecido para conservarlo en el jardín como recuerdo de nuestra dependencia del mismo para nuestra energía.

¿Excesivo? Quizá. Pero, ¿qué hay de los demás elementos? ¿El cobre que aporta a nuestros hogares, de manera invisible, la electricidad generada por la reacción nuclear de aquel uranio? ¿Las tierras raras de las pantallas de fósforo de los dispositivos a los que dicha electricidad da vida? ¿Y qué hay del carbono y el calcio que graban toda la historia humana con su negro y blanco? ¿Y qué hay de los demás elementos que colorean nuestro mundo? Desde todos los puntos de vista, nuestra dependencia de los elementos es biológica, como se nos recuerda

cuando revisamos el contenido de sodio de la sal de una comida rápida ante la televisión, o cuando ingerimos una píldora de un suplemento que contiene selenio (que, incidentalmente es el último de una larga serie de elementos que destacamos como nutriente de moda). Los comemos o los evitamos, los extraemos de la tierra o los enterramos en ella, pero rara vez nos detenemos para apreciar a los elementos en lo que valen.

En el último libro, inacabado, que tenía la esperanza de que fuera su obra maestra, Gustave Flaubert inventa dos autodidactas chapuceros, Bouvard y Pécuchet, que deciden probar la mano en todas y cada una de las especialidades intelectuales que el mundo moderno ofrece. En su muestreo insatisfactorio de las ciencias modernas investigan primero la química, y quedan consternados cuando se dan cuenta de que ellos mismos están constituidos por los mismos elementos universales de toda la materia: «sintieron una especie de humillación al pensar que sus personas contenían fósforo como las cerillas, albúmina como la clara de huevo y gas hidrógeno como las farolas de la calle».

Lo habían entendido típica y exactamente al revés. Son las cerillas que contienen *nuestro* fósforo y las farolas de la calle *nuestro* hidrógeno, y no al revés, y por ello deberíamos sentir una especie de emoción.

Epílogo

En 1959, Tom Lehrer concluyó provisionalmente su catálogo en forma de aria de los elementos (que entonces eran 102 en número): «Éstos son los únicos cuya noticia ha llegado a Harvard / Y puede que haya otros muchos, pero no han sido descubiertos».* Desde entonces, otros diez se han añadido a la lista. Es improbable que obtengan la tracción cultural de sus antecesores. Son superpesados, radiactivos y de vida corta, y nunca encontrarán aplicaciones ordinarias. Tienen que producirse en cantidades tan minúsculas que no hay posibilidad de establecer su color y olor característicos. Pero, como todos los demás elementos antes que ellos, son universales, son nuestros; nos pertenecen tanto como el oxígeno que respiramos. Pertenecen también a la tabla periódica, al menos en la medida en que se añaden a la secuencia denotada por los números atómicos. Y, sin embargo, sintetizados en lugar de haber sido descubiertos, producidos en lugar de haber sido encontrados, parecen contar de una manera diferente.

Me preguntaba qué se sentiría al traer al mundo a una de esas extrañas entidades. A menudo, ahora lo he llegado a comprender, algo que se reveló en el momento de su descubrimiento indicará el rumbo de la carrera que un elemento efectuará en nuestra cultura. La capacidad blanqueadora del cloro se apreció desde el principio; y lo mismo ocurrió con los colores del arco iris del cadmio. Pero estos nuevos elementos, tan frágiles y efímeros en su existencia, no pueden esperar nunca abrirse camino de esta manera en nuestras vidas. En muchos aspectos, han de seguir siendo irreales, incluso para aquellos que los produjeron por primera vez. ¿Acaso la emoción que sintieron estos descubridores puede parecerse en algo a lo que sintieron William Ramsay y Morris Travers cuando quedaron «fascinados durante algunos momentos» y observaron como el neón emitía por primera vez su «destello de luz carmesí»?¹³³ ¿O a lo que sintió Davy cuando bailó por todo el laboratorio, extasiado ante el ardiente chisporroteo del potasio? ¿Creen los científicos actuales que sus elementos son iguales a los de

estos pintorescos ejecutantes? Lamentablemente, no han dejado los relatos emocionantes de sus predecesores; si quiero tener una respuesta a mi pregunta, tendré que plantearse directamente.

También quería saber cuán lejos *podría ir* la tabla periódica. Si ahora colgara de la pared de mi dormitorio, ¿tendría que dejar espacio para filas de casillas vacías para acomodar en ellas a los elementos futuros? Y si es así, ¿cuántas? ¿Una o dos? ¿Una docena? ¿Cientos? Poco antes de morir en 1999, Glenn Seaborg, que fue el primero en descubrir el plutonio y la sarta de elementos radiactivos que lo siguen, dio una conferencia en la que presentó una tabla que se extendía hasta un elemento no nominado cuyo número era el 168: la mitad más del número en el que la ciencia ha conseguido ampliar el inventario en 300 años. ¿Era esto sólo fantasía, el sueño imposible de un anciano? Seaborg parecía negar la perspectiva mientras hablaba: «Ya haremos mucho si aumentamos la tabla en otra media docena de elementos, aproximadamente», dijo. Pero, entonces, ¿por qué mostrar la imagen? Quizá era su manera de recordar a la audiencia que el descubrimiento científico tiene la costumbre de cambiar las reglas a medida que avanza. Cuando se identificaron los primeros elementos químicos «verdaderos», no había manera de interpretarlos como los números cinco y seis para complementar a los cuatro establecidos de antiguo por Aristóteles: tierra, aire, fuego y agua. Trastornaron completamente aquel sistema y necesitaron uno nuevo. Cuando estableció su lista de treinta y tres elementos en 1789, Lavoisier no tenía tampoco manera de saber cuántos otros quedaban todavía por descubrir en sus minerales. A mediados del siglo XIX, cuando la tasa de descubrimientos se redujo durante un tiempo casi a cero, algunos químicos debieron haber empezado a suponer que ahora conocían todos los elementos que había que conocer; pero entonces la aventura se puso en marcha de nuevo con la invención del espectroscopio, que permitió identificar muchos más por su llama característica. Dmitri Mendeléyev, a pesar de dejar espacios vacíos para las nuevas incorporaciones, se sorprendió al enterarse de la existencia de los gases inertes y de los primeros elementos radiactivos. Se deslizaron con relativa facilidad en su tabla periódica, aunque al principio se opuso a su inclusión. ¿Seguirá siendo tan servicial el esquema de Mendeléyev? ¿O acaso algún día se encontrará un nuevo elemento que exhiba un comportamiento tan extraño que tenga que deshacerse toda la tabla y rehacerse de nuevo?

¿Quién puede decirme qué se siente al descubrir un elemento en la actualidad, y cuántos más de estos descubrimientos es probable que haya? Para

ello, necesito seguir la pista de los descubridores de los nuevos elementos que sobrevivan, y a sus sucesores que todavía estén intentando encontrar todavía más, porque construir la tabla periódica es un proyecto continuo. Aunque me formé como químico, me sorprende algo descubrir que no sé sus nombres. Los cosmólogos y genetistas que son familiares porque aparecen continuamente en los medios, sí. Pero estos químicos pioneros, no. Una razón es que hay muy pocos de ellos. Ello no se debe simplemente a la tasa atenuada de descubrimientos (de un elemento cada año o cada dos años a lo largo de la mayor parte del siglo XIX a uno cada tres años en el XX), sino también al hecho de que en la actualidad los elementos suelen ser descubiertos en tandas por unos pocos grupos de investigadores. Esto deja pocos investigadores para reclamar la gloria, aunque estén inclinados a ello.

El colega y sucesor de Seaborg, y el único individuo que puede rivalizar con su récord, es Albert Ghiorso. Se unió al equipo de Seaborg en su base durante la guerra, en Illinois, como parte del Proyecto Manhattan, en 1944, y en 1971 podía afirmar ser el codescubridor de los elementos número 95 a 105, entre ellos el lawrencio, el rutherfordio y el dubnio. Cuando llegó al elemento 106, Ghiorso preguntó a su mentor qué pensaría del nombre «seaborgio». Seaborg (que es difícil que no hubiera pensado que alguna vez llegaría el día), se manifestó «increíblemente emocionado. Este honor sería mucho mayor que cualquier recompensa o premio porque era para siempre; duraría mientras hubiera tablas periódicas. Hay poco más de un centenar de elementos conocidos en el universo, y sólo un puñado de ellos llevan el nombre de una persona».¹³⁴ Ghiorso tiene todavía una mesa en el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley a los noventa y tres años de edad. Le escribo con mis preguntas. Pero no me contesta.*

Después del seaborgio, los laureles por el descubrimiento de los seis elementos siguientes van al Instituto de Investigación de Iones Pesados, de Darmstadt, en Alemania. El principal científico en el centro durante las décadas de 1980 y 1990, cuando se realizaron dichos descubrimientos, era Peter Armbruster. Esta vez estoy de suerte. Sin embargo, cuando hablo con Armbruster, le quita importancia a cualquier gloria. «Yo no los descubrí. Siempre trabajé con un grupo». Pero me sorprende al revelar que todavía puede concretarse el descubrimiento a este momento original en el que algo nuevo irrumpe en los sentidos. En 1981, Armbruster y su grupo de científicos nucleares intentaban producir el elemento número 107. El laboratorio todavía usaba

ruidosas impresoras en lugar de silenciosas pantallas de ordenador para mostrar los resultados. Mientras los aparatos registraban la desintegración del átomo de vida corta, «oímos una explosión de chasquidos». ¿Acaso esos chasquidos eran menos maravillosos que la nueva luz en un espectroscopio?

