

# Revolución química

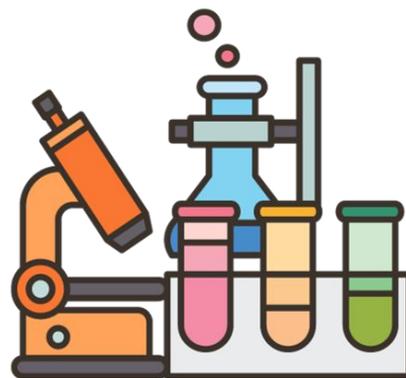
Del flogisto al oxígeno

Historia de la ciencia  
2024

## Aspectos historiográficos

Por lo general, se la considera una revolución menor comparada con la revolución newtoniana.

Hasta mediados del siglo XX poco estudiada por parte de la historia de la ciencia.

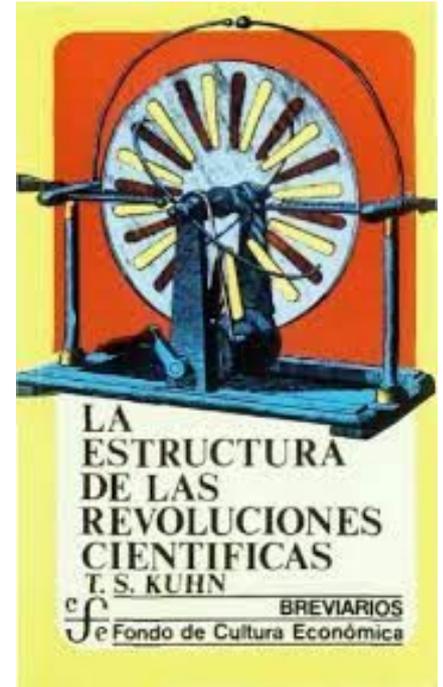


# Aspectos historiográficos

**Thomas Kuhn** - 1962 - *La estructura de las revoluciones científicas*

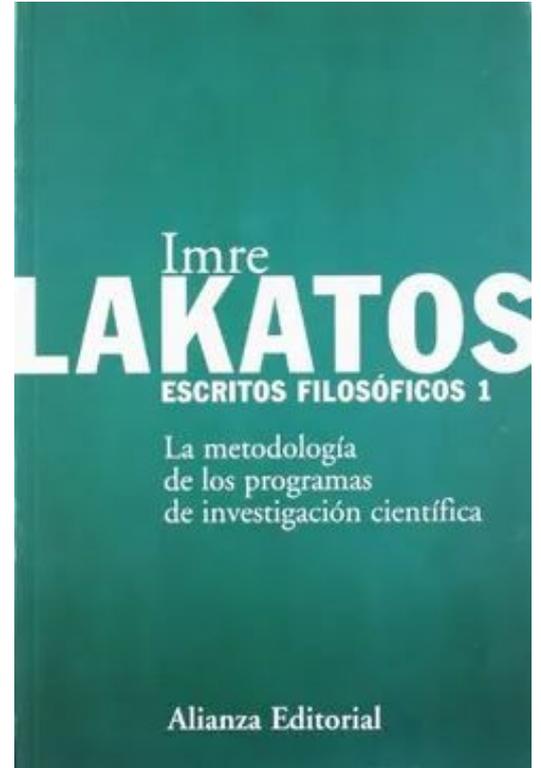
La revolución química es presentada a la par que la revolución newtoniana o copernicana.

A partir del análisis histórico, la revolución química toma especial relevancia como caso de estudio, de elección de teorías y de cambios revolucionarios.



