



1 H	Sólido					Líquido					Gas					Sintético					2 He
3 Li	4 Be	TABLA PERIODICA DE ELEMENTOS										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne				
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar				
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
55 Cs	56 Ba	57 La*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn				
87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Uut	114 Uug		116 Uuh		118 Uuo				
Lantánidos*			58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu					
Actínidos**			90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr					

De los 4 a los
116 elementos
(Breve historia de la química)

Índice:

- 1- Introducción.
- 2- Alquimia En Grecia (El Comienzo de la Química).
- 3- Alquimia Árabe.
- 4- Alquimia Europea en la Edad Media.
- 5- La Revolución Científica.
- 6- El Fin de los Antiguos Elementos (Agua, Tierra, Aire y Fuego).
- 7- La Teoría del Flogisto.
- 8- Lavoisier. "El padre de la química"
- 9- La Teoría Atómica
- 10- Descubrimientos con electricidad
- 11- Símbolos y pesos
- 12- La Tabla Periódica
- 13- Conclusión

1 - Introducción:

La búsqueda de los elementos por los cuales están formadas las cosas y cómo se relacionan entre sí para dar lugar a todo lo que conocemos, se podría decir que es el origen de lo que hoy llamamos química, aunque a lo largo de los años el concepto de química se ha ido haciendo algo muchísimo más complejo que esta simple idea. Así pues podríamos decir que el origen de la química está en la Alquimia; y los primeros en hablar de elemento fueron los griegos, donde comenzó la historia de la química.

2 - Alquimia Griega (El Comienzo de la Química)

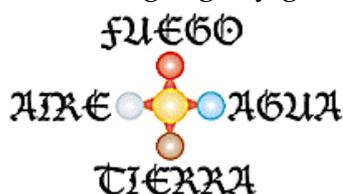
2.1 - Los elementos griegos:

El pensamiento alquímico de la antigua Grecia se basó en teorías y especulaciones, muy pocas veces en la experimentación.

Tales de Mileto (624 a.C.- 548 a.C.) fue el primer filósofo griego, y también el primero en querer saber “de qué están hechas las cosas”. Tales poseía la clase de mente que se ocupa de todo, y con brillantes resultados; Como científico, realizó grandes descubrimientos en el campo de las Matemáticas y la Astronomía. Para él resultaba la cosa más natural del mundo suponer, que si se rompen todas las cosas hasta su última naturaleza, se encontraría que todas ellas estaban formadas por una sustancia simple, es decir, de un elemental bloque de construcción.

La palabra “elemento” procede de la palabra latina *elementum*. Nadie conoce el origen de esta palabra latina. Una teoría sobre su origen, es que los romanos puede ser que dijeran de algo que era “tan sencillo como L-M-N”, de igual forma que nosotros decimos “fácil como A-B-C”. De cualquier forma, *elementum* llegó a significar algo simple con lo que está hecha las cosas complejas.

Durante mucho tiempo otros filósofos griegos pensaron que el universo estaba formado por un elemento principal, de donde partía todo lo demás (Aximandro pensó en el agua, Anaxímenes en el aire y Heráclito en el fuego). Hasta que un discípulo de Pitágoras llamado **Empédocles** (Agragas, Sicilia, 484 a.C.- 424 a.C.), apareció con una proposición que combinaba las anteriores, el universo no estaba hecho de un solo elemento básico, sino de la combinación de cuatro: Tierra, Agua, Aire y Fuego, que representaban respectivamente, lo sólido, lo líquido, lo vaporoso y la mutabilidad. Por ello, nada es verdaderamente destruido, sino sólo transformado en otra combinación. Esta idea fue captada por los filósofos griegos y gozó de gran popularidad entre ellos.



Años más tarde **Aristóteles** (384 a.C. - 322 a.C.), (considerado como un hombre enciclopédico, ya que contribuyó con ideas originales a cada rama de la ciencia de su tiempo) sobre la noción de Empédocles referente a los cuatro elementos edificó una teoría general acerca de la naturaleza de todo el Universo. Sugirió entre otras cosas que cada elemento ocupaba su propio lugar natural en el plan general. Así, la Tierra pertenecía al centro del Universo; en torno de su núcleo se encontraban las aguas de los océanos; a su vez una capa de aire envolvía a la Tierra y los océanos; y más allá de la atmósfera se encontraba el reino natural del fuego. También decía que cada elemento buscaba su propio nivel. Aristóteles decidió que, las estrellas en los cielos, debían de pertenecer a una categoría completamente diferente, ya que a diferencia de la materia de la Tierra parecían inmutables y eternas, además de moverse en una esfera fija sin caerse. De este modo inventó un quinto elemento, del cual creía que estaba compuesto todo el universo exterior a la Tierra, al que llamó "éter", más tarde los filósofos lo llamarían "quintaesencia". Recibió dicho nombre porque creían que éste elemento era perfecto.

Aristóteles también observó que lo frío y lo caliente, lo húmedo y lo seco, parecían ser propiedades fundamentales de los elementos. Pero eran susceptibles de ser cambiados y al alterar las propiedades de algún modo se podía cambiar un elemento en otro. Esta noción, constituyó un destello que condujo a la Química.

2.2 – Los alquimistas griegos

Algunos años más tarde con la expansión de Grecia, vieron como los egipcios trataban ciertas piedras para obtener metales de ellas, a este arte de tratar los materiales para cambiar sus naturaleza los griegos lo llamaron *chemia* (algunos pueblos piensan que significa "magia negra"). Más tarde cuando los árabes conquistaron Egipto pusieron a *chemia* el prefijo *al-* por lo que la palabra se convirtió en *alchemia*, y con el tiempo en español alquimia.

Los primeros artesanos de los metales, tintes y otras sustancias mantuvieron sus técnicas en secreto, a fin de conseguir un monopolio sobre sus productos. Esto se añadió al misterio que rodeaba a la alquimia. De hecho al principio, la alquimia era casi una religión y Egipto el dios de la Alquimia era Tot mientras que en Grecia fue Hermes.