La síntesis de estos elementos superpesados es, en principio, un asunto de simple adición. El uranio es el elemento más pesado de la tabla periódica que se encuentra de forma natural. Seaborg y Ghiorso produjeron los siguientes elementos en la secuencia bombardeando blancos de uranio (y después de plutonio, americio, y así sucesivamente) con partículas mucho más ligeras con la esperanza de que alguna de ellas quedaría pegada y así formaría un elemento todavía más pesado. La dificultad con eso (que cada vez se hacía mayor) era que los propios blancos eran inestables. Ello aumentaba la probabilidad de que el bombardeo produjera simplemente una metralla de pequeños fragmentos de elevada energía y ningún átomo pesado en absoluto. El descubrimiento de Armbruster fue ver que si utilizaba como misiles átomos de determinados elementos de peso medio, podía volver a utilizar blancos estables. El elemento número 107, el bohrio, se produjo disparando átomos de cromo a un blanco de bismuto; el 112, uniendo a la fuerza átomos de plomo y zinc. Puesto que el nuevo elemento sobrevive todo lo más unos cuantos segundos antes de desintegrarse, ha de detectarse no mediante observación directa, sino midiendo la energía de sus partículas de desintegración y determinando la composición del núcleo estable que queda. A partir de esta información, es posible calcular el número atómico del nuevo elemento que tuvo que existir durante el breve momento anterior a la desintegración. En estos casos, el descubrimiento no es cosa de momentos de ¡eureka! ni de manzanas que caen sobre la cabeza. El placer se parece más al que siente el arqueólogo que puede deducir, a partir de unos pocos fragmentos, qué aspecto pudo haber tenido una vasija antigua.

Aunque los exploradores de esta región lejana de la tabla periódica son físicos, comparten el impulso de los químicos de describir sus nuevos elementos y de producir compuestos a partir de ellos. No los motiva para ello algún deseo nostálgico y simple de seguir las huellas de anteriores descubridores de elementos, sino principios científicos sólidos. El grupo de Armbruster ha logrado producir compuestos como el sulfato de bohrio y el tetróxido de hassio, operando sólo con unos pocos átomos de estos elementos. Sin embargo, esto ha sido suficiente para mostrar su analogía química con los elementos situados directamente sobre ellos en la tabla, con lo que se demuestra la validez

continuada en estas aguas no exploradas de la organización de los elementos de Mendeléyev. «Se especulaba que la tabla de Mendeléyev podría descomponerse con los elementos más pesados», explica Armbruster. «El efecto de la relatividad en los electrones de la capa interior, que se mueven a una velocidad cercana a la de la luz, significaría que la mecánica cuántica ordinaria ya no es aplicable. Pero encontramos que el hassio se comporta realmente como el hierro, y que el elemento 112 es como el mercurio».

Le pregunto a Armbruster sobre los nombres. Dar nombre a los elementos es una preocupación de los químicos, señala el físico. Añadir un protón a un núcleo atómico lo transmuta en un elemento químico diferente una unidad más pesado; añadir un neutrón lo convierte simplemente en un isótopo más pesado del mismo elemento. Para el físico, parece injusto que sólo el primero garantice un nombre nuevo. A pesar de ello, Armbruster se ha visto implicado en muchas decisiones sobre denominación. Hasta 1992, me dice, el descubridor tenía el derecho de elegir un nombre, pero esto ha cambiado en respuesta a las disputas de prioridad de la guerra fría, de modo que ahora a los responsables sólo se les permite proponer nombres como sugerencias. Detecto un tono algo avergonzado cuando Armbruster excusa la denominación que ha hecho su equipo de los elementos 108, hassio (por el estado federado de Hesse) y 110, darmstadtio. La justificación oficial es que así se completaba una distribución geográfica anidada que enlazaba con europio y germanio (Darmstadt, Hesse, Alemania, Europa), y era una respuesta adecuada a los nombres que anteriormente habían dado Seaborg y Ghiorso al americio, el californio y el berkelio (un acontecimiento que hizo que el *New Yorker* se burlara diciendo que ahora sólo faltaba que los investigadores encontraran el universitio y el ofio* para que su obra fuera completa).

«Esta mala tradición la estableció Berkeley. Queríamos hacerlo para Europa», dice Armbruster. Parece que el nacionalismo engendra nacionalismo. Pero aquí hay también un subtexto patriótico más sutil: una reafirmación histórica de la potencia de Alemania en física nuclear. Porque el favorito de Armbruster de los seis elementos que ha contribuido a dar nombre es el número 109, meitnerio, denominado por la física austríaca Lise Meitner, que era parcialmente judía. Cuando trabajaba en Berlín, y después en Estocolmo y Copenhague, exiliada del régimen nazi desde 1938, Meitner fue una de las descubridoras de la fisión nuclear, el proceso por el que los núcleos atómicos se escinden para liberar cantidades enormes de energía. (Su trabajo demostró

también por qué los elementos más pesados que el uranio no podían ser estables.) Meitner consiguió todo esto a pesar de la persecución nazi y de la discriminación contra las mujeres, fuera donde fuera. «Yo estaba convencido de que ella fue una parte muy importante de la física nuclear del siglo xx», dice Armbruster. «Y tuvo todas las desventajas que se pueden tener.»

Casualmente, hablo con Armbruster unos pocos días después de que él haya enviado su propuesta para el nombre del elemento número 112 a la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, la organización que tiene a su cargo la ratificación de la nomenclatura química. La IUPAC requiere que cada nuevo elemento tenga un nombre que sea fácil de pronunciar y un símbolo químico que pueda recordarse. Aparentemente, la elección para el 112 se ha reducido desde los 30 nombres sugeridos, algunos germánicos, otros rusos, que reflejaban la composición del equipo que hizo el descubrimiento. Su descubrimiento anterior, el elemento número 111, se denominó roentgenio por el descubridor alemán de los rayos X, Wilhelm Röntgen. No hay manera de sacarle a Armbruster qué es lo que ha recomendado esta vez, pero indica que el patriotismo no es la inspiración. «Hice todo lo que pude para asegurarme de que no continuemos con científicos alemanes ni ciudades alemanas», me dice.*

El escenario de los hallazgos más recientes de elementos ha pasado a Rusia. En el Instituto Conjunto para la Investigación Nuclear de Dubna, Yuri Oganessian dirige el equipo que ha sintetizado los elementos números 114 y 116 (los elementos de número impar son más difíciles de obtener, por razones que tienen que ver con la estabilidad del núcleo). Me ofrece una apreciación más personal de la investigación. «El trabajo es muy difícil, puesto que la probabilidad de formación del núcleo de un elemento nuevo es abrumadoramente pequeña. Muy a menudo no obtenemos nada. Puede tomar años», me dice. «No es difícil comprender la emoción del investigador.»

Le pregunto sobre la distinción entre «encontrar» y «producir» elementos. Esto anima a Oganessian: «Yo plantearía la pregunta de manera más cruda: ¿por qué, en general, descubrimos elementos?». ¿Qué necesidad hay, tal como él lo presenta, después de haber sintetizado el darmstadtio, que es el elemento decimonoveno después del uranio, de sintetizar un vigésimo elemento? ¿Por qué continuar? Su respuesta va directa al corazón de lo que es la ciencia. Los descubrimientos son importantes menos como trofeos y más por lo que nos dicen acerca del mundo más amplio. En el apogeo de Seaborg, el modelo teórico del núcleo atómico sugería que el catálogo de los elementos era esencialmente

finito, y que más allá de un cierto umbral de inestabilidad resultaría imposible sintetizar otros nuevos. Sin embargo, los progresos en física teórica en la década de 1960 indicaron entonces que, en realidad, podía haber «islas de estabilidad» agrupadas alrededor de determinados números atómicos situados más arriba en la tabla. Esta nueva comprensión ha estimulado la caza de elementos tras los cuales habría sido una locura ir antes... y esto es presumiblemente lo que animó a Seaborg a especular sobre una tabla periódica hasta el número atómico 168. «No ha sido hasta principios del siglo actual que hemos conseguido cambiar el método de síntesis y producir elementos con números atómicos del 112 al 118, y demostrar que la hipótesis teórica es una realidad», dice triunfalmente Oganessian.

Así, pues, los descubrimientos recientes, ¿son diferentes a los que se produjeron anteriormente? Oganessian lo niega. Cada uno de ellos es un premio en sí mismo, pero también dice algo acerca de cuánto más allá puede ir el proyecto, lo que quizá parece establecer un nuevo límite al número de elementos que pueden existir, o, alternativamente, deja abiertas nuevas puertas de posibilidades. Su mayor importancia estriba en la contribución que hace a la misión más amplia de la ciencia: el aumento del saber humano. «La síntesis de un nuevo elemento no es un fin en sí mismo. Los esfuerzos de los investigadores siempre se han dirigido a la búsqueda de algo más importante que simplemente llenar las casillas de la tabla periódica. Me gusta creer que una tal motivación no tiene excepciones.»