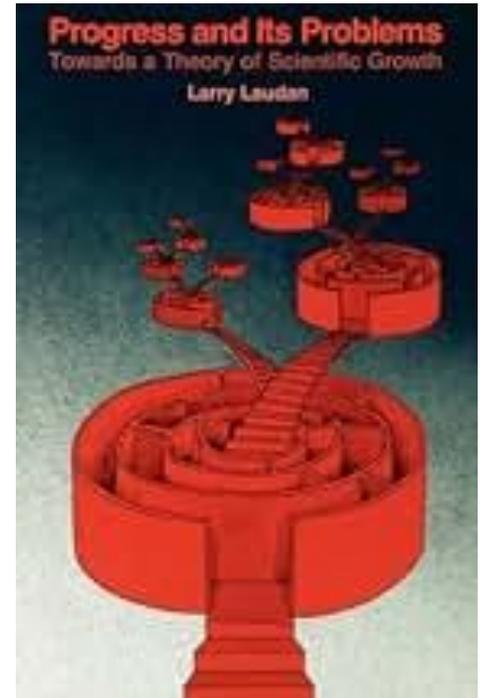
# Aspectos historiográficos

**Imre Lakatos** - 1978 - *La metodología de los programas de investigación*



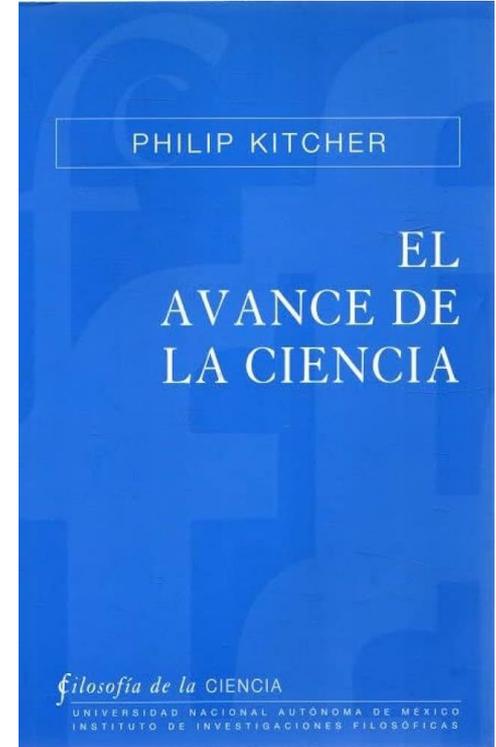
# Aspectos historiográficos

**Larry Laudan** - 1977 - *El progreso y sus problemas.*  
*Hacia una teoría del crecimiento*



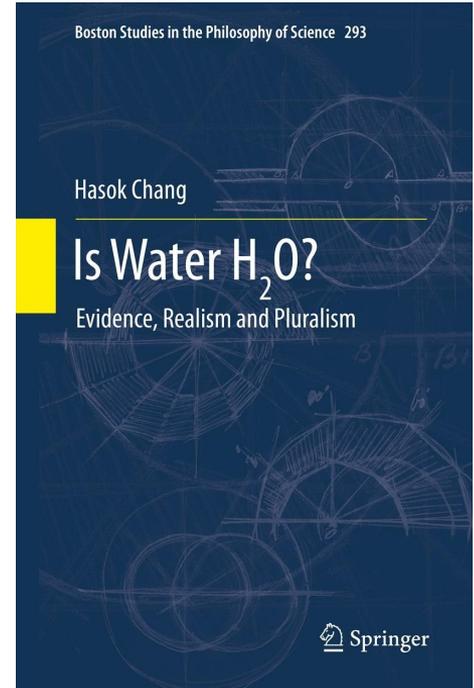
# Aspectos historiográficos

**Philip Kitcher** - 1993 - *El avance de la ciencia*



# Aspectos historiográficos

**Hasok Chang** - 2012 - *Is Water H<sub>2</sub>O? Evidence, Realism and Pluralism*



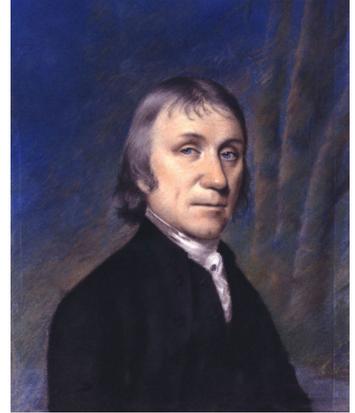
# Aspectos epistemológicos

## Transición Priestley-Lavoisier

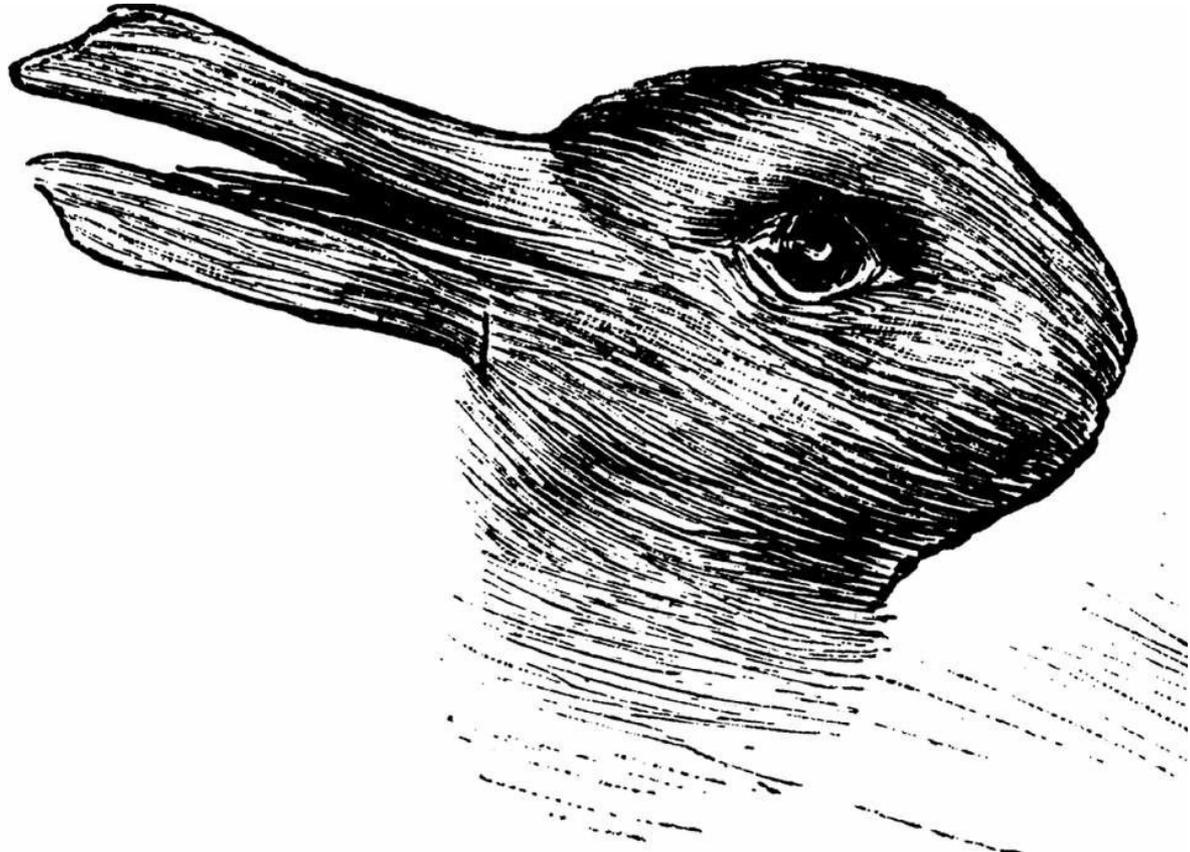
Usualmente tomado como caso paradigmático de cambio perceptual (Gestalt).

