

## EL ESPÍRITU NITRO-AÉREO DE JOHN MAYOW ¿UN ANTECEDENTE DEL OXÍGENO DE LAVOISIER?

**Gloria Maestre Escrivá**

Seminari d'Història de les Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona. I.B. "Apel.les Mestres"

Palabras clave: *Nitro, nitro-aéreo, corpuscularismo, mecanicismo, combustión, respiración, aire, fuego, pólvora, análisis de textos*

John Mayow's Nitro-aerial Spirit. A Predecessor of Lavoisier's oxygen?

*Abstract: The english Physician John Mayow published his main book Tractatus Quinque Medico-Physici in 1674, in which he offered an interpretation of combustion, respiration and gunpowder explosion. Some historians have pointed out a similarity between Mayow's and Lavoisier's explanations, but a deeper study of Mayow's text makes evident that both are different, as so were the contexts in which they were written. In this paper Mayow's work is analyzed and his syncretism of the main philosophical and scientific ideas of his time is shown.*

Key words: *Niter, nitr-aerial, corpuscularism, mechanical philosophy, combustion, respiration, air, fire, gunpowder, texts analysis*

Uno de los principales problemas que se han planteado en el desarrollo de la química ha consistido en interpretar la combustión, el papel del aire en ella, y su relación con la respiración. El fuego siempre ha simbolizado tanto la vida como la destrucción y ha sido relacionado con el sol y las estrellas, con los rayos y los relámpagos. Estos fenómenos tan complejos han recibido explicaciones tanto racionales como mitológicas, que se han sucedido y solapado desde los comienzos de la historia. En cuanto al papel atribuido al aire, también ha sido muy variado; ha sido considerado como un elemento, que podía formar parte de la composición de los cuerpos, o como un espacio, receptáculo y vehículo de emanaciones, o identificado como el *pneuma* de los estoicos, un espíritu que anida en los objetos, responsable de su crecimiento y su destrucción. Desde que a finales de la edad media se conocieron las propiedades y la composición de la pólvora, muchos pensadores (entre ellos Roger Bacon, Paracelso, etc) asociaron la explosión de ésta con el fuego y con los fenómenos metereológicos como el rayo y el trueno.

Estos temas preocupaban a la mayoría de los científicos del siglo XVII, período especialmente fructífero en las ciencias, heredero del movimiento renacentista, en el que se dieron cambios profundos tanto en los contenidos científicos como en el método de trabajo. La mayoría de los filósofos de la naturaleza de la llamada "Revolución Científica"

elaboraron o aceptaron de sus contemporáneos una nueva teoría de la constitución de la materia que viniera a sustituir el viejo esquema aristotélico, y en esta teoría habían de encajar los fenómenos mencionados.

En el ambiente de Oxford de la restauración monárquica de 1660 comenzó su formación científica el médico John Mayow y en 1674 publicó su *Tractatus Quinque Medico-Physici*, en el que expuso una teoría de la materia que relacionaba entre sí la combustión, la respiración y la explosión de la pólvora, así como otros muchos fenómenos.

Según Mayow, tanto la respiración como la combustión necesitan del aire, pero no se consume todo él, sino sólo la parte más activa de éste, el espíritu nitro-aéreo. Para que tengan lugar ambos fenómenos son necesarios dos tipos de partículas: las sulfurosas, proporcionadas por el combustible, y las nitro-aéreas, contenidas en el aire o en el nitro (nuestro actual nitrato potásico o sódico). Por esta razón, la pólvora puede estallar aun en ausencia de aire, pues el azufre y el carbón aportan las partículas sulfurosas, mientras que las partículas nitro-aéreas son aportadas por el nitro. Por otra parte, en la mayoría de combustibles, como por ejemplo el azufre común, las partículas sulfurosas están unidas a otras salinas y como consecuencia de la lucha entre sulfurosas y nitro-aéreas, las salinas quedan libres para unirse a las nitro-aéreas y formar los ácidos.