El primer escritor griego sobre alquimia del que conocemos algo es **Bolos Demócrito** (Abdera, hoy desaparecida, actual Grecia, 460 a.C. - 370 a.C.). Trató de combinar el conocimiento práctico de los egipcios con las teorías de Aristóteles. Él sabía que ciertos tratamientos pueden cambiar los metales de color, así descubrió una manera de hallar un color parecido al oro, y razonó que el primer paso para formar el color del oro llegaría hasta formar el mismo oro, y dado que el plomo como el oro según Aristóteles estaban formados por los mismos elementos, debía de poder transformarse el plomo en oro cambiando sus proporcionalidades. Demócrito empezó a experimentar con toda clase de recetas para convertir el oro en plomo. Éste fue el comienzo de un esfuerzo de más de dos mil años para llegar a la transmutación de los metales. La idea fue adoptada con un entusiasmo tal, que en unas pocas fechas como es el 300 a.C. un alquimista llamado Zoísmo escribió una enciclopedia de alquimia de 28 volúmenes.

Demócrito también fundó la doctrina atomista, que concebía el universo constituido por innumerables corpúsculos o átomos sustancialmente idénticos, indivisibles («átomo» significa, en griego, inseparable), eternos e indestructibles, que se encuentran en movimiento en el vacío infinito y difieren entre sí únicamente en cuanto a sus dimensiones, su forma y su posición.

La inmutabilidad de los átomos se explica por su solidez interior, sin vacío alguno, ya que todo proceso de separación se entiende producido por la posibilidad de penetrar, como con un cuchillo, en los espacios vacíos de un cuerpo; cualquier cosa sería infinitamente dura sin el vacío, el cual es condición de posibilidad del movimiento de las cosas existentes. Todo cuanto hay en la naturaleza es combinación de átomos y vacío: los átomos se mueven de una forma natural e inherente a ellos y, en su movimiento, chocan entre sí y se combinan cuando sus formas y demás características lo permiten; las disposiciones que los átomos adoptan y los cambios que experimentan están regidos por un orden causal necesario. En el universo, las colisiones entre átomos dan lugar a la formación de torbellinos a partir de los que se generan los diferentes mundos, entre los cuales algunos se encuentran en proceso de formación, mientras que otros están en vías de desaparecer.

Casi todas las teorías alquímicas son consideradas hoy en día como un conjunto de desatinos. Pero en su momento se tomaron tan en serio, que el emperador romano Diocleciano mandó destruir todos los libros de alquimia, ya que si todo el mundo era capaz de fabricar oro, se arruinaría el sistema monetario del Imperio. Debido a dicha destrucción es por lo que hoy conocemos tan poco de la alquimia griega.

En el siglo V Constantinopla fue la sucesora de Alejandría en ser la sede del saber griego, ya que los cristianos la destruyeron. El único alquimista destacable durante este tiempo en Constantinopla fue **Calinico**, que inventó el “fuego griego”, una mezcla cuyas sustancias se ha perdido. Sus propiedades eran que ardía con el contacto con el agua, especialmente en mar, lo que les sirvió para alejar flotas invasoras.

3 – Alquimia árabe (Islam y elixires)

En el siglo VII, la mayor parte de la mitad oriental del Imperio Romano, incluyendo Siria y Egipto, había caído en manos de la nueva religión del Islam, tomando Alejandría en el 640 d.C. Los árabes fueron conquistados por la tradición del saber griego, ya que eran más receptivos al conocimiento pagano que los cristianos, por lo que preservaron la filosofía natural griega.

El primer alquimista árabe del que tenemos antecedente es **Yalib ibn Yazid** que vivió del año 660 al 704. No obstante el fundador más importante de la alquimia árabe fue **Yabir**. Fue funcionario alquimista en la Corte. A él se le atribuyen muchos libros y tratados; tantos, que es posible que algunos de ellos fueran escritos por otras personas que pusieron el nombre del famoso alquimista para atraer la atención hacia sus obras.

Yabir fue un alquimista muy cuidadoso. Escribió las fórmulas para producir un gran número de nuevos materiales. Además, no estaba satisfecho con la noción de que todas las sustancias estuviesen compuestas de los cuatro elementos. Aparte de esto, Yabir consideraba el hecho de que los metales y los metaloides poseían propiedades muy diferentes. Decidió que los metales debían de contener algún principio especial, el cual cuando se le añadía a la tierra en diferentes proporciones, producía diversos metales individuales. Según Yabir este principio debía de estar en gran cantidad en el Mercurio, porque era un metal líquido.

Más adelante, Yabir se percató de que algunos metaloides ardían, mientras que los metales eran incombustibles. Razonó que debía de existir algún principio especial, que añadido a una sustancia, le confería la capacidad de arder. Y decidió que el azufre debía de contener ese principio en su mayor proporción.

Yabir llegó a la conclusión de que todas las sustancias sólidas eran combinaciones de mercurio y azufre. Además, si se podía alterar la proporción del plomo se podría convertir en oro.

Durante los califatos de los Abasidas, desde 750 a 1258, floreció en Arabia una escuela de farmacia. El primer trabajo conocido de esta escuela es la obra que se difundió en Europa en su versión latina titulada "De alchemia traditio summae perfectionis in duos libros divisa", atribuido al científico y filósofo árabe Abú Musa al-Sufí; este trabajo, que podemos considerar como el tratado más antiguo sobre Química propiamente dicha, es una recopilación de todo lo que se creía y se conocía por entonces.

