

De la Alquimia a la Química



1. IDEAS ALQUÍMICAS DE UN FRAILE INGENUO Y OBJECIONES DE OTRO NO TANTO

Principios del siglo XIV, en algún lugar de Europa, en el laboratorio de la botica de un convento. En él se encuentra escribiendo el aprendiz Zenón.

Zenón ha empezado a dudar sobre lo que hasta ese momento habían sido verdades incontrovertibles.

Las dudas lo rondan cada vez que recibe las lecciones de fray Gildardo, cada vez que estudia sus propias experiencias, o lee los libros tan oscuros y difíciles de entender, el darse cuenta de que lo más importante para él, es comprender por PROPIA CUENTA. Zenón lee y practica la alquimia con la anuencia de fray Gildardo, su maestro.

Fray Gildardo acusa a Zenón de curioso, pretencioso y rebuscado; pero sabe que es injusto. Porque en el fondo Zenón tiene razón, la mayor parte de los libros son un enredo incomprensible y lo peor del caso es que han sido escritos deliberadamente así.

Según Geber, no hay que permitir que la facilidad con que se puede obtener el oro lleve al adepto a revelar el secreto

Fray Gildardo le recomienda, describa lo oscuro mediante lo más oscuro y lo desconocido mediante lo más desconocido. El mismo que le aconseja oscuridad para escribir, lo conmina al estudio total de las palabras de los filósofos alquímicos. Fray Gildardo aún tiene la esperanza de que algo se encuentre por la lectura de los libros.

Detrás de la finalidad práctica parece haber una finalidad mística. Las operaciones del laboratorio serían símbolos de la transformación de su persona, y viceversa. Unos cambios son la analogía de los otros y el logro práctico de obtener oro depende de cómo y de qué manera su trabajo haya transformado su alma y su mente, y bien pudiera ser que la Piedra Filosofal fuese también el logro de una revelación sobre sí mismo.

Dentro de poco entrará fray Gildardo a discutir sobre lo que ha leído. Mejor será que ordene sus ideas, quizá esta vez pueda hacerle comprender su punto de vista.

—En esencia, el asunto de la constitución de la materia es lo que entusiasma a los filósofos griegos, pero no se interesaron por llevar a cabo la transmutación de una piedra, como se suele llamar a los metales, en otra...

Continuo Zenón—Para ellos lo interesante era construir a base de lógica una explicación racional y razonable del mundo. Postularon que éste es comprensible, así que bastaría con el ejercicio de la inteligencia para hallar de qué manera está hecho.

Intervino fray Gildardo —En nuestra obra, por el contrario, no se trata de lo que nos parezca razonable o no, se trata de trabajar y obtener el resultado, no de probar que somos muy listos. Por otra parte, tampoco nos interesa utilizar el Arte Mayor para alimentar la vanidad de este mundo. Insisto, procura en tu trabajo ir siempre en la dirección que eleva y no en la que rebaja y no te refieras a estas maneras de proceder como equivalentes,

—Volviendo a tus lecturas, si te he recomendado que leas a los antiguos, es para que te convenzas de que nada menos que Aristóteles, el griego que tanto admiras, acepta la existencia de los cuatro elementos postulada por Empédocles. Todo, todo está formado por partículas pequeñísimas de sólo cuatro clases, de aire, de agua, de fuego, y de tierra. Y no sólo ellos, el mismísimo Platón hasta sugiere cuáles formas hayan de tener; las de fuego según él, tienen forma de tetraedro, las del aire de octaedro, las del agua, de icosaedro; y las de tierra de cubo.

Zenón permaneció callado mientras en su mente se preguntaba con sarcasmo cuándo y cómo Platón había visto las partículas de los elementos y se decía: el filósofo piensa que deben tener esas formas porque son bellas, porque su área se puede conocer, y sobre todo, pensó irreverente, porque son las que él puede imaginar por construcción a base de triángulos. Fray Gildardo, continuó:

—En el laboratorio se sublima, se destila, se calcina, se disuelve, se cuece. ¿Por qué crees que lo hacemos?

—Para cambiar las proporciones de los elementos en las piedras y así transformar las bajas o impuras en las nobles.

—Notarás que nuestras operaciones son más drásticas que las que observas en la Naturaleza, ¿cuáles son éstas?

—Crecimiento, maduración, envejecimiento, fermentación, coagulación, putrefacción, evaporación y fijación.

—¡Ajá! Nosotros los alquimistas buscamos el proceso, el camino, la vía, la sucesión de transformaciones que conviertan a cualquier substancia en oro. En la Naturaleza, que es sabiduría de Dios, ocurre un proceso de perfección o elevación incesante; dado tiempo suficiente, los metales bajos, como plomo y cobre, terminarán por convertirse en oro. Nosotros en el laboratorio, tratamos no sólo de hallar el proceso, sino de acelerarlo.

Continuó—, nota también que la meta de la opus es el oro alquímico, no sólo el oro metálico, sino el alquímico, es decir conjuntamente la Piedra Filosofal, el elixir de la vida y la materia primordial. Esta teoría que sostiene que todo lo que vemos, incluidos los cuatro elementos, son sólo condensaciones y enrarecimientos de una materia o substancia única. Diría que nuestra meta es hallar la forma en que la materia primordial se supera en oro. Nada se opone tampoco a la posibilidad de ennoblecer los metales hasta convertirlos en oro.

Pero de lo que Zenón dudaba era justamente de la posibilidad de la transmutación.

—Recuerda, en que se puede mostrar, con experimentación, la existencia de los cuatro elementos, cuando se quema una rama verde...

—¿Se refiere Su Reverencia a que cuando se quema una rama verde, da humo, que se supone es el aire, da un líquido que hierve en los extremos, que se supone es el agua, da luz y calor que testimonia la presencia de fuego y deja un residuo que no arde y que se supone es tierra?

—¡Amén! —finalizó fray Gildardo muy satisfecho—.

Zenón, poco convencido y llevado de su espíritu de contradicción, replicó al cabo de un rato

—¡De ninguna manera! El oro es el más perfecto porque no tiene impureza, los demás metales tienen impurezas, esto es, más tierra de la que deberían.

—Sí, pero ¡nada de esto se relaciona directamente con una operación de laboratorio!

—Se afirma que Dios cortó el espacio o la materia primordial en pequeños triángulos y con ellos formó las partículas de los cuerpos elementales, con sus distintas formas geométricas.

—En efecto —interrumpió fray Gildardo entusiasmado—, según Demócrito, deben existir los indestructibles ínfimos o los átomos, todos ellos compuestos de la misma materia, difiriendo sólo en tamaño, forma y movimiento; si los triangulitos de Platón tienen relación con los átomos durísimos e inalterables de Demócrito, o con los cuatro elementos.

—Lo interesante sería hallar el experimento que pruebe la existencia de los átomos a manera de que, sin verlos, tengamos que concluir que existen. Ensayar una y otra vez, sin prejuicios, en silencio por así decirlo, para poder escuchar lo que la Naturaleza tiene que decirnos.

—¡Zenón! ¡Muchacho! ¡Eres una fuente de tentaciones para mí! Debiera suspenderte un tiempo de tus labores en el laboratorio y en la biblioteca... pero ello no suspendería ni tu curiosidad ni la inquietud de tu mente y además creo que es mejor mucha ciencia que poca ciencia... en fin... No eres el único hoy que está en vena de sorpresas.

Después se un rato más de análisis de diversas ideas:

—El escándalo de las estafas realizadas por alquimistas deshonestos tiene a la gente muy alborotada. ¡Sin mencionar la magia con que se ha deshonrado el buen nombre del Arte Mayor!

Por un rato permanecieron en silencio, fray Gildardo con expresión suspendida se frotaba las manos calibrando hasta dónde podría ser franco con Zenón, pues le tenía afecto, y aunque temiera su audacia, le dolía la desesperación de sus ilusiones juveniles amenazadas. Por fin, al oír la llamada de vísperas, fray Gildardo comentó:

—¡Calma, muchacho! Muchos adeptos están confundidos y se han desviado por los pantanos de la herejía. Muchos creen que los procesos que los hombres testimonian en los cielos y en la Tierra, manifiestan la voluntad del Creador, lo cual no encierra nada nuevo ni falso, pero el caso es que están firmemente convencidos de que si tales procesos, una reacción alquímica pon tú, o un eclipse, son correctamente comprendidos, éstos revelarán Sus intenciones respecto del destino de los hombres. ¡Como si el conocimiento de la voluntad divina al respecto de nosotros no nos hubiera sido dado ya de una vez por todas en las Escrituras, y hubiera que andarlo indagando por las propias fuerzas! Así que se ve que el francés ha querido cortar por lo sano, lo que no quiere decir que nosotros no continuemos en la opus ¡Claro, con toda la discreción del caso!

Y cubriéndose con la capucha salió del laboratorio.

A la mañana siguiente, Zenón entregó una copia manuscrita de sus reflexiones a su maestro. En ellas había optado por la claridad en contra de la oscuridad. Su verdadera intención era ordenar sus propias ideas, y dado el caso en que por desgracia se viera interrumpida su actividad, poder recordar más tarde lo más importante de sus observaciones.

Zenón se lanzó a la exposición de sus ideas y observaciones. "Ante todo, escribí, la materia que observo a mi alrededor es muy complicada, y si he de querer entender los cambios que sufre y su constitución, tendré que cerciorarme de que cada muestra que emplee sea pura. Pero ¡cuidado! Para mí, la cualidad de la pureza no será la que impongan mis prejuicios; las normas de lo bueno y de lo bello son para ser aplicadas a las acciones y a los actos de los humanos si así lo escoge cada quien,

pero no son para ser aplicadas a la materia. ¿Por qué ha de ser intrínsecamente mejor el oro que el plomo o por qué he de llamar vil al hierro?

"Lo primero que en realidad debe interesar a un alquimista es saber hasta qué punto cada parte de una muestra de materia es idéntica a cualquier otra parte de ella. ¿Cómo saberlo? Diré entonces, a falta de algo mejor, que una muestra de materia es pura cuando tiene al menos apariencia homogénea, es decir, sus propiedades permanecen las mismas: olor; color, pesadez, aspecto general, fusibilidad, en cualquier porción de ella, siempre y cuando no se trate de una solución (azúcar en agua, por ejemplo), ni de una aleación (el bronce, por ejemplo).

"Será a partir de la transformación de las sustancias puras de donde habré de obtener pruebas de los átomos o de los elementos y de la relación entre ellos. Sólo trabajando con sustancias puras podré controlar lo que sucede.

"Pregunta: ¿En una sustancia pura hay una proporción fija de los cuatro elementos o, más bien, está constituida de un número predominante de átomos todos iguales, de cierta clase que le es peculiar, como sostiene Anaxágoras?

"Respuesta: No se tiene prueba alguna sobre esto, ni en un sentido ni en otro. ¿Qué hacer para obtener esta evidencia? No se me va a ocurrir algo por inspiración divina, el Señor no va a hacer la tarea que me corresponde a mí. Seguiré pensando, ensayando y ordenaré lo que sé.

"Pregunta: Por otra parte, ¿Es posible clasificar; aun cuando sea burdamente, todas las transformaciones que podemos realizar en el laboratorio?

"Respuesta: En un primer acercamiento a los diversos cambios a los que se puede someter una muestra, noto que los hay de dos clases. Primera clase, los que pueden ser invertidos muy fácilmente, para mí, que la sustancia sigue siendo la misma.

"Una segunda clase de cambios la constituyen los que son difíciles de invertir; en los que, según mi opinión, en ellos una sustancia pura sí que se transforma en OTRA u OTRAS. La sustancia original desaparece y aparece otra. Tales cambios los llamaré cambios alquímicos éstos difícilmente pueden ser invertidos por el mero cambio de las condiciones de enfriamiento o calentamiento. En algunos casos, los cambios alquímicos sí se pueden invertir; pero la forma de llevar a cabo la inversión es en general diferente de la forma en que se llevó a cabo el primer cambio. Lo que sí puedo afirmar con toda seguridad es que para que ocurran se requieren no sólo calentamientos sino contacto entre diferentes sustancias.

"En los cambios físicos las sustancias se conservan las mismas y aunque se requiera el fuego; éste no se... ¿Cómo decirlo?... no se casa con las sustancias; en los cambios alquímicos ocurre un cambio de la sustancia porque se da una asociación íntima de la sustancia original con otras como fuego, aire, carbón, etc. Ahora me doy cuenta, ésta es la razón por la que los cambios químicos son lo que en algunos manuscritos herméticos se denominan las "bodas alquímicas", matrimonio indisoluble, bueno, ¡casi!

"Respecto a lo que he dicho de que no hay prueba en contra de que una sustancia esté hecha de sus propios átomos que le son peculiares"

1. DE LA HERRERÍA A LA TABERNA VAN Y VIENEN LAS NOTICIAS Y EL SABIO AFIRMA QUE LO QUE SE TRABAJA CON EL FUEGO, ALQUIMIA ES, YA SEA EN UNA FRAGUA O EN LA ESTUFA DE LA COCINA

Simón con regocijo reconoció de inmediato que las labores de la fragua quedaban suspendidas hasta el día siguiente; ahora, el herrero lo despacharía para pasarse lo que quedaba de la tarde leyendo con suma atención y discutiendo en voz baja con el despensero del convento unas hojas misteriosas, amarillentas y carcomidas.

Simón, está enterado del contenido de las hojas; y aunque no ve qué pueda haber de valioso o de político en el contenido de esas hojas, le inquieta el secreto que al respecto guarda su amo. A Simón se le han pegado algunas palabras de alquimia de su jefe, que es un adepto, y de su cuñado, que es médico, y se da perfecta cuenta de que las hojas tratan de alquimia. Algo, algo... se trae el herrero. Por el momento, piensa Simón, no hay más que hacer sino esperar el desarrollo de nuevos acontecimientos y buscar la oportunidad de que Leodegario les eche una mirada a esas hojas

Detrás del cuarto donde está la fragua, el herrero ha arreglado dos vastos laboratorios, en el de más al fondo tiene su camastro y allí lee en voz alta las hojas que el despensero le ha traído.

El monje levantado los ojos al cielo y juntando las manos—¿Tienes ya listo cobre suficiente? ¿Y estás seguro de que vendrán al menos una docena de adeptos?

—¡Seguro que sí! Te diré, vienen a la ciudad, porque no se perderían por nada del mundo poder asistir a clase con el doctor Paracelso, ver la cara de horror de los doctores médicos, y una vez aprobado el curso, ganar dinero a montones con sólo decir a los pacientes que son alumnos del insigne Paracelso. Además, para que te tranquilices, en primer lugar, la cena será gratis, lo que garantiza que no nos faltarán comensales, y en segundo lugar, ya he soltado por aquí y por allá comentarios sobre los "manuscritos de la Piedra".

Y así, el herrero y el monje se preparan para recibir con todos los honores a los adeptos que han llegado de todas partes de Europa. Basilea hierve con el fervor de aprender medicina en la universidad por invitación del impredecible Paracelso.


En el patio de la universidad comienzan a chisporrotear los primeros leños de una hoguera en medio de los cantos y bromas de los estudiantes.

Súbitamente, los presentes se arremolinan abriendo paso a un individuo grueso, joven, de ojos llameantes y nariz colorada, cargado de libros, con una airosa pluma en el sombrero y tamaño espadón golpeándole el muslo; le siguen varios estudiantes cargados también de libros. Al llegar al pie de la fogata, arroja el Canon a las llamas mientras grita con poderosísima voz: "¡Tú, Avicena!, y el Canon, ¡El Canon, sabiduría de los siglos, orgullo de la biblioteca universitaria, comienza a arder! ¡Tú, Galeno! ¡Tú, Razi!", grita y con amplios ademanes va lanzando libros y más libros al fuego. "¡Todos ustedes, caballeros de París, de Colonia, de Viena y todos ustedes a quienes el Rin y el Danubio puedan nutrir, me seguirán a mí, al gran Paracelso! sigue lanzando con furia los manuscritos al fuego." ¡También ustedes, atenienses, árabes, griegos y judíos, todos me seguirán; las correas de mis zapatos saben más que todos ustedes juntos! ¡Todos los antiguos y todas las universidades puestos juntos, son menos listos que los pelos de mi barba y los que me queden en la coronilla!".

El regocijo de los estudiantes se desbordó al parejo de la indignación de los profesores.

—¡Qué duro! ¡No creo que permanezca aquí por mucho tiempo, lo van a deshacer! Además está loco, ¿quién se cree que es?

—¿Qué tal si nos vamos a tomar unas cervezas al Caballero Verde? —sugirió Simón enlazando su brazo con el de Rosamunda—, quiero comentarles sobre lo que ha estado ocurriendo en la herrería y que me expliques ese aire de reverencia que tomas al hablar de Paracelso, ¿Qué, es mucha pieza?

Una vez instalados lejos del humo y del ruido de los estudiantes, Leodegario explicó:5 

—Paracelso sostiene que Dios ha creado o generado el Universo a partir de sucesivas separaciones, coagulaciones, condensaciones o precipitaciones químicas, como quieras llamarlas, de una materia primordial. Le he oído alguna vez comparar la creación divina, que para él es sinónimo de generación, guardando la proporción, con lo que ocurre cuando se mezcla vinagre con leche, que se separan el suero y los sólidos. Para él, los cuatro elementos han sido separados de la materia primordial; en un segundo paso, fue separado el fuego del firmamento; en un tercero, los espíritus y los sueños del aire; peces, plantas marinas y sal, del agua, en otro paso, etc., etc. También habla de que todo está compuesto de tres principios, a saber: azufre, mercurio y sal, pero es muy poco claro y es muy difícil seguirlo, además de que se impacienta fácilmente; esto ha traído como resultado que ahora se hable de cinco elementos y cada quien escoja cuáles son, tomándolos al gusto de entre los cuatro clásicos y los tres paracelsianos, y que los charlatanes se den vuelo hablando de la quinta esencia. Pero no sólo eso, he oído a algunos de sus seguidores hablar no sólo de sales, lo que no es sorprendente, sino de los diversos mercurios y azufres, sí, así, en plural, como componentes de todas las sustancias conocidas, con lo que la confusión entre boticarios, médicos y alquimistas es espantosa. Todo esto no tendría importancia si no fuera porque sostiene que Galeno está equivocado...