Oganessian y sus colegas han puesto ahora la vista en el difícil elemento número 117. Si resulta tener las propiedades de un halógeno, será otra prueba más del genio del compatriota de Oganessian, Mendeléyev. Si no las tiene, entonces hará que los químicos deseen saber de nuevo. «Parece que será uno de los experimentos más difíciles que jamás se haya realizado.»*

Notas

1. Veblen, 129.

2. Plinio, 295.

3. Citado en Chevalier y Gheerbrant, 441.

4. Plinio, 287.

5. Plinio, 287.

6. Plinio, 292.

7. Citado en Chevalier y Gheerbrant, 442.

8. Clemens, 233.

9. Shaw, 8.

10. Herrington, 8.

11. Herrington, 58.

12. Wilkin, 338.

13. Geoffroy, 281.

14. Citado en Wilson, 221.

15. Weeks y Leicester, 397.

16. Citado en McDonald y Hunt, 156.

17. Ruskin, 189.

18. Knight, 101.

19. Faraday, 106. Parece que Faraday cometió un error en su estimación de la cantidad de ácido carbónico, pues 548 toneladas equivalen aproximadamente a 1.200.000 libras.

20. Seaborg, 52.

21. Seaborg, 72.

22. Seaborg, 99.

23. Seaborg, 72.

24. Seaborg, 72.

25. Seaborg, 72.

26. Seaborg, 72.

27. Bernstein, 122.

28. Seaborg, 94.

29. Citado en Bernstein, 105.

30. Bernstein, 158.

31. Citado en Gillispie.

32. Citado en Gordin, 245.

33. Citado en Gordin, 245.

34. Seaborg, 155.

35. Cocteau en una conversación registrada con André Fraigneau, trad. de Vera Trail (Londres, sin fecha [? 1952]).

36. Needham, vol. 13, 143.

37. Roberts, 34.

38. Citado en Derham, 187.

39. Citado en Derham, 187.

40. Vertesi, Janet, «Light and Enlightenment in Joseph Wright of Derby's 'The Alchymist'», Romanticism and the Midlands Enlightenment Conference, Birmingham, Reino Unido, 3 de julio de 2004.

41. Citado en William Bray, 244.

42. Friedrich, 96.

43. Emsley (2000), 158.

44. Haber, 2.

45. Chang y Jackson.

46. Citado en Knight, 97.

47. Bensaude-Vincent, 227.

48. Bensaude-Vincent, 385.

49. Harn, 18.

50. Lane, 342.

51. Citado en Quinn, 157.

52. Quinn, 157.

53. Harvie, 13.

54. Citado en Quinn, 156.

55. Hartley, 54.

56. Citado en Knight, 65.

57. Citado en Knight, 66.

58. Citado en Knight, 66.

59. Citado en Hartley, 22.

60. Citado en Nechaev, 79.

61. Citado en Alan Brock, 51.

62. Citado en James.

63. Sanders y Lovallo, 312-313.

64. Janssen.

65. Citado en Weeks y Leicester, 760.

66. Besant y Leadbeater, 1.

67. Besant y Leadbeater, 3.

68. Besant y Leadbeater, 9.

69. Besant y Leadbeater, 41.

70. <http://www.chem.yale.edu/~chem125/125/history99/8Occult/OccultAtoms.html>, consultado en agosto de 2010.

71. Besant y Leadbeater, 100.

72. Citado en Nethercot, 52.

73. Heródoto, *Historias*, III, 115.

74. Plinio, *Historia Natural*, XXXIV.

75. Plinio, *Historia Natural*, IV.

76. Estrabón, *Geográfica*, III, 5, ii.

77. Rickard, 339-340.

78. Levi, 185.

79. Levi, 185.

80. Freud, 119.

81. Citado en Arasse, 239.

82. Auping, 37.

83. Auping, 39.

84. Blair, 213.

85. Citado en Jardine, 411.

86. Jardine, 411.

87. Citado en Jardine, 317.

88. Citado en Jardine, 316.

89. Citado en Thomson, 336.

90. Veblen, 126.

91. Bryson, 309.

92. Binczewski.

93. Hachez-Leroy, 19.

94. Mencken, 415.

95. Heskett, 171.

96. Clement, 7.

97. Sparke, 138.

98. Huxley.

99. Vasari, 345.

100. Festing, 125.

101. Plinio, 137n2.

102. Sennett, 144.

103. Sennett, 137.

104. Citado en *American Scientist*, julio-agosto de 1998.

105. Storrie, 166.

106. Citado en Feller, vol. 1, 71.

108. Drexler, prólogo.

109. Bayer, Gropius y Gropius, 134.

110. Citado en la página web de Tate: www.tate.org.uk.

111. Citado en un anuncio, *New Yorker*, 28 de octubre de 1933, 36.

112. Keats.

113. Citado en Gage, 72.

114. Gage, 71.

115. MacCarthy, 351.

116. *Spectroscopy Europe*, 16(5) (2004), 16-19.

117. Meharg, 688.

118. Much Ado about Vanadium», *Ascidian News*, 51 (junio de 2002), en <http://depts.washington.edu/ascidian/AN51.html>.

119. Citado en Jorpes, 74.

120. Jorpes, 75.

121. Guyton de Morveau *et al.*, vol. 6, 64; vol. 4, 231.

[122.](#) Ramsay y Rayleigh, 187.

123. Citado en Travers (1956), 141.

124. Citado en Travers (1956), 174.

125. Travers (1956), 178.

126. Venturi, Scott Brown y Izenour, 20.

[127](#). Boyd, 157.

[128](#). Read, 130.

129. Read, 101-107.

130. C. H. Evans, xviii.

131. Suyver y Meijerink.

132. Citado en C. H. Evans, 8.

133. Travers (1956), 178.

134. Seaborg, 254.

Referencias y bibliografía selecta

- Agricola, Georgius, *De Re Metallica*, trad. de Herbert Clark Hoover y Lou Henry Hoover (Nueva York: Dover, 1950). [Hay versión española: *De Re Metallica. De la minería y los metales* (Madrid: Unión Española de Explosivos, 1992).]
- Arasse, Daniel, *Anselm Kiefer* (Londres: Thames and Hudson, 2001).
- Armstrong, Lyn, *Woodcolliers and Charcoal Burning* (Horsham, Sussex: Coach Publishing House, 1978).
- Auping, M., ed., *Anselm Kiefer: Heaven and Earth* (Londres: Prestel, 2005).
- Ball, Philip, *Bright Earth: The Invention of Colour* (Londres: Penguin, 2001). [Hay versión española: *La invención del color* (Madrid: Turner, 2003).]
- Ball, Philip, *H₂O: A Biography of Water* (Londres: Weidenfeld and Nicolson, 1999). [Hay versión española: *H₂O. Una biografía del agua* (Madrid: Turner, 2007).]
- Ball, Philip, *The Ingredients* (Oxford: Oxford University Press, 2002).
- Batchen, Geoffrey, *Burning with Desire: The Conception of Photography* (Cambridge, MA: MIT Press, 1997). [Hay versión española: *Arder en deseos. La concepción de la fotografía* (Barcelona: Gustavo Gili, 2004).]
- Bayer, Herbert, Walter Gropius e Ise Gropius, eds., *Bauhaus 1919-1928* (Londres: Seeker and Warburg, 1975).
- Bayfield, Gerald, *Dereham's Forgotten Scientist William Hyde Wollaston* (Dereham, Norfolk: Dereham Antiquarian Society, 1990).
- Belcher, Captain Sir Edward, *Narrative of a Voyage Round the World, performed in Her Majesty's Ship Sulphur, during the years 1836-1842* (Londres: Henry Colburn, 1843).
- Bensaude-Vincent, Bernadette, *Lavoisier: Mémoires d'une révolution* (París: Flammarion, 1993).
- Bernstein, Jeremy, *Plutonium: A History of the World's Most Dangerous Element* (Washington, DC: Joseph Henry Press, 2007).