**N. R. Hanson (1958):** misma experiencia visual / diferentes experiencias perceptuales.

**T. Kuhn (1962):** cambio de gestalt / cambio de mundo.



# Aspectos epistemológicos

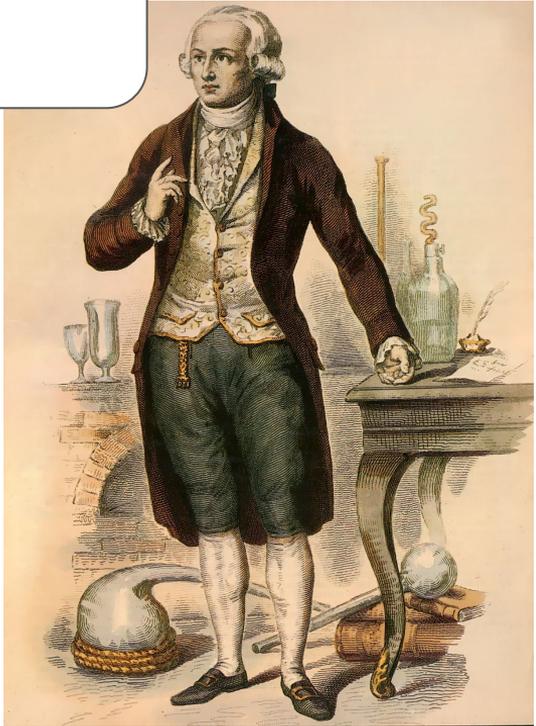


# Aspectos epistemológicos



Aire  
desflogistizado

A portrait of Joseph Priestley, an English chemist and physicist, shown from the chest up. He has dark hair and is wearing a dark coat over a white cravat. A speech bubble is positioned to his right, containing the text 'Aire desflogistizado'.



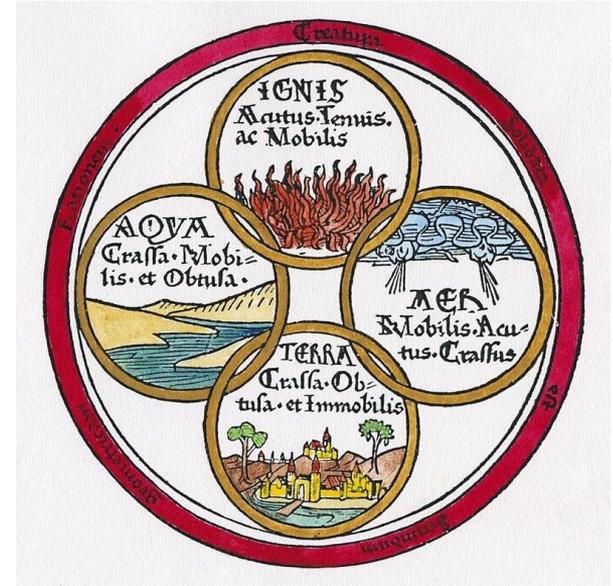
Oxígeno

A full-length illustration of Antoine Lavoisier in a laboratory setting. He is wearing a brown coat, a white cravat, and green breeches. He stands next to a table with various scientific apparatus, including a retort, a flask, and a balance scale. A speech bubble is positioned to his left, containing the text 'Oxígeno'.