—¡O sea, Paracelso contra el mundo!

En medio de risas y voces, irrumpió en la taberna el mismísimo Paracelso, rodeado de estudiantes; tratando automáticamente de atrapar a la mesera, pidió cerveza para todos los alumnos; como ella lo eludiera, se sentó y prosiguió con su conversación: "Donde el médico no es también alquimista y cirujano, no es más que un monigote, y no debe haber un cirujano que no sea médico y alquimista también."

—Sería bueno que nos fuésemos —dijo Rosamunda—, porque es posible que más tarde estos estudiantes se pongan hasta las boinas y no me agrada tener que presenciar espectáculos.

—¡De acuerdo! —dijo Leodegario levantándose—. Además, me gustaría un lugar más tranquilo para hablar con Simón sobre sus flamantes intereses.

Una vez en la calle, de camino a la herrería, Simón puso al tanto a Leodegario de las idas y venidas del dispensero y de sus conciliábulos con el herrero, le detalló con bastante fidelidad el contenido de las hojas de un tal Zenón, fuente de sus recién adquiridos conocimientos y de otros manuscritos que el herrero y el dispensero llevaban meses devorando en secreto.

—Me parece —terminó diciendo— que como el interés por la filosofía natural del herrero no está por encima de toda duda, más bien está planeando una estafa. Es más, sospecho que tendrá lugar hoy por la noche, durante una cena. Has de saber que me ha pedido que regrese a la herrería para ayudar a servir la mesa, porque, me dijo, va a tener invitados. Y esto tiene que ver con los pergaminos que el dispensero sustrae del monasterio, ¡Estoy seguro! Aunque no es aparente que el manuscrito de Zenón, el que leí, se refiera a falsificaciones o a trucos; más bien expresa dudas al respecto de los cuatro elementos y de la transmutación de los metales, y trata de clasificar las operaciones que se realizan en el laboratorio, como te he platicado, más o menos; tendrías que leerlo tú mismo.

Leodegario se quedó pensando un rato. —¿Una cena, dices?. Mira, siendo yo médico y además paracelsiano, no hay mentira en ello, me presentaré a la cena, no creo que no me admitan, siendo además cuñado tuyo y allí trataré de echarle un ojo al tal manuscrito de Zenón.

El delicioso y "adobado" vino y el abundante lomo acompañado de col agria y salchichas crepitantes, parecía que había ya logrado el efecto buscado por el herrero de desarmar la

desconfianza de los invitados. Hombres sencillos y solemnes, una vez vencida la timidez inicial y seguros del respeto de los demás, se entregaron con fervor al canto y al alcohol.

—¡Señores! —exclamó el herrero dominando el barullo con su vozarrón—. Ha llegado el momento de compartir con ustedes el fruto del gran descubrimiento que la sabiduría de la pirámide de los egipcios nos ha legado. Por caminos que, ustedes comprenderán, no puedo revelar ha llegado a mis manos un manuscrito del sublime Hermes Trimegistos, que contiene el secreto de la piedra filosofal. Por los votos de nuestra hermandad tengo de guardarlo para mí solo, sin embargo, no me está vedado en esta noche de San Juan en que se ha abierto para nosotros el campo de la medicina, compartir con ustedes el fruto del secreto. ¡Ay! ¡Pecador de mí!, por poco y sucumbo a la tentación del Maligno de hacerme rico solamente yo sin compartir mi riqueza con los adeptos mis hermanos, pero los muchos padecimientos que sé por experiencia propia sufren, me han conmovido, y hoy, con el corazón rebosante, me dispongo a multiplicar para ustedes el poquísimos oro que puedan tener en este momento.

El herrero, se paseaba alrededor de la mesa, agitaba bajo las narices de los comensales el manuscrito de Zenón, de manera que éstos sólo alcanzaban a ver trozos de renglones latinos llenos de símbolos. Más de uno quiso atrapar los papeles, pero el herrero lo eludió fácilmente—.

—Vean este anillo de cobre— dijo, al tiempo que retiraba ágilmente de la mano de un comensal un modesto anillo, y lo mostraba para que todos lo vieran—. Mientras rematamos este delicioso lomo, un fraile experto en cosas egipcias, colaborador mío siguiendo las indicaciones escritas aquí lo transformará en un anillo del divino metal.

Un escalofrío recorrió a los invitados y a más de uno se le disipó la borrachera. Se hubiera podido oír el volar de una mosca. Todos eran demasiado alquimistas de corazón como para que semejante anuncio no los dejara mudos de asombro y de ilusión. ¡El sueño de una vida al alcance de la mano!

—Para poder proceder; hermanos, todos saben que es preciso contar con una semilla, así pues yo, como anfitrión, entrego ante ustedes estos granitos de oro para que sirvan de semilla en la transmutación del anillo. —Así diciendo entregó al dispensero el anillo, el manuscrito y unos cuantos granitos de oro. El dispensero se inclinó con solemnidad y se retiró al laboratorio del fondo.

Algunos invitados reaccionaron y exclamaron—: ¡Queremos ver cómo se realiza la operación! ¡Sí, sí! —exclamaron otros, el entusiasmo parecía salir del control del herrero, pero su poderosa voz, su cuerpo gigantesco y sus peludas manazas dominaron el tumulto—.

—Lo siento hermanos, no pueden ver la divina operación, eso sería como entregar el SECRETO. Ustedes saben que éste se debe adquirir por el trabajo y los méritos en el laboratorio, mucho hago ya con multiplicar su oro.

Ante la inflexibilidad del herrero se fueron calmando los ánimos y nuevas rebanadas de lomo bañadas en salsa bearnesa aparecieron en los platos al conjuro de Simón.

Se levantó de la mesa un joven metalurgista húngaro pidiendo la palabra.

—Estoy de acuerdo—, dijo, no sería justo que se nos revelara el Secreto, sin embargo, sí me parece justo que se nos permita verificar el peso del anillo respecto del peso del agua, antes y después de ser transmutado.

El herrero, cogido fuera de guardia, presintió una trampa, uno de los alquimistas más respetados y ancianos salió involuntariamente en su ayuda:

—Ponernos a pesar ahora, sólo nos haría perder el tiempo, ya veremos, cuando se nos muestre el anillo transmutado, si es de oro o no con la prueba del toque fundada en la razón.

El pequeño grupo de metalurgistas, tres o cuatro, se levantó de la mesa y se retiró con toda dignidad, acompañado del alivio del herrero disimulado bajo una máscara de circunstancia.

Al cabo de una hora, apareció de nuevo el despensero al lado de la mesa: con aire triunfal tendió el anillo "transmutado" para ser examinado por los comensales.

—Ahora bien, señores, espero que estén satisfechos —tronó de nuevo el herrero

—Para poder ayudar a los que lo deseen, tengo aquí estas barras de cobre dispuestas para ser transmutadas en favor de ustedes, sin embargo es preciso contar con semillas, yo soy un hombre pobre, y por otro lado no es bueno recibir nada sin haber contribuido, aunque sea una semillita. Así pues, les ruego que, si aceptan mi ofrecimiento, cada uno de vosotros entregue a mi reverendo colega las monedas de oro que traiga, pues cuanto más pongan como semilla, tanto más cobre podrá ser transmutado en su favor. ¡Así ha hablado la sabiduría de la pirámide!

Enfrentados ante la acción concreta de vaciar sus bolsillos, los comensales vacilaban, pero el anillo brillaba cada vez más intensamente al pasar de mano en mano, y el vino, exquisito, acabó con sus reservas al tiempo que el herrero proclamaba:

—No quiero forzarlos, yo cumplo con mi voto de generosidad; si ustedes no lo aceptan, yo no he perdido nada.

El resto es doloroso; una vez que las monedas, ahorradas con tanto esfuerzo para pagar un año de vida universitaria en Basilea hallaron el camino del atañor, comida, vino, asombro y emociones del día dieron cuenta de los invitados. Al anunciar los gallos el alba, se les hubiera podido ver roncando debajo de la mesa y también se hubiera podido ver a un par de sombras montadas en mulas tomar el camino del Norte mientras Simón y Leodegario bien despabilados, buscaban con afán, en la revuelta herrería, unas hojas viejas y carcomidas.

No hallaron la copia del manuscrito de Zózimo, sólo el de Zenón. Ya tranquilos en casa de Rosamunda, con sendas tazas de té caliente entre las manos y vasitos de aguardiente al lado, preguntó Simón a Leodegario:

—¿Por qué pidieron los metalurgistas que se pesara el anillo?

—Para verificar que antes de la transmutación el anillo tenía la densidad del cobre, y después, la del oro. Si después de la pretendida transmutación resultara que la densidad era poco más o menos la misma que la inicial, se hubiera probado el fraude, se hubiera visto lo que me sospecho que fue, un simple dorado. El valor de la densidad es una propiedad característica de cada sustancia pura.

—Pero entonces —terció Rosamunda—, me estás diciendo que una sustancia es pura mientras no se demuestre lo contrario y en consecuencia sustancias que ahora se clasifican como puras quizá dentro de un tiempo se descubra que no lo son.

—¡Así parece! —replicó Leodegario—, no queda de otra, pero no es tan desventajoso porque siempre hay manera de controlar una purificación.

En resumidas cuentas, una sustancia es identificable por el conjunto de sus propiedades — reflexionó Simón y continuó—. Si me encuentro un líquido transparente, blanco, inodoro, que sabe a agua, de su misma densidad pero que comienza a hervir con un grado de calentamiento tan bajo como el de un éter; ¿he de concluir que no es agua?

—En efecto, no lo sería.

Continuó Simón mientras se servía más té— Pero, ¿se dan cuenta? Si a cada sustancia corresponde un juego de valores de sus propiedades, tiene un cuerpo o extensión y permanece en el tiempo.

—¡Vamos, Rosamunda, sírveme otra copa por favor; esto ya pasa de castaño oscuro! —finalizó Simón al tiempo que se dejaba caer en un sillón—. Esto es un enredo infernal.

Suspiró Rosamunda—. Y por cierto —comentó al cabo de un rato, por lo que me cuentan, los metalurgistas húngaros no son ningunos tontos...

—¡Qué va! —replicó Leodegario—, puedo afirmar sin temor a equivocarme que en lo que se refiere a alquimia los metalurgistas son los más adelantados de nuestra época.

—Mejor sigamos adelante con las páginas que nos faltan del manuscrito de Zenón —sugirió Rosamunda siempre práctica...—

Parada Técnica

¿A TODO ESTO, CUÁLES FUERON LOS ORÍGENES DE LA ALQUIMIA OCCIDENTAL? ¿FUE PURA PÉRDIDA DE TIEMPO? EVALUACIÓN DE LA ALQUIMIA

LA ALQUIMIA, tuvo su origen en la gran cruz intercultural que representó el Imperio de Alejandro Magno. Sus conquistas y su deliberada política de fusión cultural, de mercados y fronteras abiertos, hicieron posible el contacto de la filosofía, la ciencia y las costumbres griegas con las de Egipto, China y la India. Las ciencias y la alquimia, en la forma en que llegaron a Occidente, fueron fruto del caldero cultural encabezado por Alejandría, con el que los árabes entraron en contacto directo y así fueron ellos los herederos de la gran Pax Alejandrina, los que tradujeron a los clásicos griegos y produjeron el cúmulo de conocimientos que transmitieron al Occidente europeo con los nombres de alquimia, medicina, astronomía y filosofía.

Ahora bien, en el Occidente europeo, las cosas no ocurrieron así. La intelligentsia de la alta Edad Media occidental (X-XV), fue heredera de la barbarie, celta, visigoda, teutónica, eslava y de los innumerables pueblos que se asentaron progresivamente hasta el siglo VII, en lo que ahora llamamos Europa. Pero sobre todo, fue heredera de la barbarie latina. Barbaries en tanto mundos culturalmente separados del griego clásico y del helénico, y por tanto, de la filosofía y de la ciencia. Al derrumbarse la red administrativa del Imperio ante las invasiones bárbaras, el vacío de autoridad y de organización en poblados, cuarteles y puestos de avanzada, en Europa, fue paulatinamente llenado por la autoridad obispal que había llegado anteriormente allí. Esto último dio como resultado que la intelligentsia de la alta Edad Media (siglos X al XIV) fuese clerical y el liderazgo intelectual de carácter religioso

A partir del siglo X, a través de sus contactos con el mundo árabe, las gentes de la Edad Media europea se encontraron frente a una explicación del Universo físico y del funcionamiento de la Naturaleza, aparentemente muy desarrollada y completa que les llegaba de la Antigüedad y en la que pocas fisuras se notaban. Y como el pensamiento racional se reservaba para la teología y se agotaba en ella, careciendo de tradición crítica, eran mucho más esclavos de la ciencia natural "importada" que si la hubieran inventado por sí mismos o desarrollado a partir de sus propias investigaciones y sus propias luchas por hallar la verdad en la Naturaleza. Pueblos poco cuestionadores, en aquel entonces, pasaron fácilmente de la obediencia a la autoridad eclesiástica a la obediencia a los autores antiguos en total deslumbramiento.

Hubo hombres en la Edad Media tardía que observaron con todo cuidado la Naturaleza y mejoraron grandemente la exactitud de sus observaciones: tendían a compilar enciclopedias puramente descriptivas. Cuando algo necesitaba ser explicado, estos hombres no elicitan sus teorías a partir de sus propias observaciones, sino que apelaban a las explicaciones de la antigua filosofía,

¿Cuál fue o fueron los obstáculos que retrasaron la aparición de la química como verdadera ciencia respecto de la física? En primer lugar; la concepción que se tenía de los elementos. De entre todas las cosas de este mundo, si algo aparecía como irreducible, simple y omnipresente, éstos eran el aire y el agua, sino no es que todo podría eventualmente resolverse en agua. El fuego se consideraba oculto en las sustancias y liberado durante la combustión en forma de flamas. Pese a que el canciller Bacon había sugerido que el calor o fuego pudiera ser una forma de movimiento en

las partículas microscópicas de materia, se le consideraba substancia material, elemento. Pero para descubrir qué eran el aire y el agua se requería la noción de diferentes gases, contar con la forma de atraparlos, distinguirlos y posteriormente pesarlos.

¿Se dirá entonces que la alquimia fue inútil? No, no es para tanto. Por un lado, está el adelanto tecnológico, innegable, sobre el conocimiento de la manufactura de toda clase de materiales; por otro, el valor de la búsqueda de la transmutación, que si bien tiene carácter negativo, dejó el terreno preparado para la creación de la química como ciencia.

I I I . E N D O N D E S E V E
Q U E , E N 1 6 9 0 , M E C Á N I C A
Y A S T R O N O M Í A V A N P O R
D E L A N T E D E L A Q U Í M I C A
Y Q U E É S T A V A P O R B U E N
C A M I N O . P E R O A L A
P R E G U N T A : ¿ Q U É E S E L
F U E G O ? S E T O M A E L
C A M I N O E Q U I V O C A D O Y
S E V I V E D E I L U S I O N E S .

—¡HEY; Juan! ¿A dónde vas? ¿Qué es de tu vida? —¡exclamó Rubén alcanzando a su amigo—.

—¡Hola Rubén! No nos hemos visto y esto desde el trimestre pasado. Te he ido a buscar; los vecinos no han sabido darme razón de ti y tampoco Luisa te ha visto. Ya no has ido a las demostraciones de química. ¿Qué, te vas a salir de la escuela, o qué?

—No, lo que pasa es que estoy muy ocupado con cosas interesantísimas. ¿Te acuerdas que andaba con problemas de dinero? Pues buscando aquí y allá fui a dar con *monsieur* de Montmor; quien organiza reuniones en su casa; me ofreció un luis por cada reunión durante este noviembre y después por cada jueves. Lo que tengo que hacer es recibir a los participantes, tú sabes, recibirles el sombrero y el capote y ayudar a servir la mesa en las reuniones "del grupo". Bueno, pues, te podrás imaginar; acepté. No es fácil pensó, entrar

al servicio de un caballero que pague bastante como para poder comer y seguir estudiando; pero sentémonos, mira, allí junto al mostrador; hay dos lugares con sombra. Te invito un blanco, tengo muchas cosas que celebrar.

—¡Hey, *garçon*, dos blancos! —gritó Rubén al tiempo que arrimaba una silla para él e invitaba con el gesto a su amigo a hacer lo mismo—. Pues sí, acepté y fue lo mejor que me haya pasado en la vida; resulta que las reuniones del grupo, que me imaginé serían como las de los salones encabezados por damas libres e interesantes, son estrictamente de discusión de problemas y teorías filosóficas y mecanicistas. Nada de nobles ignorantes, ni de intrigas, ni de chismes de la Corte. Los asistentes serán una docena entre matemáticos, filósofos mecánicos, astrónomos y físicos, varios de ellos de la Academia de Ciencias. ¡Y vieras qué discusiones tan apasionantes! Antier se trató del pulido de lentes y de diversos tipos de relojes. ¿Y a quién crees que he conocido?... ¡A Christian Huygens!

—¿Al inventor del reloj de péndulo, al holandés?! 🌱

—Ajá, un tipo formidable. Viendo lo que se suele tratar en esas reuniones, le conté a *monsieur* de Montmor que soy estudiante matriculado en medicina y que me intereso muchísimo por la filosofía natural; se sonrió y dijo que si me apresuraba a leer los trabajos de Galileo, me aplicaba a repasar geometría y matemáticas y me mostraba capaz de comprender los *Principia*,² 🌱 me pagaría el doble, y agregó que si no abandonaba la Sorbona, sino sólo me cambiaba de matrícula, pudiera ser que me constituyera en un par de años en el miembro joven del grupo. ¿Te das cuenta? ¡Uauh!


—¡Salud y felicidades! —dijo Juan alzando su vaso—. Pero, entonces, ¿ya no vas poder seguir con el laboratorio de química?