- Besant, Annie, y C. W. Leadbeater, *Occult Chemistry* (Londres: Theosophical Publishing House, 1919). [Hay versión española: *Química oculta* (Barcelona: Biblioteca Orientalista, 1931).]
- Binczewski, George J., «The Point of a Monument: A History of the Aluminum Cap of the Washington Monument», *JOM*, 47 (11) (1995), 20-25.
- Blair, Claude, ed., *The History of Silver* (Londres: Macdonald, 1987).
- Bostock, John, *An Elementary System of Physiology* (Londres: Baldwin, Cradock and Joy, 1824-7).
- Boyd, Brian, *Vladimir Nabokov: The American Years* (Princeton: Princeton University Press, 1993). [Hay versión española: *Vladimir Nabokov. Los años americanos* (Barcelona: Anagrama, 2006).]
- Bray, Warwick, *The Gold of El Dorado* (Londres: Times Books, 1978).
- Bray, William, ed., *The Diary of John Evelyn*, vol. 2 (Nueva York: M. Walter Dunne, 1901).
- Brock, Alan St H., *A History of Fireworks* (Londres: Harrap, 1949).
- Brock, William H., *The Fontana History of Chemistry* (Londres: Fontana, 1992). [Hay versión española: *Historia de la química* (Madrid: Alianza Editorial, 1998).]
- Bryson, Bill, *A Short History of Nearly Everything* (Londres: Doubleday, 2003). [Hay versión española: *Una breve historia de casi todo* (Barcelona: RBA, 2010).]
- Cameron, A. D., *Tarnished Silver* (Nueva York: Midmarch Arts, 1996).
- Chang, Hasok, y Catherine Jackson, eds., *An Element of Controversy: The Life of Chlorine in Science, Technology, Medicine and War* (Londres: British Society For the History of Science, 2007).
- Chevalier, Jean, y Alain Gheerbrant, *The Penguin Dictionary of Symbols*, trad. de John Buchanan-Brown (Londres: Penguin, 1996). [Hay versión española: *Diccionario de los símbolos* (Barcelona: Herder, 2003).]
- Clark, Grahame, *Symbols of Excellence: Precious Materials as Expressions of Status* (Cambridge: Cambridge University Press, 1986).
- Clemens, Samuel, *The Writings of Mark Twain*, vol. 7 (Hartford, CT: American Publishing Company, 1901).
- Clement, Mark, *Aluminium: A Menace to Health* (Londres: Faber and Faber, 1941).
- Cologni, Franco, y Eric Nussbaum, *Cartier le joaillier du platine* (París: Bibliothèque des Arts, 1995).

- Conrad, Peter, *Modern Times, Modern Places* (Londres: Thames and Hudson, 1998).
- Cotterell, Arthur, *Norse Mythology* (Nueva York: Anness Publishing, 2000).
- Craddock, Paul T., *Early Metal Mining and Production* (Edimburgo: Edinburgh University Press, 1995).
- Crossley-Holland, Kevin, *The Penguin Book of Norse Myths* (Londres: Penguin, 1993).
- Daintith, John, y Derek Gjertsen, *A Dictionary of Scientists* (Oxford: Oxford University Press, 1999).
- Davis, Donald W., y Randall A. Detro, *Fire and Brimstone: The History of Melting Louisiana's Sulphur* (Baton Rouge: Louisiana Geological Survey, 1992).
- Derham, W., *Philosophical Experiments and Observations of the Late Eminent Dr Robert Hooke FRS... and Other Eminent Virtuoso's of his Time* (Londres: Innys, 1726).
- Donovan, Arthur, *Antoine Lavoisier: Science, Administration and Revolution* (Cambridge: Cambridge University Press, 1993).
- Drakard, David, y Paul Holdvay, *Spode Transfer Printed Ware 1784-1833* (Woodbridge, Suffolk: Antique Collectors' Club, 2002).
- Drexler, Arthur, *Eight Automobiles* (Nueva York: Museum of Modern Art, 1951).
- Eliade, Mircea, *The Forge and the Crucible* (Londres: Rider, 1962). [Hay versión española: *Herreros y alquimistas* (Madrid: Alianza editorial, 2001).]
- Elliott, P. J., C. C. Phillips, B. Clayton y P. Lachmann, «The Risk to the United Kingdom Population of Zinc Cadmium Sulfide Dispersion by the Ministry of Defence during the 'Cold War'», *Occupational and Environmental Medicine*, 59 (2002), 13-17.
- Emsley, John, *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements* (Oxford: Oxford University Press, 2001).
- Emsley, John, *The Shocking History of Phosphorus: A Biography of the Devil's Element* (Londres: Macmillan, 2000).
- Emsley, John, *Vanity, Vitality, and Virility: The Science Behind the Products You Love to Buy* (Oxford: Oxford University Press, 2004). [Hay versión española: *Vanidad, vitalidad, virilidad. La química mejora nuestra calidad de vida* (Madrid: Espasa Calpe, 2005).]

- Evans, B. Ifor, *Literature and Science* (Londres: George Allen and Unwin, 1954).
- Evans, C. H., ed., *Episodes from the History of the Rare Earth Elements* (Dordrecht: Kluwer, 1996).
- Faraday, Michael, *The Chemical History of a Candle* (Londres: Chatto and Windus, 1908). [Hay versión española: *La historia química de una vela* (Madrid: Nivola, 2004).]
- Feller, Robert L., ed., *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*, vol. I (Cambridge: Cambridge University Press, 1986).
- Festing, Sally, *Barbara Hepworth: A Life of Forms* (Londres: Viking, 1995). [Hay versión española: *Barbara Hepworth. Una vida de formas* (Barcelona: Circe, 2001).]
- Fowles, G., *Lecture Experiments in Chemistry* (Londres: G. Bell and Sons, 1963).
- Freud, Sigmund, «The Theme of the Three Caskets», in *Writings on Art and Literature* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1997). [Hay versión española: *Obras completas* (Madrid: Biblioteca Nueva, 1972).]
- Friedrich, Jörg, *The Fire: The Bombing of Germany, 1940-1945*, trad. de Alison Brown (Nueva York: Columbia University Press, 2006). [Hay versión española: *El incendio. Alemania en la guerra de los bombardeos, 1940-1945* (Madrid: Taurus, 2003).]
- Gage, John, *Colour and Culture* (Londres: Thames and Hudson, 1993). [Hay versión española: *Color y cultura. La práctica y el significado del color de la antigüedad a la abstracción* (Madrid: Siruela, 2001).]
- Geoffroy, E.-F., *A Treatise of the Fossii, Vegetable and Animal Substances That Are Made Use of in Physik* (Londres: Innys, 1736).
- Gillespie, C. C., ed., *Dictionary of Scientific Biography* (Nueva York: Scribner's, 1974.).
- Gordin, Michael D., *A Well-Ordered Thing: Dmitrii Mendeleev and the Shadow of the Periodic Table* (Nueva York: Basic, 2004).
- Greenberg, Arthur, *The Art of Chemistry* (Hoboken, NJ: Wiley, 2003).
- Gribbin, John, *Science: A History* (Londres: Allen Lane, 2002). [Hay versión española: *Historia de la ciencia, 1543-2001* (Barcelona: RBA, 2009).]
- Grissom, Carol, *Zinc Sculpture in America: 1850 to 1950* (Newark, NJ: University of Delaware Press, 2009).
- Guyton de Morveau, L.-B., et al., *Encyclopédie méthodique de chimie*,

- pharmacie et metallurgie* (París: Panckoucke, 1786-1815).
- Haber, L. F., *The Poisonous Cloud: Chemical Warfare in the First World War* (Oxford: Clarendon Press, 1986).
- Hachez-Leroy, Florence, *L'Aluminium français* (París: CNRS Editions, 1999).
- Hampel, Clifford A., ed., *The Encyclopedia of the Chemical Elements* (Nueva York: Reinhold, 1968).
- Harn, Orlando C., *Lead, The Precious Metal* (Londres: Jonathan Cape, 1924).
- Hartley, Harold, *Humphry Davy* (Londres: Nelson, 1966).
- Harvie, David I., *Deadly Sunshine: The History and Fatal Legacy of Radium* (Stroud, Glos.: Tempus, 2005).
- Haynes, William, *The Stone that Burns* (Nueva York: Van Nostrand, 1942).
- Hearn, Chester G., *Circuits in the Sea* (Westport, CT: Praeger, 2004).
- Henderson, Julian, *The Science and Archaeology of Materials* (Londres: Routledge, 2000).
- Herrington, Richard, Chris Stanley y Robert Symes, *Gold* (Londres: Natural History Museum, 1999).
- Heskett, John, *Industrial Design* (Londres: Thames and Hudson, 1980). [Hay versión española: *Breve historia del diseño industrial* (Barcelona: Ediciones del Serbal, 1985).]
- Hirsch, Robert, *Seizing the Light: A History of Photography* (Nueva York: McGraw-Hill, 2000).
- Hurlbut, Cornelius S., Jr, y Robert C. Kammerling, *Gemmology*, 2.a ed. (Nueva York: Wiley, 1991). [Hay versión española: *Gemología* (Barcelona: Omega, 1993).]
- Hutchinson, John, *et al.*, *Antony Gormley* (Londres: Phaidon, 2001).
- Huxley, Thomas, «On a Piece of Chalk», *Macmillan's Magazine*, 18 (1868), 396-408.
- James, Frank A. J. L., «Of 'Medals and Muddles' the Context of the Discovery of Thallium: William Crookes's Early Spectro-Chemical Work», *Notes and Records of the Royal Society*, 39 (1984), 91-104.
- Janssen, M., «The Total Solar Eclipse of August 1868», *Astronomical Register*, 7 (1869), 107-110.
- Jardine, Lisa, *On a Grand Scale: The Outstanding Career of Sir Christopher Wren* (Londres: HarperCollins, 2002).
- Jorpes, J. Erik, *Jac. Berzelius: His Life and Work*, trad. de Barbara Steele (Berkeley: University of California Press, 1970).

Keats, John, *The Insolent Chariots* (Filadelfia: Lippincott, 1958).

Knight, David, *Humphry Davy: Science and Power* (Oxford: Blackwell, 1992).

Lamont-Brown, Raymond, *Humphry Davy: Life Beyond the Lamp* (Stroud, Glos.: Sutton, 2004).

Lane, Nick, *Oxygen: The Molecule that Made the World* (Oxford: Oxford University Press, 2002).

Lecoq de Boisbaudran, P.-E., *Spectres lumineux* (París: Gauthier-Villars, 1874).