De la hostilidad entre partículas sulfurosas y nitro-aéreas deriva la mayoría de los cambios observables: el crecimiento y la destrucción de las plantas, la respiración de los animales, el fuego, los truenos y relámpagos, etc. El fuego resulta del movimiento de las partículas nitro-aéreas, puestas en agitación violenta por las sulfurosas, que las arrancan del nitro o del aire en que se encontraban ocultas. La respiración es una fermentación similar, pero más suave. El aire entra en los pulmones y las partículas nitro-aéreas pasan a la sangre, donde fermentan con las sulfurosas, produciendo el calor animal (Mayow, 1674).

El hecho de que Mayow atribuyese al aire dos componentes, de los cuales el más activo toma parte en las combustiones y el que este componente activo forme parte del ácido que resulta, hace inevitable el pensar que su teoría presenta cierta similitud con la explicación proporcionada por Lavoisier un siglo más tarde. Desde finales del siglo XVII hasta principios del siglo XX algunos científicos e historiadores recalcaron la similitud entre el espíritu nitro-aéreo y el oxígeno de Lavoisier. Las preguntas que surgieron a principios de este siglo fueron de dos tipos. La primera de ellas, si realmente las ideas de Mayow son precursoras de la teoría del oxígeno de Lavoisier. La segunda, si el trabajo de Mayow era realmente original o solamente una copia de varias de las ideas que circulaban en su tiempo.

Ninguna de estas preguntas tiene vigencia hoy. Como veremos, la concepción del mundo de Mayow es totalmente diferente de la que tenía Lavoisier, como lo es el contexto histórico en que surgieron sus teorías.

En cuanto a la segunda pregunta, es preciso reconocer que muchas de las explicaciones que Mayow proponía eran similares a las de otros científicos de su entorno, pero más adelante veremos que a diferencia de las explicaciones fragmentadas de otros, él ofreció una estructuración global de una serie de fenómenos, con aportaciones originales suyas. Hoy no tienen sentido ataques tan virulentos como el de T.S. Patterson (1931), al que siguió la defensa por parte de J.R. Partington (1951). En cambio, resultan mucho más estimulantes los trabajos de H. Guerlac (1954), A.G. Debus (1964) y W. Böhm (1963), que sitúan la obra de J. Mayow en su entorno social e intelectual.

El trabajo de Mayow tiene interés en sí mismo, sobre todo si se plantea un estudio del texto en todas sus dimensiones, no sólo en cuanto a su contenido, sino el tipo de lenguaje utilizado, la estructura global, en este caso claramente argumentativa y la relación con el contexto histórico en que surgió. En lo que sigue me referiré principalmente a un análisis del *Tractatus Quinque* y en especial al primero de sus cinco tratados, sobre la sal nitro y el espíritu nitro-aéreo.

### El contexto histórico

Conocemos poco de la vida de J. Mayow. Estudió en Oxford desde 1660 hasta 1670, en que se trasladó a Bath para ejercer la medicina. Interesado inicialmente por la fisiología, publicó en 1668 el *Tractatus Duo*, que principalmente se ocupaba del papel del aire en la respiración y, más tarde, más interesado por la química y por la filosofía corpuscular, publicó su obra más importante, el *Tractatus Quinque Medico-Phisici*, en 1664. Desde Bath viajó con frecuencia a Londres, donde se entrevistaba con R. Hooke, quien lo propuso como miembro de la *Royal Society*, poco antes de la muerte de Mayow en 1679.

Mayow vivió el ambiente intelectual de Oxford de la década de 1660. Así pues, es heredero de la tradición fisiologista que creó en esta ciudad W. Harvey, el cual residió en ella en la década de 1640, durante los años anteriores a la guerra civil. Asistió a las clases de T. Willis y debió conocer a R. Lower, también discípulo del mismo. En ese ambiente era común la preocupación por todo lo relacionado con la circulación de la sangre, el papel del aire en la respiración, el origen del calor animal y el movimiento de contracción muscular y eran frecuentes los experimentos de disección e incluso vivisección de animales, transfusiones de sangre, etc (Frank, 1980).

En este grupo se integró R. Boyle, que se instaló en Oxford en 1655. Antes había formado parte del *Invisible College* en Londres, en el que se promovía una tarea científica de experimentación compartida y de comunicación con otros grupos. Más tarde, la mayoría de estos grupos formarían parte de la *Royal Society*, pero, aun trasladados a vivir a Londres, volverían a Oxford con frecuencia y el laboratorio de Boyle, en el que trabajaron Hooke y Mayow, permaneció en esta ciudad.