**Pero antes...**

# Platón - El Timeo

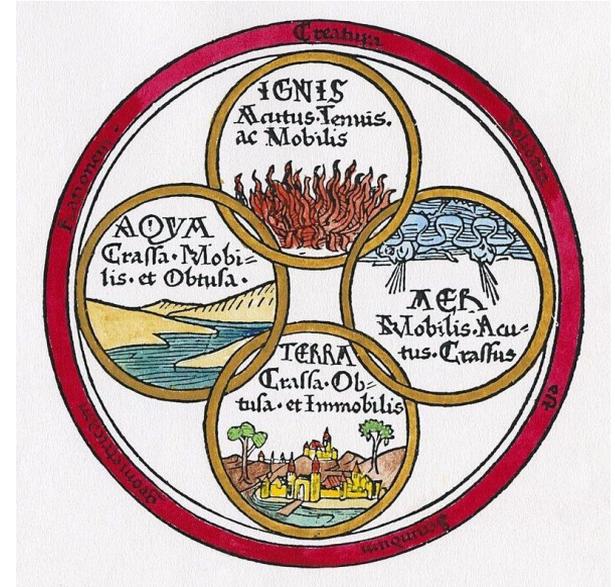
Cuatro elementos que conforman el mundo:  
**fuego, tierra, agua y aire.**



# Aristóteles

Cuatro elementos que conforman el mundo:  
**fuego, tierra, agua y aire.**

**Elementos irreductibles + Éter**



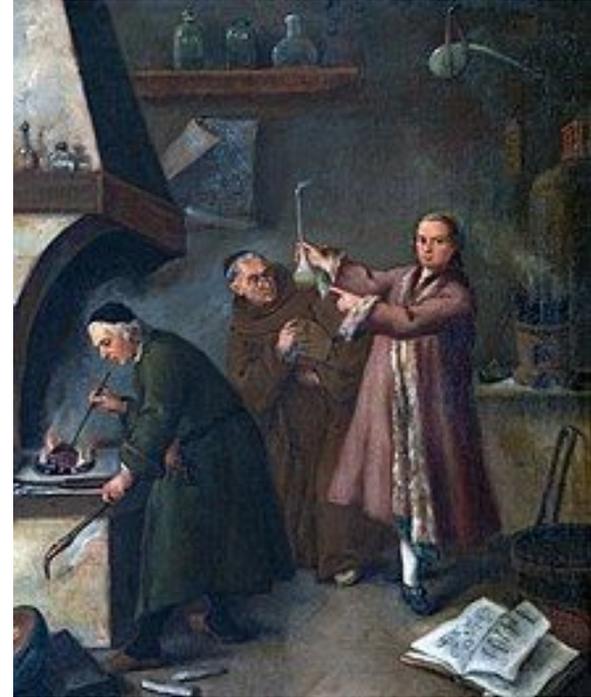
# Alquimia

## Siglo XVI y XVII.

Avanzan en destilación, sublimación de metales, obtención de dióxidos, sales alcoholes.

A medida que se complejiza la investigación sobre la naturaleza de los elementos, se alejan de estas teorías.

Logran analizar más metales y más compuestos. Resulta difícil afirmar que solo existen 4 elementos.



# Teoría del Flogisto

Encontrar una explicación al mecanismo de la acción del fuego sobre las sustancias.

Fenómeno por el que los materiales combustibles como el carbón o el azufre ardían desprendiendo llamas y calor, y los metales se transformaban en sustancias completamente diferentes: “cales” (actuales óxidos metálicos).

**Johann Becher - 1669** - existencia en el interior de las materias de una tierra inflamable (*terra pinguis*), que explicaba la combustibilidad.



# Teoría del Flogisto

## Georg Stahl (1660-1734).

En alemania 1680, termina de expulsar a la alquimia de la ciencia. Importancia en Inglaterra. Vive aproximadamente un siglo. Tradición predominante en la química.

Todos los metales y los cuerpos combustibles contenían un principio común, el flogisto (del griego “llama”), idéntico en todos, que se eliminaba durante la combustión o calcinación.



# Teoría del Flogisto

Podía transmitirse de un cuerpo a otro, porque unas sustancias eran ricas en él, y otras, escasas.

Así las “cales”, pobres en flogisto, se transformaban en metales si captaban el flogisto proveniente de sustancias ricas en ese principio, como el carbón de leña, el aceite, etc., calentadas junto a ellas.

La reacción que se producía era:



# Teoría del Flogisto

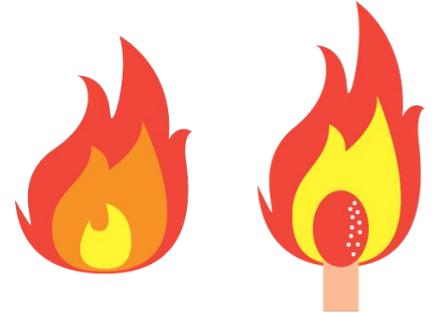
**Química del flogisto:** estudio de la combustión y sus procesos. La combustión, en los metales específicamente.