El segundo gran alquimista fue **Al-Razi** (850-923). Describió sus experimentos tan cuidadosamente que los modernos estudiosos pueden repetirlos. Por ejemplo describió el yeso blanco y la manera en que podía emplearse para mantener en su lugar los huesos rotos. También estudió la sustancia que hoy conocemos como Antimonio. Al-Razi clasificó a los materiales usados por los alquimistas en cuerpos (a los metales): piedras, vidrio, sales, etc. y espíritus: mercurio, azufre, amoníaco, etc. El real objetivo de estos alquimistas era el de producir oro por medio de reacciones catalíticas de ciertos elementos. Al-Razí escribió un libro sobre las aguas fuertes que según los estudiosos del tema no eran más que soluciones de sal corrosivas.

Otro médico que se llamaba **Ibn Sina**, después de que sus libros fueran traducidos al latín se hizo famoso como alquimista, ya que escribió más de un centenar de libros sobre medicinas y sus usos, y la mayor parte de las drogas se obtenían por medio de procesos alquímicos. Era un alquimista poco corriente, puesto que no creía en la transmutación.

Por el contrario, los alquimistas de su época persiguieron incansablemente una misteriosa sustancia, algún polvo seco y mágico que produjera la transformación del "mercurio" y "azufre" y formaría oro. Llamaron a esa sustancia al-kisir (significa seco y a nosotros ha llegado como "eleixir"). Los alquimistas pensaban que dicho maravilloso elixir convertiría los metales baratos en oro también tendría otras maravillosas propiedades tales como curar. En los siglos posteriores, los europeos, al pensar en el elixir como un material duro y sólido, lo denominaron "piedra filosofal".

Los alquimistas de la Edad Media creían que para lograr la transmutación de metales como el plomo, sin gran valor, en oro o plata, había que agregar y combinar una cantidad justa de mercurio para lograr la transmutación. Por otro lado también pensaban que para que esta reacción se produzca tendría que ocurrir en presencia de un catalizador al que se llamó piedra filosofal. La historia de la Alquimia es básicamente la búsqueda de este catalizador.

4 - Alquimia Europea en la Edad Media

Los caballeros europeos, se lanzaron a las cruzadas para recuperar la Tierra Santa. Estos cruzados se encontraron con unos musulmanes mucho más civilizados y cultos de lo que ellos esperaban. Regresaron a Europa con noticias acerca de nuevos productos usados por los árabes y también de avances en la medicina y la alquimia.

El primero en realizar investigaciones en este campo fue el alemán **Alberto Magno** (1206 - 1280). Su obra más destacable fue su descripción de un método para preparar arsénico puro, por lo que se le concede el mérito de su descubrimiento.

Otro de los primeros alquimistas europeos fue el español **Arnau de Vilanova**, que averiguó que ciertos vapores, al quemar carbón vegetal eran tóxicos; Lo que había descubierto (aunque no lo supo) fue el monóxido de carbono.

También en España un alquimista que escribía bajo el seudónimo de "Geber" (para hacerse pasar por el famoso Yabir), fue el primero en descubrir los ácidos minerales fuertes, como el ácido sulfúrico y el ácido nítrico. Estos ácidos proporcionan nuevos instrumentos a los alquimistas para tratar a los elementos. Estos ácidos se han convertido en la actualidad en las bases de las industrias como la de fertilizantes, explosivos, tintes,...

La búsqueda de la transformación de metales en oro, llevo a varios fraudes, por lo que el Papa Juan XXII prohibió la práctica de la alquimia.

En el siglo XVI hay un nuevo afloramiento de alquimia en el que destacó Un excéntrico médico sueco llamado **Theophrastus Bombastus von Hohenheim "Paracelso"** (1493 - 1541). Su padre le enseñó medicina y viajó por toda Europa, recogiendo conocimientos minerales y alquímicos para encontrar la piedra filosofal, no con intención de crear oro sino de curar enfermedades. Paracelso como profesor de medicina emprendió drásticas acciones para sacar ala ciencia de su marasmo. Consiguió poner en tela de juicio las ideas tradicionales de medicina, ya que consiguió curar a pacientes que otros médicos no habían podido curar.

Paracelso añadió un tercer principio al del "mercurio" y "azufre" ¿Qué cabía decir de los metales que no ardían como la sal? Decidió que el tercer principio debería representar esta propiedad, y tomó la "sal" como su corporeización. También fue el primero en descubrir el Cinc como metal puro, por lo que se le considera su descubridor.



Retrato de Paracelso



Retrato de Andreas Libau

A fines del siglo XVI, la Alquimia comenzaba a realizar su transición hacia una auténtica ciencia. En 1597 un alquimista alemán llamado **Andreas Libau**, preparó el terreno para ella al recopilar todo el conocimiento que los alquimistas poseían. Su libro se llamó Alquimia y en él realizó una importante aportación personal: fue el primero en describir métodos para preparar el ácido clorhídrico.

5 - La Revolución Científica

Esta revolución comenzó con la publicación de Copérnico de su teoría Heliocéntrica. **Francis Bacon** (1516 - 1625) fue uno de los primeros en dar una expresión formal a la nueva forma de pensar. En 1605 publicó un libro "avances del conocimiento", en el que consiguió alejar el misticismo que oscurecía la ciencia. En 1620 presentó un nuevo método de razonamiento en un libro titulado "Novum Organum", donde señaló que la deducción, el método de razonamiento partiendo de unas presuntas verdades, era insuficiente para conocer la naturaleza del Universo físico.

El comienzo de este pensamiento científico comenzó con Galileo y se extendió a todas las ciencias, incluida la Alquimia.

En 1604, un alemán llamado **Thölde** publicó un libro llamado "El carro triunfal del Antimonio" que anunciaba el descubrimiento de dos nuevas sustancias: el antimonio y el bismuto.