—No, ya no. Claro que no. ¡Imposible!, no puedo. Huygens está de visita solamente unas semanas y *monsieur* de Montmor quiere aprovechar al máximo el tiempo. Las reuniones son en días alternados. Y además, —añadió Rubén; con cierta petulancia— tanta experimentación, según lo que he oído decir es innecesaria, más bien redundante. La verdadera ciencia consiste en la elaboración de teorías. Justamente hoy se nos hizo saber la opinión de Leibniz al respecto.

—Hmmf... ¿Y qué dice de la química?



—No se refiere directamente a la alquimia, ni a la iatroquímica directamente, sino a esa actitud de experimentación a tontas y a locas, fatigosa y abrumadora que hace Robert Boyle. Leibniz considera que desperdicia su talento, en todo caso menor; porque no ha producido una teoría.


Como Rubén notara que el rostro de Juan se congestionaba por momentos, desorientado, creyó prudente puntualizar. Se le antojan irrelevantes los

experimentos que no ejemplifican una teoría matemática, previamente elaborada, "un sistema del mundo".—Inclusive —añadió a la defensiva, viendo que la expresión de Juan se tornaba cada vez más feroz— la explicación de la relación entre la presión de confinamiento del aire con el volumen que ocupa, descubierta por Boyle, ha sido explicada, en términos de átomos no por él, sino por Newton...³ 

Al llegar Rubén a este punto, Juan saltó como picado por un aguijón y exclamó:

—Pero, ¡ya quisiera yo ver a Leibniz hacer una teoría sobre, digamos, por qué la sal se disuelve en agua pero no en aceite ni en mercurio, o por qué el azufre se disuelve en aceite pero no en agua ni en mercurio, o por qué un rubí es rojo y una esmeralda es verde! Y toma nota ¡Explicar el porqué, en términos de las diferencias en tamaño, forma y movimiento de las partículas últimas! ¡No, si no es tan fácil! ¡No señor! Además —concluyó Juan un poco más calmado—, ¿tú, se lo has oído decir o lo has leído?

—¡No, no! —replicó Rubén con ademán conciliador—. Realmente, planteadas así las cosas, veo que los sabios continentales⁴  no están apreciando la dificultad de la química y es que creen que está tan avanzada como la astronomía o la física. No conozco personalmente al gran Godofredo Leibniz, pero, que tiene esas ideas es seguro,⁵  pues todos los visitantes de Berlín que han venido a dar a París, quiero decir que han asistido a las reuniones de *monsieur* de Montmor, así lo informan, y lo que es más, ¡las comparten! Sin ir más lejos, el mismo Huygens. Y calma por favor, no es mi intención herir tus sentimientos boyleyanos. ¿Este programa, que me acabas de describir; es lo que Boyle llama filosofía corpuscular de la química?

—Así es en efecto Rubén, la filosofía corpuscular debe... debe... ¿Cómo decirlo? Poder explicar cosas como color, gusto, olor, brillantez, ductilidad, selectividad en la reactividad, etc. Porque, así como con las letras de un alfabeto, al unir las de formas diferentes se pueden formar diferentes palabras, así al unir las partículas en distintas combinaciones se deben obtener distintas substancias;⁶  representando cada combinación de número, tamaño y movimiento, un conjunto posible de propiedades de la substancia; el asunto es hallar las reglas del cómo y del porqué. En cuanto a que si Boyle busca datos experimentales por todas partes y de todas clases, es para ver si puede identificar tendencias, comportamientos, lograr clasificaciones que sirvan para establecer una teoría, pero lo hace, toma nota, no a tontas y a locas sino de forma *razonada*, aunque sí, a ciegas, porque no hay camino, porque no sabe a dónde llegará. Su actitud es la de interrogar a la Naturaleza, si no, ¿cómo separar una filosofía especulativa de la filosofía natural? ¿Cómo, si no, legitimar a la química como ciencia? Boyle lleva a cabo la experimentación en el sentido del canciller Bacon: "para escuchar lo que la Naturaleza tiene que decir." Además, describe sus experimentos con detalle fiel para que los demás

los podamos reproducir; a riesgo de que se le acuse de prolijo y no como los alquimistas que ocultan y disfrazan lo que saben... ¡Si es que saben algo! Boyle es un científico moderno —concluyó Juan en tono que no admitía réplica

Por unos instantes, los dos jóvenes contemplaron a las palomas revolotear ante el portal alquímico de Notre-Dame.

—Sí. Acabas de decir algo muy real comentó Juan soñador—. El punto de vista prevaleciente aquí en el continente, de que el funcionamiento de la Naturaleza se descubre por la teorización racional y el experimento, sólo vale como ejemplo, se debe en parte a que, al estar bastante más adelantados en mecánica y en astronomía que en química tendemos a pensar que no es necesario tampoco en química, experimentar para saber. En mecánica, gracias a Galileo y a Newton, principalmente, ahora se pueden calcular propiedades del movimiento de los cuerpos sin necesidad de ir a medir cada vez y además se está seguro de ello. Por ejemplo, sé cual será el periodo de un péndulo hecho de un balín al extremo de un hilo de seda de 2m, en oscilación pequeña, sin necesidad de medirlo, $2\pi \sqrt{l/g} = 2.84$ segundos, y más importante para lo que estamos discutiendo, sé que el periodo que calculé será el mismo, tanto si el balín es de plomo como si es de vidrio. En mecánica terrestre o celeste, sólo importan la masa, las fuerzas, las aceleraciones, etcétera.

—Bueno, ¡claro! —interrumpió Rubén—, las leyes de la mecánica son muy generales. Prescriben el mismo tipo de cambio, bajo circunstancias dadas, para todas las variedades de materia.

—¡Ajá! Pero en química, justamente el problema es matematizar la cualidad de ser plomo o de ser vidrio, matematizar el porqué el plomo se disuelve en ácido y no el vidrio por ejemplo.

—Y como ves —dijo pensativo Juan—, esta actitud de hacer a un lado la cualidad de la materia es de antigua raigambre, viene desde Demócrito y pervive en Galileo y en Descartes; es una actitud dictada por la necesidad: la dificultad misma de racionalizar las cualidades ha hecho que se las declare no aptas para la descripción intelectual, o no interesantes.

—¿Cómo puede ser esto? En primer lugar, hasta donde yo sé, Descartes está en total desacuerdo con Demócrito. ¡Explicate!

—Sí, mira, Demócrito afirmaba que de lo único que tenía sentido hablar era de aquello que se podía expresar en términos matemáticos. Por ejemplo, respecto de la forma y del tamaño, puedo decir si se trata de triángulos o círculos, etc., y en consecuencia expresar el área, el volumen; también puedo establecer proporciones entre ángulos y lados, etc. Rechazaba discutir la cualidad o clase de materia porque no se puede decir nada matemático al respecto, y a falta de otra cosa, decía que habría que suponer que era la misma en todos los átomos, a saber; la materia primordial. Para él no tenía sentido hablar de distintas

clases de materia. ¿Cómo expresar matemáticamente lo distinto en clases de materia? ¡Reconoce que está en chino! Con esta idea en la cabeza, atributos como color; acidez, etc., con los que distinguimos las clases de materia, por ser inabordables matemáticamente, quedaban para él fuera de toda posible discusión.

—Sí, pero ¿y Descartes y Galileo?


—Ahora viene Descartes —continuó Juan saboreando su vino—.

—Claro que él no admite ni la indestructibilidad o inmutabilidad de los átomos, ni mucho menos el vacío que Demócrito o Lucrecio juzgan necesario, para escenario, en el que se muevan los átomos; *pero*, en su teoría de átomos desgastables, de varios tamaños, que se mueven unos rozando a los otros, solos o en cúmulos, pero de manera tal que jamás dejan huecos (sus famosos vórtices) *toma el punto de vista de Demócrito*, de que lo único de lo que se puede afirmar algo es de la forma, la masa y el movimiento.

—Bueno, sí, es verdad, pero ésa es la situación en la que nos encontramos, exactamente ésa. ¿Qué otra cosa se puede decir?

—¡Ah!, pero el que estemos no quiere decir que no se trate de buscar la manera de traducir; en enunciados matemáticos, las cualidades de la materia, y para ello hace falta experimentar más y más, como lo hace Boyle, y no conformarse y declarar "imposible o inútil experimentar aquello que de antemano sabemos cierto por obra de la razón, cual es que todo se hace mecánicamente en la Naturaleza", como murmuran ciertos sabiecillos petulantes que andan sueltos por ahí...

—¡Paz, me rindo! Tienes razón —exclamó sonriente Rubén—, pero ¿por qué dices que esta actitud frente a las cualidades de la materia pervivió en Galileo?

—Juzga tú lo que escribió en *Il Saggiatore*,⁷  me impresionó tanto que lo recordaré para siempre. Decía —y Juan se apretó las sienes con las manos— "Me siento impelido por la necesidad, tan pronto como concibo un trozo de materia o substancia corpórea, de concebir que en su propia naturaleza está limitado y tiene tal o cual figura que, en relación con otros es grande o pequeño, que está en este o ese lugar, en este o aquel momento, que está en movimiento o se halla en reposo, que toca o no toca a otro cuerpo, que es único, pocos o muchos...; pero el que sea blanco o rojo, amargo o dulce, ruidoso o mudo, de un olor grato o desagradable, no advierto cómo, mi *mente*, pueda ser forzada a reconocerlo."

—¡Zas! Pero vuelvo a preguntar; ¿qué otra cosa se puede decir? ¡Las cualidades no pertenecen al dominio de lo racional!

—Y yo vuelvo a contestar, decir, por el momento, nada; buscar ¡sobre la marcha!

—¿Y qué genio! —continuó Juan reflexivo—. Precisamente porque fue capaz de abstraer lo esencial en el movimiento y no distraerse con la multiplicidad de las cualidades, por ello comenzó a deshacer el nudo de ignorancia que tenía atorada a la filosofía natural. Hizo avanzar el conocimiento porque pudo concebir que un cuerpo esté en movimiento aunque sea un sistema aislado. Pero ahora, ya que él nos ha hecho avanzar y Newton lo ha culminado, habrá que preocuparse de las cualidades de la materia. Ahora habrá que ocuparse de la interacción entre substancias.

—¿Qué habrá querido decir con "único, pocos o muchos"? ¿Se referiría a las hipótesis atómicas?

—No sé. También pudo haberse referido a los elementos. ¡Quién sabe!

En ese momento, los poderosos bronce de Notre-Dame llamando al rezo, volvieron a la realidad inmediata al boticario y al estudiante.

—¿Tienes que ir ahora a casa de Montmor? Me gustaría que me acompañaras al laboratorio. Digo, si tienes tiempo. Quisiera mostrarte una bomba para hacer el vacío de Boyle, la he construido yo mismo y con ella he estado repitiendo algunos de sus experimentos y haciendo otros que se me han ocurrido.

—Sí, desde luego, gracias. Los invitados de Montmor llegarán hasta las ocho, así que tendremos un par de horas para discutir. ¡Ah!, ya se me olvidaba. ¿Qué opina Boyle de los elementos?

—No cree en ellos. Tengo varios escritos suyos en donde echa abajo la idea de substancias elementales universales. Además, es un atomista de hueso colorado.

—¿Pero, cómo!

—En casa te explico.

Caminaron algunas cuabras en silencio y al llegar al callejón de la *Parcheminerie*, se detuvieron ante la puerta de la botica *Le Parfum*. Después de saludar a Magdalena con un par de sonoros besos y preguntar si había habido muchos clientes, le dijo Juan:

—¿Qué tal si cerramos, ya es hora, y nos preparas una buena sopa?

—La sopa ya está lista, y si ustedes ponen la mesa en lo que yo caliento el asado, podremos comer de inmediato. Qué milagro que vienes al laboratorio, Rubén, estábamos preocupados por ti. ¿Qué vino te sirvo? —Y diciendo y haciendo, Magdalena procedió a servir las copas y a atizar el fuego—.

Habiendo hecho los honores al sazón incomparable de Magdalena y después de haberla alabado como a la mejor cocinera de París —¡Ni con Montmor se come tan sabroso!—, Rubén continuó la discusión.

—Estoy de acuerdo en que Boyle no crea en los cuatro elementos de Aristóteles, porque es experimentalista y no ha ocurrido jamás el experimento que resuelva, digamos, alguno de los metales en sus componentes fuego, tierra, agua y aire. Pero por otra parte tampoco hay una evidencia definitiva en contra, si no es el hecho mismo de que su obtención a partir de los metales ha eludido a los alquimistas hasta la fecha. ¿Qué opina de los cinco elementos modernos en que ahora todos los filósofos por el fuego descomponen a la mayoría de las demás sustancias?

—¡Cómo que los cinco elementos modernos! —intervino asombrada Magdalena— ¿Qué no son, en todo caso, los tres principios de Paracelso?

—La situación hasta el momento es que, ya sea por destilaciones y más destilaciones, o por calcinaciones; siempre con fuego, destructivamente, los alquímicos sólo consiguen, a lo más, la siguiente separación que llaman "análisis en elementos":

un licor volátil, que consideran el *mercurio*,

una sustancia inflamable, que consideran el *azufre*,

un residuo soluble en agua, que consideran la *sal*,

un líquido insoluble, que llaman *flema*, y

un residuo sólido, que consideran es la *tierra*.

—Oigan lo que dice Boyle al respecto —dijo Juan al tiempo que tomaba del estantero *El químico escéptico*,⁸ y ummf... está muy largo, les leeré sólo algunas partes⁹ y les resumiré otras: después de describir el experimento de combustión del leño verde, precisa: "Para evitar errores, he de advertir que entiendo aquí por elementos lo mismo que entienden los químicos que se expresan con mayor claridad, a saber; ciertos cuerpos primitivos y simples o perfectamente sin mezcla que, al no estar hechos de cualesquier otros, o, más de otros, son los ingredientes de los que se componen inmediatamente *todos* los cuerpos denominados perfectamente mixtos, y en los que finalmente se resuelven. Ahora bien, lo que ahora *pongo en tela de juicio es que haya tales cuerpos que se encuentran constantemente en todos y cada uno de aquellos que se consideran cuerpos compuestos de elementos.*"

—¡Sopas! ¿Por qué poner su existencia en tela de juicio? —inquirió Rubén—. La evidencia experimental es que se encuentran, después de mil operaciones con el fuego, a lo más, las cinco fracciones que mencionaste. ¿No que hay que

escuchar lo que la Naturaleza tiene que decir? ¿Y que abajo con las especulaciones? —añadió burlón—.


—¡Momento! ¡En primer lugar, como tú mismo lo acabas de señalar, nunca se ha podido extraer de ningún metal, ni del cuarzo, etc., ninguno de los tales elementos ni ninguna de las cinco fracciones mencionadas. Luego no *todas* las sustancias conocidas han podido ser resueltas en ellos, por el fuego. Segundo, dependiendo de la forma en que se realice el análisis por el fuego, así es la clase de los pretendidos elementos que se encuentran, sigue diciendo el mismo honorable sir Roberto, las maderas, por ejemplo, calcinadas a horno abierto, se resuelven en calx y humo, que por cierto, no es aire, porque pica los ojos como un ácido, lo que por ejemplo no hace el humo del agua cuando se calienta. Pero esas mismas maderas, destiladas en retorta, se despliegan en aceite, espíritu, vinagre, agua y carbón. Habría entonces que definir cuál es, de todos los métodos, el que da los elementos. ¿Cuál es el método que da los elementos, fuego en crisol abierto, con aire, o fuego en alambique cerrado sin aire? Y tercero, habría que distinguir el grado de fuego que se emplee, pues no es lo mismo por ejemplo resolver la sangre en flema y *caput mortem* por medio de un baño de María, que por medio de un buen fuego en crisol, en donde este *caput mortem* a veces duro y quebradizo, a veces suave, se resuelve a su vez en espíritu, uno o dos aceites, una sal volátil y un *caput mortem* restante.

—Resumiendo —dijo Magdalena—, Boyle se niega a admitir que las fracciones resultantes de un análisis por el fuego hayan de ser sin más ni más los elementos, esto es, hayan de ser los constituyentes simples y universales de todas las sustancias.

—¡Exactamente! —replicó Juan moviendo vigorosamente la cabeza—.

—Pero entonces, respecto de la transmutación, ¿cuál es la opinión del honorable sir Roberto?

—Le parece perfectamente posible. ¡Con decirte que fue en gran parte, gracias a su influencia y a su prestigio, como miembro fundador de la Sociedad Real,¹⁰

 por lo que el rey inglés ordenó el abrogamiento de la ley que prohibía las actividades de los multiplicadores de oro!



—¿Y cuál es el argumento de Boyle para creer que la transmutación es posible? —preguntó Magdalena—.

—¡Precisamente su apasionado atomismo! Él concibe, como dijimos antes, que a cada sustancia le corresponde un juego determinado de partículas, en número, tamaño, forma y peso, el que constituye una suerte de coalescencia en corpúsculos mayores. Piensa que nada impide a la Naturaleza echar mano del enorme surtido de partículas a su disposición, para formar una nueva sustancia, haciendo un reacomodo en los corpúsculos mayores, añadiendo o quitando partículas de un juego dado; por decir algo, añadiendo ahora tres átomos tetraédricos por cada cuatro cúbicos, con lado igual al radio medio de


los esféricos ya presentes, con poco o mucho movimiento, o... cualquier otra combinación. Date cuenta, de que si éste es el caso, quitando y añadiendo partículas de los tamaños, masas, formas y movimientos adecuados, se podría construir el juego propio del oro, además de que esto explicaría la enorme variedad de sustancias diferentes que existen. Que los químicos, con el fuego, hasta el momento, no hayan podido lograrlo, porque las coalescencias o concreciones de átomos sean difíciles de separar y de armar, no quiere decir para Boyle que no se pueda.

—Ya veo, ya veo. Hablando de otra cosa, en la mañana dijiste que a Boyle le interesaba la búsqueda de cualidades comunes para clasificar sustancias ¿Acaso ha descubierto algo nuevo al respecto? —pregunto irónico Rubén—.