¿Qué es lo que ocurre cuando calentamos un metal?

Habían observado que es posible que durante la combustión, al tomar una barra de metal oxidado (un trozo de hierro oxidado, dióxido), si es expuesta a una temperatura muy alta pierde el óxido y recuperamos el metal.

Se explicaba postulando la existencia del flogisto. Especie de principio de combustibilidad de los cuerpos, lo que permite la combustión, que posibilita que el cuerpo pueda arder.

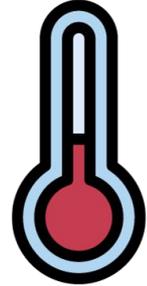
Explica la transformación de los metales la formación y sus respectivos óxidos.



# Teoría del Flogisto

Tengo óxido de mercurio, lo caliento, se libera un vapor y se obtiene mercurio nuevamente.

Ese vapor que se liberó es el flogisto. La combustión libera el flogisto y es lo que permite el pasaje del dióxido al metal. Es liberado por los metales, cuando se hace el proceso inverso, proceso de oxidación, se podía explicar mediante la absorción del flogisto que estaba en el aire.



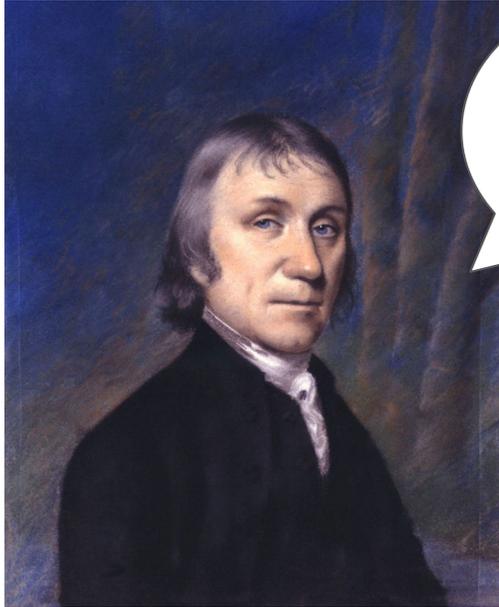
# Teoría del Flogisto

Proceso de oxidación se explica por la liberación o absorción del flogisto.

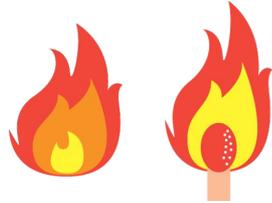
Cuando se calienta un metal y se oxida es porque liberó flogisto, cuando lo desoxidamos es porque absorbió flogisto.



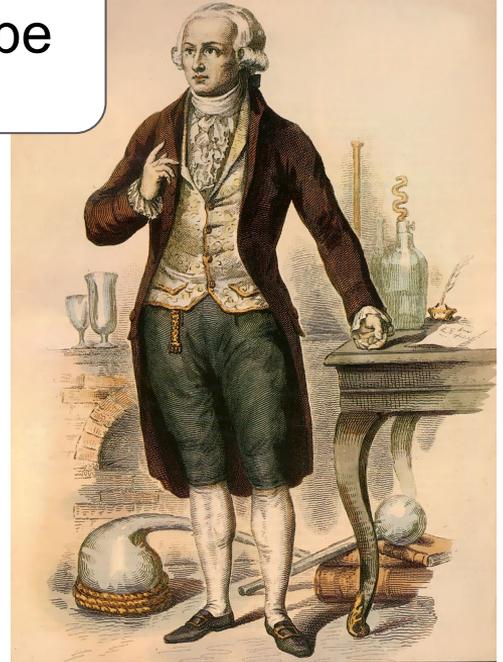
# Teoría del Flogisto



Libera



Absorbe



La combustión es un proceso en el cual se libera algo, mientras que para Lavoisier es un proceso por el cual se absorbe algo.

# Teoría del Flogisto

Teoría con ciertos problemas pero que explicaba bien casi todas las reacciones.

**Problemas:** el hecho de que los metales aumentaran de peso durante la calcinación, a pesar de que durante ese proceso se perdía flogisto, se justificaba admitiendo para dicha sustancia un peso negativo.



