

Robert Boyle y la experimentación

ANTONIO CLERICUZIO
Universidad de Cassino

Robert Boyle fue el científico europeo más conocido de la segunda mitad del siglo XVII. Estuvo en contacto con los principales científicos y filósofos de la época: Huygens, Newton, Locke, Malpighi, Leibniz, Henry More y Ralph Cudworth. Sus aportaciones a la ciencia abarcan un amplio espectro de temas: neumática, química, medicina, teoría de la materia, electricidad y magnetismo. La obra científica boyleana se caracteriza por la constante afirmación del método experimental –un método de investigación que marcó profundamente los sucesivos desarrollos de la ciencia británica y, en particular, de la *Royal Society* de Londres, uno de cuyos fundadores fue Boyle. La bomba de aire, construida por Boyle con la colaboración de Robert Hooke, se convirtió en uno de los iconos de la revolución científica. Los experimentos llevados a cabo por medio de la *air-pump* dieron unos resultados fundamentales para el estudio de la presión del aire. Las aportaciones teóricas de Boyle no fueron menos importantes. Al nombre de Boyle se le asoció largo tiempo la teoría corpuscular de la materia, es decir la *mechanical philosophy*, que se consolidó en la ciencia europea de la segunda mitad del siglo XVII. Boyle cultivó siempre el estudio de los textos sagrados, escribió obras de exégesis bíblica y combatió el materialismo y el ateísmo. A lo largo de su carrera trató de establecer estrechas relaciones entre la ciencia y la religión demostrando que la filosofía experimental contribuía al afianzamiento de la religión cristiana.

En esta exposición, tras haber dado algunas informaciones sobre la vida de Boyle y de los principales sucesos políticos que marcaron la sociedad inglesa de aquellos años, pasaré a examinar la *experimental philosophy* boyleana y trataré de mostrar que ella mantenía una estrecha relación tanto con las teorías corpusculares de la materia como con sus concepciones religiosas. Los tres factores, ciencia experimental, teorías corpusculares e ideas religiosas, son, a mi entender, tres aspectos de la obra boyleana íntimamente conectados entre sí.

Robert Boyle nació en Irlanda, en el castillo de Linsmore, el 25 de Enero 1627, hijo del primer conde de Cork, un aventurero que, gracias a una serie de especulaciones inmobiliarias, se había hecho uno de los hombres más ricos de su país. En 1636 Robert fue invitado a estudiar en el *College* de Eton y posteriormente completó su educación viajando a través del Continente bajo la guía de un preceptor hugonote, Isaac Marcombes. Entre las lecturas del joven Robert se encuentran, además de los clásicos latinos y de las Escrituras, las obras de Calvino. Cuando en 1642 estalla la guerra civil, Robert está en Ginebra. Regresará a su patria en el 1644, estableciéndose en un castillo de Stalbridge, en Dorset. Algunos miembros de la familia Boyle se alinean con el parlamento, de modo que, gracias sobre todo a su hermana Katherine, las propiedades de Boyle se mantienen indemnes a lo largo de la revolución. Su hermana Katherine no fue sólo la persona a la que Boyle estuvo más ligado (nunca llegó a casarse), sino también el intermedio entre el joven Robert y una serie de intelectuales puritanos que desempeñaron un papel central en los primeros años de su carrera científica. Por medio de Katherine, Robert Boyle entra en contacto con Samuel Hartlib en 1647, año al que se remonta la primera de las numerosas cartas que los dos se intercambiaron incesantemente hasta 1659. Samuel Hartlib era originario de Prusia y se había trasladado a Inglaterra a causa de las persecuciones religiosas. Tras establecerse en Londres, Hartlib se convierte en una figura central en la vida política y científica durante el Interregno. Invita a Inglaterra al famoso pedagogo Comenius, promueve (sin lograrlo) la unificación de las Iglesias protestantes y da vida a un *Office of Address*, cuyas actividades se inspiran en las