Levi, Primo, *The Periodic Table* (Londres: Michael Joseph, 1985). [Hay versión española: *El sistema periódico* (Barcelona: El Aleph, 2004).]

Lister, T., *Classic Chemistry Demonstrations* (Londres: Royal Society of Chemistry, 1995). [Hay versión española: *Experimentos de química clásica* (Madrid: Síntesis, 2002).]

Loring, F. H., *The Chemical Elements* (Londres: Methuen, 1923).

MacCarthy, Fiona, *William Morris* (Londres: Faber and Faber, 1994).

McDonald, Donald, y Leslie B. Hunt, *A History of Platinum and Its Allied Metals* (Londres: Johnson Matthey, 1982).

McEwan, Colin, ed., *Pre-Columbian Gold: Technology, Style and Iconography* (Londres: British Museum Press, 2000).

McGee, Harold, *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*, 3.a ed. (Londres: HarperCollins, 1991). [Hay versión española: *La cocina y los alimentos. Enciclopedia de la ciencia y la cultura de la comida* (Barcelona: Debate, 2007).]

McLynn, Frank, *Napoleon: A Biography* (Londres: Pimlico, 1998).

Man, John, *The Terracotta Army* (Londres: Bantam, 2007).

Meharg, Andrew A., «Science in Culture», *Nature*, 423 (2003), 688.

Meharg, Andrew A., *Venomous Earth* (Basingstoke: Macmillan, 2006).

Melhado, Evan M., y Tore Frängsmyr, eds., *Enlightenment Science in the Romantic Era: The Chemistry of Berzelius and Its Cultural Setting* (Cambridge: Cambridge University Press, 1992).

Mencken, H. L., *The American Language* (Nueva York: Knopf, 1955).

Mèredieu, Florence de, *Histoire matérielle et immatérielle de l'art moderne* (París: Bordas, 1994).

Morris, Richard, *The Last Sorcerers: The Path from Alchemy to the Periodic Table* (Washington, DC: Joseph Henry Press, 2003).

Nassau, Kurt, *The Physics and Chemistry of Color* (Nueva York: Wiley, 2001).

Nechaev, I., *Chemical Elements* (Londres: Baker and Walls, 1944). [Hay versión

- española: *Los elementos químicos* (Buenos Aires: Sudamericana, 1948).]
- Needham, Joseph, *Science and Civilisation in China* (Cambridge: Cambridge University Press, 1954-2008).
- Nethercot, Arthur H., *The Last Four Lives of Annie Besant* (Chicago: University of Chicago Press, 1963).
- Newton Friend, John A., *Man and the Chemical Elements* (Newark, NJ: Charles E. Graham, 1951).
- Pastoureau, Michel, *Blue: The History of a Color* (Princeton: Princeton University Press, 2001). [Hay versión española: *Azul. Historia de un color* (Barcelona: Paidós, 2010).]
- Pearce, Emma, *Artists' Materials* (Londres: Arcturus, 2005).
- Perkowitz, Sidney, *Empire of Light* (Washington, DC: Joseph Henry Press, 1996).
- Plinio el Viejo, *Natural History: A Selection* (Londres: Penguin, 2004). [Hay versión española: *Historia natural* (Barcelona: RBA, 2008).]
- Quinn, Susan, *Marie Curie: A Life* (Londres: Heinemann, 1995).
- Ramsay, William, y Lord Rayleigh, «VI. Argon: A New Constituent of the Atmosphere», *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 186A (1895), 187.
- Read, John, *Humour and Humanism in Chemistry* (Londres: G. Bell and Sons, 1947). [Hay versión española: *Humor y humanismo en la química* (Madrid: Aguilar, 1953).]
- Rhodes, Richard, *The Making of the Atomic Bomb* (Nueva York: Simon and Schuster, 1986).
- Rickard, T. A., *Man and Metals* (Nueva York: McGraw-Hill, 1932).
- Roberts, Gareth, *The Mirror of Alchemy: Alchemical Ideas and Images in Manuscripts and Books from Antiquity to the Seventeenth Century* (Londres: British Library, 1994).
- Roy, Ashok, ed., *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*, vol. 2 (Washington, DC: National Gallery of Art, 1993).
- Ruskin, John, *The Two Paths* (Londres: Smith Elder, 1859).
- Sacks, Oliver, *Uncle Tungsten* (Londres: Pan Macmillan, 2001). [Hay versión española: *El tío Tungsteno. Recuerdos de un químico precoz* (Barcelona: Anagrama, 2007).]
- Sanders, Dennis, y Len Lovallo, *The Agatha Christie Companion* (Londres: W. H. Allen, 1985).

- Scerri, Eric R., *The Periodic Table: Its Story and Its Significance* (Oxford: Oxford University Press, 2007).
- Schama, Simon, *Landscape and Memory* (Londres: Harper Perennial, 1995).
- Seaborg, Glenn, *Adventures in the Atomic Age* (Nueva York: Farrar, Straus and Giroux, 2001).
- Sebald, W. G., *The Rings of Saturn* (Londres: Harvill, 1998). [Hay versión española: *Los anillos de Saturno* (Madrid: Debate, 2002).]
- Seibel, Clifford W., *Helium: Child of the Sun* (Lawrence, KS: University Press of Kansas, 1968).
- Sennett, Richard, *The Craftsman* (Londres: Penguin, 2008). [Hay versión española: *El artesano* (Barcelona: Anagrama, 2009).]
- Shaw, G. Bernard, *The Perfect Wagnerite: A Commentary on the Niblung's Ring* (Nueva York: Brentano's, 1916). [Hay versión española: *El perfecto wagneriano* (Barcelona: L'Holandés Errant, 1985).]
- Sinkankas, John, y Peter G. Read, *Beryl* (Londres: Butterworth, 1986).
- Sparke, Penny, *An Introduction to Design and Culture in the Twentieth Century* (Londres: Allen and Unwin, 1986). [Hay versión española: *Diseño y cultura. Desde 1900 hasta la actualidad* (Barcelona: Gustavo Gili, 2010).]
- Storrie, Calum, *The Delirious Museum* (Londres: I. B. Tauris, 2006).
- Strathern, Paul, *Mendeleyev's Dream: The Quest for the Elements* (Londres: Hamish Hamilton, 2000). [Hay versión española: *El sueño de Mendeléyev. De la alquimia a la química* (Madrid: Siglo XXI de España, 2000).]
- Suyver, F., y A. Meijerink, «Europium beveiligt de Euro», *Chemisch Weekblad*, 98, 4 (2002), 12-13.
- Szydlo, Andrew, *Water Which Does Not Wet Hands: The Alchemy of Michael Sendivogius* (Varsovia: Polish Academy of Sciences, 1994).
- Taylor, Sherwood F., *The Alchemists: Founders of Modern Chemistry* (Londres: Heinemann, 1951). [Hay versión española: *Los alquimistas, fundadores de la química moderna* (México, DF: Fondo de Cultura Económica, 1957).]
- Thompson, Silvanus P., *The Life of Wiliiam Thomson, Baron Kelvin of Largs* (Londres: Macmillan, 1910).
- Travers, Morris W., *Sir William Ramsay* (Londres: Edward Arnold, 1956).
- Travers, Morris W., *The Discovery of the Rare Gases* (Londres: Edward Arnold, 1928).
- Trifonov, D. N., y V. D. Trifonov, *Chemical Elements: How They Were Discovered* (Moscú: Mir, 1982). [Hay versión española: *Cómo fueron*

- descubiertos los elementos químicos* (Moscú: Mir, 1984).]
- Tylecote, R. F., *A History of Metallurgy*, 2.a ed. (Londres: Institute of Materials, 1992).
- Vasari, Giorgio, *The Lives of the Artists*, vol. 1 (Londres: Penguin, 1987). [Hay versión española: *Las vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores italianos desde Cimabue hasta nuestros tiempos* (Madrid: Tecnos, 2004).]
- Veblen, Thorstein, *The Theory of the Leisure Class* (Amherst, NY: Prometheus, 1998). [Hay versión española: *Teoría de la clase ociosa* (Madrid: Alianza Editorial, 2004).]
- Venturi, Robert, Denise Scott Brown y Steven Izenour, *Learning from Las Vegas* (Cambridge, MA: MIT Press, 1977). [Hay versión española: *Aprendiendo de Las Vegas. El simbolismo olvidado de la forma arquitectónica* (Barcelona: Gustavo Gili, 1998).]
- Wagner, Monika, *Das Material der Kunst* (Múnich: C. H. Beck, 2001).
- Webster Smith, B., *Sixty Centuries of Copper* (Londres: Hutchinson, 1965).
- Weeks, Mary E., y Henry M. Leicester, *Discovery of the Elements*, 7.a ed. (Easton, PA: Journal of Chemical Education, 1968).
- White, Michael, *Isaac Newton: The Last Sorcerer* (Londres: Fourth Estate, 1997).
- Wilkin, Simon, ed., *Sir Thomas Browne's Works* (Londres: William Pickering, 1835).
- Wilkinson, J. B., y R. J. Moore, eds., *Harry's Cosmeticology*, 7.a ed. (Londres: George Godwin, 1982). [Hay versión española: *Cosmetología de Harry* (Madrid: Díaz de Santos, 1990).]
- Wilson, Arthur, *The Living Rock* (Abington, Cambs.: Woodhead Publishing, 1994).
- Zelizer, Barbie, *Visual Culture and the Holocaust* (Piscataway, NJ: Rutgers University Press, 2000).