Paralelamente a la tradición de medicina iatroquímica, que en ocasiones todavía utilizaba un lenguaje alquimista o paracelsiano, en Oxford surgió a partir de 1640 un interés por las obras de Descartes y de Pierre Gassendi. El primero describía el mundo en función de partículas de una misma materia inerte, cuyo movimiento era la causa de todos los cambios del mundo sensible. En cambio, para Gassendi, los átomos de materia, moviéndose en el vacío, estaban formados de materia diferente según la sustancia de que formaran parte, idea más apropiada para aplicar a las transformaciones químicas. Ambas ideas fueron bien recibidas en Inglaterra e influyeron en el surgimiento de la filosofía mecánico-corpuscular, de la que Boyle fue su principal exponente.

La mayoría de los iatroquímicos del siglo XVII aceptaban la idea paracelsiana de que la propiedad vital del aire era emanada de las estrellas y de que en el aire residía una especie de espíritu (o *Pabulum nitrosum*), responsable de la vida y del fuego, que unos tomaban como la misma sal nitro y otros como algo oculto en ella. Pero curiosamente eran capaces de adaptar estas ideas a las de una filosofía mecánico-corpuscular de la materia.

### El tipo de lenguaje utilizado

Los términos usados por un autor y la manera en que los utiliza pueden proporcionar una visión de su ideología. En un intento de analizar el tipo de lenguaje utilizado por Mayow, se han elegido los términos en función de su significado especial en la comprensión de su teoría, en la posible ambigüedad de los mismos y en la utilización que otros autores hacen de ellos. Después se han analizado en el contexto en que aparecen y así se han establecido las siguientes categorías:

-Términos que designan tipos de materia. Entre ellos encontramos los nombres genéricos (cuerpo, sal, sal ácido, álcali) y específicos (sal nitro, espíritu del nitro o del azufre, sal fija o volátil) usuales en la época y los nombres de lo que podemos considerar sustancias no aislables, los tres principios activos o fermentativos: el azufre (diferente del azufre común), la sal y el espíritu nitro-aéreo; en esta categoría también podríamos incluir la "materia sutil" (que Mayow sólo utiliza en hipótesis *ad hoc* e indica que es la citada por Descartes). Por último, el aire, la tierra y el agua, cuya misión es hacer de soportes o vehículos materiales de las partículas.

-Términos que hacen referencia a los cambios materiales. Junto a términos propios de operaciones químicas (fermentación, efervescencia, precipitación, etc) se encuentran términos animísticos, como fecundación, crecimiento, maduración, etc.

-Términos que hacen referencia a propiedades de las partículas. Son términos específicos para cada tipo de ellas. Así, las nitro-aéreas son calificadas de ágiles, sutiles, puntiagudas, ígneas, sólidas, cáusticas; las sulfurosas son más gruesas, blandas, moderadas, etc y las salinas secas y sólidas, pero por el impacto de las nitro-aéreas se rozan y desgastan y se vuelven flexibles y fluidas. En general, estas propiedades se corresponden con las propiedades macroscópicas de las sustancias.

-Términos que hacen referencia a las interacciones entre partículas. Podemos encontrar términos mecanicistas, como choque, impulso, movimiento violento (que es comunicado mediante el choque), roce, desgaste y otros de tipo animista o antropomórfico, como amor, afecto conyugal, odio, hostilidad, lucha, enemistad, etc. Sin embargo, en estos últimos podemos suponer un uso metafórico, pues precisamente se utilizan estas propiedades de tipo animista en el contexto de explicaciones mecanicistas de su comportamiento.

### Estructura semántica del texto

La macroestructura o estructura semántica del texto puede representarse por medio de mapas conceptuales. En ellos aparece un conjunto de proposiciones "clave" que relacionan entre sí los conceptos más importantes para entender el significado global del texto y a su vez proporcionan el esquema que el autor tiene del mundo.