La nueva aproximación científica a los temas en estudio resultó ejemplificada por **Jan Baptista van Helmont** (1577 - 1644, flamenco). Estudió los vapores que se formaban al arder carbón vegetal y las burbujas de vapor en el jugo fermentado de las frutas. Dado que los vapores constituían una clase de materia sin forma, le llamó gas (caos en flamenco). El único gas conocido hasta aquel momento era el aire. Pero Van Helmont descubrió que el gas producido al quemar carbón vegetal tenía propiedades diferentes a las del aire, por ejemplo una vela no podía arder en este gas. Lo llamó "aire silvestre" (hoy Monóxido de carbono). También utilizó la balanza en un experimento para demostrar que una cantidad definida de arena podía ser fundida con un exceso de álcali, formando vidrio soluble, y cuando este producto era tratado con ácido, regeneraba la cantidad original de arena (sílice). Esos fueron los fundamentos de la Ley de conservación de la

masa. Más tarde apareció un alquimista alemán llamado **Glauber** que descubrió lo que hoy denominamos sulfato de sodio.



Retrato de Jan Baptista van Helmont

6 - El fin de los Antiguos Elementos

El primer hombre en replantearse la antigua pregunta de Thales fue **Robert Boyle** (Irlanda, 1627-1691), visitó Italia un año antes de la muerte de Galileo y pudo conocerle y regresó a Inglaterra con gran interés en la ciencia galileiana. Se interesó especialmente por la conducta de los gases y realizó numerosos experimentos con ellos. Así descubrió que el volumen del aire se reducía en proporción directa al incremento de la presión sobre el mismo, que es la conocida como la “ley de Boyle”.

En 1661 Boyle recogió sus descubrimientos y teorías en un libro titulado *el químico escéptico*. Boyle se denominó químico, porque alquimista había ido adquiriendo una mala reputación. Poco después, la alquimia se convirtió en química (por un leve cambio en la forma de pronunciarlo Boyle). Se denominó químico escéptico, porque puso en tela de juicio las antiguas nociones griegas sobre los elementos. Tuvo la sensación de que debía de hacerse un arranque totalmente nuevo en la búsqueda de los elementos.



Retrato de Boyle



Portada de "The Sceptical Chymist" (1661) de Robert Boyle (University of Pennsylvania. SCETI)

Había que empezar por definir con claridad lo que era un elemento. Los elementos deberían definirse como las sustancias básicas de las que estaba constituida toda materia. Eso significa que un elemento no podía ser descompuesto en sustancias más simples. Una forma de averiguar si un elemento sospechoso era realmente un elemento, era intentar romperlo. Otro método de investigación fue el combinar sustancias en compuestos y luego descomponerlo de nuevo en elementos. En resumen, la mejor manera de identificar los elementos era a través de la experimentación con los mismos.

¿Cómo quedaron los antiguos “elementos” de acuerdo con esta nueva forma de ver las cosas (Revolución científica)? El “fuego” no era, en absoluto, una sustancia, sino sólo el brillo de una materia calentada. En lo referente a la “tierra”, podía demostrarse que estaba formada por muchas sustancias más simples. Así pues era muy claro que según la definición de Boyle ninguno de los dos eran elementos. Más espinoso era el tema de el agua y el aire, ya que en la época en la que Boyle escribió su libro, no se conocía ninguna forma de descomponerlos en otros más simples, por lo que podían ser elementos. Otros químicos años más tarde, descubrieron que el gas ferroso producido de tratar ácido con hierro, quemaba e incluso explotaba, y más de cien años más tarde se descubrió que al arder, el gas se combinaba con el aire formando agua, mostrando que el agua no era un elemento. Otros experimentos llegarían a demostrar que podían combinarse dos gases para formar agua. Y el hecho de que el gas explosivo combinaba sólo con una parte de aire, demostraba que tampoco era un elemento.

Según esta definición de Boyle ya se conocían trece elementos, por orden de aparición en la historia: oro, plata, cobre, hierro, estaño, plomo, mercurio, carbono, azufre, arsénico, antimonio, bismuto y Cinc. Aunque no se consideraron elementos hasta más tarde.

7 - La Teoría del Flogisto

Durante más de cien años después de Boyle, se siguió buscando la forma de fabricar oro mediante la transmutación, lo que dio lugar a gran cantidad de alquimistas falsificadores. Incluso algunos científicos notables dedicaron parte de su vida a este propósito, como fue el caso de Isaac Newton (1642 - 1727).

Hacia 1700 un médico alemán llamado **Georges Ernst Stahl** siguiendo la pista de la idea del principio quemador del azufre, dio un nuevo nombre a este principio: “flogisto” (significa inflamable en griego). Según Stahl cuando una sustancia ardía, el flogisto la abandonaba y escapaba al aire. La ceniza que quedaba ya no ardía porque estaba liberada por completo del flogisto.

Stahl concibió otra idea más ingeniosa de lo que él suponía. Afirmó que la oxidación de los metales suponía un proceso muy parecido al de la quema de la madera. Stahl teorizó que, cuando un metal se calentaba, el flogisto escapaba de él y dejaba un “residuo” (al que hoy le llamamos óxido). Su teoría pareció explicar los hechos de la combustión, con tanta claridad, que fue algo aceptado por la mayoría de químicos. Casi la única objeción que le ponían, era que el residuo de un metal oxidado pesaba más que el metal original. ¿Cómo podía el metal perdía algo pesar más que antes? Una sugerencia fue que el flogisto tenía un peso negativo.



Georges Ernst Stahl

A pesar de estas equivocaciones la “era del flogisto” produjo algunos descubrimientos importantes. Un alquimista de aquel tiempo descubrió un nuevo elemento, fue el primer y último alquimista en identificar un elemento de forma definida y explicar exactamente cuando y como lo había encontrado. Este hombre fue otro alemán llamado **Hennig Brand** (se le ha llamado “el último alquimista”), mientras buscaba la piedra filosofal para fabricar oro, de alguna forma se le ocurrió que la podía encontrar en la orina humana. Recogió cierta cantidad de orina y la dejó reposar durante dos semanas. Luego la calentó hasta el punto de ebullición y quitó el agua, reduciéndolo todo a un residuo sólido. Mezcló un poco de este sólido con arena, calentó la combinación fuertemente y recogió el vapor que salió de allí. Cuando el vapor se enfrió, formó un sólido blanco y cerúleo. Lo más asombroso es que aquella sustancia brillaba en la oscuridad. Lo que Brand había aislado era el fósforo llamado así porque en griego significa “portador de luz”. El aislamiento de un elemento en 1699 resultó un descubrimiento espectacular que causó sensación.