# Teoría del Flogisto

Química neumática: **cuba neumática**

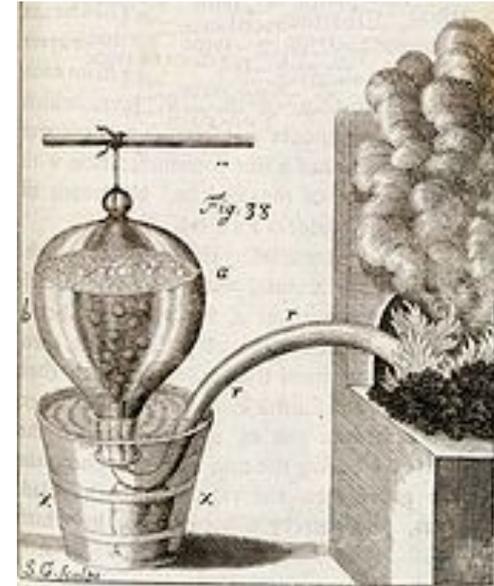
**1727** - Stephen Hales crea la cuba neumática, en adelante se utilizará para aislar gases.

**1754** - Joseph Black, obtiene "aire fijo" (dióxido de carbono).

**1766** - Henry Cavendish, obtiene "aire inflamable" (hidrógeno).

**1770** - Carl Scheele, obtiene "aire fijo".

**1772** - Joseph Priestley, obtiene "aire nitroso" (óxido nítrico).



**Consenso generalizado sobre la utilización de la cuba**

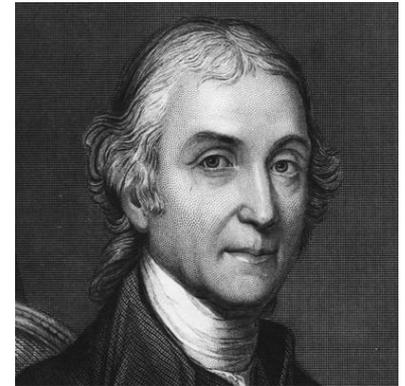
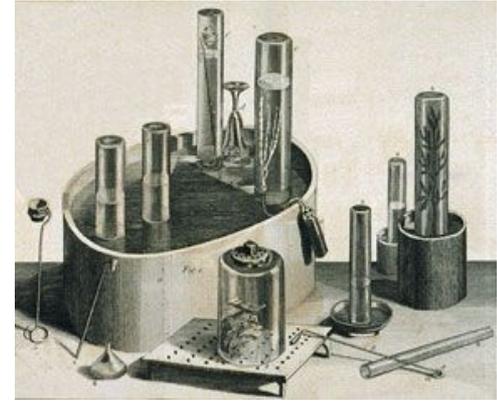
# Los avances de Priestley: aire desflogistizado

**1774** - Priestley realizó experimento consistente en calentar óxido de mercurio, exponiendo la escoria de mercurio a la luz del sol con un lente de 12 pulgadas mediante una variedad sofisticada de la cuba.

Óxido se deposita en campana de vidrio que contenía mercurio, que a su vez se colocaba de forma invertida en una cámara neumática, lo que permitía recoger el gas emanado de la mezcla.

El óxido absorbía flogisto del aire, por lo que el gas resultante debía ser el resto de aire que no contenía flogisto.

El gas obtenido de esta forma era respirable, insoluble en agua y permitía la combustión: '**aire desflogistizado**'. Tipo de aire más puro, esto es con menor cantidad de flogisto.



# Revolución química: aportes de Lavoisier

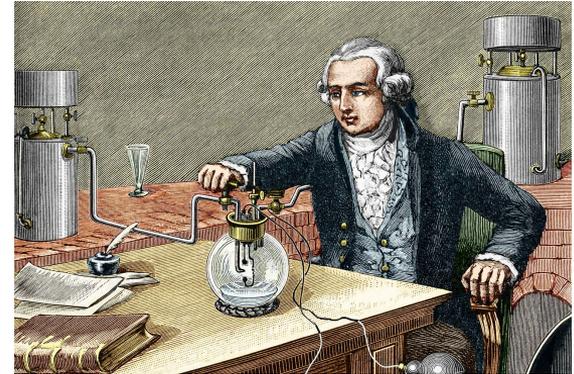
**Antoine Lavoisier** (1743-1794) químico, biólogo y economista francés.

**1772** - Repite experimentos de Priestley.

El aumento de peso no era una pérdida de flogisto, sino la ganancia de algo, que todavía se tenía que descubrir en qué consistía, pero que estaba relacionado de alguna manera con el aire atmosférico.

Gas obtenido por Priestley podía explicar que los metales ganaran peso al ser calcinados absorbiendo el gas como consecuencia de la combustión.