—¡Claro que sí, ha descubierto una característica, común a todos los ácidos, que es la opuesta de una característica común de todos los álcalis, suaves o fuertes, y que muchas sales de ninguna manera comparten! Y es la siguiente:



Los ácidos ponen roja la tintura llamada tornasol y los álcalis le devuelven el color azul, la mayoría de las sales la dejan en su color azul pálido. Pero este cambio de color no sólo ocurre con el tornasol sino también con otros colorantes vegetales. De manera que cuando se mezclan un ácido y un álcali puedo saber cuál es el punto de neutralización y obtener la sal sin que sobre ni álcali ni ácido,¹¹  por ejemplo, para obtener la sal de Glauber pongo una tira de papel impregnada de tintura de tornasol en el vitriólico diluido, añado sosa cáustica hasta el instante en que el color cambia y ¡presto! obtengo la sal sin exceso de ninguno de los reactantes. También ha descubierto cómo distinguir entre los diversos álcalis, porque ha encontrado que dan precipitados de color diferente cuando se mezclan con sublimado de mercurio.¹² 

—¡Vaya pues! Ya se hace tarde y no debo llegar después que los invitados a casa de Montruor —dijo Rubén incorporándose— ¿Me muestras la bomba de vacío que construiste copiando el diseño de Boyle?

—Y de Hooke, de Roberto Hooke. Entre los dos, mejoraron el diseño alemán.¹³ 

Después de despedirse de Magdalena, Rubén siguió a Juan al laboratorio.

—¡Oye! exclamó Rubén, al entrar y notar entre las sombras un gran bulto—, este horno es nuevo! ¡Yo no lo había visto!

—Sí, lo copié del libro *Nuestros hornos filosóficos* de Glauber.¹⁴  Mira, aquí está la bomba, —dijo con orgullo—.¹⁵ 

Este globo de vidrio grueso, *A*, de treinta litros es el contenedor; es bastante espacioso y por su boca, *B*, se pueden introducir varios arreglos

experimentales. Está conectado con este cilindro de bronce de 33 cm de largo y un 1.00 cm de grueso. ¡Me salió caro! Creo que Magdalena no sabe que invertí parte de nuestros ahorros en ello, a veces finge no darse cuenta de estas cosas y yo, pues mejor ni toco el tema.

—La conexión entre el contenedor y el cilindro es a través de esta válvula de vidrio, *C*. Entonces: con la válvula cerrada, se hace bajar el pistón interior, *D*, que está muy bien ajustado, gracias a esta cremallera, *E* —y uniendo la acción a la palabra, Juan empezó a girar la manivela, *F* —se abre ahora la válvula y el aire del contenedor se reparte a todo el volumen. Se vuelve a cerrar la válvula, y ahora se sube el pistón; anda, trata de subirlo, no puedes, ¿verdad?, se requiere mucha fuerza. Ahora, retiramos este tapón de bronce, *G*, y sale expelido parte del gas y ya puedes subir hasta el tope el pistón y comenzar otra vez. Cada vez que repites la operación, se atenúa más el aire y cada vez es más fácil subir el pistón y se expele menos aire.

—He podido comprobar varios de los experimentos de Boyle. Por ejemplo, que una vejiga de buey aplastada se infla por sí sola al colocarla en el contenedor y hacer el vacío; que los animales (he ensayado con ratones y un gato, claro, cuando Magdalena no anda por aquí) languidecen y mueren después de que su hociquillo ha pasado de rosado a azuloso; que el tictac de los relojes deja de oírse, que las velas se apagan, que no sólo la leña sino el alcohol y el alcanfor; etc., dejan de arder en el vacío boyleyano, pero la pólvora de todas maneras arde, esto me intriga...



Figura 13. Experimento de Mayow. Al arder la vela o al arder el trozo de azufre se producen gases que se disuelven en el agua, por lo que el nivel de ésta sube por el cuello del matraz.

Al apoyarse Rubén en la mesa advirtió un puñado de clavos y preguntó a su amigo si tenía pensada alguna talacha y quería que lo ayudara.

—No, gracias, estos clavos los quiero para producir el aire que se desprende,¹⁶ cuando se sumergen clavos de fierro en vitriólico diluido. Quiero coleccionarlo; me inquieta saber por qué el belga Van Helmont lo llamó aire pingüe, el aire es aire y punto, aunque esté contaminado. ¿No crees?

Rubén permaneció callado, coincidía con Juan. Una característica que le molestaba de los alquímicos, era la propensión a llenarse la cabeza con palabras raras cuando no comprendían lo que ocurría.

—Pero, ¿no te das cuenta? —estalló entusiasmado Juan—, el aire que se desprende en el experimento de los clavos, ¿estaba fijo en el fierro o en el vitriólico? Si resultara que virutas de estaño, por ejemplo, al sumergirse en vitriólico diluido también dieran burbujas de aire, ¿tendría evidencia de que el aire estaba fijo en el ácido y no en el metal!

—Ni te hagas ilusiones, no faltará el alquimista que te discuta que el ácido tiene la virtud de expulsar el elemento aire oculto en los metales. Para que tu interpretación sea aceptada se requiere que primero sea aceptado que los metales son elementos en el sentido de ser "primitivos y simples, perfectamente sin mezcla o no hechos de cualesquier otros".

—Tienes razón —admitió Juan desalentado—.

—Oye, a propósito del fuego y del aire, ¿cuál es la opinión de Boyle al respecto de la ganancia de peso de los metales al ser convertidos en calx? ¿La ganancia de peso se debe a absorción del aire o a absorción de fuego? ¿Hacia qué escuela se inclina? —preguntó pensativo Rubén acariciándose la barbilla—.

—¡Aagh! —exclamó Juan, cogiéndose el estómago—. ¡Ya sabía yo que tarde o temprano llegaríamos a este asunto loco! Ya es tarde, muy tarde, vete.

—Sí, sí, ya me voy, ya me voy contestó Rubén encajándose el emplumado sombrero, pero contesta mi pregunta.

—¿No que no te interesaba la química? Debo decirte, primero, que el distinguido caballero Boyle se inclina a pensar que tanto el agua como el aire y el fuego son sustancias elementales, únicamente ¡jojo! en el sentido de no ser separables en otras más simples, no en el sentido de formar parte de las concreciones metálicas. Para él, agua, aire y fuego, en cuanto a sus partículas últimas, son atómicas. Piensa que el aumento de peso en los caliches de metales, se debe a los átomos de fuego que se mezclan con las concreciones del metal.

—Pero ¿cómo explica que la combustión, la calcinación y la respiración no sean posibles en el vacío?

—Piensa que el aire es un agente mecánico indispensable que facilita la mezcla del fuego con el metal.

—¿Por qué sólo mecánico? ¿Por qué no aceptar que el aire se fija íntimamente en el metal?

—No lo sé. Quizá porque en los casos de la combustión de una vela o de la respiración de ratones en un recipiente cerrado, no se descubre ninguna disminución de la presión del aire. —Viendo que Rubén lo quería interrumpir; Juan añadió subiendo un poco la voz—. No sé qué diga de la pérdida de peso en la combustión del leño verde, pero siendo como es tan antiaristotélico y siendo químico escéptico, me figuro que no le gustará aceptar que el fuego está oculto en el leño y que escapa de él cuando arde, razón por la cual ocurre pérdida de peso. Pero, ¡ya vete, tienes que caminar como 20 cuabras, ya está oscuro y hay jetas muy feas al pasar cerca de la Bastilla!

-¡Vámonos más despacio, estás eludiendo la dificultad! ¡Sabes perfectamente que los experimentos de Mayow contradicen a Boyle!

—¿Sí? ¿Cuáles experimentos? —preguntó Juan con aire de la mayor inocencia—.

—¿En serio, no sabes a lo que me refiero?

—No —contestó Juan—, en serio no lo sé ¿De qué se trata?

—Pues llegaré tarde con Montmor; pero esto no se puede quedar así. En breves palabras: instala una rejilla en el interior de un matraz grande de vidrio fuerte, de tal manera que puedas colocar sobre ella una pequeña vela ardiendo o un ratón; hazlo de modo que la boca angosta del matraz quede hacia abajo y pueda ser sumergida en un plato hondo con agua. Verás que antes de que la una se apague o el otro muera, el nivel del agua sube por el cuello del matraz mostrando de manera inobjetable que la presión del aire disminuyó en el interior del matraz y que, por lo tanto, una porción del aire fue consumida durante la respiración o la combustión.¹⁷ ¡Y todavía más! Mayow se las ingenió para instalar en el interior del matraz una repisita colgante con un trozo de azufre en ella; pues bien, haciendo incidir luz del Sol con una lupa sobre el trozo de azufre, éste no arde en el aire sobrante de la combustión o de la respiración. ¡Qué extraño que no se consuma todo el aire!

Antes de que Juan tuviera oportunidad de replicar; Rubén, despidiéndose con la mano, arrancó a todo correr.

—¡Vente a cenar con nosotros este sábado y podremos platicar a nuestras anchas sobre estas locuras! —le gritó Juan—.

En el camino, sin aminorar la carrera, Rubén se hacía las ilusiones de poder sondear la opinión del grupo de Montmor sobre el asunto del fuego,

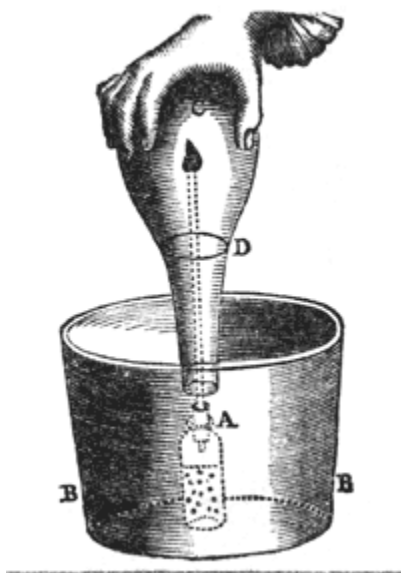
respetuosamente, si se le presentaba la ocasión, y si podía vencer su miedo. Porque estos señores eran muy rigurosos y lo que no fuera perfectamente claro y matemático lo desdeñaban como "palabras, palabras", propias de alquimistas supersticiosos y timadores. En ese momento comprendió Rubén que su destino eran las matemáticas y no la química y que aunque regresara con sus amigos a discutir, su decisión estaba tomada.

Brandeburgo, Prusia 15 de mayo de 1700

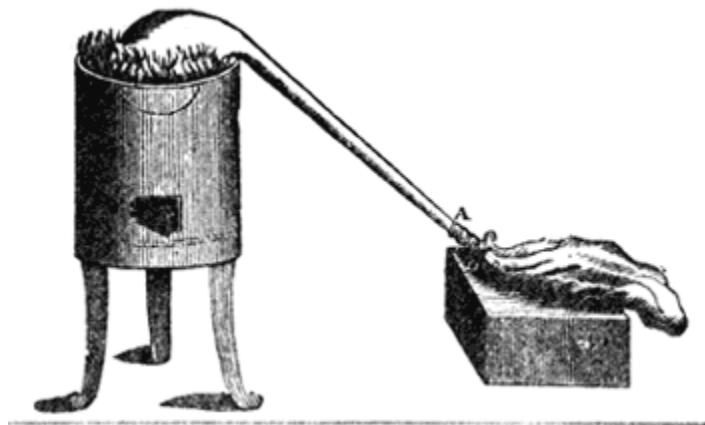
Querido Rubén,

Llegamos bien. Pedrito soportó el viaje mucho mejor que nosotros y por lo que se ve hasta ahora, soportará muy bien el frío de estas pantanosas y neblinosas regiones. Es la fecha que es, y tengo que seguir con calzones de lana so pena de pescar una ciática. El laboratorio de la universidad es helado, lo mismo que el temperamento del *Herr professor* Stahl. Y no es que tenga nada en contra de los pietistas, son honestísimos, pero son helados como su tierra y se toman todo muy en serio. El equipo es magnífico, ¡vidrio de Jena! Hay una sola cosa caliente aquí, la teoría del flogisto. El profesor Stahl la está llevando a sus últimas consecuencias. ¿Te acuerdas de nuestras discusiones hace años sobre caliches, fuego y aire? ¡Pues aquí ha prendido como un incendio la teoría del fantástico Joachim Becher!¹⁸ Te he de confesar que me siento entusiasmado aunque un poco desconcertado, porque hay hechos experimentales que se están dejando de largo; por otra parte no veo cómo pueda explicarse de otra manera lo que la teoría de Stahl explica. Para no hacerte el cuento largo, y como supongo que tu trabajo con Jacobo Bernoulli ha de consumir casi todo tu tiempo, te envío el siguiente resumen (con la esperanza de que tal vez una idea de matemático nos ayude en este asunto).¹⁹

✓N



Combustión de hidrógeno en aire: experimento de Scheele. El hidrógeno se genera en la botella A. Sumergida en la tina de agua caliente B. La flama arde en el interior del matraz invertido, D. El agua sube dentro del matraz.



Obtención de aire empíreo de Scheele. A. Vejiga de piel para conectar el gas.

Antecedentes:

Becher descubrió que el carbón vegetal y el hollín de las chimeneas arden y no contienen azufre. Postuló, en consecuencia, que en vez del principio combustible sulfuroso de Paracelso, en los cuerpos combustibles y en los calcinables está presente una *tierra pingüe* o tierra grasa. El hollín, grasoso, es particularmente rico en esta tierra pingüe. Esto suena muy razonable y en consonancia con el experimento: si la calcinación de leña es al aire y total, esta tierra pingüe se escapa completamente en las flamas, de hecho, es la flama misma. Pero si la calcinación no es total, y se lleva a cabo en forma encerrada, la tierra pingüe no se puede escapar y la leña se transforma en carbón con la mayor parte del flogisto todavía atrapado en él, aunque bastante más disponible de lo que estaba en el leño verde. Postuló, pues, una *substancia que se pierde* durante la combustión y la calcinación. Me parece que no es otra cosa que el antiguo elemento fuego de Aristóteles. Stahl, por su parte, habla de una *propiedad* que se pierde durante la combustión y la denomina flogisto. La flama, según Becher y Stahl, no es otra cosa sino el de prendimiento violento del flogisto como le llama Stahl o de la tierra pingüe, como le llama Becher. Así pues, el flogisto es fuego oculto (fijo en las substancias) que se hace fuego evidente (liberado).

Hechos:

a) El carbón, el hollín, la leña verde o seca, las substancias vegetales, arden con hermosas llamas dejando un calx. El peso del calx es *menor* que el peso de la substancia original.

a') El aire pingüe arde violentamente y aparecen unas gotitas de humedad sobre un plato

frío que se coloque arriba de la flama.

b) Al calcinarse un metal se convierte en calx. El peso del calx es *mayor* que el peso del metal.

b') Dejados al aire libre, los metales (excepto el oro) se cubren de herrumbre.

c) Los caliches de los metales con calor y carbón se transforman en metal.

d) La vela y las combustiones en general se apagan en un recipiente cerrado. Los animales se entristecen, decaen y terminan por morir si se les deja mucho tiempo en un recipiente cerrado.

e) La combustión no ocurre en el vacío boyleyano. El carbón no arde, sin embargo:

f) La pólvora y en general las mezclas de carbón o de azufre con salitre arden en el vacío boyleyano.

g) El intrigante comportamiento del calx de mercurio: caliente fuertemente mercurio en la retorta y se forma el calx, un polvo rojo; aumento la intensidad del calentamiento y vuelve a formarse el mercurio.

Explicaciones y conclusiones flogísticas.

a) Respecto de estas evidencias no hay problema, son la base original de esta doctrina: se pierde peso porque el cuerpo o substancia al arder pierde flogisto. Las flamas son flogisto en fuga.

a') El aire pingüe es, según estos señores, una solución de flogisto en aire. Al arder violentamente se libera. De la presencia resultante de humedad no se ha encontrado todavía una explicación.

b) El hecho experimental del aumento de peso les importa un rábano. Rehúsan aceptar la teoría de Boyle de que el aumento de peso se debe a que el metal ganó átomos de fuego, que al fin y al cabo sería flogisto que entró al crisol. Se empeñan en sostener que la calcinación, al igual que la combustión, implica pérdida de flogisto. ¿Se quedan callados estos señores? ¡De ninguna manera! Teorizan que el flogisto posee la virtud de "levedad", algo así como un peso negativo o una fuerza de suspensión flotante. Dando como resultado que, al calcinar un metal, se escapa el flogisto y el caliche resulta más pesado. Otros más refinados avanzan la hipótesis de que algo ha de ocurrir en una segunda etapa que más que compensa la pérdida original de peso. Pero qué ocurra, no lo dicen. Otros, con inclinaciones mecanísticas, arguyen que la presencia de flogisto en el metal debilita la fuerza de repulsión entre las partes del metal y del éter empíreo, disminuyendo su mutua gravitación. Es en este punto donde me gustaría oír tu opinión, porque es este aumento de peso lo que me convence de que Boyle tenía razón.

b') Hay metales que espontáneamente pierden su flogisto, lo van soltando, con lo que queda lo que llamamos herrumbre

c) Los caliches recuperan su flogisto perdido a expensas del carbón que es rico en él. Así se trabaja en las fundiciones. Esta es la segunda evidencia experimental fuerte a favor del flogisto. Esta es la evidencia que me entusiasma. No veo cómo explicar este hecho sin apelar al flogisto. A Stahl le encanta hacer la siguiente demostración para sus amigos


médicos que no visitan las fundidoras: calienta fuertemente litargo (el calx de plomo) y le deja caer encima trocitos de carbón. Donde cae el carbón sobre el litargo se forma una perlitita de plomo líquido. Y ¡claro! si todos los metales contienen flogisto, todos son brillantes y maleables. La reacción se puede escribir denotando el flogisto con la letra Φ como

calx + Φ (en el carbón) \rightarrow metal

d) Ni la combustión ni la respiración se sostienen, porque en un recinto cerrado pronto se satura el aire con flogisto hasta que ya no admite más. Según estos profesores, la vida se sostiene por eliminación en la respiración, del flogisto adquirido al ingerir los alimentos.

e) Consideran que el aire tiene que ver sólo como agente mecánico dispersor del flogisto. Al no haber aire, el flogisto no se puede dispersar. Imaginan al aire como una suerte de esponja que absorbe al flogisto.