Créditos del texto

Se ha hecho todo lo posible para localizar a los poseedores de los derechos de autor y para obtener su permiso para el uso de material protegido por tales derechos. El editor se excusa por cualesquiera errores u omisiones, y agradecerá que se le notifique cualquier corrección que pueda incorporarse a futuras ediciones del libro.

Extracto de *The Waste Land* © los herederos de T. S. Eliot con permiso de Faber and Faber Ltd.

Extracto de «Cargoes» de John Masefield reproducido con permiso de The Society of Authors como representante literaria de los herederos de John Masefield.

Extracto de *Dr. Strangelove*, copyright © 1963, renovado 1991, Columbia Pictures Industries, Inc. Reservados todos los derechos. Cortesía de Columbia Pictures.

Extracto de *A Streetcar Named Desire* de Tennessee Williams, publicado por Penguin. Copyright © The University of the South, 1947; copyright renovado © The University of the South, 1975. Reproducido con permiso de Georges Borchardt Inc. en el Reino Unido. Reproducido con permiso de New Directions Publishing Corp. en los EE.UU.

Extracto de «Hier, in diesem Link» de Bertolt Brecht, *Werke. Grosse kommentierte Berliner und Frankfurter Ausgabe*, vol. II. © Suhrkamp Verlag, Frankfurt del Meno, 1988.

Extracto de «Roam Home to a Dome», de R. Buckminster Fuller. Cortesía de los herederos de R. Buckminster Fuller.

Agradecimientos

Creo que fue Andrea Sella quien proporcionó la chispa que encendió la mecha para este libro hace algunos años, cuando llamó mi atención hacia el curioso hecho de que los billetes de euro se basan, para sus marcas de seguridad, en el elemento europio. Sin embargo, la mecha ya existía de mucho antes, en una época en la que no se consideraba respetable explorar las conexiones entre las ciencias y las artes. Doy gracias a mis maestros, y especialmente a Mike Morelle y Andrew Szydlo, por haber fomentado la transgresión que ha conducido a esta explosión actual. Mi hermano John me ayudó a afinar recuerdos de estas épocas escolares.

Muchas gracias deben ir a mi agente literario Antony Topping, de Greene y Heaton, que vio que sobre los elementos existía la posibilidad de escribir un libro distinto y creyó que yo podía escribirlo. Estoy inmensamente agradecido a Venetia Butterfield, de Viking Penguin, por encargarme un proyecto tan carente de sobriedad, y a sus colegas, que contribuyeron con sus propios ejemplos de los elementos en la literatura, y a Sara Granger, de Penguin, y Andrew Cochrane, de Clays, la imprenta de este libro, que incluso indagó para mí los orígenes del olor de los libros nuevos. Grant Gibson, el editor de la revista *Crafts*, me encargó un artículo que me permitió ensayar algunos de los temas que exploro aquí. Mi editor, Will Hammond, me dio a conocer (demasiado tarde, evidentemente) el término *inkhorn*,* y después se tomó el tiempo necesario para conseguir que yo no acabara mereciéndolo. David Watson, el revisor de mi texto original, me ahorró hábilmente otros sonrojos.

También quisiera dar las gracias a aquellos escritores, artistas, artesanos, conservadores, científicos, historiadores de la ciencia y otros que compartieron conmigo algún aspecto de mi fascinación con los elementos: Santiago Álvarez, Marité Amrani, Paola Antonelli, Peter Armbruster, Ken Arnold y James Peto y Lisa Jamieson de la Wellcome Collection, Londres; Peter Atkins, Fiona Banner, Paola Barbarino, Fiona Barclay, Geoffrey Batchen, Bernadette Bensaude-Vincent, Jim Bettle, Michael Bierut, Lauren Bloemsma, del Telluride Historical Museum; Hasok Chang, David Clarke, Ole Corneliussen y Yanko Tihov, y los

que están detrás del mostrador, en el proveedor de artistas de Cornelissen; Amelia Courtauld, Malcolm Crowe, Alwyn Davies, Igor Dmitriev, John Donaldson, Darby Dyar, que describieron la inspección espectroscópica de la superficie de Marte; Matthew Eagles y Simon Cornwell, entusiastas de las farolas callejeras de sodio; Michelle Elligott, Richard Emmanuel-Eastes, Martha Fleming, Hjalmar Fors, Katie George, Irene Gil Catalina, Victoria Glendinning, Lisha Glinsman, que descubrieron que fue el plomo lo que dio al *Pensador* de Rodin su base; Antony Gormley, Clare Grafik de la Photographer's Gallery; Karl Grandin y Anne de Malleray, de la Real Academia Sueca de Ciencias; Carol Grissom, Domingo Gutiérrez, el alcalde de Boron, California; Eva Charlotte y Lutz Haber, Hans de Heij, Julian Henderson, Richard Herrington, Kate Hodgson, Erika Ingham, Frank James, de la Institución Real de la Gran Bretaña, David Jollie y Keith White, de Johnson Matthey; Graeme Jones, John Jost de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada; Chris Knight, Susanne Kuechler, Peter Lachmann, Charles Lambert, Ron Lancaster, Petra Lange-Berndt, Anders Lundgren, Clare Maddison, de Contemporary Applied Arts; Jim Marshall, Marcos Martín-Torres, Pauline Meakins, Andrew Meharg, Andries Meijerink, Anne Mellows, del Museum of Brands, Londres; Jacqueline Mina, Mark Miodownik, Zoe Laughlin y Martin Conreen, conservadores de la biblioteca de materiales del King's College, Londres; John Morgan, Andrew Motion, Tessa Murdoch, Thierry Nectoux, Margaret Newman, del Real Museo Naval, quien me informó de los diversos buques *Sulphur*; William Newman, Pati Núñez, Peter Oakley, Yuri Oganessian, Cornelia Parker, Tim Parks, Simon Patterson, David Poston, Pekka Pyykko, Renny Ramakers, Jeffrey Riegel, Charlotte Schepke, Ann Marie Shillito, el malogrado sir Reresby Sitwell, Hans Stofer, Freek Suijver, Camilla Sundvall, Grainne Sweeney y Alex Evans, del National Glass Centre, Sunderland; Peter Tandy, Nicolas Thomas, Jan Trofast, Janet Vertesi, Luba Vikhanski, Peter Waldron y Paul Robinson y el personal de Winsor y Newton; Jo Warburton, Martijn Werts, Gull-Britt Wesslund, Max Whitby, Gavin Whittaker, David Wright.

Estoy asimismo agradecido al personal de la Biblioteca de la Universidad de Cambridge, cuyo diseño mismo hace muchísimo para facilitar el tipo de exploración transfronteriza que he intentado. El magistral *Nature's Building Blocks*, de John Emsley, no estuvo nunca muy lejos de mi alcance, y varias páginas web, en especial las que mantienen Peter van der Krogt y Theodore Gray, me proporcionaron material adicional.

Sobre todo, doy las gracias a Moira, mi esposa, y a Sam, mi hijo, que me ofrecieron ánimos y demostraron el mayor entusiasmo por este proyecto raro y maravilloso.

HUGH ALDERSEY-WILLIAMS

Norfolk, junio de 2010

* Silver es plata en inglés. (*N. del t.*)

* Big Bang. (*N. del t.*)

* Lugar del encuentro entre los reyes Francisco I de Francia y Enrique VIII de Inglaterra, en 1520, para poner fin a la guerra entre ambas naciones y aliarse contra España. (*N. del t.*)

** The Waste Land. (*N. del t.*)

* «Cargoes». (*N. del t.*)

* El autor juega en el título con el parecido entre *tale*, cuento, y *table*, tabla. (*N. del t.*)

* La respuesta es el indio. (*N. del a.*)

* Alrededor de 2 millones de euros. (*N. del t.*)

* The Theory of the Leisure Class. (*N. del t.*)

* Antes de la Era Común. En la actualidad se prefiere esta notación a a. de C. (y EC, Era Común, a d. de C., antes y después de Jesucristo, respectivamente), por ser neutra desde el punto de vista religioso (aunque también se ha interpretado EC como Era Cristiana). (*N. del t.*)

* O chibchas. (*N. del t.*)

* Roughing It. (*N. del t.*)

****** Fiesta nacional americana. (*N. del t.*)

* *El oro del Rin. (N. del t.)*

* Ácido nítrico. (*N. del t.*)

* El título original, *Going platinum*, es el de un *reality show* de una cadena de la televisión americana en que varios concursantes debutan como cantantes (como *Operación triunfo*). (N. del t.)