El siguiente elemento no fue descubierto hasta setenta años después. Los mineros de cobre en Alemania, de vez en cuando encontraban un mineral de color azul que no contenía cobre. Lo llamaron “cobalto” (nombre de un malévolo espíritu alemán) ya que se dieron cuenta de que les hacía enfermar. En la década de 1730, un médico sueco llamado **Jorge Brandt** empezó a interesarse por la química de éste mineral. Lo calentó con carbón vegetal y lo redujo a un metal que se comportaba como el hierro, pero no se trataba de hierro ya que no formaba una oxidación pardorrojiza como el hierro. Brandt decidió que debía de tratarse de un nuevo metal, que no se parecía a ninguno de los conocidos hasta entonces. Lo llamó cobalto (en honor al mineral) y así ha sido denominado desde entonces.

Fue un discípulo de Brandt, **Axel Fredrik Cronstend** químico y también el primer mineralógolo moderno (fue el primero en clasificar los minerales de acuerdo con sus elementos), el que realizó el siguiente descubrimiento. En 1751, Cronstend observó un mineral verde, al que le hizo el mismo tratamiento que Brandt al cobalto, y consiguió un nuevo metal que tenía las mismas propiedades que el hierro y cobalto, pero su oxidación no era ni rojiza (Hierro) ni azul (Cobalto), sino que era de color verde, por lo que decidió que era un nuevo metal al que llamó “níquel”.

Surgieron algunas dudas sobre si el cobalto y el níquel eran elementos. Estas dudas las disipó un químico sueco llamado **Tobern Olor Bergman**, preparando un níquel más puro que el de Cronstend.

Varios de los alumnos de Bergman continuaron con los descubrimientos de los nuevos elementos, así **Johan Gottlieb Gahn**, que de joven era minero y de ahí su interés por los minerales, pulverizando con carbón de leña y calentando con aceite un mineral llamado manganeso, descubrió un nuevo metal, que como es natural se llamó manganeso.

Otro discípulo de Bergman, llamado **Pedro Jacobo Hjelm**, realizó mucho mejor este truco con una mena a la que llamaron “molidebna”, extrajo un metal blanco argentado al que llamaron “molibdeno”.

El tercer discípulo de Bergman era un español llamado **Fausto de Elhúyar**, que junto a su hermano José estudiaron la MENA de un metal pesado llamada “tungsteno” o “volframio”. Calentandola con un carbón vegetal aislaron el elemento que hoy conocemos como “tungsteno” o “volframio”.

En 1782 un mineralógico austriaco llamado **Franz Josef Müller**, separó de una MENA de oro un nuevo metal, que tenía algún parecido con el antimonio. Tras consultar a Bergman, éste le confirmó que no era antimonio y le llamaron telurio.



Tobern Olof Bergman

Henry Cavendish

En 1748 un oficial de la marina española llamado **Antonio de Ulloa** descubrió en un viaje de Colombia a Perú unas minas en las que había un metal parecido a la plata pero mucho más pesado. Debido al parecido con la plata recibió el nombre de platino. Al regresar a España Ulloa se convirtió en un destacado científico y fundó el primer laboratorio español de mineralogía.

En 1746 un químico alemán llamado Andreas Sigismund Marggraff, preparó cinc puro y describió sus cualidades por primera vez. En 1753 un químico francés llamado Claude-Fraçoise Geoffrey hizo lo propio con el bismuto.

La mayor excitación de de aquel tiempo radicaba en el descubrimiento de los nuevos gases. El hombre que llegó a aislar el gas inflamable producido mediante el tratamiento del hierro con ácido (hidrógeno) fue el químico inglés **Henry Cavendish** (1731-1810). Era un hombre muy excéntrico, su único interés en la vida era la ciencia. Heredó una fortuna, la cual gastó casi toda en sus investigaciones científicas. Es especialmente célebre por haber medido la tracción de la gravedad y por ser el primero en “pesar la tierra”. En 1776, Cavendish obtuvo un gas, lo mismo que Boyle, por la acción del ácido clorhídrico sobre el hierro, y también al tratar otros diversos minerales con ácidos. En cada caso, el gas era extremadamente ligero, mucho más que el aire, y ardía

con rapidez con una delgada llama azul. Él estaba seguro de que todos los ejemplos eran del mismo gas, creía que había aislado el mismo flogisto.

La composición del aire estaba siendo objeto de escrutinio. Uno de los primeros en probar que era una mezcla de gases fue **Joseph Black**. Observó que una vela que ardía dentro de un recipiente cerrado, al cabo de un tiempo se apagaba. Había agotado algún componente del aire que favorecía la combustión, pero aún quedaba aire en el recipiente. Black sugirió a uno de sus discípulos, **Daniel Rutherford**, que investigase dicho asunto. Realizó varios experimentos y trató de explicar el fenómeno mediante la teoría del flogisto, creía que el aire que ardía o se respiraba se llenaba de flogisto y cuando el aire se encontraba completamente "flogistizado" nada ardía o vivía en él. Este aire flogistizado era nitrógeno, por lo que se le puede considerar el descubridor del nitrógeno.