Esta teoría relega al desván de trastos viejos las hipótesis de Rey y de otros químicos famosos en nuestra juventud, quienes avanzaron la idea de que los metales al ser calcinados ganaban peso porque absorbían el aire. Me remuerde el recuerdo de Hooke, quien en su *Micrographia* adelanta claramente la teoría de que... una parte... ¿una porción del aire? es necesaria y es la que interviene en la combustión.

f) Este hecho me desconcierta, ¿por qué se puede escapar el flogisto del carbón en el vacío cuando está mezclado con salitre y azufre y cuando está el carbón solo no? Los he puesto a leer y escribir al recordarles la teoría de las dos emanaciones de la tierra, el espíritu de azufre y el espíritu del salpetre, presentes en el aire y que precisamente constituirían una suerte de pólvora natural que al estallar daría lugar a los temblores y a los relámpagos. No que yo lo piense así, pero si la pólvora arde en el vacío, ¿no será porque el salitre tiene el espíritu de salitre y no necesita tomarlo del aire?²⁰ 

g) Según los flogistonistas, primero ocurre la consabida pérdida del flogisto, después el calor del horno, otra forma de flogisto, atraviesa la pared de la retorta y se combina con el mercurio.

¿Cuáles serán las conclusiones que uno pueda sacar de esto? Una se ve clara, que los caliches son substancias elementales, porque se obtienen por descomposición y que los metales son compuestos porque se obtienen a partir de flogisto y del correspondiente calx.

Según esta teoría, nada que pueda quemarse o calcinarse puede ser un elemento. Combustión implica descomposición en elementos.

He aquí la prueba de Stahl ²¹  de que el azufre, un no metal, es un compuesto de ácido sulfúrico (un elemento) y de flogisto: el azufre arde con una flama (debida al escape de flogisto) y si se atrapan sus vapores en agua podemos escribir:

azufre \rightarrow vapores + ϕ

vapores + agua \rightarrow ácido vitriólico.

Si restituimos al ácido el flogisto perdido obtendremos el azufre. Para poder realizar esto es necesario impedir previamente la volatilización del ácido con el calentamiento. Esto se realiza fijando primero el ácido con álcali vegetal cáustico (potasa):

ácido + potasa \rightarrow sal.

La sal ahora se calienta con carbón (rico en flogisto) dando como resultado una masa café oscura idéntica al hígado de azufre:

(ácido sulfúrico + potasa) + ϕ \rightarrow hígado de azufre.

Se demuestra que en efecto la masa oscura obtenida es indistinguible en todas sus propiedades del hígado obtenido cuando se funden juntos azufre y potasa:

azufre + potasa \rightarrow hígado de azufre.

Se sigue inmediatamente de estos experimentos que:

ácido vitriólico + ϕ \rightarrow azufre.

Pero no se detiene aquí Stahl, tiene la teoría general de que lo que ocurre en toda reacción química es el pasaje de flogisto de unas sustancias a otras.


Otra conclusión es que esta sustancia flogisto es anómala, a veces pesa y a veces levita. A veces atraviesa las paredes, a veces no. Ahora que te escribo y repaso estas extrañas ideas me doy cuenta: si en efecto, en (*d*) el aire se ha saturado de flogisto, entonces ¿por qué no arde como la supuesta solución de flogisto en aire del experimento (*a'*)? Me siento desesperado, ahora comprendo a Sócrates, mientras más sé, sé que no sé nada. Bueno, no hay que perder la fe, las dificultades tarde o temprano se explicarán satisfactoriamente y es realmente un adelanto explicar tantos fenómenos por intercambios de flogisto y no estar invocando espíritus, virtudes y principios a diestra y siniestra.

He conseguido unas horas adicionales muy bien pagadas en la escuela de metalurgia del electorado, y muchas veces la práctica que preparo para los estudiantes de la universidad me sirve para la de los aprendices de metalurgista. Esto me deja tiempo para planear mis propias teorías y moverles el piso a los flogistonistas, si, *dubito ergo cogito, cogito ergo suum*, por mucho que me entusiasme este hijo de Zoroastro, hay que dudar y dudar, si no ¿cómo merecer el título de filósofo naturalista? Para mañana ya tengo preparada la demostración de Mayow de que una porción del aire es *consumida* en la combustión. ¿Te acuerdas?

Recibe los saludos y abrazos de Magdalena y Pedro para ti y para Luisa. Espero que Basilea sea más clemente con ustedes de lo que ha sido Prusia con nosotros. En espera de tus sugerencias quedo afectísimo tuyo,

JUAN

I V . E N D O N D E A R R E C I A N
L O S D E S C U B R I M I E N T O S D E
S U S T A N C I A S A E R I F O R M E S
Y N O S E P E R C I B E L O Q U E
S E T I E N E B A J O L A N A R I Z .
Y E N D O N D E S E V E Q U E
U N S I G L O D E S P U É S D E
L O S P R I N C I P I A S E
E N U N C I A U N A L E Y
F U N D A M E N T A L Y N A C E L A
Q U Í M I C A

EN UNA mañana de noviembre de 1772, bien abrigado, con gorro, bufanda y dos abrigos desgastados, llegó el joven Carlos Guillermo Sheele ante la puerta de la botica adosada a la sacristía de la catedral de Upsala. Después de luchar con la congelada llave entre sus dedos ateridos para abrir la puerta, se apresuró a colgar el letrero de "abierto" y a volverla a cerrar. Encendió la estufa, colocó el tintero encima para que se descongelara la tinta, y sin quitarse los guantes mojó la pluma y continuó el relato suspendido desde la noche anterior. Llevaba fielmente la bitácora de sus descubrimientos desde que tenía 15 años, cuando era aprendiz con *Herr Bauch*, y ahora ya de 30, se ocupaba de escribir un relato coherente de todos ellos. Ciertamente que llegaría el día en que su escrito aparecería en las actas de la Real Academia de Ciencias sueca... "pero antes debo establecer mi punto de vista sobre el flogisto, no pienso que sea como afirma la mayoría, una substancia contenida en lo que arde. Pienso que está contenido en el fuego mismo y que las llamas son la mezcla de flogisto con el aire, pienso por lo tanto que el fuego no es un elemento. Concluyo esto porque he encontrado *que no siempre es necesaria la presencia de carbón para reducir un calx a metal*, en cambio, siempre es necesario calentar. Tal es el caso del nitro de plata,¹  si lo caliento hasta el rojo, obtengo la plata metálica y el flogisto necesario fue proporcionado por el fuego que calentó al crisol". Al llegar a este punto, Scheele atizó la estufa y procedió a prepararse un té, le atormentaba el origen del flogisto, miró el reloj y vio que todavía contaba con una hora para escribir a sus anchas antes de que se presentara el primer cliente. Se frotó las manos y preocupado su puso a acomodar los frascos. Después de un rato, se sentó y continuó escribiendo..."Me di cuenta de la necesidad de aprender acerca del fuego. Pronto vi que no era posible

formarse una opinión al respecto mientras uno no comprendiera el aire. Y después de que llevé a cabo cierto número de experimentos, vi que el aire penetraba en el material que arde (el combustible) y se convertía así en un componente de flamas y chispas."

Sonó en ese momento la campanilla de la puerta.

—¡Buenos días, *Herr* Scheele, he venido para que me haga favor de preparar una mezcla para la tos de mi hijo!

—¡Adelante *Frau* Bergman! Tengo aquí una mezcla de gordolobo y de una bella flor; *Bougainvillea spectabilis*, ambos de la Nueva España, que es magnífica en infusión para desterrar la tos, yo mismo la he probado. Que la tome ya metido en la cama.

Después de pagar; *Frau* Bergman se alejó, confortada por la cortesía del querido boticario y reconfortada por la calidez que emanaba del solo nombre de esa lejana tierra.

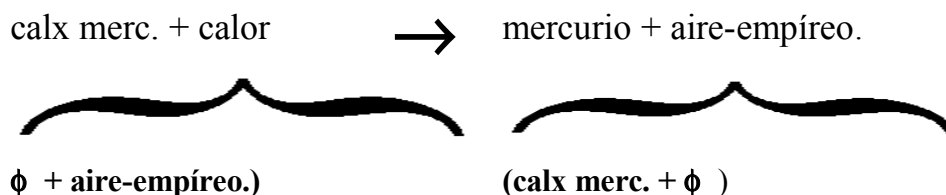
Por su parte, Scheele, se frotó las manos y continuó con su relato..."y así se puede notar que el aire confinado en contacto con diferentes substancias se contrae. Por ejemplo, cuando puse hígado de azufre, aceite de linaza, y virutas de fierro húmedas, materiales todos ricos en flogisto según la opinión corriente, en todos los casos observé disminución de la presión del aire. Después de unos cuantos días, el aire absorbido por estas substancias era una cuarta parte del inicial. En todos los casos advertí que el aire residual apaga un cerillo encendido. Por lo que afirmo que difiere del aire común. Si este aire fuera la unión de aire común con flogisto, habiéndose contraído, debería ser más denso que el aire común. Pero un matraz muy delgado que llené con este aire y que pesé de la manera más exacta posible, no sólo no contrapesó un volumen igual de aire ordinario, sino que resultó un poco más ligero. De donde concluyo que el aire no es un elemento, sino que esta compuesto de dos fluidos, que difieren uno del otro. Uno de ellos no manifiesta en lo más mínimo la propiedad de atraer al flogisto (no arde), mientras que el otro que constituye una tercera o cuarta parte de la masa total del aire, está peculiarmente dispuesto a tal atracción. Al primero lo he llamado aire mefítico y al segundo aire empíreo.

"He verificado la contracción del aire también en el siguiente caso. Puse un poco de fósforo en un matraz delgado bien cerrado. Lo calenté un poco hasta que el fósforo se encendió, se produjo una nube blanca que se depositó formando flores sobre la pared del matraz. Cuando se hubo apagado el fósforo, abrí el matraz bajo el agua y ésta se precipitó a su interior para ocupar una tercera parte de su volumen. Pude comprobar otra vez que el aire restante, la parte mefítica, no sostiene la combustión. Otro caso en el que pude verificar la contracción del aire atmosférico fue cuando hice arder la substancia inflamable de Boyle; coloqué esquiras de estaño en vitriólico diluido, en un frasquito bien cerrado pero comunicado con el exterior mediante un tubo largo; sumergí

el frasquito en una cubeta de agua caliente (para ayudar a que el desprendimiento de la substancia fuese abundante), encendí la substancia en la punta del tubo y deslicé un matraz invertido por la longitud de él. Inmediatamente el agua subió por el cuello del matraz. En vista de que no comprobé formación de ninguna substancia nueva, concluyo que lo que ha ocurrido es que el aire-inflamable se combinó con el aire-empíreo² y tal combinación es el calor que escapa por el vidrio del matraz:

ϕ + aire-empíreo \rightarrow calor.

pienso que es inevitable identificar el aire inflamable de Boyle con el flogisto. Para estar completamente seguro de que el calor es esta combinación, ensayé diversos métodos para descomponerlo y liberar el aire-empíreo. La idea es sencilla, simplemente exponer al calor alguna substancia que tenga una atracción mayor por el flogisto de la que tiene el aire empíreo para que se lo robe y quede liberado el aire empíreo. Una de tantas formas de realizar la descomposición del calor; que llevé a cabo varias veces, consistió en lo siguiente. Calentar en la retorta el *mercurius calcinatus per se* (calx de mercurio):³




"Es seguro que los productos de la reacción son mercurio y el gas aire-empíreo porque este último colectado en una vejiga se absorbió *completamente* al confinarlo con hígado de azufre; la vejiga se plegó completamente sobre el hígado al no quedar aire-empíreo libre en su interior que resistiera la presión del aire exterior a ella. Pero no sólo esto, también comprobé que después de arder fósforo en un matraz delgado, cerrado, lleno de aire empíreo, al enfriarse estallaba, lo que demuestra que casi todo el aire empíreo fue consumido, dejando un vacío tal que las paredes del matraz no pudieron resistir ellas solas la presión del aire exterior. Repetí la combustión del fósforo en aire empíreo en un matraz grueso y cerrado y no pude extraer el tapón bajo el agua; lo que ocurrió fue que se sumió el tapón y se precipitó el agua al interior llenándolo por completo." En ese momento, entró con gran estrépito de la campanilla, de su vozarrón y de palmadas, un campesino en busca de un remedio para su vaca enferma. Ahí dejamos a Scheele con su lugar en la gloria bien asegurado.⁴

El sonido alegre de una campanilla avisando que ya estaba lista la comida reverberó en el cálido mediodía de agosto de 1772 y despertó de su abstracción al hombre que absorto mordisqueaba una varita sentado al pie de un roble con

un libro sobre las rodillas. Se enderezó, se sacudió la yerba del fino satín de sus calzas, recogió su libro y su bastón de malaca y puño de plata mexicana, y se dirigió con paso rápido a la entrada de la huerta, donde la silueta vaporosa y elegante de la joven Madame Lavoisier destacaba el rosa de su organdí contra el cielo azul.

—Antoine, *chéri*, vino *monsieur* Maréchal de la Academia de Ciencias y te dejó un paquete de papeles, me dijo que se explican por sí solos. Los puse sobre tu escritorio. Traía prisa y dijo no poder detenerse a hablar contigo ni a comer. Me intrigó por un instante, con una profunda inclinación ofreciendo sus más calurosas felicitaciones, "para mi eminente esposo". Pero ya lo conoces, ¿es tan formal y ceremonioso!

Sin contestar, el hombre se inclinó a besar la mejilla de su mujer y ambos se dirigieron en silencio a la terraza donde estaba ya dispuesta una mesa para el almuerzo.

— Te veo pensativo, ¿ocurre algo? Desde que se llevaron a cabo los experimentos con los diamantes⁵  te estás obsesionando con la explicación de la combustión y de la calcinación, ¿puedo saber qué has estado pensando?

Como Lavoisier moviera dubitativamente la cabeza, la joven prosiguió.

—¡Oh Antoine, Antoine! ¿No te habrás quedado dormido bajo el roble? Aunque no te culparía, el rumor de las cigarras adormece hasta las lechuzas.

—No, querida, no —contestó Lavoisier mientras abría el paquete—. ¡Otra vez, más trabajos que revisar! Uno, relacionado con la combustión del fósforo... otro, relacionado con destilaciones... ¡En latín! ¿Estos alemanes no podrían escribir en francés y no en esta antigualla?... Este otro, en inglés. ¡Vas a tener mucho trabajo traduciéndoos, están muy largos! Pero esta vez hay algo más... —dijo rebuscando en el fondo del paquete y extrayendo un pliego—. ¡Mira! —exclamó con orgullo—. ¡Tienes ante ti al nuevo miembro correspondiente, clase química, de la Academia de Ciencias! —y tendió una carta a María Ana—.

Cuando ella la hubo leído, no pudo contener su júbilo, y abrazando a Lavoisier; lo obligó a valsar alrededor de la mesa. Por fin, calmada, lo dejó caer en un sillón.

—¡Tenía que ser querido! ¡Nada más justo!

—¡Tenemos que partir inmediatamente, tengo preparada una secuencia de experimentos de la mayor importancia!

—¡Cómo, *chéri*, tenemos que celebrar! Una hora más para comer y otra media para que fumes tu pipa no van a retrasarte.

— Sonriente ante el argumento, Lavoisier aceptó—.

—¡Por esta vez!

—¿Te parece que ordene descorchar una botella de champaña? ¡Tenemos que celebrar! Por lo demás, le sentará muy bien al menú de hoy: pato. Tendré que enviar una nota de agradecimiento a la marquesa de Cinq-Cygne que nos lo envió ya desplumado y preparado.

Poco después, con una tacita de aromático café al lado e instalado en la terraza, Lavoisier releyó la carta donde se le notificaba su nombramiento.

Madame Lavoisier insistió voluble.

—Cuenta, ¿te ayudará el nuevo nombramiento a conseguir fondos para nuevos equipos de laboratorio? ¿Por eso has estado tan caviloso? ¡Mayores han de ser las prerrogativas de un miembro correspondiente que las de un mero adjunto⁶

YN

—No querida. Te lo vuelvo a repetir, pero recuerda que es algo estrictamente confidencial, la administración pública está cosida de deudas. Es imposible que la Corona otorgue ningunos fondos a la Academia. ¡Vamos, con trabajos siguen recibiendo su sueldo los trabajadores de la pólvora! La deuda de la nación con la Compañía General de Recaudaciones asciende ya a cerca de un de libras. Por otra parte, no es posible subir más los impuestos, prefiero que me paguen con puntualidad, aunque no sea mucho, a tener que andar detrás de la gente amenazándola con la Bastilla y creándome enemigos innecesarios. Todavía es rentable ser miembro de la Compañía Recaudadora.⁷

YN



Figura 16. Los Lavoisier (cuadro de David).

—Pero ¿qué han dicho el contralor general del reino y la comisión de asuntos económicos de tus propuestas de reforma económica?⁸

YN

—No dicen nada, pero no se atreven a tomar medidas de ahorro. La nobleza de nuestra época es realmente irresponsable, no admite que los campesinos están empobrecidos en forma inhumana.

—Pero, entonces ¿qué se puede hacer? De alguna parte tiene que salir el dinero...

—Sí, hay varios agujeros en nuestra organización, que aprovechan los evasores de impuestos; el principal es el contrabando de mercancías a la ciudad de París. Pero no es eso lo que me preocupa más por el momento, todavía tengo una reserva para material de vidrio. Lo que me tiene caviloso, y podría decir que me ha calentado la cabeza, son varios datos, todos interrelacionados, y no puedo evitar el sentir que debe haber una teoría que los explique. Para comenzar por algún lado, está este ensayo, precisamente del contralor general, *monsieur* de Turgot, sobre el estado aeriforme de la materia⁹


🌿 dijo Lavoisier al tiempo que encendía su pipa—. Este pensador señala con justa razón que *toda substancia*, siempre y cuando se le proporcione una cantidad de calor adecuada, puede adquirir el estado aeriforme. Toma como ejemplo el agua; si tiene poco calor es hielo, si tiene un poco más es agua común, y si se le añade aún más, se hace aeriforme, se convierte en vapor de agua, y como diría Van Helmont, en un gas. La cosa es que, una vez que el vapor ha pasado al aire, no nos damos cuenta de que ya no se trata de aire puro, sino de una mezcla de dos gases, el aire y el vapor; que lleva el calor que se mezcló con él. Ahora bien, la espina que se me ha metido entre ceja y ceja es que, si todas las substancias son susceptibles de tomar el estado aeriforme y tal estado no es exclusivo del aire, ¿cómo sé yo que lo que estoy considerando como el elemento aire, no es en realidad una mezcla de elementos aeriformes?