En la figura 1 se ofrece un mapa conceptual simplificado del texto de Mayow. Está organizado en tres niveles: en la parte superior se encuentran los principios fermentativos, que forman parte de los cuerpos materiales y son responsables de su comportamiento. De ellos, el espíritu nitro-aéreo, el azufre y la sal son activos y a ellos corresponde cierto tipo de partículas (en el nivel medio), respectivamente, las nitro-aéreas, las sulfurosas y las

salinas. El agua y la tierra son principios pasivos y actúan como receptáculo o vehículo de las partículas.

En el nivel inferior se han colocado los tipos de materia o los cuerpos, constituidos por los diferentes tipos de partículas. Entre ellos tiene particular interés el nitro, sustancia clave para la teoría de Mayow, a la que dedica el primer tratado de los cinco del *Tractatus Quinque*. A ella dedica los primeros capítulos, primero para establecer su composición y después para proponer el mecanismo de su generación en la tierra. El nitro está formado por una sal ácida y una sal álcali, como resulta de su descomposición, que Boyle ya había realizado. Pero Mayow añade una novedad: el espíritu ácido del nitro está a su vez compuesto por dos tipos de partículas, las salinas y las nitro-aéreas. Por esta razón, el nitro deflagra en la llama y hace arder los combustibles en ausencia de aire, pues contiene en su espíritu ácido las mismas partículas que contiene el aire en el interior de las partículas aéreas.

El espíritu nitro-aéreo, procedente del aire, penetra en las profundidades de la tierra y golpea al azufre contenido en ella. El azufre (nombre genérico de cualquier combustible) contiene partículas salinas además de las sulfurosas; en la lucha de éstas con las nitro-aéreas, las partículas salinas son desgastadas y afiladas por los continuos choques y se vuelven más fluidas y flexibles, lo que les permite alojar a las nitro-aéreas en ellas y así ambas constituyen el espíritu del nitro (de esta manera puede obtenerse también cualquier ácido líquido por fermentación). Una vez formadas las nuevas partículas ácidas, se unen a las semillas de las sales fijas, las hacen madurar y se forma el nitro. Con este mecanismo Mayow explicaba la generación de una sustancia mineral en la tierra, sobre todo si ésta contenía residuos orgánicos; en aquella época era comunmente aceptada la idea de que los minerales se generaban y crecían al igual que los vegetales.

Como ha podido observarse, a pesar de las similitudes, la teoría de Mayow difiere profundamente de la de Lavoisier. Este centraba su atención en las sustancias y las combinaciones entre ellas; Mayow, en cambio, la centraba en los tipos de partículas y las interacciones entre ellas. Para Mayow, el mundo estaba organizado como un gran número de partículas moviéndose e interaccionando entre ellas. A estas partículas los principios fermentativos les conferían determinadas propiedades, actuando como focos de actividad. Para Lavoisier, el mundo estaba organizado como un conjunto de sustancias que se combinan entre sí para formar otras, de manera que la primera labor del químico consistiría en identificarlas, establecer claramente su composición y, en función de ello, describir el cambio material.

### La forma del texto

En contraste con las descripciones narrativas de los experimentos, propias de los trabajos de Boyle y los presentados en la *Royal Society*, el texto de Mayow presenta una estructura argumentativa, en la que se trata de persuadir a sus lectores de que los cambios que se dan en el mundo suceden según los mecanismos que él propone. En cada capítulo se plantea un nuevo fenómeno a explicar, diferente de los anteriores o como una ampliación de éstos y Mayow trata de hacer entender que puede extender sus explicaciones más allá de donde había llegado antes. Como prueba de sus hipótesis aporta la explicación que éstas

ofrecen de varios fenómenos naturales o de experimentos realizados por otros o por él mismo y llega a la conclusión de que su teoría es la más adecuada que puede encontrarse para interpretar todos ellos. La mayor fuerza argumentativa reside en la coherencia de todas sus explicaciones.