* The Big Money. (*N. del t.*)

** El título de la versión española fue *La jaula de oro*. (N. del t.)

* Y donjuán. (*N. del t.*)

* Que comprendía las actuales Colombia, Venezuela, Ecuador, Panamá y Guyana. (*N. del t.*)

* 1,3 gramos. (*N. del t.*)

* Correspondientes a 1.300, 1.000, 8 y 7 kilogramos, respectivamente. (*N. del t.*)

* En realidad, no había cráter en el lugar de su descubrimiento, al que el meteorito debió ser transportado desde un punto de impacto alejado, arrastrado por el hielo de un glaciar a finales de la última era glaciar. (*N. del t.*)

* Plata es femenino en castellano. (*N. del t.*)

* Más conocido en España como «telón de acero». (*N. del t.*)

* Refresco que es «la otra bebida nacional escocesa». (*N. del t.*)

** Códigos de los aditivos químicos permitidos para los alimentos europeos. (*N. del t.*)

* O hematites; el nombre tiene que ver en realidad con el color, rojo como el de la sangre. (*N. del t.*)

* Railroad, literalmente camino de raíles. (*N. del t.*)

****** Conocida canción patriótica británica. (*N. del t.*)

* Rustbelt. (*N. del t.*)

* Un libro magnífico de T. Gray tiene sendas versiones al español (*Los elementos*, Barcelona: Vox, 2011) y al catalán (*Els elements*, Barcelona: Institut d'estudis Catalans; Valencia: Universitat de València, 2011). (*N. del t.*)

** Guías de aves. (*N. del t.*)

* *The Woodlanders.* (N. del t.)

****** Nivel ordinario: exámenes para acceder a estudios superiores en el sistema inglés. (*N. del t.*)

* Servicio inglés de asesoramiento empresarial. (*N. del t.*)

* Así se hace todavía en partes de España. (*N. del t.*)

* Y en toda Europa. (*N. del t.*)

* *Caesalpinia echinata*. (N. del t.)

* Papá Noel, Santa Claus. (*N. del t.*)

* O teluro. (*N. del t.*)

* The World Set Free. (*N. del t.*)

* Referencia a una célebre frase en Hamlet. (*N. del t.*)

** You pee plutonium. (*N. del t.*)

* La primera pesada del plutonio. (*N. del t.*)

* Atomic energy Research Establishment, AERE. (*N. del t.*)

** Catch-22. (*N. del t.*)

*** Personaje que encarnó y dirigió Jacques Tati en varios filmes. (*N. del t.*)

* Los tres príncipes de Serendip (antiguo Sri Lanka), protagonistas de un relato de Horace Walpole, hacían, sin proponérselo, importantes descubrimientos. En ciencia se aplica el término serendipidez a aquellos casos en que un investigador que intenta esclarecer un determinado problema encuentra casualmente respuesta a preguntas mucho más trascendentes que la planteada inicialmente. A pesar de ser un término de uso generalizado en inglés, el *Diccionario* de la RAE no lo recoge todavía, así como tampoco el adjetivo serendipitoso. Véase R. M. Roberts, *Serendipia. Descubrimientos accidentales en la ciencia*, Alianza, Madrid, 1992. (*N. del t.*)

* Paella de fondo abombado propia de la cocina asiática. (*N. del t.*)

* Brimstone. El texto que sigue corresponde a las versiones inglesas de la Biblia, que no siempre coinciden (en éste y en otros aspectos) con las españolas. Las citas bíblicas del texto se han tomado de la versión de la Sagrada Biblia de E. Nácar y A. Colunga (BAC, Madrid, 1966). (*N. del t.*)

****** Apocalipsis. (*N. del t.*)

* [A Dungeon horrible, on all sides round / As one great Furnace flam'd, yet from those flames / No light,
but rather darkness visible / Serv'd onely to discover sights of woe, / Regions of sorrow, doleful shades,
where peace / And rest can never dwell, hope never comes / That comes to all; but torture without end / Still
urges, and a fiery Deluge, fed / With ever-burning Sulphur unconsum'd.]

* Brasicáceas o Crucíferas. (*N. del t.*)

****** Azufre. (*N. del t.*)

* Montañas escocesas de poco más de 1.000 m de altitud. (*N. del t.*)

** Fahrenheit, es decir, más allá de los 50 °C. (*N. del t.*)

* *Amorphophallus titanum*. (N. del t.)

* [Sweet Phosphor, bring the day! / Light will repay / The wrongs of night; / Sweet Phosphor, bring the day!]

* [Where hung a silver lamp, whose phosphor glow / Reflected in the slabbed steps below, / Mild as a star in water.]

** Y dinoflagelados (algas microscópicas). (*N. del t.*)

*** *Armillaria*. (N. del t.)

* *The Rings of Saturn.* (N. del t.)

****** *Bleak House.* (N. del t.)

* En alquimia, residuo después de la destilación o sublimación. (*N. del t.*)

* Variedades de uvas y los vinos que producen. (*N. del t.*)

* En el cuadro de Wright. (*N. del t.*)

* Región central de Inglaterra. (*N. del t.*)

* El doble sentido se pierde en español. Enlightenment es iluminación, pero también el Siglo de las Luces, la Ilustración, el Iluminismo. (*N. del t.*)

* Submarinos. (*N. del t.*)

* La nube venenosa. (*N. del t.*)

* [Gas! Gas! Quick, boys! – An ecstasy of fumbling, / Fitting the clumsy helmets just in time; / But someone still was yelling out and stumbling / And flound'ring like a man in fire or lime... / Dim, through the misty panes and thick green light, / As under a green sea, I saw him drowning. / In all my dreams, before my helpless sight, / He plunges at me, guttering, choking, drowning. / If in some smothering dreams you too could pace / Before the wagon that we flung him in, / And watch the white eyes writhing in his face, / His hanging face, like a devil's sick of sin; / If you could hear, at every jolt, the blood / Come gargling from the froth-corrupted lungs, / Obscene as cancer, bitter as the cud / Of vile, incurable sores on innocent tongues, - / My friend, you would not tell with such high zest / To children ardent for some desperate glory, / The old Lie: *Dulce et decorum est / Pro patria mori.*] *Dulce y honorable es morir por la patria.* (N. del t.)

* Antiséptico a base de triclorofenilmetil-yodosalicil. (*N. del t.*)

* Casi con toda seguridad. Me dicen los impresores de este libro que probablemente no se usó cloro para blanquear el papel, y que incluso si se hubiera empleado, no quedaría en las páginas ningún olor residual. Pero, curiosamente, uno puede todavía captar aquí una vaharada del campo de batalla: investigaciones recientes en Finlandia han sugerido que el olor distintivo de «libro nuevo» puede proceder del hexanal, un subproducto orgánico del proceso de fabricación del papel, que, como el fosgeno, huele a hierba recién segada. (*N. del a.*)

* Proyectada en las pantallas hispanas como *¿Teléfono rojo? Volamos hacia Moscú. (N. del t.)*

** Nombre que suena como Jack the Ripper, Jack el Destripador. (*N. del t.*)

* Yodo. (*N. del t.*)

* ¿Es usted un bromuro? (*N. del t.*)

* En realidad, el nombre deriva del término griego para violeta, *iodes*. (*N. del t.*)

* Instrucciones para saturar agua con aire fijo. (*N. del t.*)

* Recaudador general de impuestos. (*N. del t.*)

* El millonario americano Jean Paul Getty. (*N. del t.*)

* Aire deflogisticado, empíreo y vital, respectivamente. (*N. del t.*)

** Tratado elemental de química. (*N. del t.*)

* En realidad, la costumbre es muy antigua, y los canarios «avisan» (porque mueren) de la presencia de monóxido de carbono, más que de la ausencia de oxígeno. (*N. del t.*)

* *Moonwalk*, paso de baile en el que parece que el bailarín quiere andar hacia delante mientras se desplaza hacia atrás. (*N. del t.*)

* Táleros de Joaquín. (*N. del t.*)

****** *De Re Metallica* no se tradujo al inglés con buen resultado hasta 1912, y la tarea corrió a cargo del ingeniero de minas y futuro presidente americano Herbert Hoover y de su esposa, Lou Henry, una experta en latín. Parece apropiado poder informar que en 2014 la Casa de la Moneda de los Estados Unidos emitirá una moneda de dólar con la efigie de Herbert Hoover. (*N. del a.*)

* Esta moda fue universal, de manera que también hubo productos de la marca Radio o parecida en España y otros países. (*N. del t.*)

^{**} En francés, el nombre del producto suena igual que «lana al radio». (*N. del t.*)

* Lavaplatos. (*N. del t.*)

* Una marca común de betún para zapatos. (*N. del t.*)

* Antiutopía, sociedad futura en la que, a diferencia de la utopía, las cosas están muy lejos de ser ideales.
(*N. del t.*)

* Barrios suburbanos del noreste de Londres, unidos al centro por trenes de cercanías. (*N. del t.*)

* Götterdämmerung. (*N. del t.*)

* El color anaranjado del panorama nocturno de Los Ángeles hace que Robinson bautice el condado de Los Angeles con el nombre de otro condado californiano, el de las naranjas. (*N. del t.*)

* [Lo o'er earth the kindling spirits pour / The flames of life that bounteous Nature gives; / The limpid dew becomes a rosy flower. / The insensate dust awakes, and moves, and lives.]