—Por lo pronto, mira, en este paquete viene un informe sobre una substancia aeriforme distinta del aire que un tal José Priestley ha identificado y a la que denomina gas silvestre o aire fijo. Al menos es lo que afirma en el resumen. Desde luego que lo verificaremos; te ruego, linda, que le des prioridad a la traducción de este trabajo. ¡He aquí justamente un hallazgo que prueba la conjetura de Turgot! Pero ya desde hace varios años es conocida la tesis doctoral de Black¹⁰ 🌿 sobre la descomposición de la magnesia alba y de otros álcalis suaves que, al ser calcinados o tratados con ácido, desprenden cantidades prodigiosas del gas llamado aire fijo.

—¿El mismo de Priestley? —preguntó María Ana, que estaba al día, pues Lavoisier compartía sus ideas con ella y ella participaba en los experimentos, en capacidad de dibujante, para hacer las ilustraciones de las memorias—.

—Parece que sí, lo verificaremos. Pero no sólo esto, está también la memoria que presentó sobre los "aires facticios" ante la Academia de Ciencias inglesa el respetabilísimo Cavendish.¹¹ 🌿 Así que, por lo pronto, *parece* que contamos con diversos gases distintos del aire atmosférico: el vapor de agua, el aire fijo,

el aire inflamable, el aire mefítico y el gas de los pantanos; uno obtenido por suministro de calor; otro obtenido por calcinación de algunas sustancias sólidas, no expandibles, donde se encontraba fijo; esto es, atrapado. ¿En qué forma? —dijo besuqueando la nariz de María Ana y continuó—. Otro, obtenido por reacción química entre sustancias no expandibles; uno más, formado a partir del aire común por la respiración de los animales; y el último, de la putrefacción de la materia vegetal. Es indudable que deben ser muchas las sustancias que se encuentran en el estado aeriforme, permanentemente, o que pueden ser obtenidas, liberándolas de las sustancias no expandibles donde se encuentren fijas, por adición de calor.

—¡Qué curioso! —exclamó María Ana—. Hace casi 50 años que Hales¹²  publicó sus experimentos de atrapar los gases y no pareció darse cuenta de que se trataba de sustancias diferentes.

—¡Exactamente! —replicó Lavoisier; después de chupar con fuerza la pipa y exhalar el humo con deleite—. Para él, todas esas sustancias aeriformes que atrapó eran aire atmosférico, más o menos contaminado con partículas o "efluvios" ajenos a él. Por eso fue tan importante el trabajo de Black, porque fue el primero que demostró la existencia de un "aire" diferente del aire común, aunque Black sólo se dio cuenta de que, a diferencia del aire común, el aire apodado fijo se fija en el agua de cal volviéndola opaca. El asunto es que Hales los dejó escapar, sin mayor examen que pesarlos en una balanza muy burda, y eso no siempre. Te aseguro que no contaba con balanzas como las nuestras que casi compiten en sensibilidad con las de la Casa de Moneda. Pero, además, ¿no crees que es posible que si hay gases que se obtienen como producto de una reacción entre sustancias no aeriformes, no puedan los gases a su vez participar en una reacción con una sustancia no expandible, o entre ellos, fijándose en forma de un producto sólido o líquido?

Después de reanimar su pipa que ya se estaba apagando, Lavoisier continuó:

—A esta inquietud, añádele el hecho de tantos informes sobre el aumento de peso de los calces metálicos respecto del peso del metal, cuando éste se calcina; y las sugerencias que se han hecho, olvidadas por la mayoría de los químicos actuales; una, la de Boyle, de que el aumento se debe a la fijación de partículas de fuego, y la otra, de que se debe a absorción de aire.

—Mira, esos otros papeles que llegaron también en el paquete —dijo tendiéndoselos a la joven— son memorias donde se informa sobre ganancia de peso de distintas sustancias al ser calcinadas. Desde luego que los verificaremos. Ahora bien, este aumento del peso es un asunto muy serio. Es un hecho, cómo decirte, que para mí demuestra la falsedad de la teoría de que el flogisto se escapa del metal cuando éste es calcinado. Es ridículo suponer una sustancia con la propiedad absurda de "antipeso", todo eso está chueco.

—¿Sí? —preguntó María Ana con timidez—.

Lavoisier continuó.

—Tengo la convicción de que el aumento de peso de los calces se debe a fijación del aire, pero si éste fuera una mezcla, el aumento se debería a la fijación ¿de uno, de varios de sus componentes? Habría que probar esto. Ya sea una cosa o la otra, los calces no serían elementos, y por lo tanto debo hallar la forma de llevar a cabo su descomposición, recuperando el aire absorbido. Demostrarlo con algún calx sería suficiente por el momento.

—Has dicho varias veces: habrá que verificarlo, ¿por qué?

—Porque los experimentadores no prestan la atención que deben al fenómeno que tienen enfrente, pesan los calces, pero no controlan la presencia del aire, no lo pesan, ni miden la disminución de presión en un recipiente cerrado para calcular cuánto se consumió.

—Comprendo la idea de medir la presión y el volumen que el gas ocupa y darse cuenta de que se consumió, pero el resultado es variable, depende del estado del tiempo¹³ ¿Cómo pesarlo en forma precisa?

—Hay diversos modos, uno muy químico e indirecto. Es el empleado por Cavendish para sus estudios del gas inflamable.

—Lavoisier tomó uno de los informes que habían llegado en el paquete y procedió a garrapatear en la parte posterior mientras le explicaba a María Ana.

—Se pesan el frasco *A*, el tubo de comunicación *B* y el tubo secante *C*, lleno de álcali fuerte, se verifica que los tubos y el frasco ajusten perfectamente entre sí. Se pesa una cantidad de ácido que se coloca en el frasco y se voltean sobre él las virutas de metal previamente pesadas, inmediatamente se cierra el aparato. Toda humedad y ácido que salpique se atora en el tubo secante. Cualquier aire fijo que pudiera desprenderse se fija en el álcali fuerte. Así, sólo escapa el aire inflamable y como se conoce el peso inicial, la diferencia entre éste y el nuevo peso, que es menor, no puede ser otra que el peso del gas desprendido.

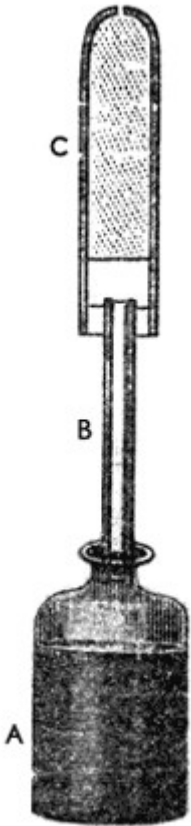



Figura 17. Aparato de Cavendish para calcular el peso del gas desprendido en la reacción que ocurre en el frasco.



Figura 18. Lavoisier trabajando en la descomposición del óxido mercurio.

—¿Y cómo probar o desmentir la hipótesis de Boyle?¹⁴ 

—¡Ah, hay algo que los químicos están ignorando! Y que me he dado cuenta que es indispensable probar y de lo que estoy íntimamente convencido, que la masa total de los reactantes en una reacción química es igual a la masa total de los productos. ¡En la Naturaleza y por lo mismo en el laboratorio, nada se crea, sólo se transforma! Por lo mismo, si llevo a cabo una calcinación en un recipiente cerrado y compruebo que su peso es el mismo después de que se enfrió que al inicio, cuando cerré el recipiente, antes de empezar a calentar; como estoy seguro que ocurrirá, la hipótesis de Boyle quedará descartada, porque la masa total, del recipiente cerrado será la misma, y cuando, una vez abierto, se compruebe que el peso del calx es mayor que el peso del metal original, se tendrá que concluir que el calx es el resultado de la fijación del aire con el metal y no con el calor o con el fuego. Ninguno de ellos lleva a cabo las calcinaciones de metales en recipientes cerrados. He estado planeando una serie de experimentos bien controlados para probar mis conjeturas.

—Bueno, en resumidas cuentas, Boyle no tiene razón porque el flogisto no es el causante del aumento de peso de los calces, pero tampoco tiene razón Stahl, porque es imposible que los calces sean el metal desprovisto de su flogisto; entonces, según tú, los calces son el metal más aire. Pero ¿y las flamas qué son?

—No va a ser fácil echar abajo la teoría de que el flogisto se desprende del metal. Habrá que explicar de otra forma la mayoría de los hechos que el flogisto dizque aclara. ¡Deben poder ser comprendidas la combustión, la calcinación y la respiración en forma racional, newtoniana!

—¿Quieres decir con esto una explicación en términos de átomos?

—¡No, no! Quiero decir en términos de sustancias reales todas ellas con el primer atributo de toda materia, su masa, y no ese comodín aberrante llamado flogisto. ¡No en balde hemos nacido después de Isaac Newton!... Ahora bien,... sí... las flamas... Estoy preparado para admitir que el flogisto existe combinado en el aire, se desprende en la luz y el calor de la flama, con lo que el aire pierde sus expansividad y se fija en el metal.

Al ver el asombro de María Ana, quien con dificultad lo seguía, Lavoisier explicó.

—Digo esto, basado en la teoría de Turgot, fijate bien. Si un líquido se convierte en vapor; es porque absorbió calor; esto es, fuego; entonces, las sustancias en estado aeriforme indudablemente son compuestos de ellas mismas con el flogisto, al que deben su expansividad. No veo por qué el aire haya de ser la excepción.

Al ver la expresión de comprensión en el rostro de María Ana y que se transformaba en adoración abierta, Lavoisier no resistió puntualizar.

—Nota que en mi conjetura se explica el aumento de peso del calx, se explica la flama y no se requiere suponer una substancia misteriosa que a veces pese y a veces no, basta con suponerla siempre muy ligera y sutil.


—Sí, bellissimo, pero hay en todo esto un detalle que no comprendo bien —dijo María Ana juntando las manos bajo la barbilla—, a veces dices peso, a veces dices masa...

—¡Oh! Cuando digo masa me estoy refiriendo a la propiedad de la inercia ante el cambio del estado de movimiento por acción de un agente externo al cuerpo en cuestión, como se entiende en mecánica, que interpreto como cantidad de materia. El peso, por otra parte, es la fuerza con que una porción de materia es atraída por la Tierra; su magnitud es igual al producto de la masa por la aceleración de la gravedad. Masa y peso son propiedades diferentes. Ahora, ocurre que la balanza compara los tirones de la Tierra sobre los objetos colocados en sus platillos. Así, cuando se equilibra, se están igualando los pesos,

masa(de las pesas) X g= masa(del objeto) X g,

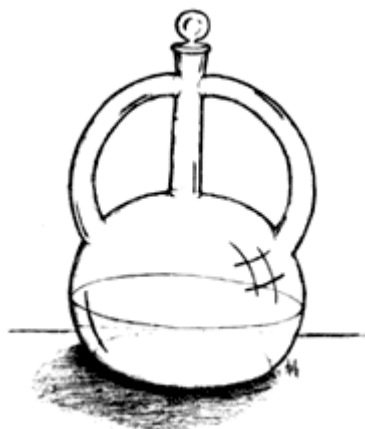
aquí g representa la aceleración de la gravedad que en un mismo lugar de la Tierra *es la misma* para todos los objetos, entonces la puedo cancelar en la ecuación, con lo que obtengo que igualdad de pesos implica igualdad de masas y, por ello, de manera descuidada a veces digo masas y a veces digo pesos.

—¡Eah, basta ya de veraneos, regresemos a París al laboratorio! —Y Lavoisier se incorporó— ¡A sacar punta a los carbones, mi dibujante!—. ¡Si tengo razón, podré armar una teoría de la combustión que ponga a la química como una verdadera ciencia, a la altura de la mecánica y de la astronomía y deje para siempre su lugar de artesanía mágica.

Mientras María Ana disponía lo necesario para el inminente regreso a París, no podía menos que comprender que lo que su marido le había confiado, seguro lo lograría. ¿No había demostrado la inexistencia de la transformación del agua en tierra, no hacía mucho?¹⁵ 

El 1º de noviembre de ese mismo año, Antonio Lavoisier depositó un sobre sellado para ser abierto en 1773, en la *Académie de Sciences* en él describía sus experimentos iniciales sobre la combustión del fósforo e informaba del aumento de peso del azufre y del fósforo al arder, explicando que la ganancia de peso se debía a la absorción de una "prodigiosa cantidad de aire". Subraya en esa comunicación que azufre y fósforo no habían perdido peso como pudiera esperarse de haber perdido flogisto, y que, en contraste, el litargo (calx de plomo), al ser calentado con carbón formaba plomo en peso menor que el peso del litargo empleado, acompañándose la formación de plomo con un prodigioso desprendimiento de aire. "Este descubrimiento me parece que es uno de los más interesantes que se hayan hecho desde Stahl, y puesto que es

difícil no dejar escapar en la conversación con los amigos información que pueda ponerlos sobre la pista correcta, creo que debo depositar esta nota en manos del secretario de la Academia, para que permanezca sellada hasta el momento en que publique mis experimentos." Sin embargo, no especificaba la naturaleza de los gases absorbidos o desprendidos.



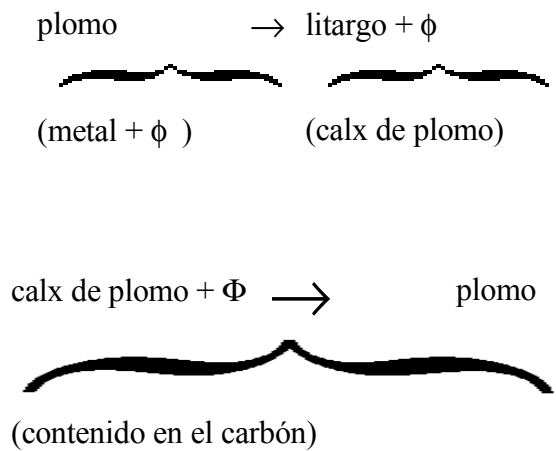
Aparato de Lavoisier. Pelicano.

En este momento Lavoisier adquiere conciencia de ser el único capaz de sistematizar a la química como una ciencia. Dedicó los últimos meses de 1772 y el principio de 1773 a los preparativos materiales e intelectuales para desarrollar y comprobar sus brillantes conjeturas. El mes de febrero inaugura una bitácora de laboratorio: "Antes de comenzar la larga serie de experiencias que me propongo realizar sobre el fluido elástico que se desprende de los cuerpos, sea por la fermentación, sea por la destilación, sea finalmente por las combinaciones de todas clases, lo mismo que sobre el aire absorbido en la combustión de un gran número de sustancias, creo necesario expresar por escrito algunas reflexiones para formularme a mí mismo el plan que debo seguir." A continuación, enumera lo conocido hasta entonces sobre los distintos aires y señala la confusión existente en la que se tiende a multiplicar el número de ellos, en vez de averiguar si sus diferencias no se deben a mezclas o a la presencia de impurezas en número pequeño, de gases definidos. Finaliza diciendo:

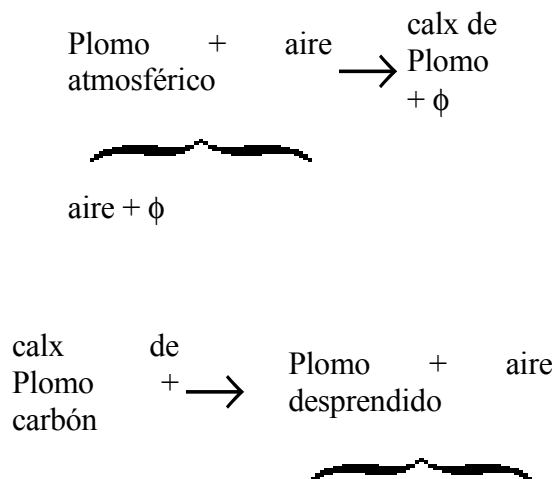
La importancia del tema me ha inducido a retomar todo este trabajo que me pareció apto para producir una revolución en la física y en la química. Creí necesario considerar tan sólo como indicaciones todo lo que había sido hecho con anterioridad; me he propuesto repetirlo todo con *nuevas precauciones*¹⁶ a fin de relacionar lo que conocemos sobre el aire que se fija o que se desprende de los cuerpos con los otros conocimientos adquiridos y formar una teoría. Los autores de los trabajos que acabo de citar, considerados desde este punto de vista, me han presentado secciones separadas de una gran cadena, de la que se han unido sólo algunos eslabones. Pero falta aún una inmensa serie de experiencias para formar una continuidad [...] Esta manera de encarar el tema me ha hecho sentir la necesidad, primero, de repetir, y luego, de multiplicar, las experiencias que absorben el aire a fin de que, conociendo el origen de esta sustancia, pueda rastrear sus efectos en todas las diferentes combinaciones. Las operaciones por las cuales se puede llegar a fijar

el aire son la vegetación, la respiración de los animales, la combustión, en alguna circunstancia la calcinación y, por último, algunas combinaciones químicas. He creído necesario comenzar por estas experiencias.


A finales de 1773, llevando a cabo el programa propuesto, realiza la calcinación de plomo bajo sello de mercurio utilizando una lente para concentrar el calor del Sol. Comprueba que una vela se apaga en el gas residual y comprende ya sin lugar a dudas que una parte del aire se ha fijado en el metal. En febrero de 1774 lleva a cabo la calcinación de cantidades conocidas de plomo y de estaño en ampollas cerradas de peso conocido, y al final del experimento comprueba que no ha habido variación del peso total. Así comprueba su intuición de que el fuego no ha cedido materia al metal. Al abrir las ampollas comprueba el soplo de aire que se precipita al interior; pesa los calces obtenidos, y deduce el peso del aire absorbido. Así, en contraste con la teoría de Stahl, que interpretaba:



Lavoisier propone,



(aire o aire fijo + ϕ)

En este primer esquema, aunque todavía se cree en la existencia del flogisto, ahora convertido en lo que se conoció como el calórico,¹⁷  se toma en cuenta el desprendimiento de un gas durante la reducción de un calx, fenómeno que la teoría de Stahl no explica y que aparentemente nadie había informado antes.