En esto difiere de los textos de Boyle, en los cuales la descripción del experimento, en ocasiones prolja en detalles, tiene un valor retórico en sí misma, pues se trata de dar fe de que los hechos suceden de una determinada manera, de establecerlos como "*matter of fact*", claramente demarcados de las conjeturas teóricas, que siempre se exponen como explicaciones plausibles, pero no las únicas posibles, de los hechos. Así, Boyle presenta su teoría corpuscular de la materia como un modelo adecuado, avalado por su simplicidad y su rango de aplicabilidad, pero siempre evitando el dogmatismo de atribuir propiedades concretas a las partículas de determinados cuerpos para interpretar las características de éstos. Mayow, en cambio, no duda en asignar unas características (sólidas, líquidas, rígidas, flexibles, etc) y un comportamiento peculiar a cada tipo de partículas constituyentes de las sustancias.

La originalidad del trabajo de Mayow reside en que ofrece la primera interpretación racional de todos los cambios que suceden en el mundo y los integra en un sistema de funcionamiento general de éste, de manera que construye un sistema similar al cartesiano; pero así como Descartes se centra en la explicación de los fenómenos físicos, Mayow se centra en la de los cambios químicos, aunque a veces amplíe su teoría a otros de tipo físico. Por ejemplo, la contracción que sufre el aire después de arder en él una vela (o respirar un animalito hasta su muerte) la atribuye a la disminución de elasticidad de las partículas aéreas al ser abandonadas por las nitro-aéreas y entonces ha de hacer a estas partículas responsables de la rigidez y elasticidad de los cuerpos.

#### La labor de síntesis de J. Mayow

Mayow toma como punto de partida en su texto las propiedades de esa sustancia maravillosa llamada nitro, que para muchos de los iatroquímicos y seguidores de Paracelso encierra la clave de los secretos del mundo. Pero él intenta desvelar estos secretos de manera racional, recurriendo a la experimentación y buscando la coherencia de las explicaciones y para ello centra su atención en una gran variedad de hechos conocidos por la mayoría de los científicos de su época:

- Se trata de una sustancia neutra, obtenida de dos antagónicas, un ácido y un álcali (por eso "*nace preparado para la lucha*", en palabras de Mayow).

- Uno de sus componentes, el espíritu del nitro, cáustico y de color rojo, tiene cierta similitud con el fuego y, además, disuelto en agua constituye el *aqua fortis*, capaz de disolver los metales.

- Es un buen fertilizante. Contribuye al crecimiento y generación de los seres vivos.

- Se encuentra en los suelos próximos a establos y mataderos y se regenera en ellos aun después de haber lixivado la tierra. Luego también puede estar relacionado con la corrupción de los seres vivos.

- Produce enfriamiento al disolverlo en agua. Luego puede estar relacionado con el frío, además de con el calor.

-Hace arder los combustibles de la pólvora, aun en ausencia de aire.

-La respiración necesita aire y podría ser una combustión más suave, en la que se genera el calor animal.

-En las combustiones se produce luz y calor, que también nos envía el sol con sus rayos.

-Los rayos y relámpagos se asemejan al estallido de la pólvora.

Todo lo anterior sugiere a Mayow que su espíritu vital (el espíritu nitro-aéreo), capaz de causar la vida y la destrucción, el rayo y el relámpago, se encuentra en el aire y proviene del sol, pero también está oculto en el interior del nitro, concretamente en su espíritu ácido.

Pero Mayow no sólo hace una síntesis de los hechos que otros anteriores o contemporáneos a él han intentado interpretar separadamente, sino que para ello construye un esquema al que añade todos los hechos que puedan encajar en él (los vientos, la nieve, las fuentes termales, los fenómenos fisiológicos, la rigidez y elasticidad de los cuerpos, etc) y en este esquema puede observarse un sincretismo de las más importantes corrientes filosóficas y científicas de su época.

-Por un lado, la filosofía experimental, propia del trabajo en equipo que era común entre los científicos de Oxford y los miembros de la *Royal Society*, si bien Mayow integraba los experimentos en el texto teórico y los presentaba como argumentos.

-La tradición iatroquímica, con rasgos todavía del neoplatonismo remacentista, como las emanaciones astrales y la visión animista de la naturaleza y de algunas ideas de Paracelso, como los tres principios activos de la materia. No hay que olvidar que Mayow describía la regeneración del espíritu nitro-aéreo en el aire (consumido en la respiración y la combustión) como una circulación macrocósmica, análoga a la de la sangre en el microcosmos humano.