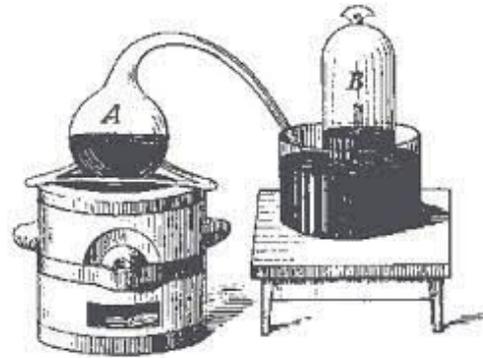
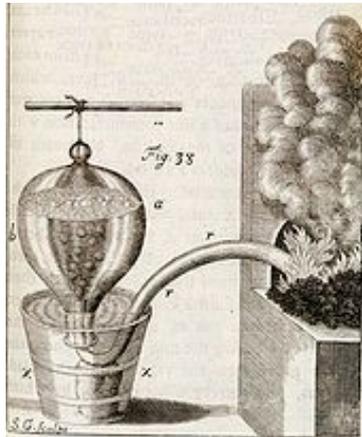
No pretende desbancar la teoría del flogisto, sino completarla, no estaba preocupado por la combustión en sí, sino por la formación del producto de la reacción.



# Revolución química: aportes de Lavoisier

*Me he propuesto repetirlo todo con nuevas precauciones, a efectos de acoplar nuestro conocimiento del aire, que se combina o que es liberado de las sustancias... (Lavoisier, carta a la Academia francesa de ciencias, 1772).*

**Continuidad metodológica en el uso de la cuba neumática.**



## Lavoisier: carta lacrada a la Academia

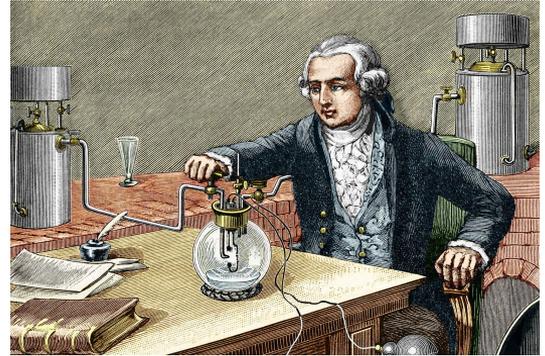
He descubierto que el azufre al arder, lejos de perder su peso, le ocurre lo contrario; es decir, que de una libra de azufre se puede obtener mucho más que una libra de ácido vitriólico [sulfúrico], abstracción hecha de la humedad del aire; al igual que con el fósforo: este aumento de peso proviene de una cantidad prodigiosa de aire que se fija durante la combustión y que se combina con los vapores. Este descubrimiento... me hace pensar que lo que se observa en la combustión del azufre y del fósforo podía muy bien tener lugar en todos los cuerpos que adquieren peso por la combustión y la calcinación; y estoy persuadido de que el aumento de peso de las cales metálicas [óxidos metálicos] tiene la misma causa. La experiencia ha confirmado totalmente mis conjeturas; he hecho la reducción del litargirio [óxido de plomo (II)] en recipientes cerrados, con el aparato de Hales, y he observado que se desprendía, en el momento en que pasaba la cal a metal, una cantidad considerable de aire que formaba un volumen mil veces mayor que el de la cantidad de litargirio empleada.

# Revolución química: aportes de Lavoisier

**On the nature of the principle which combines with metals during their calcination and increases their weight (1775)**

El principio que se combina con los metales durante su calcinación, que aumenta su peso y es constitutivo del estado de cal, no es otra cosa que la más salubre y pura porción de aire.

La mayoría de las cales metálicas no pueden ser reducidas, esto es, vueltas al estado metálico, sin el contacto intermedio de un material carbónico o de cualquier otra sustancia que contenga lo que llamamos flogisto.

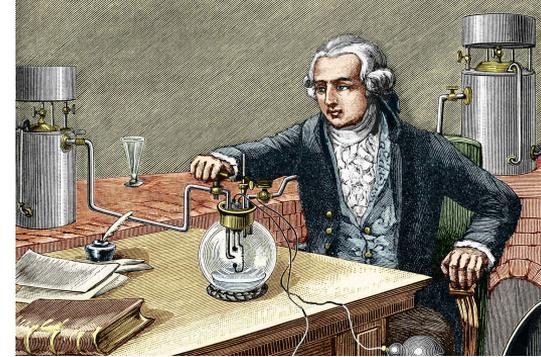


# Revolución química: aportes de Lavoisier

**1777** - Critica directamente la química del flogisto, en la lectura de “On the Combustion of Candles in Atmospheric Air and Dephlogisticated Air”.

Utiliza la expresión ‘aire desflogistizado’ no solo con propósitos críticos sino también para ilustrar sus propios resultados. También en la exposición de las consecuencias de los experimentos:

“La acción de la combustión está confinada a la porción de aire puro o desflogistizado, que forma la cuarta parte restante del aire atmosférico”



# Revolución química: aportes de Lavoisier

***General considerations on the nature of acids and on the principles composing them***

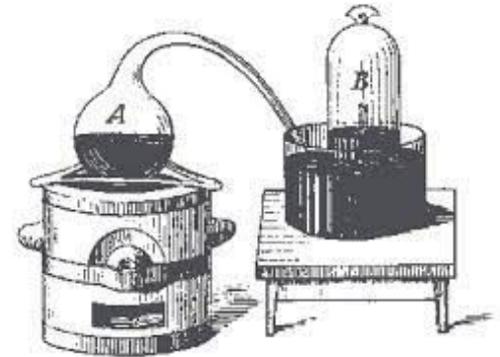
(escrita 1777, leída 1779, publicada 1781)

*Debo por tanto llamar al aire desflogistizado o aire más apto para la respiración, cuando está en un estado de combinación o fijeza, con el nombre de "principio acidificante" o si uno prefiere el significado del nombre griego, "principio de oxígeno".*

*Elements of chemistry* (1779): "oxígeno" reemplaza a "aire desflogistizado"

El aire no es un elemento sino una mezcla de oxígeno con otros gases.