Un descubrimiento más excitante fue el descubierto por un ministro inglés llamado **Joseph Priestley** (1733 - 1804). La iglesia de Priestley se encontraba al lado de una fábrica de cerveza, lo que le dio la oportunidad de estudiar los gases, puesto que la fermentación de la malta producía burbujas de gas en enormes cantidades. En primer lugar probó si se podría permitir la combustión, descubrió que no era así. El gas demostró ser dióxido de carbono. Priestley lo disolvió en agua y comprobó que formaba un agua burbujeante que resultaba ácida y agradable de beber; En otras palabras, inventó el agua de soda.

Su mayor descubrimiento derivó de algunos experimentos con mercurio. Comenzó a calentar mercurio con la luz solar utilizando una gran lupa. El calor determinaba que la brillante superficie del mercurio quedase revestida de una capa de polvo rojizo. Quitó el polvo y lo calentó en un tubo de ensayo. El polvo se evaporó en dos gases. Uno de esos vapores se condensó en gotitas de mercurio; era el mercurio separado del gas. El otro gas lo recogió en una jarra e hizo pruebas con unos trozos de madera calentados a fuego lento. El gas hizo arder aquellos ennegrecidos trozos de madera con una llama viva..., Además una vela encendida ardía brillantemente en este gas. Y los ratones colocados en este gas se volvían muy activos.

Tras pensar en todo esto en los términos del flogisto, Priestley decidió que el gas era aire desflogistizado. El gas en realidad no era otra cosa que oxígeno puro.



Joseph Priestley

Enciclopedia Encarta, Culver Pictures



Kart Wilhelm Scheele

En 1774 fue descubierto un gas coloreado con un olor sofocante. El hombre que lo encontró fue **Kart Wilhelm Scheele** (1742 - 1786). Se convirtió en el más prolífico descubridor de nuevas sustancias en la historia de la química. Descubrió varios ácidos débiles en el mundo de las plantas (algunos ejemplos son los ácidos, tártrico, gálico, málico, cítrico y oxálico) y un gran número de nuevos gases, como el sulfuro de hidrógeno, el fluoruro de hidrógeno y el cianuro de hidrógeno. También fue el primero en demostrar que los huesos tenían fósforo. Otro de sus descubrimientos fue el compuesto arseniuro de cobre. En 1774 trató un mineral llamado "pirolusita" con ácido clorhídrico. La reacción química produjo un gas verdoso con un olor sofocante y desagradable. Observó que blanqueaba las hojas verdes y corroía los metales. Scheele pensó que este gas se había formado al retirar el flogisto del ácido clorhídrico, por lo que llamó al gas "ácido marino desflogistizado". Más tarde sería llamado cloro. El descubrió el gas pero no lo reconoció como un elemento. Con su muerte terminó la era del flogisto.

8 - Lavoisier. "El padre de la química"

Una de las razones de que la teoría del flogisto estuviera vigente durante tanto tiempo, fue que los químicos no prestaban atención al aspecto cuantitativo de su ciencia. No medían las mezclas, no les preocupaba que esas sustancias perdiesen o ganasen peso de forma sorprendente durante las transformaciones.



Antoine Laurent Lavoisier

Esto cambió cuando apareció el francés **Antoine Lavoisier** (París 1734 -1794), considerado "El padre de la química", que declaró que la medición era lo más importante y debería constituir la base de toda la experimentación química. Lo tuvo todo. Una excelente educación, licenciándose en derecho, astronomía, historia natural y química. Se casó con una bella mujer con la que fue muy feliz y la cual le ayudó en su tarea interesándose en la misma.

Se ocupó en métodos para el abastecimiento de agua y luz de París. Fue admitido a los veinticinco años por la *Academia Royale des Sciencies*, la más famosa sociedad científica de Francia, antes de realizar ninguno de sus más destacados descubrimientos químicos.

Poco después, demostró la importancia de medir las cosas con precisión en uno de sus primeros experimentos químicos. Consiguió descubrir lo que los alquimistas llamaban la *transformación del agua en tierra* como clara prueba de transmutación de elementos. Los alquimistas consideraban que cuando se llevaba el agua en un recipiente a ebullición, en éste aparecían sedimentos dando por probado que el *elemento agua* pasaba a transformarse en el *elemento tierra*. Con sus experimentos Lavoisier demostró que ese

sedimento *no era tierra*, sino simplemente, cristal disuelto por el agua al ser llevada al punto de ebullición. Llegó a esta conclusión por el hecho de medir las cosas con precisión.

8.1 Por qué arden las cosas

Las investigaciones de Lavoisier en métodos de iluminación de las calles de París, le habían llevado a considerar varios combustibles para las lámparas, así como la naturaleza general de la combustión. Ahora abordó el problema de la combustión con sus métodos cuantitativos.

Lavoisier realizó el siguiente experimento: Colocó un poco de estaño en un recipiente cerrado y lo pesó todo, incluido el recipiente. Luego pesó el recipiente. Al paso del tiempo apareció un residuo en el metal. Ya era sabido, como hemos indicado, que el residuo de un metal es más pesado que el metal en sí. Sin embargo, cuando Lavoisier pesó el recipiente, descubrió que la formación del residuo de estaño no aumentaba el peso del contenido del recipiente. El residuo en sí, era más pesado que el estaño original. Esto significaba que debía de haber ganado peso a expensas de algo que estuviera en el recipiente. Cuando Lavoisier abrió el recipiente, el aire se precipitó dentro y el sistema aumentó de peso. Este incremento era igual al peso extra del residuo. Así, pues, el residuo debía de haber tomado algo del aire original.

Estos experimentos probaban un punto fundamental que Lavoisier averiguó que era cierto en toda clase de reacciones químicas. Cuando una sustancia gana o pierde peso en aire, toma algo del aire y le da algo a éste. Esto lo mostró al pesar todo el sistema, vapores incluidos. El principio que demostró fue más tarde llamado "Ley de la conservación de la masa": *"La materia puede cambiar de forma, pero el peso total de la materia implicada en una reacción química sigue siendo el mismo."*

Lavoisier concluyó que el aire estaba formado por dos gases: el "el aire desflogistizado" de Priestley al que Lavoisier llamó Oxígeno, y el aire flogistizado de Rutherford que denominó "azoe" (sustituida por nitrógeno actualmente). También fue capaz de demostrar que, aproximadamente, una quinta parte del aire era oxígeno y las otras cuatro quintas partes nitrógeno.