-Por último, el trabajo de Mayow se integra en una concepción mecánico-corpúscular de la materia, heredera de las ideas cartesianas y atomistas, que en el Reino Unido se aceptan en una versión ligeramente modificada, en la cual, huyendo de los peligros teológicos de un mecanicismo ortodoxo, que sólo considera partículas de materia inerte en movimiento, se admite la posibilidad de alguna actividad espiritual o focos de actividad que residen en ella (Henry, 1986).

Una vez reconocida la importancia de la obra de Mayow, no queda sino hacerse la siguiente pregunta: ¿por qué la química no siguió desarrollándose en la dirección marcada por Mayow y hubo de esperar a la era del flogisto para llegar a la revolución de Lavoisier? Pero éste sería un tema para otro trabajo y en éste sólo puede esbozarse alguna hipótesis. Por una parte, es posible que el lenguaje animista que utilizó Mayow no se encontrara adecuado unos años después, cuando Newton lo sustituyó por otro más moderno en función de fuerzas atractivas y repulsivas. Pero por otra parte, este corpúscularismo que dominaba la química en Inglaterra en el siglo XVII y principios del XVIII no tuvo aplicación directa al estudio de la misma al no poder obtener ninguna contrastación experimental de estas ideas. Quedaba mucho por avanzar en cuanto a la investigación de las sustancias y en este terreno fue Alemania y la química del flogisto la que se impuso.

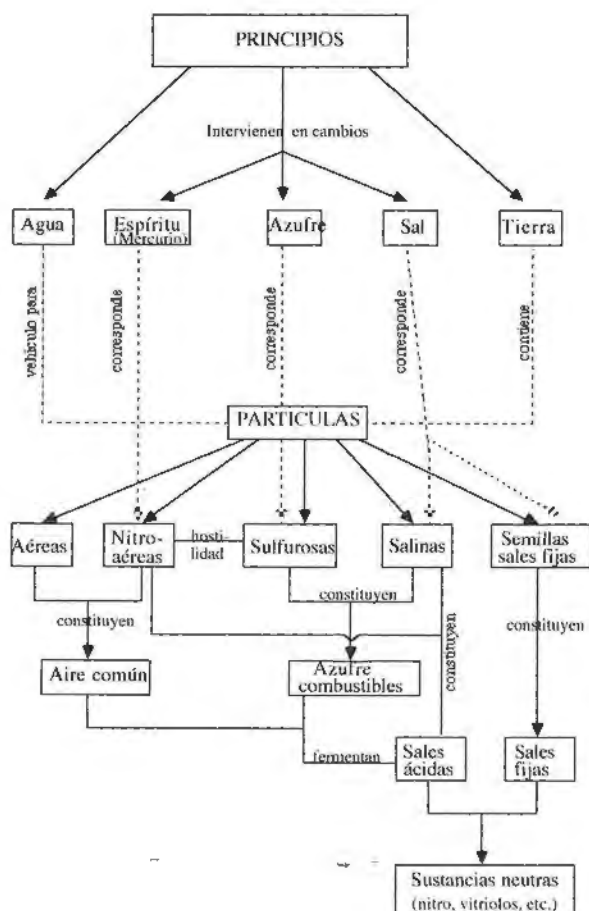


Figura 1

## Bibliografía

- BÖM, W. (1963), "John Mayow and his contemporaries", *Ambix*, XI, 105-120.
- DEBUS, A.G. (1964), "The Paracelsian aerial niter", *Isis*, 55, 43-59.
- FRANK, R.G. (1980), *Harvey and the Oxford Physiologists*, University of California Press.
- HENRY, J. (1986), "Occult qualities and the experimental philosophy: active principles in pre-newtonian matter theory", *Hist. of Sc.*, XXIV, 335-381.
- MAYOW, J. (1674), *Tractatus Quinque Medico-Phisici*, Oxonii. Existe traducción al inglés, *Medico-Physical Works*, por The Alembic Club, 1957, E&S Livingstone LTD.
- PARTINGTON, T.S. (1956), "The life and work of John Mayow", *Isis*, 47, 227-230 y 405-417.
- PATTERSON, T.S. (1931), "John Mayow in contemporary setting. A Contribution to the History of the Respiration and Combustion", *Isis*, 15, 47-96 y 504-546.