ideas baconianas de reformas del saber y de aplicación de las ciencias a proyectos de utilidad pública. No menos importante es la influencia ejercida sobre el círculo de Hartlib de las ideas puritanas de reforma religiosa y social. Precisamente en el ámbito del círculo de Hartlib se sitúan la formación científica y las primeras investigaciones de Robert Boyle. Boyle parece también compartir las expectativas de Hartlib respecto a la Commonwealth, a la que alaba no en términos políticos, sino en cuanto forma de gobierno idónea para promover la virtud y el ingenio. Desde 1646 Boyle le había dado vida a una asociación informal de carácter científico llamada *Invisible College*, de la que, además de su hermana Katherine, formaban parte Benjamin Worsley y Sir Cheney Culpeper. Worsley había ideado los procesos para la producción a escala industrial de los nitratos, su uso como fertilizante y con fines bélicos, en tanto que Sir Cheney Culpeper, defensor de la causa del Parlamento, era uno de los patrocinadores políticos de los proyectos de reforma de Hartlib y estaba activamente empeñado en estudios de alquimia, química y medicina. La química ocupa un puesto central en las actividades del círculo de Hartlib, y el joven Boyle comienza a desplegar sus propias investigaciones químicas a partir de 1647, año en que inicia la redacción de *Usefulness of Experimental Natural Philosophy*, que sólo verá la luz en 1663. Se trata de una obra que constituye una síntesis de las actividades científicas boyleanas del periodo de juventud y de su colaboración con el círculo de Hartlib. En la misma línea de los ideales del círculo de Hartlib, Boyle sostiene en esta obra que el mérito principal de la *experimental philosophy*, en contraposición con la filosofía aristotélica, es el de acrecentar el conocimiento de las obras del divino arquitecto y la admiración por su poder y bondad. La ciencia experimental es, por tanto, para el joven Boyle un poderoso medio para impulsar la religión cristiana. Se puede afirmar que justamente con la *Usefulness of Experimental Natural Philosophy* da comienzo la *physico-theology*, que dominará la cultura científica inglesa hasta finales del siglo XVII. Junto con otros miembros del círculo de Hartlib, Boyle adopta y desarrolla las teorías iatroquímicas elaboradas por la escuela paracelsiana y por el médico belga Jean Baptiste van Helmont (1579-1644). Como van Helmont, Boyle refuta la teoría galénica de los humores y de las facultades, y explica el funcionamiento del cuerpo humano en términos de reacciones químicas. En el estómago (según van Helmont) tiene lugar una reacción química producida por un fermento ácido. Boyle acepta la concepción helmontiana y desarrolla experimentos encaminados a proporcionar pruebas empíricas. En los años 50 Boyle comienza a investigar la composición química de la sangre –tema sobre el que trabajará largamente para posteriormente publicar, en 1683, la *History of Human Blood*. En esta obra Boyle distingue diferentes componentes químicos en la sangre: un componente volátil, uno aceitoso y uno salino. En el estudio de la composición química de la sangre Boyle se enfrenta a un tema crucial: determinar si entre las partículas que componen el aire y la parte volátil de la sangre (que llama *spirit of human blood*) hay alguna afinidad. La respuesta es afirmativa y la obtiene con un simple experimento: si se vierten algunas gotas de *spirit of blood* sobre algunos hilos de cobre y, a continuación, éstos se exponen al aire, adquieren un color azul que se hace cada vez más oscuro. Si, en cambio, los hilos de cobre sobre los que se vierten las gotas de *spirit of blood* se mantienen en el interior de un recipiente herméticamente cerrado, transcurre un periodo de tiempo mucho más largo antes de que adquieran el color azul. De este experimento Boyle infiere que hay una «great cognation or affinity between spirit of blood and some particles of air». Las observaciones de Boyle sobre las relaciones entre el aire y la sangre están ligadas a las investigaciones sobre la respiración en los experimentos llevados a cabo con la bomba neumática (*air-pump*), que dominan las investigaciones boyleanas del periodo de Oxford.

Boyle se traslada de Stalbrige a Oxford en 1656 y entra a formar parte del grupo de médicos y científicos denominado *Oxford Experimental Club*. De este grupo (que junto al círculo de Hartlib se considera el origen de la *Royal Society*) forman parte, entre otros, el

matemático Seth Ward, el arquitecto y astrónomo Christopher Wren, el médico Thomas Willis y el filósofo John Locke.