Ahora Lavoisier presentó una nueva teoría de la combustión para remplazar la del flogisto. Afirmó que cuando una sustancia arde o se inflama se combina con el oxígeno para formar un óxido. Al quemar carbón se forma un óxido de carbono. Un metal enmohecido forma un óxido, que tiene el peso del metal más el peso del oxígeno con el que se ha combinado. Lavoisier publicó su teoría de la combustión en 1783. En el mismo año se logró un gran impulso mediante un experimento de Cavendish que trataba de demostrar lo contrario, la teoría del flogisto. Pensó que el "aire inflamable" que había preparado era flogisto, y que si añadía al "aire desflogistizado" conseguiría "aire flogistizado". No consiguió nada de esto, tras realizar dicho experimento y recoger el vapor producido, averiguó que se condensaba en un líquido que demostró ser agua...

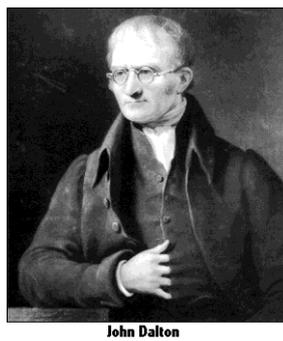
9 – La Teoría Atómica

Al cabo de dos décadas de la muerte de Lavoisier se desveló el misterio de la inmutabilidad de los elementos. En realidad, la clave para dicho asunto ya había sido conjeturada por los griegos (como ya se había señalado anteriormente), más concretamente Demócrito.

Más tarde los experimentos de Robert Boyle prestaron más apoyo a esta teoría, cuando mostró que una cantidad de aire podía ser comprimida hasta adquirir un volumen más pequeño al incrementar la presión.

En 1797 un francés llamado **Joseph Louis Proust**, alcanzó un importante descubrimiento a partir del peso de los compuestos. Averiguó que los elementos siempre se combinan en ciertas definidas proporciones según su peso. “La ley de proporciones definidas” de Proust fue la primera confirmación específica de la idea atómica. Si la materia estaba hecha de indivisibles bloques de construcción, esto era exactamente lo que uno esperaría encontrar.

Joseph Louis Proust



John Dalton

Más tarde se produciría la observación que realmente estableció la teoría atómica por un inglés llamado **John Dalton (1766 - 1844)**. Dalton empezó con la ley de Proust; Se sentía sorprendido por el hecho de que dos elementos pudiesen combinarse en más de una forma. En 1803 Dalton se dedicó a la teoría atómica y trabajó en ella con un detalle racional. Cada elemento consistía en una clase particular de átomo. Los átomos de varios elementos diferían en el peso. De este modo, Dalton elaboró los pesos relativos de un gran número de elementos. Decidió que la distinción clave entre los diferentes elementos radicaba en las diferencias de su peso atómico.

Dalton publicó su teoría atómica en un libro con el título de “Nuevo sistema de filosofía química”; la mayoría de los químicos lo aceptaron enseguida, debido a que Dalton demostró que su teoría atómica podía explicar todas las observaciones y mediciones que se habían estado llevando a cabo.

El descubrimiento de los nuevos elementos se aceleró. Uno de los más activos descubridores fue un químico alemán llamado **Martin Heinrich Klaproth (1743-1817)**. En 1789 Klaproth estaba investigando un mineral oscuro y pesado. Disolvió el mineral con un ácido fuerte y luego neutralizó el ácido. Se depositó polvo amarillo y decidió que aquello era óxido el nuevo metal, asignando al nuevo metal el nombre del planeta urano

y al elemento uranio. En el mismo año, extrajo el óxido de otro nuevo metal de una piedra semipreciosa llamada zircón y denominó a este elemento zirconio.

Klaproth anotó que en 1782 Müller había descubierto un nuevo elemento al que todavía no se le había dado nombre y lo denominó telurio, teniendo cuidado de señalar que aquel descubrimiento pertenecía a Müller. Hizo lo propio por otro sacerdote inglés llamado William Gregor, el cuál en 1791 descubrió el óxido de un nuevo elemento, para el que Klaproth sugirió el nombre de titanio. Los óxidos de uranio, zirconio y titanio fueron llamados “tierras” porque eran insolubles en agua y no se veían afectados por el calor.

En 1794 fue descubierta una nueva tierra en un mineral obtenido en Suecia que acabó por llegar a manos de un químico finlandés llamado Juan Gadolín que llamó al nuevo metal itria y al elemento itrio. Esta nueva tierra era en extremo infrecuente por lo que se la llamó “tierra rara”; pronto aparecerían más.

En 1801 Hisinger descubrió un nuevo elemento y lo llamó cerio. En 1798 un químico francés Louis Nicolas Vauquelin aisló un nuevo elemento de un nuevo mineral y lo llamó cromo. Al año siguiente descubrió otro elemento al que llamaría berilio.

En 1846 Heinrich Rose probó que Hatchett, un químico inglés, había descubierto un nuevo elemento al que Rose le dio el nombre de niobio. William Hyde Wollaston, en 1803, descubrió dos metales ligeros que eran similares en comportamiento al platino, pero “no nobles”, y los llamó paladio y rodio. Otro químico inglés, Smithson Tennant, encontró dos metales en el platino y los llamó osmio e iridio.

10 - Descubrimientos con electricidad

En aquel tiempo, la electricidad era un nuevo juguete. Alessandro Volta acababa de inventar la pila eléctrica.