Los óxidos no son elementos sino el resultado de la absorción de oxígeno por lo metales.



# La revolución química: transición

## Continuidad:

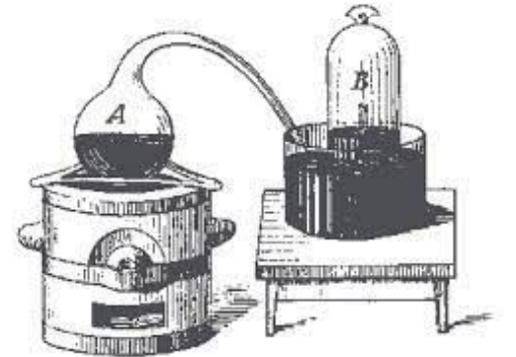
Diseño experimental (cuba neumática, calcinación, reducción).

Procedimientos de medición (balanza, termómetro).

Resultados empíricos (diferencias de peso, aislamiento de gas).

De 1775 a 1777 Lavoisier mantiene el término "aire desflogistizado".

Introduce "oxígeno" y su marco conceptual años después de su trabajo con el aire puro.



# La revolución química: transición

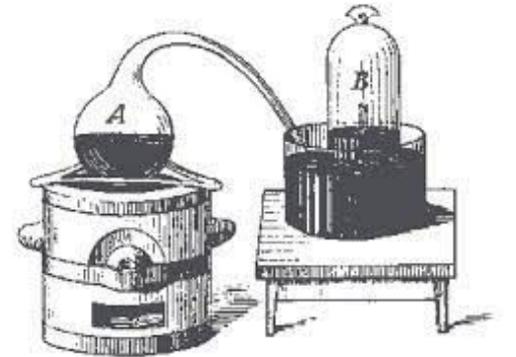
## Priestley y Lavoisier:

Aceptan los mismos criterios metodológicos.

Realizaron los mismos experimentos.

Alcanzaron los mismos resultados.

Durante 1772-1775 ven lo mismo.



## TABLA DE LAS SUBSTANCIAS SIMPLES.

	Nombres nuevos.	Nomb. antiguos á q̄ corresponden.
Substancias simples que pertenecen á los tres reynos, y que pueden mirarse como elementos de los cuerpos . .	Luz . . . . .	Luz. Calor. Principio del calor. Fluido igneo. Fuego. Materia del fuego y del calor.
	Calórico . . . . .	
	Oxígeno . . . . .	Ayre deslogisticado. Ayre empíreal. Ayre vital. Base del ayre vital.
	Azoeto . . . . .	Gas flogisticado. Mofeta. Base de la mofeta.
	Hidrógeno . . . . .	Gas inflamable. Base del gas inflamable.
Substancias simples no metálicas oxidables y acidificables.	Azufre . . . . .	Azufre.
	Fósforo . . . . .	Fósforo.
	Carbon . . . . .	Carbon puro. Desconocido.
	Radical muriático.	Desconocido.
	Radical fluórico . .	Desconocido.
	Radical borácico . .	Desconocido.
	Antimonio . . . . .	Antimonio.
	Plata . . . . .	Plata.
	Arsénico . . . . .	Arsénico.
	Bismuto . . . . .	Bismuto.
Substancias simples metálicas oxidables y acidificables.	Cobalto . . . . .	Cobalto.
	Cobre . . . . .	Cobre.
	Estaño . . . . .	Estaño.
	Hierro . . . . .	Hierro.
	Alabandina . . . . .	Alabandina.
	Mercurio . . . . .	Mercurio.
	Molibdeno . . . . .	Molibdena.
	Níquel . . . . .	Níquel.
	Oro . . . . .	Oro.
	Platina . . . . .	Platina.
Substancias simples terrenas solificables.	Plomo . . . . .	Plomo.
	Volfrán . . . . .	Volfrán.
	Zink . . . . .	Zink.
	Cal . . . . .	Tierra calcárea, cal.
	Magnesia . . . . .	Magnesia, base de la sal de Epsom.
	Barita . . . . .	Barita, tierra pesada.
	Alumina . . . . .	Alumina, tierra del alumbre, base del Querciz.
Sílica . . . . .	Tierra silicea, tierra vitrificable.	