La construcción de la bomba neumática es un logro técnico de gran importancia: perfecciona la bomba de Otto von Guericke en cuanto que permite aspirar el aire con relativa facilidad y llevar a cabo sofisticados experimentos en el interior de un recipiente de vidrio. Los experimentos boyleanos con la *air-pump* arrancan del experimento torricelliano, del (probablemente nunca realizado) de Pascal y de los experimentos de Guericke. La intención de Boyle no consiste en establecer experimentalmente la existencia del vacío, sino en estudiar las propiedades físico-químicas del aire. En 1660 Boyle publica los resultados de sus investigaciones sobre el aire, llevadas a cabo por medio de la bomba neumática (*New Experiments Physico-mechanical touching the Spring of Air*). Boyle reproduce el experimento torricelliano en la *air-pump* y describe las variaciones del nivel de mercurio cuando el aire se extrae del recipiente y posteriormente se reintroduce en él. Entre los experimentos referidos a la presión de aire llevados a cabo con la *air-pump* son dignos de mención al menos dos: el primero es el de las dos láminas de mármol que, antes de ser introducidas en el recipiente, se adhieren perfectamente la una a la otra y luego, una vez extraído el aire, se separan. El segundo es el de la vejiga de animal introducida en la *air-pump* casi deshinchada (y obviamente cerrada) y que, cuando se extrae del recipiente en el que está colocada, se dilata hasta explotar.

Como indica el título de la obra, Boyle intenta demostrar experimentalmente que el aire es un fluido elástico que ejerce presión en todas las direcciones. La obra tiene también una finalidad polémica explícita: intenta mostrar experimentalmente que los fenómenos que los filósofos aristotélicos habían atribuido al *horror vacui* dependen en realidad de la elasticidad y de la presión del aire. Aun refutando la noción de *horror vacui*, Boyle no se pronuncia ni a favor de los «vacuistas» (los atomistas antiguos, Torricelli, Gassendi y Pascal), ni a favor de los modernos «plenistas», como Descartes. Descartes había explicado la suspensión del mercurio en el experimento torricelliano como efecto del peso de la atmósfera, pero había sostenido que el espacio que quedaba por encima del mercurio no estaba vacío, sino que estaba ocupado por la *materia subtilis*. Para Boyle, los datos experimentales disponibles y, en particular, los experimentos llevados a cabo con la bomba neumática no permiten zanjar la disputa, que –como él afirma– tiene carácter más metafísico que físico. Desde un punto de vista experimental, la postura de los vacuistas es más bien débil, en cuanto que, según Boyle, en el recipiente de la *air-pump*, de la que se ha extraído el aire, penetran no sólo los rayos de luz, sino también efluvios magnéticos. El vidrio, según Boyle, igual que todos los cuerpos, tiene poros a través de los cuales pueden pasar corpúsculos diminutos. Respecto a Descartes y a los cartesianos, Boyle objeta que su negación del vacío implica la existencia de la *materia subtilis*, de la cual no se tiene prueba y se basa, además, en la identidad entre materia y extensión, que es un postulado de carácter metafísico. Boyle se limita, por tanto, a examinar los efectos de la elasticidad y de la presión del aire, y en la siguiente obra que le dedica al tema, basada en los experimentos neumáticos (*A defence of the doctrine*, 1662), afirma que «la presión y la expansión están en proporción recíproca». Boyle no presenta esta relación en forma de ley física, sino como una generalización plausible, en cuanto que contempla un enorme número de datos experimentales. Será posteriormente Mariotte (*De la nature de l'air*, 1679) quien formule el principio de la constante de la relación entre presión y volumen del aire en forma de ley física. Las cautelas de Boyle a la hora de afirmar la existencia de una ley que gobierne las relaciones entre presión y volumen del aire no sólo se deben a su propensión hacia un enfoque descriptivo en el estudio de los fenómenos naturales, sino que también se fundan en un análisis preciso del concepto de ley natural, que volvemos a encontrar en la última obra publicada por él antes de morir en 1691–pero en la que trabajó durante más de dos décadas,