* Conmemoración en Inglaterra del intento fallido de un grupo de católicos, en 1605, de hacer explotar el parlamento inglés. (*N. del t.*)

* *Sketches by Boz. (N. del t.)*

* En español en el original. (*N. del t.*)

* Caballo pálido. (*N. del t.*)

* Sesiones espiritistas. (*N. del t.*)

* En inglés, tin es estaño, el metal y elemento principal protagonista de esta sección, pero también hojalata o lata, que es acero laminado, recubierto por una capa de estaño; el autor emplea indistintamente ambas acepciones, que no siempre se han podido diferenciar adecuadamente. (*N. del t.*)

* *Kýpros* en griego. (*N. del t.*)

* Éste es el nombre del cuento en el original danés y en diversas traducciones; en la versión española clásica, el metal es, en cambio, plomo. *Traduttore, traditore!* (N. del t.)

* Doble sentido que se pierde en español. *The die is cast*, además de la versión empleada, más acorde con el contexto, es, literalmente, «se ha lanzado el dado», es decir, la suerte está echada, no hay marcha atrás. (N. del t.)

* Lizzie de hojalata; Lizzie es un diminutivo de Elizabeth. (*N. del t.*)

^{**} Literalmente, puchero de hojalata o de estaño; equivale a «de pacotilla». (*N. del t.*)

* En inglés. (*N. del t.*)

** Como en el resto de las lenguas románicas. (*N. del t.*)

*** *Lead*. Hay un doble sentido en el término inglés (*dull*), que es a la vez apagado (como el color del plomo) y sordo (como el sonido que produce). (*N. del t.*)

* *Tinny.* (*N. del t.*)

****** Literalmente, «callejón de la cacerola de estaño». (*N. del t.*)

*** Desde que escribí esto, se me ha informado de que la campana ya no cumplirá su destino, por haber encontrado un fin ignominioso cuando se derritió durante un apagón. (*N. del a.*)

* Una bruja del folklore nacional. (*N. del t.*)

* [Chance as fair and choose as true! / Since this fortune falls to you, / Be content and seek no new.]

* *Der Rosenkavalier.* (N. del t.)

* El tema del anillo de plata. (*N. del t.*)

* Cuchara de plata. (*N. del t.*)

****** Literalmente, «plata movediza». (*N. del t.*)

* Se acabó el té. (*N. del t.*)

* Las masas, el populacho, y Reinita, respectivamente. Queenie es el nombre del personaje que interpreta a la reina Isabel I de Inglaterra en la serie cómica de la televisión británica *La víbora negra* (*Blackadder*). (N. del t.)

****** Trueno robado. (*N. del t.*)

* [A brittle glory shineth in this face; / As brittle as the glory is the face.]

* Santa Sofía. (*N. del t.*)

* Rama conservadora de la Iglesia Anglicana. (*N. del t.*)

* De hecho, también en el norte. (*N. del t.*)

* Viejo Nariz de Cobre. (*N. del t.*)

* Por el color que se adjudicaba en los atlas de la época a los países de la Commonwealth. (*N. del t.*)

* Teatro, Museo Antiguo y Academia de Canto, respectivamente. (*N. del t.*)

* *Scoop. (N. del t.)*

* [Here in this zinc / lies a dead person, / or else his leg and his head, / or still less of him, / or nothing at all
since he was / an agitator.]

^{**} En español estas equivalencias (iron = plancha; nickels and coppers = monedas de estos metales; carbon = copias con papel carbón) no existen, pero encontraríamos otras (plata = dinero, hierro = espada, etc.). (*N. del t.*)

* Valentía que se logra bebiendo alcohol. (*N. del t.*)

* *Façade. (N. del t.)*

* [Roam home to a dome / Where Georgian and Gothic once stood / Now chemical bonds alone guard our
blondes / And even the plumbing looks good].

* *Tin Men. (N. del t.)*

****** Aviones de combate ingleses. (*N. del t.*)

*** Gran Bretaña puede hacerlo. (*N. del t.*)

* Jean es Juan en francés, pero Juana en inglés. (*N. del t.*)

* Mt 23, 27. (*N. del t.*)

* Los azulejos (Sialia) son túrdidos norteamericanos. (*N. del t.*)

****** Las Agujas. (*N. del t.*)

* [will have none on't. We shall lose our time, / And all be turn'd to barnacles.]

* Y del carbono, muy ligado al del calcio. (*N. del t.*)

* Veneno. (*N. del t.*)

* *Ilex aquifolium* y *Amanita muscaria*, respectivamente. (N. del t.)

****** Doble sentido intraducible: en el original, *blues*, en su acepción de melancolía o depresión emocional.
(*N. del t.*)

* En el Reino Unido; en España sería «amarillo de buzón de correos». (*N. del t.*)

^{**} En el Diccionario de la Real Academia Española, caqui es el «color [que] varía desde el amarillo de ocre al verde gris». (*N. del t.*)

* De la Exposición Internacional de Barcelona. (*N. del t.*)

* Motown y Motor City son sobrenombres de Detroit, ciudad en la que radican varios fabricantes de automóviles. (*N. del t.*)

* [Automobile in America / Chromium steel in America / Wire-spoke wheel in America / Very big deal in America! /.../ I'll drive a Buick through San Juan.]

* Barrio de Londres. (*N. del t.*)

* *Ella*, con la S sustituida por el símbolo del dólar. (*N. del t.*)

* *The Lawnmower Man.* (N. del t.)

* [First, to confront this thing of hell, / I must repeat the four-fold spell: / Salamander bright shall burn, /
Sylph invisible shall turn, / Undine flow within her wave, / Kobold shall slave.]

* Puck (duende, trasgo) en el original, es también un personaje del *Sueño de una noche de verano*, de Shakespeare, y de varios relatos de Rudyard Kipling. (*N. del t.*)

* Diseño de sauce. (*N. del t.*)

* Alfarerías. (*N. del t.*)

* Blanco de escamas. (*N. del t.*)

* En realidad, son animales, solitarios o coloniales, según las especies. (*N. del t.*)

* La disquisición etimológica que sigue no tiene especial interés en español, pero se ha conservado en aras de la integridad del texto. (*N. del t.*)

****** Destello, fulgor. (*N. del t.*)

*** Amarillo. (*N. del t.*)

**** Centelleo, lustre, vislumbre, resplandor, ostentación, vistazo, barniz, alegre y placer maligno, respectivamente, entre otras acepciones. (*N. del t.*)

* Vidrio y luz intensa, respectivamente. (*N. del t.*)

* Prov 31:10. (*N. del t.*)

* Rubí y Berilo. (*N. del t.*)

****** Jaspe. (*N. del t.*)

* Sobre una farola. (*N. del t.*)

* Parque público de la ciudad. (*N. del t.*)

* La pista. (*N. del t.*)

* Y también kohol y alcohol. (*N. del t.*)

* *El carro triunfal del antimonio. (N. del t.)*

****** La sífilis. (*N. del t.*)

* Colinas de Oro y Lagos de Plata, respectivamente. (*N. del t.*)

** Las traducciones son, respectivamente: Hierro, Villaplomo, Centro de cobre, Azufre, Cobalto, Antimonio y Boro. (*N. del t.*)

* Patente. (*N. del t.*)

* Luz de Auer. (*N. del t.*)

** Que fueron asimismo las últimas palabras que supuestamente pronunció Goethe en su lecho de muerte:
Mehr Licht!». (N. del t.)

* Dúo cómico inglés que estuvo activo en los años de las décadas de 1950 y 1960. (*N. del t.*)

* Gallo. (*N. del t.*)

* Lugar clásico. (*N. del t.*)

* Donde escribieron sus obras William Shakespeare y William Wordsworth, respectivamente. (*N. del t.*)

* Fuente y origen. (*N. del t.*)

* Que en inglés puede traducirse por vislumbre o luz tenue y vacilante. (*N. del t.*)

* [These are the only ones of which the news has come to Ha'vard / And there may be many others, but they haven't been discarvard.]

* Ghiorso murió en 2010. (*N. del t.*)

* Derivados del nombre inglés de la universidad: University of California, Berkeley. (*N. del t.*)

* En febrero de 2010, la IUPAC aprobó para el elemento 112 el nombre copernicio, por el astrónomo Nicolás Copérnico, que nació en 1473 en el norte de Polonia, que entonces formaba parte de la Confederación Prusiana. (*N. del a.*)

* El elemento 117 se encontró (o se produjo) en 2010; conserva todavía el nombre provisional ununseptio (como los elementos 113: ununtrio, producido en 2012; 115: ununpentio, y 118: ununoctio). Otros elementos que recientemente han sido encontrados y bautizados son el flerovio (114) y el livermorio (116).
(*N. del t.*)

* Literalmente, tintero de cuerno, pero también estilo literario pomposo y pedantesco, o quien escribe de esta manera. (*N. del t.*)

La tabla periódica
Hugh Aldersey-Williams

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal)

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.

Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

Título original: *Periodic Tales. The Curious Lives of the Elements*
Publicado originalmente por Penguin Books LTD, un sello del Grupo Penguin

© Adaptación de cubierta: Mauricio Restrepo
© Ilustración de cubierta: Dani Ras

© Hugh Aldersey-Williams, 2011

© de la traducción Joandomènec Ros, 2013

© Editorial Planeta, S. A., 2015
Editorial Ariel es un sello editorial de Planeta, S. A.
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
www.editorial.planeta.es
www.planetadelibros.com

Primera edición en libro electrónico (epub): junio de 2015

ISBN: 978-84-344-0629-2

Conversión a libro electrónico: Newcomlab, S. L.
www.newcomlab.com