En Inglaterra, un científico llamado William Nicholson inició enseguida unos experimentos químicos con electricidad introduciendo dos electrodos de una batería en agua ligeramente acidulada y vio que al pasar la corriente eléctrica a través del agua, originaba burbujas de gas que aparecían en cada electrodo.

El gas resultó ser oxígeno en un electrodo e hidrógeno en el otro; es decir, la electricidad descomponía el agua en dos partes de hidrógeno y una de oxígeno. Dos jóvenes químicos siguieron este camino, se trata de **Jöns Jakob Berzelius** (1779-1848) y **Humphry Davy** (1778-1829). Berzelius publicó un tratado de química en 1808 que sustituyó al de Lavoisier. Durante casi treinta años publicó también un informe anual acerca del progreso de la química. Una de sus primeras contribuciones la constituyó el sugerir que los elementos llevan cargas de electricidad.

Humphry Davy en 1779 descubrió algo llamado “gas hilarante o de la risa”, compuesto por dos átomos de nitrógeno y uno de oxígeno. Descubrió que poseía asombrosas propiedades, pues se dio cuenta que la respirar aquel gas, parecía perder el dominio de sí mismo. Davy se convirtió en un popular químico, utilizó la electricidad para disociar compuestos unidos que hasta entonces no se habían logrado separar. Mediante la experimentación con las cenizas de unas plantas, descubrió un nuevo elemento al que llamó potasio del que advirtió que poseía una extraordinaria actividad química y que podía reaccionar con cualquier otra sustancia. Pocos días después, intentó el mismo experimento con sosa de donde aisló el sodio.



Berzelius



Humphry Davy

Tras aislar estos elementos, Davy se dedicó a intentar separar algunos de los “elementos” de Lavoisier. Llegados a este punto, Berzelius acudió en su ayuda y juntos obtuvieron de la amalgama el calcio, el bario, el magnesio y el estroncio. Bernard Courtois, químico francés mediante la experimentación con las cenizas de algas descubrió un nuevo elemento al que llamó yodo. En 1826 Antoine Jerome Balard, que trabajaba con sales precipitadas de agua de mar, descubrió un nuevo elemento con un fuerte y desagradable olor al que llamó bromo.

Los franceses **Gay-Lussac y Thénard** vencieron a Davy en la competición por el descubrimiento de un elemento: el boro. Johan August Arfvedson encontró un elemento independiente al que llamó litio, en un mineral. En 1818 Berzelius consiguió un nuevo elemento llamado selenio y en 1824, calentando sílice con potasio, logró aislar otro al que bautizó como silicio. En 1827 Friedrich Wöhler, discípulo de Berzelius, consiguió extraer un nuevo metal: el aluminio. También Berzelius añadió un nuevo elemento a su lista de descubrimientos en 1829, el torio. Un año después otro seguidor de Berzelius, Nils Sefströrn descubrió otro nuevo metal y llamó a su elemento vanadio.

11 - Símbolos y pesos

Fue Berzelius quien trazó un sistema racional para la simbología de los elementos, usando la letra inicial del nombre de cada elemento como símbolo y tomando los nombres latinos de los elementos como idioma universal; cuando más de un elemento comenzaba por una misma letra, se le añadía un a segunda para evitar confusiones.

Tras crear un lenguaje para los elementos procedió a establecer sus pesos atómicos sobre unas bases sólidas. Como nivel comparativo de los pesos relativos de los elementos,

se basó en el peso del hidrógeno al que igualó a 1, y midió a todos los demás como múltiplos de esta unidad.

Hacia 1826, Berzelius había preparado una relación de pesos atómicos que incluso los químicos del s XX consideran muy buena; sólo tres de esos pesos atómicos no son correctos.

12 - La Tabla Periódica

En 1852 un químico inglés **Frankland** acuñó término llamado valencia para configurar la capacidad de combinación. Cada elemento tenía asignada una valencia según su comportamiento químico.

A finales de los años 1860, **Mendeleiev** se había enfrentado al problema de encontrar cierta clase de orden en la lista de los elementos. Su punto de partida fue la ordenación mediante valencias. Hizo una lista de los elementos en orden de su peso molecular y escribió la valencia al lado de cada elemento. El valor de la valencia sube y baja, empezando con 1, aumenta hasta 4 y vuelve a descender hasta 1. Sobre la base de estos ciclos o periodos revelados por las valencias, Mendeleiev compuso una tabla periódica de elementos, la cuál publicó en 1869 en toda Europa. No obstante, siguió trabajando con su tabla y mejorándola. Cuando terminó su tabla, ésta presentaba casi el mismo aspecto que la que utilizan los químicos en la actualidad.

Mendeleiev tenía tanta confianza en la validez de su tabla periódica que dejó algunos huecos en la misma, porque estos vacíos situaban a los elementos en las hileras apropiadas con sus primos químicos. Mendeleiev afirmó que estos huecos que quedaban, existían porque debía haber elementos aún no descubiertos, como se confirmó años más tarde.

Mendeleiev



The image shows a handwritten manuscript of Mendeleev's periodic table. It is written in Russian and includes the title 'Периодическая система элементов' (Periodic system of elements). The table lists various elements with their atomic weights and valencies. There are several gaps in the table, which Mendeleev predicted were occupied by undiscovered elements. The handwriting is in cursive, and the paper shows signs of age.

Primera tabla periódica de Mendeleiev

13 – Conclusión

Al final quedó demostrado que la química es algo mucho más complejo que el simple concepto de tierra, agua, aire y fuego. Después de la tabla periódica se han seguido descubriendo múltiples elementos, de momento van 116 y se sabe que ha de haber, al menos, dos más por los huecos de la tabla. Los últimos elementos encontrados son los llamados sintéticos, es decir de laboratorio, que no existen en la naturaleza. También se han descubierto más propiedades propias de cada elemento. La conclusión es que la química como toda ciencia tiene un carácter de constante renovación mediante nuevos descubrimiento, debido a su gran complejidad.