The Christian Virtuoso. Entendida en sentido estricto, una ley es un mandato que –afirma Boyle– en cuanto tal implica obediencia y, por tanto, no se puede aplicar a los cuerpos inanimados. La expresión *laws of nature* no se puede usar para expresar las conexiones intrínsecas de los fenómenos naturales, pero puede, en cambio, utilizarse para entender una *notional rule*, una simple noción que la mente humana emplea provechosamente para definir regularidades en los fenómenos naturales que está en disposición de observar (o de producir artificialmente). El punto de vista boyleano respecto a las leyes de la naturaleza (cuya existencia real niega) hay que ponerlo en relación con la presencia en el pensamiento de Boyle de elementos no marginales de la ontología nominalista asumidos por la teología calvinista, la cual, como hemos visto, desempeñó un papel importante en la formación del joven Boyle. El mundo –según Boyle– es un conjunto de entidades particulares entre las cuales no subsisten conexiones necesarias. Las propiedades físicas de los cuerpos se remiten directamente al Creador y a su designio –que la propia investigación experimental de la naturaleza revela a los ojos del virtuoso cristiano. Dios, afirma Boyle en el *Christian Virtuoso*, no se limita a crear el mundo, sino que interviene constantemente en la conservación del universo regulando los movimientos de los cuerpos celestes y evitando así que las irregularidades turben el sistema del mundo. Mientras que para Descartes, Dios, una vez creado el mundo, tras haberle imprimido movimiento a la materia y haber establecido las leyes del movimiento, no tenía por qué volver a intervenir en la producción de los fenómenos naturales, el Dios de Boyle, con su constante intervención, guía y gobierna permanentemente la máquina del mundo y sus partes. En la *air-pump* Boyle realiza una serie de experimentos sobre la respiración y la combustión, tratando de establecer una relación entre fenómenos que sólo con Lavoisier llegarán a comprenderse por completo. Boyle, sin embargo, subraya repetidamente que un componente del aire es el responsable de la combustión y de la respiración, si bien no está convencido de la solución propuesta por los químicos contemporáneos suyos –por ejemplo, John Mayow (1641-1679) de Oxford: a saber, que este componente sea el nitrato volátil contenido en el aire. El nitrato –objeto Boyle– tiene propiedades corrosivas que no son aptas para preservar la vida de los animales. Los experimentos de Boyle demuestran que, cuando el aire está muy rarefacto, la llama se extingue y los animales introducidos en el recipiente mueren –ni siquiera un pez sobrevive en un acuario después de habersele extraído el aire. Los experimentos indican de manera inequívoca que la muerte de los animales encerrados en el recipiente sobreviene más rápidamente cuando el aire se ha extraído y más lentamente si se deja a los animales en el recipiente herméticamente cerrado. Por tanto, concluye el científico inglés, la muerte no se debe a las sustancias fuliginosas emitidas durante la respiración –como afirmaban los seguidores de la fisiología galénica–, ya que se han extraído de la bomba neumática junto con el aire. Boyle trata asimismo de establecer experimentalmente una relación entre el consumo del aire provocado por la combustión de una llama en el recipiente de la *air-pump* y la elasticidad del aire, pero no llega a verificar ninguna variación en esta última. Es John Mayow quien demuestra experimentalmente que el volumen del aire disminuye, si en un recipiente cerrado se prende una llama en presencia de agua (en la que se disuelve anhídrido carbónico). Ello le permite a Mayow cuantificar la porción de aire (que para él sigue siendo nitrato volátil) consumida por la combustión (y por la respiración). Mayow observa una reducción del volumen de aire 1/14 para la respiración del ratón y de 1/30 para la combustión del alcanfor. Sin embargo, conviene subrayar que Mayow no habla de un componente del aire que se combina con la sustancia combustible, sino que cree que se ha consumido el nitrato del aire.