Nos hallamos ahora en el laboratorio de Lavoisier; una noche de octubre del año 1774. En silencio y con profunda concentración, Lavoisier pesa un residuo que con cuidado infinito ha desprendido de las paredes de una redoma. María Ana irrumpe en el laboratorio invadiendo su atmósfera acre con una exhalación de violetas.

—¡Los invitados están tocando ya a la puerta! ¡Querido, por favor, cambiante la peluca y ponte esta chaqueta!

—Gracias. ¿Quién dices que viene hoy?

—El reverendo José Priestley, en capacidad de bibliotecario, compañero literario y tutor de los hijos del conde de Shelburne y marqués de Lansdowne.

—¡Ah, qué bien! Tengo enorme interés por conocer al reverendo, es un experimental de primera. Sus trabajos sobre gases compiten con los de Cavendish en originalidad mas no en rigor. ¿Viene también el marqués?

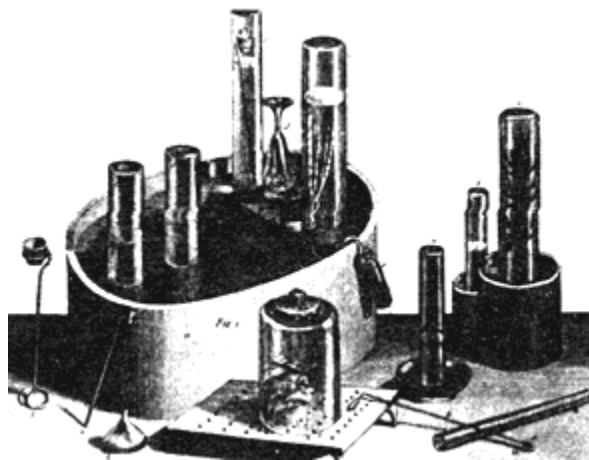



Figura 19. Cubas y probetas de Priestley. Nótese el ratón en el tubo al frente y el vegetal en el tubo del lado derecho.

—Sí, desde luego. ¡Oigo sonar la campanilla otra vez, han de ser el secretario de la Academia y nuestro amigo Maréchal!


Después de la *soupe a l'oignon*, el Chateaubriand acompañado de un tinto de primera, y la habilidad de María Ana como anfitriona especializada en científicos, la formalidad y tiesura habían desaparecido dando lugar a un ambiente de cordialidad.

—Reverendo Priestley, ¿no encuentra difícil conciliar sus deberes ministeriales con la práctica de la química? —preguntó Maréchal—.

—¡De ninguna manera! Son más bien mis feligreses los que viven en un permanente estado de asombro al ver a su pastor metido siempre entre frascos, vapores y tubos. Siempre hay murmuraciones de que sirvo a dos altares, pero en realidad más bien creo que les divierte y les enorgullece tener un pastor "avanzado", al fin y al cabo mi congregación es disidente.¹⁸ 

—Tengo entendido que ha tenido dificultades en el pasado. —comentó Maréchal—.

—Debidas a mi práctica de la química, en realidad, no. Mis dificultades más bien han sido resultado de mis opiniones teológicas independientes. Las gentes de la Iglesia de Inglaterra se aferran a la letra de la Biblia de un manera visceral y les molesta que yo les muestre una lectura crítica de ella. Me imagino que aquí en Francia pasará lo mismo.

—Nosotros —terció el secretario de la Academia—, por el contrario; encabezados por Voltaire, más bien nos hallamos en plena etapa de fervor racionalista, incluyendo a nuestro propio clero.¹⁹  Por otra parte, aquí en Francia una discrepancia en asuntos teológicos, además de no estar de moda, no implica una discrepancia política como ocurre en Inglaterra, en donde el rey encabeza la Iglesia.

—¡Cuánta razón tiene su excelencia! Esta unificación de Iglesia y monarquía es una de las razones que me impulsaron a la disidencia. Cambiando de tema, tengo una inquietud que quisiera discutir con el señor Lavoisier, y es que usted en su informe a la Academia de Ciencias francesa afirma que es aire combinado con el metal lo que forma un calx, y además informó que, al calentar el calx con carbón, se halla un desprendimiento enorme de aire. ¿Es éste el aire fijo de Black?


—Tengo una opinión absolutamente segura al respecto, pero es difícil admitir que lo sea, pues proviene del calx que absorbió aire atmosférico cuando éste se formó, y he comprobado que es imposible la formación de calx en aire fijo, por lo que no puede ser aire fijo el que se absorbe en la calcinación.

—¿Entonces, se absorbe aire común en la formación del calx y se desprende aire fijo en su descomposición? Quisiera saber su opinión al respecto.

—Me faltan todavía diversos experimentos para poder darle una respuesta definitiva. No es sorprendente que se combine, en la calcinación, un gas, y en

la reducción, se desprenda el otro. Note usted que este aire que se desprende tiene un origen complicado, no olvide al carbón. He comprobado que opaca el agua de cal y no sostiene la combustión. Así que usted dirá.


—Hmm... Es que yo he llevado a cabo la calcinación de un calx durante la cual se obtiene un gas diferente del aire fijo y del aire común. Esto es, si usted tiene razón en que, durante la calcinación de un metal, una porción del aire común se absorbe o se combina con el metal, yo encuentro que en la reducción del calx se desprende un gas diferente del aire común y del fijo, *pero sin haber usado carbón*.

—¿Cómo? —exclamaron los comensales asombrados—. ¡Está usted diciendo lo mismo que Pedro Bayen y Cadet de Gassicourt! ¿Es posible obtener el mercurio metálico del precipitado rojo de mercurio sin necesidad de carbón? Pero ¿usted dice que con desprendimiento de un gas diferente del aire común y del aire fijo?²⁰  —Unos a otros se miraron extrañados y empezaron a comentar entre sí con escepticismo—.

—Escuchemos al reverendo —dijo el marqués de Lansdowne alzando ligeramente la voz—. Adelante Joseph, su narración es fascinante, oigámoslo, —añadió—.

Priestley permaneció callado, en concentración, con las manos juntas mordiéndose los nudillos. María Ana, con una discreta seña, indicó al mesero que sirviera una segunda ronda de café y de *Armagnac*

—Me procuré un lente de 12 pulgadas de diámetro y 20 de distancia focal, y procedí con entusiasmo a examinar; con su ayuda, cuál clase de aire desprenden una gran variedad de sustancias naturales y facticias. Después de diversos experimentos, el 1 de agosto de este año me propuse extraer aire del *mercurius calcinatum per se*. Encontré que con la ayuda del lente muy fácilmente se desprendía aire.

En ese momento María Ana se dio cuenta de que la respiración de su marido se alteraba aunque su exterior permanecía inmutable.²¹ 

—Comprobé —siguió diciendo Priestley— que no se embebe en el agua. No me sorprendió, desde Hales sabemos que muchísimas sustancias sólidas despiden aire al ser fuertemente calentadas. Pero lo que me sorprendió más allá de lo que pueda expresar es que una vela arde en ese aire con vigor; brillantez y tamaño aumentados. Fue un movimiento instintivo, tenía la vela encendida a un lado y miles de veces he introducido velas para descubrir la presencia de aire fijo o de aire flogisado, o de aire nitroso o aire muriático... y cuando esperaba que se apagaría, ¡oh sorpresa, oh destello! Estaba, estoy emocionado. Inmediatamente me dispuse a preparar más y más aire a partir del calx de mercurio; esa noche no dormí. Inserté una brasa en otro frasco del gas, y vi que echaba chispas y crepitaba exactamente como el papel impregnado de

solución de salitre cuando se quema. La brasa se consumió rapidísimamente. En otro frasco con el gas, introduje un alambre de fierro al rojo, destelló y se puso al rojo-blanco como poseído de un espíritu.

Priestley calló y apoyó la cabeza en las manos. Todos aguardaban en expectante silencio.

—Han de saber —continuó— que entonces me puse a preparar varias jaulas para atrapar ratones. Hasta el momento he podido hacer una sola prueba preliminar con uno de ellos. Para mi sorpresa, el ratón pareció animarse y permaneció activo más del doble de tiempo de lo que suelen permanecer en el mismo volumen de aire común. Entonces, me arriesgué e inhalé un poco yo mismo y me sorprendí porque me sentí muy bien. ¡Qué pueda estar ocurriendo, no lo sé!

—Entonces —intervino Maréchal con sorna imperceptible—, usted parece haber obtenido a partir de un calx ¡el pábulo de la vida!

—¿Y ha continuado con sus experimentaciones? —preguntó María Ana lanzando un mirada enojada en dirección de Maréchal—.

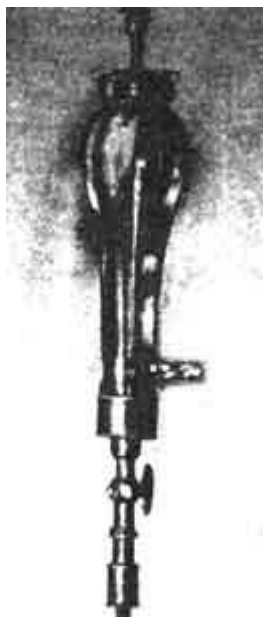


Figura 20. Ampolla de vidrio en la que hacía saltar chispas eléctricas Cavendish.

—No, desgraciadamente se ha agotado el lote que tenía de *mercurium calcinatum per se*, y no deseo fabricarlo yo mismo con el poco mercurio que tengo y que utilizo para sello en las cubas neumáticas. Pensamos comprar aquí en París una buen cantidad para continuar; sobre todo para comprobar el efecto de este aire en los ratones, y verificar más allá de toda duda si viven más en el gas que en el aire común.

—¿Está usted seguro, reverendo Priestley, de que el calx empleado era puro?
—preguntó Lavoisier—.

—Lo estoy, razonablemente. Esa es una de las razones de haber venido a París a comprarlo. Tener la certidumbre de que utilizo el compuesto puro. Por otra parte, he repetido el experimento con litargo y obtenido el mismo resultado, desprendimiento de un gas que aviva las llamas, pero el experimento es más difícil por más lento. Además, tengo el escrúpulo de que pudiera tratarse del mismo aire nitroso²² ϕ que he descubierto hace tiempo y que también aviva la llama, aunque... de un modo distinto.

Las últimas palabras de Priestley desencadenaron un recuerdo en Lavoisier. Hacía cosa de un mes había recibido una carta de un tal Scheele, de Suecia, con el extraño requerimiento de que tratara de calentar álcali suave de plata²³ ϕ con ayuda de una lente. El remitente decía no haber podido hacerse de una, por lo que le rogaba que realizara el experimento, absorbiera el aire fijo resultante en agua de cal y viera si en el aire que aún quedaba ardía o no una vela.

En ese momento, un ligero roce de la mano de María Ana sobre su manga de seda hizo volver a Lavoisier a la realidad circundante.

—¿Y tiene usted en mente una teoría que explique lo ocurrido? —preguntó con una voz en la que sólo María Ana percibió tensión y expectación—.

—Bueno, no soy teórico —dijo el ministro con una sonrisa de modestia—, pero de acuerdo con Stahl —replicó inocente—, una vela al arder da flogisto y se apaga cuando el ámbito que la rodea se satura de él. Entonces, he pensado que el aire ordinario soporta la combustión porque sólo está parcialmente saturado de flogisto y está por así decir en posición de absorber más. Las sustancias combustibles arden en el aire común con flama moderada. En este nuevo aire, la flama es vívida, mucho más, oh sí, mucho más. Uno podría concluir que este aire es un aire *deflogisticado*, ¿no les parece? ¿Y que la porción de aire que queda de una combustión en aire común es aire flogisticado?

Hizo ademán Priestley de buscar dónde anotar y con qué, y María Ana, siempre preparada, pensó que tenía enfrente un sabio despistado, por lo que hizo una seña discreta al mesero, quien como por encanto produjo un tintero con su pluma de ganso y un pliego de papel, salvando así la blancura amenazada del mantel. Priestley escribió:

Aire flogisticado = aire + ϕ

Aire deflogisticado = aire - ϕ

Lavoisier; sereno asintió con la cabeza. Maréchal intervino comentando.

—¡Qué cosas de la ciencia! ¿Cuál espíritu angélico le hizo tomar la vela e introducirla en el frasco?

—Le digo, yo no tenía una finalidad concreta al hacer este experimento y realmente no esperaba mucho de él. Si no hubiera ocurrido que tenía enfrente la vela, quizá jamás hubiera hecho la prueba. Más se debe a lo que llamamos el azar que a cualquier designio o teoría anticipada.

Lavoisier volvió a asentir con gravedad y la conversación se generalizó hacia las políticas científicas de los reinos; al poco rato, el secretario de la Academia se levantó anunciando que ya era muy tarde, que se retiraba, con lo que desencadenó la desbandada de los invitados. Al despedirse, Lavoisier recordó al ministro y al marqués que los esperaba al día siguiente para que visitaran su laboratorio.

En los primeros meses de 1775, Lavoisier colectó el aire producido por la reducción sin carbón del calx rojo de mercurio y lo probó para determinar si era o no aire fijo. Halló que no opacaba el agua de cal cuando se burbujeaba en ella y registró en su bitácora que "lejos de extinguir una flama, ésta se avivaba más que en el aire". Concluyó que este gas era no sólo no aire común "sino más puro que el aire en el que vivimos". Una vez confirmado el resultado experimental de Priestley, hizo notar que calcinando mercurio se podría analizar el aire atmosférico en sus componentes. En abril de 1776, estudió el aire residual de una calcinación prolongada de mercurio y verificó que si bien no sostenía la combustión, no era aire fijo sino aire mefítico.

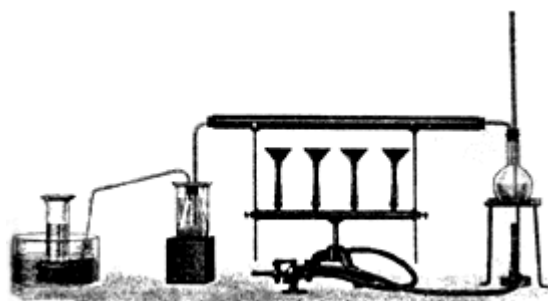


Figura 21. Aparato para generar hidrógeno a partir de agua, de Lavoisier.


	Noms nouveaux	Noms anciens correpondans
Subfimes fim- ples qui appár- tiennet aux trois régnés & Qu'on peut rega- der comme les lémens de curps.	Lumiere.	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur.
	Calorique.	Fluide igné. Feu. Matière du feu & de la chaleur.
	Oxygène.	Air déphlogiftiqué. Air empiréal. Air vital. Bafe de l'air vital.
	Azote.	Gaz phlogiftiqué. Mofete. Bafe de la mofete.
	Hydrogène.	Gaz inflammable. Bafe du gas inflammable.
Subftances fim- ples non métalli- ques oxidables & acidifiabiles.	Soufre.	Soufre.
	Phofphore.	Phofphore.
	Carbone.	Charbon pur.
	Radical muriatique.	Inconnu.
	Radical fluorique. .	Inconnu.
	Radical boracique.	Inconnu.
	Antimoine.	Antimoine.
	Argent.	Argent.
	Arienic.	Arfenic.
	Bifmutb.	Bifmuth.
Subftances fim- ples métaliques oxidables & aci- difiabiles.	Cobolt.	Cobolt.
	Cuivre.	Cuivre.
	Etain.	Etain.
	Fer.	Per.
	Manganéfe.	Manganéfe.
	Mercure.	Mercure.
	Molybdéne.	Molybdéne.
	Nickel.	Nickel.
	Or.	Or.
	Platine.	Platine.
subftances fim- ples falifiables terrebtes.	Plomb.	Plomb.
	Tungfténe.	Tungftene.
	Zinc.	Zinc.
	Chaux.	Terre calcaire, chaux.
	Magnéfe.	Magnéfe, bafe du fel'd Epfom.
	Baryte.	Barote, terre pefante.
	Alumine.	Argile, terre de l'alun, bafe de l'alun.
	Silice.	Terrefiliceufe, terre vitrifiable.


Figura 22. Tabla de los elementos químicos propuesta por Lavoisier.

Fue finalmente el 5 de septiembre de 1777 cuando en una memoria leída ante la Academia hizo pública su teoría de la calcinación y de la combustión:

i) El aire es una mezcla de dos fluidos elásticos, uno de ellos es la parte eminentemente respirable, la otra es el aire mefítico que llamo ázoe.

ii) Los calces son compuestos de metal con la parte eminentemente respirable del aire que llamo oxígeno. Son óxidos del metal.

iii) El aire fijo es un compuesto de carbón con oxígeno.²⁴ 

iv) Todos los ácidos son compuestos formados por substancias no metálicas y oxígeno.²⁵ 

v) Los metales, el oxígeno, el ázoe, son elementos químicos en el sentido que usó Boyle para la palabra elemento, porque hasta ahora no se han podido

reducir en sustancias más simples, ni se han podido transformar unos en los otros. Concomitantemente, no son elementos químicos ni el aire, ni la Tierra, ni el fuego. Este último es el proceso, que ocurre en el lugar donde vemos la flama, de combinación de oxígeno con el combustible durante el cual se desprenden calórico,²⁶ luz y aire fijo.