En 1673 Boyle publica los resultados de los experimentos dedicados a la calcinación, pero no consigue establecer relación alguna entre el aumento de peso de los metales sometidos a calcinación y el aire. Mantiene, en cambio, que el aumento de peso se debe a

partículas de fuego (*igneous corpuscles*) que pasan del fuego a través del vidrio del recipiente (en el que se lleva a cabo el experimento) y son absorbidos por el metal.

Una de las mayores contribuciones de Boyle a la ciencia experimental es su constante empeño por proporcionar descripciones minuciosas de los experimentos, mostrándole al lector las condiciones para poderlos repetir y verificar. Ello –según muchos intérpretes de la obra de Boyle– muestra que los experimentos tienen en Boyle un *status* privilegiado respecto a las teorías. Sin embargo –si consideramos los experimentos hechos con la bomba neumática– descubrimos que Boyle no se limita a describir lo que sucede en la *air-pump*, sino que postula también una hipótesis explicativa de la propiedad física principal que él le atribuye al aire, la elasticidad. La explicación de la elasticidad ofrecida por Boyle se remite a la teoría corpuscular de la materia que el científico inglés había elaborado ya en los años 50. Me parece, por tanto, poco plausible la interpretación aducida por Schaffer y Shapin en el famoso estudio titulado *Leviathan and the Air-pump* (1985), donde se afirma que la intención de Boyle es la de establecer la elasticidad del aire como *matter of fact*, sin explicar las causas de esta propiedad. A la interpretación de Schaffer y Shapin se ha remitido Alan Chalmers en un artículo publicado en *Studies in the History and Philosophy of Science* de 1993, quien afirma que los experimentos neumáticos boyleanos tienen una existencia separada de las teorías. Pero, en realidad, Boyle trata de proporcionar una explicación a la elasticidad; y la explicación que ofrece (aunque no definitiva, a su juicio) alude a la concepción corpuscular. Sigamos la explicación que Boyle proporciona de elasticidad y, a continuación, pasemos a examinar la teoría boyleana de la materia. Boyle sostiene que la mayor parte de los experimentos referidos al aire pueden explicarse por medio de la teoría corpuscular:

«Lo que entiendo por elasticidad del aire es que nuestro aire consta de partículas de naturaleza tales que cuando son comprimidas por el peso de la parte superior de la atmósfera o por cualquier otro cuerpo, tratan, en la medida en que les es posible, de liberarse de tal presión oprimiendo, a su vez, a los cuerpos contiguos que lo mantienen replegado y, tan pronto como tales cuerpos son alejados, se extienden inmediatamente provocando así una expansión de toda la masa del aire. Esta hipótesis –continúa Boyle– puede quizás explicarse ulteriormente imaginando que el aire próximo a la tierra está compuesto por una gran cantidad de corpúsculos, situados los unos sobre los otros, de la misma manera que sucede en un vellón de lana».

Como se ve por esta cita, Boyle recurre a la teoría corpuscular, a la concepción mediante la cual los cuerpos están constituidos por corpúsculos dotados de propiedades mecánicas. Proporciona, además, un ejemplo visible, el vellón de lana, para explicar el comportamiento microscópico de los corpúsculos de aire y su propensión a expandirse. Por tanto, la filosofía experimental de Boyle se apoya firmemente en la teoría corpuscular de la materia, que constituye, de hecho, el factor unificador de la diversa producción científica de Boyle y es particularmente relevante en las investigaciones químicas, a las que dedicaré la última parte de esta exposición. Examinemos ahora la *corpuscular philosophy* de Boyle, sus fundamentos y las relaciones que se establecen entre la teoría de la materia y las ideas religiosas de Boyle.

Boyle comienza a trabajar en la definición de la teoría corpuscular de la materia ya en los primeros años 50, y en 1666 publica *The Origin of Forms and Qualities*, donde presenta de manera detallada la *corpuscular philosophy*. La versión boyleana del corpuscularismo se diferencia tanto del atomismo de Gassendi como de la teoría de la materia cartesiana –veremos a continuación en qué consisten tales diferencias.

Los principios en los que se basa la filosofía corpuscular de Boyle son la materia y el movimiento. La materia es una sola, homogénea, universal, común a todos los cuerpos –y sus únicos atributos son la extensión, la divisibilidad y la impenetrabilidad. El movimiento local (definido por Boyle como la principal de las causas segundas) no es congénito a la materia – como habían sostenido los atomistas antiguos y modernos (incluido Gassendi), sino que Dios lo imprimió en ella en el momento de la Creación. Atribuirle a la materia un principio interno de movimiento constituye para Boyle una concesión peligrosa a las filosofías materialistas y al epicureísmo. Para Boyle, el movimiento tiene su origen en Dios, Dios lo mantiene y lo dirige en todo el universo. A efectos del movimiento, la materia fue dividida en partículas imperceptibles, cuyos atributos únicos son la forma (*shape*) y el tamaño (*bulk*). Las partículas de materia que constituyen las unidades últimas de las que están compuestos todos los cuerpos pueden descomponerse por la intervención de Dios, pero, a causa de su compacidad, permanecen inmutables en la naturaleza. De estos corpúsculos, que Boyle llama *prima naturalia*, se forman los primeros agregados de corpúsculos, concreciones primarias, que, a diferencia de los corpúsculos simples, se descomponen en la naturaleza –si bien ello sucede raramente. Se trata de corpúsculos compuestos, análogos a las *moleculae* de Gassendi, que se mantienen íntegros en un gran número de reacciones químicas y que se pueden recuperar. A los agregados a que dan lugar los corpúsculos compuestos los llama Boyle *textures*. En la explicación de los fenómenos naturales Boyle hace muy escasa mención de la forma y el tamaño de las partículas simples de materia y prefiere adoptar el concepto de *texture*. La *texture* de los cuerpos no es algo estable e inmutable, sino que se ve modificada por la adición o sustracción de corpúsculos o por el cambio de posición recíproca de los corpúsculos que la forman. Todo cuerpo está –según Boyle– permanentemente expuesto a la acción de corpúsculos, que, hallándose en constante movimiento, modifican sus propiedades físico-químicas. Aun planteando de entrada dudas sobre la existencia de la *materia subtilis* cartesiana, Boyle afirma que hay en el universo una sustancia etérea sutilísima, en la que se mueven todos los cuerpos celestes, que está formada por corpúsculos tan diminutos que son capaces de introducirse por debajo de las partes del aire y de penetrar a través de cuerpos de estructura incluso muy compacta (*Of the Systematical or Cosmical Qualities of Things*, 1670). Pasemos ahora, como conclusión, a considerar las relaciones entre la teoría corpuscular y la química. Como hemos visto, la química está en el centro de los intereses científicos de Boyle ya desde su juventud. En 1661 Boyle publica *The Sceptical Chymist*, obra dedicada a la refutación de la teoría paracelsiana de los tres (o cinco, dependiendo de los autores) principios químicos. Según los seguidores de Paracelso, todos los cuerpos están compuestos de sal, azufre y mercurio, que pueden obtenerse mediante descomposición química por medio del fuego. A esos tres principios químicos algunos (como, por ejemplo, el médico francés Joseph Duchesne, llamado Quercetanus) habían añadido el agua y la tierra. Van Helmont, cuyas teorías iatroquímicas habían recibido y suscitado un vasto interés en Inglaterra y habían orientado las investigaciones del joven Boyle, había puesto en cuestión la teoría de los principios químicos. Según van Helmont, los denominados principios químicos no se extraen de los cuerpos, sino que los produce *ex novo* el fuego. El principio de todos los cuerpos es el agua, que adquiere formas variadas por la acción de un principio espiritual contenido en los *semina rerum* y dotado del poder de transformar la materia prima (el agua). Para sustentar la teoría del agua como principio universal van Helmont había presentado los resultados de un experimento realizado con un sauce, que regado regularmente durante tres años, había aumentado 164 libras, en tanto que la tierra en la que estaba plantado sólo dos onzas. Boyle acepta y desarrolla las críticas de van Helmont frente a la teoría paracelsiana de los principios y repite el experimento de van Helmont con numerosas plantas, pero no acepta la teoría según la cual el agua sería el principio universal. Las dudas de Boyle se basan en dos consideraciones: la primera consiste en que van Helmont había declarado que disponía de un