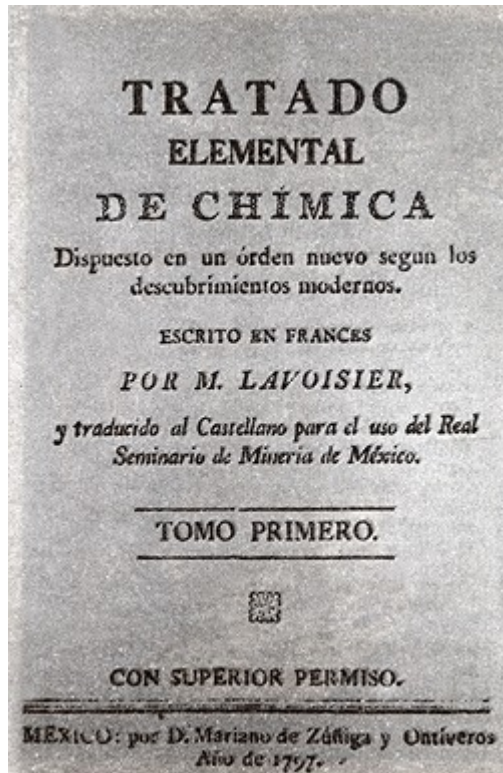


Figura 24. Algunos elementos. Comenzando por la esquina inferior izquierda y siguiendo en el sentido de las manecillas del reloj, cristales de

yodo en un vidrio de reloj, cristales de azufre, cobre nativo; en la redoma (Erlenmeyer) y bromo al frente en otro vidrio de reloj.

vi) En la combustión de las sustancias orgánicas, leña, alcohol, etc., más gases se desprenden de los que se absorben en la oxidación, y en estos casos las cenizas resultantes pesan menos que el material original. Se desprende vapor de agua, aire fijo y monóxido de carbono... Muchos químicos y físicos encontraron la teoría de Lavoisier inaceptable. Quedaba un obstáculo serio por vencer y era el siguiente. Al disolverse un calx de metal en ácido diluido en agua y evaporar el agua se obtiene una sal. Este hecho innegable, se escribía:²⁷

74

***i)* calx + ácido → sal.**

Ahora bien, cuando se disuelven virutas de metal en una solución acuosa de ácido, se desprende el gas inflamable y al evaporar el agua se encuentra la misma sal:

***ii)* metal + ácido → sal + gas inflamable.**

Preguntas. ¿Por qué hay desprendimiento gaseoso en *(ii)* y no en *(i)*? ¿De dónde proviene el gas inflamable? ¡A ver; que conteste Monsieur Lavoisier! —decían los flogistonistas—. ¡No puede contestar! —decían regocijados—, porque, según él, el calx es compuesto de metal con aire deflogisticado, así que tiene que interpretar; la reacción *(i)* como:

(metal + oxígeno) + ácido → sal,

pero entonces, para la reacción *(ii)* tendría que escribir:

metal +(nometal+oxígeno) → (metal+oxígeno+nometal)+ gas,

con lo que estaría diciendo que el gas salió de la nada. En cambio, nosotros tenemos una respuesta: los metales no son elementos, el gas inflamable proviene del metal y es el flogisto. Nuestro razonamiento es el siguiente.

Ya desde 1766 Cavendish, y recientemente en 1782, el señor Priestley, han demostrado que los calces calentados en ambiente de gas inflamable se reducen al metal:

Calx + gas inflamable → metal

y como en nuestra teoría:

calx+φ → metal,

la conclusión es irrefutable, el gas inflamable es φ . Así como el aire fijo se obtiene por calentamiento de los álcalis suaves, hecho demostrado irrefutablemente por Black, así se obtiene el gas inflamable del metal por acción de los ácidos. Como por (i) la sal es (calx + ácido), al disolverse las virutas metálicas en (ii), se intercambia el ácido con el flogisto y este último se libera:

(calx + φ) + ácido → (calx + ácido) + φ .

Si fuésemos fatalistas, diríamos que el destino escogió a Cavendish y a Monge para el magno hallazgo con el cual Lavoisier respondería a la objeción de los flogistonistas y emprendería su campaña abierta en contra del flogisto. Pero no hay destino preordenado en ciencia. Lo que hay o no, desde luego contando con ganas e inteligencia, es el factor imponderable consistente en estar en el lugar adecuado, a saber; con el equipo experimental adecuado y con la información adecuada. Por ello, los científicos para producir viajan no sólo a presentar sus resultados ante la crítica implacable de sus colegas, sino sobre todo a oír y a intercambiar la información más reciente, como quien dice a comer y a que no les coman el mandado. Así, nos trasladamos ahora a Londres a principios de 1783...

La campanilla seguía repiqueteando en la cocina y Cordelia hubo de secarse las manos artríticas para ir a abrir.

—¡Carlos! —murmuró—. ¡Este muchacho nunca está cuando se le necesita!
¡Ayudante, mucho que ayuda! ¡Señorito, eso es lo que es!

Al abrir la puerta, un viejo, atildado como un príncipe, y envuelto en neblina helada, sin saludarla, le ordenó:

—¡Anuncie al señor Cavendish que el representante del banco Lloyds & Peabody desea hablar con él!

—Eso es imposible, caballero, el señor ha ordenado que por ningún motivo se le interrumpa.

—¡No me diga! Haga el favor de anunciarme. —En ese momento apareció Carlos en la puerta, el representante en forma igualmente cortante repitió su solicitud—.

—Creo que lo mejor es que el caballero pase. Yo lo acompañaré hasta la puerta del laboratorio.

A medida que fueron subiendo las escaleras, se hicieron perceptibles varias explosiones cuyo estrépito de vidrios la pesada puerta de roble no alcanzaba a atenuar. Con una ligera inclinación y una sonrisa irónica, Carlos señaló la puerta diciendo:

—Sírvase tocar usted mismo.

—¿Y por qué he de ser yo el que toque? —replicó el representante—.

—Porque si lo hago yo, perderé el empleo.

—¡Pero qué servidumbre tan fresca tiene este Cavendish; un millón de libras en el banco, el hombre más rico de Inglaterra y no tiene un mayordomo digno de ese nombre! —pensó el representante y moviendo la cabeza, llamó a la puerta. Después de unos segundos, se oyó otra explosión. Carlos y el representante se miraron, pero este último no iba a darse por vencido e insistió.

La puerta se abrió con violencia y un hombre vestido con ropas viejas del siglo pasado, fulminó con la mirada a los impertinentes que lo interrumpían.

—Le advertí al señor representante del banco —se adelantó a aclarar Carlos— que su señoría ha dado órdenes de que no se le interrumpa por ningún motivo, pero insistió en llamar él mismo.

Antes de que el representante pudiera abrir la boca, Enrique Cavendish le dijo mientras lo recorría con una mirada helada:

—He depositado mi fortuna con ustedes porque los creí capaces de tomar las decisiones necesarias sin que me estén molestando. En vista de que no es éste el caso, retiraré mi dinero para depositarlo en otra parte.

Al ver que la puerta se cerraba, el representante bancario metió el pie al tiempo que exclamaba contrito:

—¡Le aseguro, señor Cavendish, que esto no volverá a repetirse! —El científico lo miró, miró el pie y, cuando el representante lo retiró, cerró la puerta. Regresó al lado de la enorme mesa de su laboratorio y enroscándose el pelo con la mano derecha, empezó a mascullar sus pensamientos—.

—Parece que no cabe duda, este gas de Boyle, gas inflamable, es el mejor candidato para ser el tan buscado flogisto. El hecho más importante para esta afirmación es la reducción de los calces metálicos con él.

—Es 11 veces menos pesado que el aire, los animales no pueden respirar en él, su flama es azul, no deja huella de carbón y explota cuando se encuentra mezclado con aire atmosférico, aunque sólo en mezclas de determinadas proporciones. No es soluble en agua, no es soluble en soluciones de álcalis.

—En cuanto a su obtención, se obtiene tanto por acción de vitriólico diluido, como por acción del ácido muriático sobre hierro, estaño o zinc. Este hecho y el más importante, a saber; que a iguales cantidades de metal disuelto en el ácido, se obtienen iguales cantidades del gas, me hace sospechar que proviene de los metales y que si bien la calcinación es combinación del metal con oxígeno como descubrió Lavoisier, el flogisto de todos modos está fijo en el metal.

—Lo que interesa ahora es aclarar dos cosas sobre la explosión del gas inflamable con el gas deflogisticado. Una es averiguar si la explosión da lugar a una disminución de peso como afirma Warltire, cosa que dudo mucho y la otra es examinar el rocío que Priestley me advirtió se forma y que ya he observado... Hmph... sí.

Cavendish se inclinó a recoger un trozo de vidrio y acariciándolo se dio cuenta de que estaba húmedo.

—Sí, no cabe duda —siguió pensando—, además es verdad lo que Maquer afirma... al colocar una pared fría sobre la llama del gas inflamable, se colecta rocío que parece ser agua... aunque un poco ácida al gusto... Se combinan los gases y más que una explosión lo que ocurre es una implosión, las paredes de vidrio no han aguantado la presión atmosférica cuando los gases se fijan en forma de líquido. ¿Tendrá esto que ver con lo que informó Beccaria de que al pasar descargas eléctricas en agua parece desprenderse un gas? ¿Cuál gas podrá ser? Hmmf... El aparato para producir chispas eléctricas da lugar a una fuerza tremenda... ahí está lo de los 100 monjes, que en fila y cogidos de la mano pegaron tremendo salto al descargarse el aparato a través de ellos... una fuerza tremenda...

En ese momento se deslizó al laboratorio el ayudante.

—¡Carlos! ¿Están ya listos los globos de vidrio reforzado?

—Sí señor; están perfectamente limpios, en este instante los conecto a la bomba para hacerles el vacío.

—¡Cuidado, ponte los guantes de tela para manejar los globos ya limpios! La mezcla que introduciremos en ellos será de dos partes de gas inflamable por una de gas deflogisticado, con esta proporción la implosión es óptima. ¿Están ya listos los tubos para secar la mezcla antes de introducirla en los globos?

—Sí, sí señor; los sacaré de la estufa en el último momento para estar seguros de que no tienen ninguna humedad y de que chuparán cualquiera que pueda haber en los gases. ¿Preparo ya la mezcla? Los globos ya están vacíos.

—No, ya la tengo lista y medida en este matraz. Ahora conectemos el matraz de la mezcla gaseosa al tubo secante. Eso es. ¿Con qué dices que lo rellenaste?

—Con padecería limpia de papel filtro.

—Ahora, conectemos el globo vacío en el otro extremo del tubo secante, así, abre las dos válvulas de conexión... ¡Eso es!... ya pasó parte de la mezcla gaseosa al globo. Ahora, sube el nivel de mercurio en el matraz para que toda ella pase al globo. Muy bien, ya está. Ahora desconecta y pesa el globo.

En ese momento Cordelia llamó a la puerta del laboratorio y en voz alta dijo:

—En la nota que el señor me dejó en la mesa del *hall*, dice que compre una pierna de borrego para la cena.

—¡Maldita sea! —murmuró para sí el investigador y alzando la voz dijo:—

—Sí, ¿y...?

—Es que hoy vendrán sus amigos de la Sociedad Real.

—Sí, ¿y...?

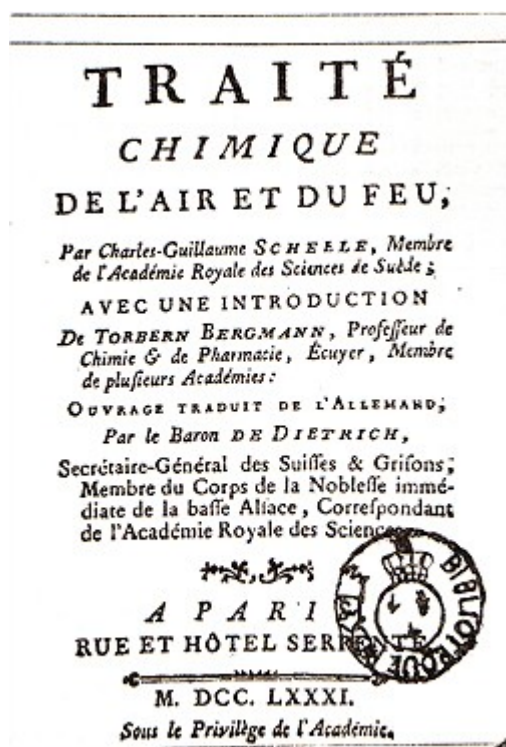


Figura 25. Portada del libro de Sheele *Tratado químico del aire y de fuego*.

—¡Es que, señor; no va a alcanzar una pierna para cinco!

—¡Pues compre dos! —contestó enojado Cavendish— ¡Mujeres! —murmuró para sí—.

—El peso del globo es de 400 g —declaró Carlos—. ¿Conecto ya los electrodos?

—No, retírate lejos, no estamos seguros de que estos nuevos globos aguanten—. Y diciendo y haciendo, Cavendish hizo la conexión, un relámpago destelló en el globo, se opacó su interior y un copioso rocío bañó sus paredes.

—¡Bravo! ¡Aguantó! —exclamó Carlos entusiasmado y ni tardo ni perezoso procedió a desconectar los electrodos y a pesar el globo bajo la mirada intensa de su maestro—.

—¡400 g! Ya me lo imaginaba, la masa permanece constante, Walrtire debió cometer un error. Ahora pesemos el líquido que se ha formado y midamos su densidad... 1.00 g/ml. —Tomó Cavendish la pluma y anotó en la bitácora de laboratorio los datos. Procedieron luego a calentar el líquido hasta evaporación total y comprobaron que no dejaba residuo ninguno. Un sinnúmero de veces se repitió este rito con las operaciones auxiliares de limpieza del equipo y preparación de mezclas medidas de aire inflamable con oxígeno, durante varias semanas. En una de tantas, no pudo resistir ya más Carlos y dijo:

—Maestro, ¿me permite probarlo? ¡Creo que se trata del agua más pura que haya visto jamás!

—Si quieres... ¡Desde luego que es agua!

Cavendish se sentó ante su escritorio y escribió en la bitácora:

"Pienso que debo conceder que el aire deflogisticado no es otra cosa sino agua deflogisticada; o en otras palabras, que el agua consiste de aire deflogisticado unido a flogisto; y que el aire inflamable es o puro flogisto; como supone el doctor Priestley, o agua unida a flogisto. Esto último es lo que creo más probable, en resumidas cuentas:

aire deflogisticado → agua - ϕ

aire inflamable → agua + ϕ

Carlos, después de leer lo escrito por el maestro comentó:

—Entonces, el agua, un elemento en el sentido de Boyle, preexiste en los gases, y la causa de la deflagración es una redistribución de flogisto. — Cavendish no contestó, simplemente asintió, era hombre de pocas palabras—.

En mayo o junio de 1783, sir Carlos Blagden, ayudante de Cavendish y recientemente nombrado secretario de la Sociedad Real, visitó a Lavoisier en su nuevo laboratorio del arsenal. En esa reunión le comentó sobre los experimentos de obtención del agua que había estado haciendo Cavendish. Lavoisier; por su parte, había estado muy intrigado por el producto de la combustión del hidrógeno en oxígeno, pensando que no siendo el hidrógeno

un metal, debía al igual que el azufre y el fósforo dar lugar a un ácido al combinarse con el oxígeno. En 1783, ya había determinado hacer el experimento en gran escala para atrapar el producto cualquiera que éste fuese. Así que todo fue abrir la boca Blagden que Lavoisier se precipitó delante del mismo Blagden a repetir el experimento de Cavendish. Quizá por la prisa hubo algunas fugas de gas, los datos cuantitativos no coincidieron muy bien. Sin embargo, el 25 de junio, después de discutir con su amigo el gran matemático Pedro Simón Laplace, presentó una comunicación ante la Academia de Ciencias de París que comenzaba diciendo: "Los señores Lavoisier y Laplace anuncian que han repetido últimamente, en presencia de varios miembros de la Academia, la combustión del aire inflamable con el aire deflogisticado..." Mas adelante se afirmaba, "... El agua no es un elemento, con lo que se quiere decir no es una substancia simple, sino que es el compuesto constituido por aire inflamable y oxígeno".


Al año siguiente, Lavoisier y el ingeniero Meusnier después de largas discusiones con Laplace, a quien tampoco le hacía mucha gracia el flogisto, llegaron a la conclusión de que el gas inflamable provenía del agua. Propusieron como respuesta a la objeción de los flogistonistas la siguiente interpretación de la reacción (ii) en dos pasos:

agua



metal + (hidrógeno + oxígeno) ==
calx + ácido == sal.

calx +
hidrógeno

es decir; proponían que el hidrógeno provenía del agua.²⁸  Pero no sólo eso, sino que habiendo sido convocado un concurso para producir hidrógeno en grandes cantidades, destinado al globo dirigible de los hermanos Montgolfier, Lavoisier y Meusnier ganaron el concurso mediante la obtención de hidrógeno a partir de agua. Hicieron pasar vapor de agua sobre limaduras de fierro al rojo, encerradas en un tubo de escopeta.

La reacción que tiene lugar en este caso es:

hierro + (hidrógeno+oxígeno) == óxido de fierro + hidrógeno.

Ni qué decir que las virutas de fierro se cubrieron de óxido de fierro, un polvo negro, mientras que por uno de los extremos del tubo se hacía burbujear alegremente al hidrógeno, es decir; al "generador de agua".

La celebración del buen éxito de este experimento, que representó el tiro de gracia para el flogisto, consistió en la ceremonia fúnebre de su entierro, a los 100 años de la muerte de Joaquín Becher. *Madame* Lavoisier; vestida como sacerdotisa de la ciencia y rodeada de las celebridades científicas de París, puso fuego a los escritos de Becher y de Stahl sobre un altar improvisado, mientras la concurrencia entonaba un réquiem.

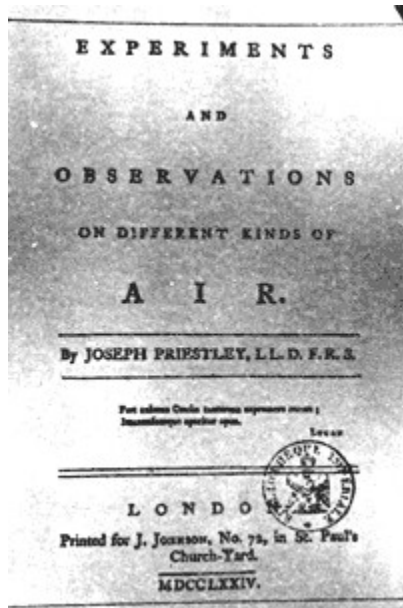


Figura 26. Portada de libro de Priestley *Experimentos y observaciones sobre diferentes clases de aire*.