disolvente universal (llamado por él Alkahest) capaz de reducir todos los cuerpos a agua – pero el médico belga no había proporcionado la fórmula de tal disolvente universal– y nadie (incluido el propio Boyle) había llegado a producirlo. La segunda razón por la que Boyle no acepta la solución de van Helmont es que, según el científico inglés, el agua no es una sustancia pura y homogénea, sino que está compuesta de una variedad de corpúsculos de naturaleza diversa, y, por tanto, no puede ser un principio químico. Los argumentos de Boyle contra la teoría paracelsiana de los principios desarrollan de manera original las objeciones ya suscitadas por van Helmont, pero añaden datos experimentales nuevos y más sólidos, y se basan, además, en la concepción corpuscular de la materia. Podemos resumir los argumentos de Boyle contra los principios paracelsianos en tres:

1. El fuego no divide los cuerpos en sus componentes. De una llama viva y de una lenta se obtienen diferentes resultados, como lo muestra el caso del alcanfor, que, si se prende, produce cenizas y hollín; pero, si se somete a la acción de un fuego lento en un recipiente cerrado, se volatiliza. Otros métodos para descomponer los cuerpos son, según Boyle, a menudo más eficaces que el fuego. Además, el fuego recompone las partes constitutivas de los cuerpos de una forma nueva creando nuevas *textures*. Por consiguiente, es erróneo pensar que el fuego proporcione siempre los componentes de partida de un determinado compuesto. Ello se ilustra con lo que sucede si se somete el jabón a la acción del calor en una retorta: el jabón produce un aceite fétido, y no la grasa y la sal que había en su origen. Por lo tanto, la sustancia obtenida mediante la descomposición con fuego no era la previas de los compuestos.

2. Los compuestos no siempre se descomponen en tres principios. En algunos casos, se obtiene un número mayor de sustancias, en otros menor. Del oro, por ejemplo, no se obtiene ninguno de los tres principios.

3. Los productos de la descomposición llevada a cabo por medio del fuego no son ni simples ni elementales. Todo lo que los químicos llaman mercurio (y ello sirve, obviamente, también para el caso de la sal y el azufre) debería ser idéntico, pero no lo es. De hecho, hay considerables diferencias entre las denominadas sales que se obtienen de los compuestos y también entre los azufres y los mercurios. Evidentemente, concluye Boyle, se trata de sustancias no homogéneas y, por tanto, no se pueden definir como principios o elementos químicos.

Para concluir diré que no sólo la química boyleana se desarrolla sobre la base de la teoría corpuscular, sino que también los experimentos químicos confirman mejor que otros la validez de la concepción corpuscular. En la segunda parte de *Origin of Forms and Qualities* Boyle describe una serie de experimentos que, a su entender, muestran cómo las cualidades de los cuerpos proceden de una adición, sustracción o desplazamiento de los corpúsculos. Tres de estos experimentos tratan de la producción de sales, cuyas diferentes cualidades darían como resultado la adición o sustracción de corpúsculos y una consiguiente alteración de la *texture*. Las reacciones químicas que se producen constantemente en la naturaleza, como, por ejemplo, la transformación en una planta del agua en sustancias aceitosas presentes en muchas de ellas, muestran que se ha producido un cambio de la *texture* de la sustancia de partida y una nueva *texture* ha producido una sustancia de propiedades químicas completamente diferentes a las del agua. Incluso la transmutación de los metales (a la que Boyle le dedicó el mayor interés, y que creyó haber realizado) sería, a su parecer, un argumento válido a favor del corpuscularismo.

En conclusión, querría subrayar que la obra de Boyle se caracteriza por una estrecha fusión de investigaciones experimentales y teoría corpuscular de la materia. Ambas están siempre orientadas a fines apologéticos. En una gran parte de sus escritos, Boyle muestra que la ciencia, en vez de llevar al ateísmo, le ofrece a la religión cristiana un soporte fundamental, sólo superado por el de las Escrituras.

Traducción del italiano de
JOAQUÍN GUTIÉRREZ CALDERÓN
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia