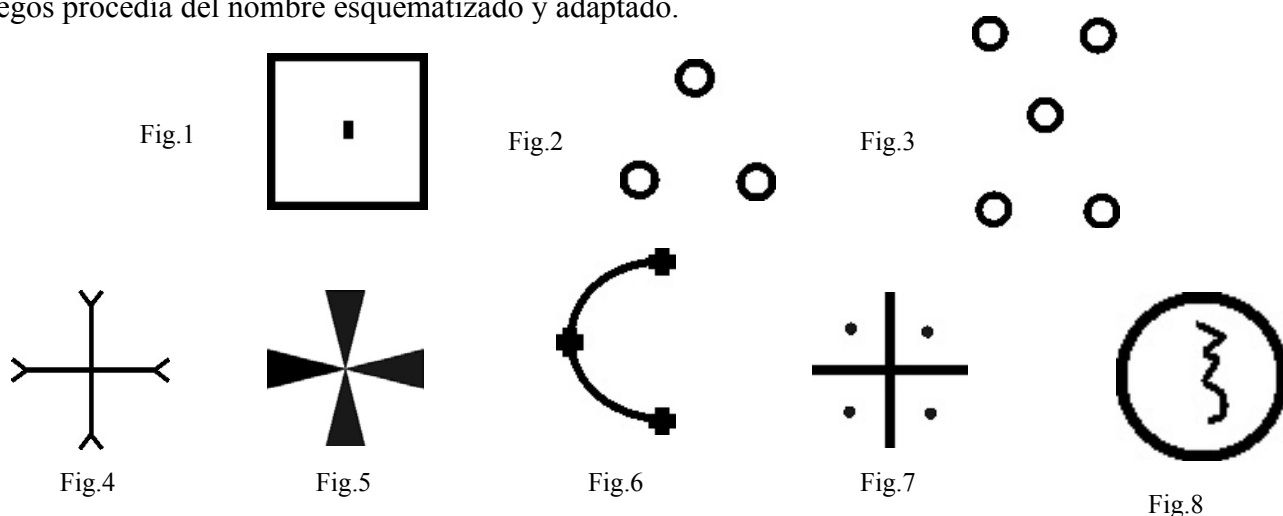


## Simbolismo y nomenclatura orgánica I

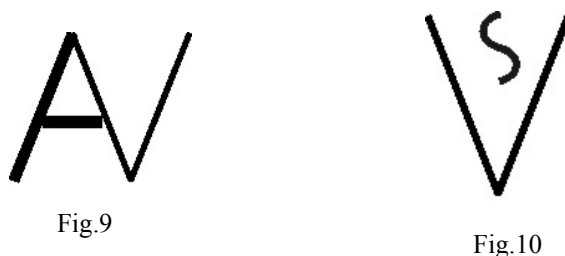
Sustancias orgánicas primitivas: orígenes y nombres.

Los compuestos orgánicos, estuvieron asociados a los fluidos de los seres vivos, ya animales, ya vegetales, y en principio no se les concibió otro origen (teoría vitalista). Sin embargo este hecho no se manifestó en su nomenclatura, ya que lo que dominó para nombrar o clasificar una sustancia fue fundamentalmente su aspecto.

El vino fue la primera sustancia orgánica conocida. Los hebreos lo llamaron yine, que significaba producto de la fermentación. De ahí surgirá el término vino, por eso su símbolo fue una V, mientras que el fermento o fermentación era un círculo<sup>1</sup>. Junto con los anteriores, los primeros compuestos orgánicos simbolizados fueron, la orina (fig.1), el oleum<sup>2</sup> (fig.2 y 3), el vinagre<sup>3</sup> (oxys de los griegos<sup>4</sup>), por su carácter ácido (ⲃⲁ, oxys, significaba ácido), que después sería traducido por los latinos como acetum, con múltiples símbolos (fig. 4-8), precisamente el parecido con la >, con signo insertado dentro del círculo en el último símbolo, es lo que movió a Partington, a indicar que los símbolos griegos procedía del nombre esquematizado y adaptado.



Del vino al ser calentado, salía el espíritu del vino<sup>5</sup>, un aire con propiedades muy curiosas, que se simbolizó de varias formas. Parece claro que al símbolo del vino (V), había que agregarle el de aire o espíritu (fig. 9 y 10).



El espíritu del vino cambió de nombre a partir del siglo XVI, aproximadamente en 1526, fecha en la que Teophrastus Bombast von Hohenheim más conocido como Paracelso (Celso había sido un conocido alquimista), lo bautiza como alcohol. El alchul o alcohol, antes de Paracelso, era el sulfuro de antimonio, sólido pulverulento negruzco, que emplearon los pueblos árabes, y antes los egipcios, para que sus mujeres, se ennegrecieran las cejas y sombrearan sus ojos dándoles profundidad. El

<sup>1</sup> El término yine en hebreo y semita como producto de la fermentación, derivado del verbo yavane (hacer efervescencia) originará el ⲁⲓ (oinos) griego que a través de woinom, producirá el vinum latino que se extenderá a la mayoría de las lenguas europeas.

<sup>2</sup> El oleum latino, procede del griego ἴσχυρα (oliva), que dará el oil inglés, huile francés, alew gótico, olej polaco etc. El aceite español y azeite portugués, proceden del árabe zait, que lo hacen de zaitun, oliva.

<sup>3</sup> En árabe es khall y khometz, relacionado con la fermentación que es khamir, mientras que fermento es khamets. Es interesante observar que la fermentación va ligada al vino, al alcohol y al vinagre. La producción de burbujas por un medio natural llamó la atención enseguida a los primeros químicos (alquimistas). En un ladrillo cuneiforme, procedente de Nippa, que corresponde a la primera dinastía babilónica (2000 a.C.), ya aparecen referencias a la fermentación natural y a como se inhibía con sustancias derivadas del cobre.

<sup>4</sup> Éste será el origen del término óxido y posteriormente oxígeno.

<sup>5</sup> El espíritu del vino, fue recomendado por Geber (VIII.d.C.), como “disolvente de las sales metálicas”

nombre de alcohul, derivado de al kahal, que lo hace de khul, hace referencia a algo que ennegrece<sup>6</sup>. ¿Qué tiene que ver el alcohol de antes de Paracelso como el de después? La apariencia no puede ser más opuesta. Veamos donde está la analogía. El alcohul o alcohol, era un polvillo negro muy fino que enseguida desaparecía con un simple soplido; el espíritu del vino, también era algo que se iba y desaparecía del vino, simplemente con el aire. Este hecho proporcionará el sufijo ol, en multitud de compuestos orgánicos; los alcoholes<sup>7</sup>.

El alcohol y el vinagre (vino agrio) derivados del vino son los compuestos orgánicos más remotamente conocidos, que el hombre va a tratar para su uso. Sus nombres bíblicos, o egipcios no han perdurado; los sumerios lo llamaron guhlu. Existía otro vinagre, dentro del mundo alquímico, conocido como vinagre de los filósofos y agua cuarta, que no tenía nada que ver con el vinagre, esto es con el acetum.

Otro producto extraído del vino era el agua de la vida o aqua ardens (aguardiente)<sup>8</sup>, remedio muy empleado para curar enfermedades<sup>9</sup>, cuyo símbolo se da (fig. 11).

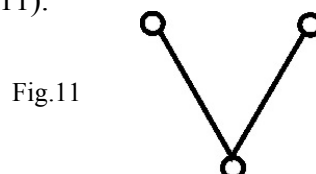


Fig.11

El vinagre (acetum de los latinos), fue un producto a partir del cual se hicieron múltiples compuestos y símbolos. Su identificación como ácido acético fue hecha por Stahl, a principios del siglo XVIII, que obtuvo el ácido acético glacial por oxidación del alcohol.

Durante un tiempo se creyó que estaba en varias formas de oxidación, por eso a la menor se le llamó ácido acetoso (propuesto por Lavoisier), que incluso fue simbolizado por Dalton (fig.12).

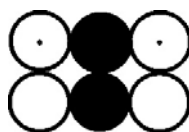


Fig.12

Enseguida se combinó al ácido acético con todas las bases salificables posibles, obteniéndose curiosos compuestos con nombres no menos curiosos como: tierra foliada mineral (acetato sódico), en su combinación con sosa. Combinándolo con potasa daba una sustancia con múltiples nombres como: tierra foliada de tártaro secretísima de Muller, arcano de tártaro de Basilio Valentin y de Paracelso, magisterio purgativo de tártaro de Schroeder, sal esencial de vino de Zwelfer, tártaro regenerado de Tachenius, sal diurética de Sylvius y de Wilson. Todos estos nombres corresponden al acetato potásico.

Combinándolo con cal producía: la sal de creta, sal de coral, sal de ojos de cangrejos. Si era con amoniaco (el álcali volátil), se obtenía el espíritu de Mendererus, también llamada agua de Minderer.

Y otras muchas más combinaciones que resumiremos:

El azúcar de Saturno (acetato de plomo)<sup>10</sup>, la tinta simpática de Cadet (acetato de cobalto), los cristales de venus, verdette o cardenillo (acetato de cobre)<sup>11</sup>, el fósforo líquido de Cadet (acetato de

<sup>6</sup> Véase en la sección orígenes de esta misma web “el origen del nombre del antimonio”.

<sup>7</sup> Boyle hizo el primer análisis del alcohol y señaló que contenía un 30% de agua. El alcohol puro fue descrito sólo en 1796, por Tobias Lowitz, siendo llamado por Richter alcohol absoluto. Solo en 1823, Gaudin da la fórmula actual  $C_2H_6O$ .

<sup>8</sup> El primer método de obtención del aqua ardens, aparece en el tratado de Marcus Graecus, “Liber ignium” (siglo VIII d.C. fue traducida al latín en el XIV). En él se relata, que: “para prepararlo se tomaba vino viejo, un cuarto de vino dulce, dos onzas de azufre en polvo, dos libras de tártaro procedente de un buen vino blanco, dos onzas de sal común, todo ello en una cucúrbita bien plombeada, y después se destila en un alambique, obteniéndose un buen aqua ardens que debe conservarse en un vaso bien cerrado”. Rhazi (siglo IX), emplea para obtenerla, un “ocultum” (posiblemente granos de cereal), cuya fermentación lo produce.

<sup>9</sup> En un manuscrito francés de la época (siglo XV) que se conserva en la Biblioteca nacional de París, se puede leer que “el agua de la vida previene de los dolores producidos por el enfriamiento, y por gran abundancia de fluidos en los ojos (ojos lagrimeantes) y también para aquellas personas con mal aliento...”. Llegó a ser considerada como una panacea que curaba hasta las enfermedades incurables. Sin embargo en el siglo siguiente, debido a los excesos fue considerada aqua mortis.

arsénico), el azúcar de bismuto de Geoffroy (acetato de bismuto), la tierra foliada mercurial (acetato de mercurio). Como se puede observar los nombres siguen las pautas explicadas en capítulos anteriores.

Igualmente el alcohol va a generar como derivado el alcohol dehydronegatus<sup>12</sup>, cuya simplificación conocemos como aldehído, que antes era femenino (aldehida), por similitud con las cetonas. Todavía podemos leer en los libros que en la clasificación de los compuestos orgánicos, un grupo muy importante era el de las “aldehidas”.

En el "Tyrocinium Chymicum", especie de Biblia química del siglo XVII, publicada en 1624, años después de la muerte de su autor, el inglés John Beguin, aparece un compuesto con el nombre de "*espíritu quemante de saturno*", que nadie identificaría con su nombre vulgar actual: la acetona.

¿Por qué ese nombre?

Su análisis revelará cómo se bautizaban los compuestos orgánicos, con los nombres que actualmente nos llaman tanto la atención. Espíritu, porque es volátil, y en caliente estaría en estado gaseoso (todavía no se había creado el término gas). Quemante, porque ardía fácilmente, y uno se quemaba al prenderle fuego. Pero lo que más llama la atención es lo "de saturno" ¿Qué tendrán que ver los astros con dicho compuesto? Para comprenderlo mejor hay que remitirse al método empleado para obtenerlo; destilación de lo que actualmente llamamos acetato de plomo, y antes era el "*azúcar de saturno*", o vinagre de saturno. ¿Cuál es la relación entre el metal plomo y el planeta saturno? En la alquimia había una correspondencia entre los planetas del sistema solar y los metales más representativos. El plomo tiene la característica propiedad popular de ser un metal pesado, al que se supone que se desplazará lentamente, tal como lo hace el planeta Saturno en su órbita, pues es el más lento del sistema solar. Tanto es así que en alemán, plomo es buey, nombre que también se le da al planeta. La acetona, generará su nombre actual, propuesto por Gmelin, 225 años más tarde, derivándola del nombre del vinagre latino; acetum, que dio el ácido acético. Curiosamente, éste ácido significaría doblemente ácido, puesto que acetum, significa ácido en latín, como óxido lo reitera en griego.

Otro producto muy antiguo es el jabón. Plinio (I d.C), en su historia natural, adscribe su invención al pueblo galo<sup>13</sup>, sin embargo aunque no era conocido por griegos ni latinos, otras civilizaciones anteriores lo emplearon, pues ya en el papiro de Ebers (1500 a.C), se estudia su obtención hirviendo aceites y grasas con cenizas de plantas<sup>14</sup>. El término jabón es muy interesante, porque procede de la raíz indoeuropea seib, e incluso se encuentra en toccario (lengua indoeuropea extinguida hace mas de 2000 años), por eso se denomina igual o con similar raíz en la mayoría de las

---

<sup>10</sup> El acetato de plomo, era obtenido ya por los griegos, introduciendo en toneles con vinagre, láminas de plomo. Lo conocían como psimmythion. Los romanos como cerusa. En la alquimia; blanquet. Era un pigmento blanco muy conocido; el “blanco de plomo”. Sin embargo a veces se formaba accidentalmente, porque para corregir la acidez del vino y mejorar su color, se le agregaba litargirio (óxido de plomo), con lo cual se formaba el azúcar de saturno que era muy venenoso.

<sup>11</sup> El acetato de cobre, era conocido por los griegos. Empedocles lo llamó  $\nu\alpha$ . Los latinos, lo conocían como aerugo, derivado de aes-aeris, nombre del metal por excelencia (véase el “origen del nombre del oro”, y “origen del nombre del cobre”, en la sección orígenes. También recibió muchos mas nombres como *chalcanthos*, *chalcitis*, *scolecia*, *misy* y *siry*. Sin embargo fue confundido con el carbonato de cobre, muy llamativo por su color verde, por eso se le llamó *verdigris* con un símbolo específico.

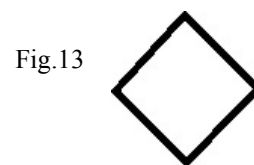
<sup>12</sup> El producto obtenido por deshidrogenación del alcohol, ya había sido observado por Scheele en 1774. El término fue propuesto por Berzelius en 1835, generalizando estos compuestos a la familia de las aldehidas. Este nombre se extendía para aquellos compuestos producidos por deshidrogenación del alcohol. Así por ejemplo cuando Dumas trata alcohol con cloro, que le quitaba hidrógeno sin sustituirlo, obtiene una aldehida o ether acético de fórmula  $C_8H_8O_2$ , con carbono barrado (carbono como átomo doble).

<sup>13</sup> En su *Historia Naturalis*, V28 cita "...prodest et sapo; Gallorum hoc inventum rutilandis capillis; fit ex sebo et cinere..duobus modis, spissus et liquidus, uterque apud Germanos maiore in usu viris quam feminis". Por lo tanto los galos empleaban el jabón para enrojecer sus cabellos como los Germanos. Galeno (Siglo II dC), recomendaba el jabón como medicamento y preventivo, siendo los mejores los del pueblo de Mattium en Germania. Se vendían en pomadas y como bolas. Las bolas de Mattian eran las más usadas por las mujeres romanas.

<sup>14</sup> En un texto de la tercera dinastía de Ur (2200 a.C) se especifica que se emplea para lavar ropa, obteniéndose con 1 qa de aceite y 5 y medio de qa de cenizas de mastakal (planta similar al kali, usada para extraer potasa). Pese a esos testimonios antiguos, sólo en 1666, Tachenius estableció que los jabones estaban formados por un ácido procedente de una grasa, con un álcali, en un proceso que sería llamado por ello saponificación. La nominación y confirmación la hizo Chevreul (uno de los químicos más longevos, ya que murió a los 103 años) en 1816.

lenguas europeas<sup>15</sup>. Lo curioso es que en árabe era al-sabun, y por eso en el medievo en España se denominaba asabon, por lo tanto fue una raíz europea tomada por el árabe. Su símbolo alquímico fue muy empleado (fig. 13), aunque la higiene brillara por su ausencia en esos tiempos.

Los egipcios, caldeos y sumerios, especialmente los primeros empleaban “jabones” antes y después de comer<sup>16</sup>, que denominaban anchir, sin embargo esos jabones, no tenían relación con los actuales, ya que eran sales inorgánicas, tales como los carbonatos sódico y potásico (nitro, neter y borith).



Otro compuesto con gran tradición orgánica es el tártaro, que aunque se aplicó a cualquier depósito, sin embargo se identificó con el que formaban los vinos especialmente dulces. Debido a que a estos depósitos se les achacó la enfermedad de la gota, que causaba muchos dolores, se le denominó así (el tártaro era el infierno de los latinos), teniendo múltiples símbolos (fig. 14 -20).

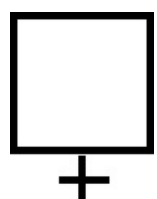


Fig.14



Fig.15

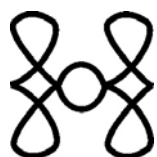


Fig.16



Fig.17



Fig.18

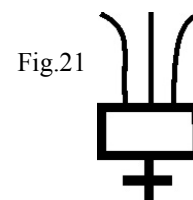


Fig.19



Fig.20

El tártaro aparece en los escritos de los alquimistas árabes<sup>17</sup>, después en los escritos de Paracelso<sup>18</sup>, y de van Helmont. A partir de 1600, se describe el tártaro emético que era una sal de tártaro y antimonio<sup>19</sup>. Sin embargo las sales de tártaro ya eran conocidas y también simbolizadas desde antes, tal como la sal de calcio (fig.21) y el cremor tártaro (tartrato ácido de potasio).



En 1540, Valerius Cordus, obtiene el “aceite dulce de vitriolo” pues lo había obtenido con aceite de vitriolo (ácido sulfúrico) y espíritu destilado (etanol)<sup>20</sup>. Este compuesto se denominó éter, del griego aithen por lo fácilmente que ardía, y se conocería como éter sulfúrico derivado de su obtención. Así se generará con el paso del tiempo el nombre de alcohol etílico y a través de él, el prefijo et, que se atribuye a todas las agrupaciones de dos carbonos, aunque la fórmula asignada en principio a este compuesto no tenía dos carbonos, como se verá.

<sup>15</sup> En el antiguo germánico es *seife*, en británico *soavon*, en rumano *sapun*, en servocroata *sapun*, en letón *ziepes* etc.

<sup>16</sup> El mayor uso de los “jabones” era como medicamento, así aparece en la literatura babilónica y egipcia, para curar sarnas, enfermedades de la piel, venéreas y también quemaduras.

<sup>17</sup> La primera referencia sobre el tártaro aparece en el tratado “Extractos hechos para un filósofo cristiano anónimo”, de Myriam la judía, de la escuela de Alejandría, en una relación de sustancias empleadas en la obra alquímica, junto con el aceite ricino, el agua del acetum, el ácido de sal marina etc. También aparece en los escritos de Geber con el nombre del *sal tartari*. Lo obtiene de la destilación del vino.

<sup>18</sup> Paracelso es el autor de la teoría del tártaro, según la cual igual que el vino originaba depósitos, el organismo humano también los creaba y eran los causantes de las enfermedades. También supuso que la digestión estaba dirigida por un ser espiritual que existía en el estómago y se denominaba Archeo. Recomienda los baños minerales artificiales, empleando sales de tártaro entre otras sustancias. Quizá lo más interesante es que crea la Química médica (Iatroquímica). “*El hombre es un compuesto químico, y sus enfermedades son debidas a una alteración en su composición. Es necesario hacer por lo tanto medicamentos químicos para combatirlos*”.

<sup>19</sup> Lo describe por primera vez Hadrian Mynsicht, antes que Paracelso. Se producía como residuo en las cubas de vino, cuando éstas se hacían con arcilla mezclada con cales de antimonio. Se empleaba como vomitivo, de esta forma el enfermo echaba fuera los “malos humores”, por lo tanto actuaba como una purga. Era una frase muy común en la medicina del XVI “*No hay mas remedio que el antimonio (tártaro emético) y las sangrías*”.

<sup>20</sup> Se describe así su obtención: “*Sabiendo que en la destilación de la mezcla de aceite de vitriolo y espíritu del vino se obtienen varias sustancias, primero hay que picar con un alfiler la vejiga conectada al boca del alambique, para saber por el olor los licores que se desprenden a medida de que sucede la destilación. Primero sale el espíritu del vino seguido de un poco de agua de Rabel (mezcla de alcohol y óleo de vitriolo. En segundo lugar se desprenden unos vapores blancos, que contenía el éter y que no podían ser absorbidos. En tercer lugar, una sustancia con un olor a azufre muy penetrante*”. Lo denomina: *oleum vitrioli dulce verum*. Su descubrimiento se atribuyó más tarde a Frobenius (1730), por eso también se le llamó *licor de Frobenius*, aunque él lo denominó *spiritus aetherus*. Posteriormente sería llamado *spiritus vini vitriolatus* y *éter sulfúrico*, hasta que Valentín Rose en 1800, descubrió que no contenía azufre. La primera historia del éter la publica Grosse a mediados del siglo XVIII. Newton también explica que se obtenía a partir de óleo de vitriolo y espíritu del vino.

En 1590, se descubre un compuesto que será famosísimo en el mundo orgánico: Las flores de benjuí (Blas de Vigenère, 1590, "Traite du fer et du sel", publicado en 1618). Se extraía de un árbol oriental el benjuí, y al calentarlo sublimaba en agujas blancas (flores), del benjuí, que procede del árabe lubenyawi (incienso de Java), derivarán benyawí, benjaví, benjuí, benzui, benzina y benzol, padres directos del benceno. Ese olor característico de la resina del árbol, es lo que hará que la química del benceno se denominará aromática, aunque modernamente su aromaticidad química sea algo bien distinto. Por muy bien que huele, no se debe hacer, pues elimina los glóbulos rojos de la sangre.

El benceno actual, se conocería como bicarburo de hidrógeno (nomenclatura sistemática de Lavoisier), cuando Faraday lo extrajo en 1825, de los residuos del gas del alumbrado de Londres que se producía a su vez del aceite de ballena<sup>21</sup>. Sin embargo parece ser que ya en 1667 había sido obtenido por Glauber, junto con el fenol<sup>22</sup>, en la destilación de carbón mineral, ya que lo describe como un "*oleum ardiente de color rojo que seca y cura poderosamente las úlceras húmedas*". Su nombre de benzol y de ahí a benceno, sería propuesto por Hofmann, 20 años después.

Mucho más antiguo es el origen de otro compuesto orgánico como la nafta, que producirá el naftaleno y todos sus derivados. Nada menos que del antiguo Egipto, donde Na era agua y ptha fuego. Ese nombre revela una propiedad característica, su combustión. Por eso se empleaba en los templos del dios del fuego (Ptha).

Desde 1675, año en que Lemery comenzó la clasificación de los compuestos orgánicos hasta nuestros días, han pasado más de tres siglos. ¿Por qué Lemery atribuía el adjetivo "orgánico"<sup>23</sup> a un compuesto, asignándole un papel activo en el reino animal o vegetal? Simplemente por su apariencia. Todo sólido duro, con aristas y apariencia rocosa, era no orgánico; lo contrario, sería orgánico. Así vemos al tricloruro de antimonio, clasificado de orgánico, sólo porque era untuoso como manteca, por ello lo denominará "*manteca de antimonio*", nombre ya comentado. Conviene recordar que los derivados del antimonio, eran unas de las panaceas curalotodo del siglo XVI y XVII<sup>24</sup>.

Van Helmont, a principios del XVII, había obtenido una especie de agua al destilar la madera. Boyle, cincuenta años después demuestra que esta agua, es una especie de vinagre y de espíritu del vino, y lo llama "espíritu adiaforético", que sometido a nueva destilación, producía un espíritu inflamable que denomina alcohol de madera. Taylor en 1812 lo denomina éter piroleñoso<sup>25</sup>, cuyo nombre ya indica sus características y procedencia. Por fin los franceses Dumas y Peligot en 1834 lo denominarán alcohol metílico<sup>26</sup>.

<sup>21</sup> Faraday, establece que aquel líquido volátil que hervía alrededor de los 80°C, tenía por composición C<sub>2</sub>H (C=6), y lo nombra por su composición "*bicarburet of hydrogen*". Sin embargo la primera referencia al benceno la hace Glauber, en 1649, en su "*Furni novi philosophici*", cuando relata la destilación fraccionada del alquitrán del carbón, usando después spiritus salis fumans (HCl), para su purificación, dice que se obtiene "*un agua ácida, que purificada no es inferior al óleo petri en el calor que produce, con un olor agradable y delicado*". Estaba describiendo sin saberlo al benceno. Mitscherlich (1833), en Berlín propone el nombre de benzina y Liebig (1832), benzol. Laurent, propondrá el nombre de fene, como origen del fenol, que no prevalecerá.

<sup>22</sup> Fenol (llamado así por Gerhardt), antes cyanol (lo nombra así Runge en 1834, ya que se obtenía al destilar el carbón, y producía color violeta (ciano) con cloruro de calcio), también ácido carbólico (de carbon oil acid) y ácido fénico (Laurent en 1842), deriva de phaino, "yo alumbró" en griego, y tal como el castellano farol, procede del nombre de la isla de Pharo, donde estaba el famoso faro de Alejandría. La unión lingüística entre fenol y benzol, hizo que el radical de éste se denominara fenilo y no bencilo.

<sup>23</sup> El nombre de química orgánica como texto (*Organisk kemi*) surgirá en la obra Djurkemi (química animal) escrita por el sueco Berzelius para sus alumnos de medicina, en 1806, con ella se designaba los procesos químicos que tienen lugar en los seres vivos, sin embargo este término ya aparece a finales del XVIII, en los escritos de Friedrich von Hardenberg, en el mismo sentido pero en otro contexto.

<sup>24</sup> Véase en el "origen del nombre del antimonio", en la sección orígenes de esta web.

<sup>25</sup> Éter porque ardía, y piroleñoso por que procedía del fuego y la madera

<sup>26</sup> Explican esta denominación, indicando que procede del griego :  $\chi$ , vino y  $\beta$ o leña, madera: "*cést à dire, vin ou liqueur spiriteuse de bois*" (es decir vino o licor espirituoso de la madera). Lo hacen en las investigaciones sobre radicales hidrocarbonados. Precisamente en ellas se bautizó el radical orgánico más pequeño que llamaron "*méthylène*" (Anales de Química y Física, 1835). Para ellos el metil era (CH)<sub>1</sub>, el etil (CH)<sub>2</sub> y el butil (CH)<sub>4</sub>. En el mismo trabajo, establecieron el concepto de función química.

En las Mémoires de l'Académie des Sciences francesa, de 1688, aparece con autoría de un médico francés, Duclos, la primera referencia a un ácido extraído del jugo de la acedera, cuando se exprime<sup>27</sup>. Precisamente el nombre de esa planta va ligado a las características ácidas de dicho jugo, por eso a dicho ácido que sería poco más tarde descrito y estudiado por Boerhave, se le denominó oxálico, con el prefijo ox, tal como la planta, oxalis (obsérvese la raíz indoeuropea ak=ox).

Otro ácido que se había obtenido mucho antes por la destilación del jugo de planta, fue el succínico, extraído del succino, karabé o ámbar amarillo. Fue encontrado a principios del siglo XVII, por Oswald Croll, aunque sería estudiado mucho más tarde por el sueco Scheele, tal como el oxálico<sup>28</sup>. No sería el único ácido orgánico obtenido por el químico sueco. También extrajo de la leche agria, el ácido de la leche (ácido láctico), de las manzanas, el málico; de los limones, el cítrico y de las nueces de agalla, el gálico<sup>29</sup>. Tratando aceite de oliva con litargirio, obtuvo un líquido siruposo, que llamó aceite dulce (más tarde y por ese motivo, glicerina). Incluso de los cálculos urinarios, y al mismo tiempo que otro químico sueco Tobern Bergman, obtuvo el ácido que llamó lítico (lithos, piedra) y que después sería úrico (mismo origen que orina, o sea del griego ούρέω, en el sentido de hacer aguas). Todo ello entre 1776 y 1786.

Precisamente será Bergman, el primero en producir artificialmente un compuesto orgánico, setenta y cinco años antes que Wöhler sintetizara la urea en 1828. Sería en el trabajo sobre el ácido del azúcar, que obtiene tratando azúcar con ácido nítrico, pero cree al principio que se trata de un ácido similar al de la acedera (oxálico).

En 1683, el rey de Suecia, Carlos XI, funda el laboratorio químico modélico (el mejor de Europa, en su tiempo), en Estocolmo, y le encarga la dirección a Urban Hiérne<sup>30</sup>. El objetivo del laboratorio era estudiar las tierras más favorables para los cultivos, encontrar nuevos remedios médicos, buscar nuevos materiales que resistieran los incendios etc. Los dos primeros trabajos publicados por Hiérne salidos de estas investigaciones fueron "Sobre el ácido de las hormigas" y "Sobre el aumento de peso de los metales por calcinación". No sería el primer trabajo sobre el ácido de las hormigas, porque en 1670, De Wray ya había sometido a las hormigas a destilación. Scheele lo obtendría por síntesis en 1786<sup>31</sup>.

El hidrocarburo con más antigüedad en la literatura química, es el gas de los pantanos de Van Helmont, descrito en 1600. Después sería llamado aire inflamable por Volta en 1777, año en el que Bergman creó la llamada química orgánica. Su inflamabilidad producía muchas víctimas en las minas de carbón<sup>32</sup>, por eso su nombre de "feu grissou" (fuego gris) que dio grisú. En 1769, Lavoisier lo llamó gas hidrógeno carbonado. Sólo recuperaría su nombre actual, metano, en 1785, pero no porque tuviera un carbono, porque su fórmula inicial no se parecía en nada a la actual.

Su fórmula simbólica propuesta por Dalton es la dada en la fig.22.



La primera clasificación de los hidrocarburos se hizo con parafinas, olefinas y acetilenos. En 1830, Reichenbach, había aislado unos hidrocarburos con muy poca reactividad, que llamó parafinas (poca afinidad).

<sup>27</sup> Antes, en 1647, Ángelo Sala, había publicado, que había extraído una sal de la oxalis (acedera), pero le dio el nombre de tártaro: "Para hacer un tártaro bien ácido es necesario exprimir el jugo de la oxalis (rumex acetosa), aclararlo con blanco de huevo. Después hay que filtrar el licor, evaporarlo, disolver el residuo con agua hirviendo y abandonarlo a la cristalización". Naturalmente lo que había obtenido no era un tartrato sino un oxalato potásico.

<sup>28</sup> En las Nuevas Actas de la Sociedad de Stockolmo, de 1784, aparece el trabajo "De ácido acetosellae", en el que Scheele. Para extraer este ácido dice: "Prefiero el acetato de plomo a la cal porque el ácido vitriólico no desplaza del todo al ácido oxálico que tiene una gran afinidad por la cal". Cuando trató ácido láctico con ácido nítrico, aparte del oxálico obtuvo otro ácido que llamó "acidum sacchari lactis", que después sería bautizado por Fourcroy como ácido mícico. También obtendría ácido oxálico por oxidación del aceite dulce (glicerina) con ácido nítrico.

<sup>29</sup> Aunque su descubrimiento se atribuye a Scheele, ya en 1777, había sido aislado en Dijón, por Rouelle, Macquer, Giennotti y Monnet.

<sup>30</sup> Hiérne, fue el químico europeo, con mayor número de hijos. Tuvo 25 de los que 9 fueron varones, en tres matrimonios.

<sup>31</sup> Scheele, en una serie de trabajos paralelos con magnesia nigra que le llevó al descubrimiento del manganeso y del oxígeno (véase en la sección orígenes de esta web, "El origen del nombre del manganeso"), trata el óxido de manganeso con ácido sulfúrico y azúcar, obteniendo un ácido parecido al vinagre pero más fuerte, que identifica con el de las hormigas. Sería el segundo compuesto orgánico sintetizado.

<sup>32</sup> Agricola, en su tratado Re Metallica, de 1530, explica que en las minas existen "animales pirogénicos", que nacen y viven en el fuego y son una especie de demonios, que matan a los obreros de las minas, con un gas inflamable e irrespirable (hacía referencia ya al metano).

Fourcroy en el XVIII, había llamado gas oleificante, a lo que ahora conocemos como eteno porque por su cloración se producía una especie de aceite (cloroetano) denominado aceite de los holandeses. Su fórmula simbólica propuesta por Dalton<sup>33</sup> es la dada en la fig.23.



Fig.23

Por eso, su nombre: gas que producía aceite. Antes fue eterina, puesto que se producía en la obtención de los éteres, al tratar alcohol etílico con ácido sulfúrico (Berzelius,1825), aunque su primer nombre, cuando Becher lo produjo en 1669, no se registró. En la clasificación de Berthelot, sería el hidrógeno carburado pesado. Los acetilenos derivan de este compuesto, cuyo nombre tiende a confundir a los estudiantes en su insaturación. El acetileno descubierto por Davy oficialmente en el 1836 (antes en 1808, lo había descrito), en la obtención del potasio a partir de carbonato potásico, y bautizado como klumeno, también debe su nombre a Berthelot, por que lo consiguió producir a partir de etileno (eteno) tratándolo con alcohol o éter en un tubo al rojo, creyendo que se acetilaba, de ahí el famoso nombre que tanta guerra sigue dando.

Sin embargo una cosa era la nomenclatura o asignación de un nombre, y otra la simbología de dicho compuesto, ya que Dalton había dado una proporción atómica mínima.

### La formulación química y la simbología orgánica.

El primer intento de formulación casi espacial de los compuestos orgánicos, dentro de la simbología general química, fue el de Dalton, quien inventó los modelos moleculares espaciales. Al adaptar la simbología inorgánica a la orgánica, llega a representar sustancias orgánicas complejas como el alcohol, el azúcar, la albúmina y la gelatina (fig. 24 a 27).

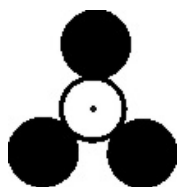


Fig.24

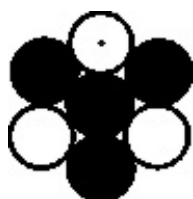


Fig.25



Fig.26

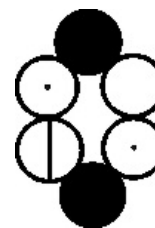


Fig.27

La formulación y simbología de los compuestos orgánicos, tenían el problema de la capacidad del carbono de unirse a sí mismo, por lo cual las fórmulas reales eran muy diferentes a las empíricas, necesitándose los pesos atómicos de los elementos constituyentes, para determinarlas. Y ahí estuvo el problema.

Desde 1812, hasta finales de siglo, se emplearon diferentes medidas de los pesos atómicos y aunque Berzelius estableció una escala muy parecida a la actual, los químicos alemanes, tomaron el peso atómico del C, como 6, y el del oxígeno  $8^{34}$ , y así se plasmaron en todos los textos. El motivo estaba en el método empleado para su cálculo. Por ejemplo Dumas usaba el procedimiento de las densidades en fase vapor, pero partiendo de la idea de que las moléculas de los gases simples, se dividían en la combinación<sup>35</sup>. Las consecuencias fueron que la simbología de las fórmulas partía de un número de carbonos doble del real. En algunos casos se especificaba en la fórmula esta característica, con una raya debajo del símbolo, o partiéndolo, por eso cuando aparecían C y O, así reflejados, se sabía que eran átomos dobles. Otras veces, se indicaba al lado de la fórmula el peso atómico o equivalente del C o H que se tomaba, pero la mayoría de las veces no se indicaba nada. Unos químicos empleaban el peso atómico de Berzelius, otros el de Dumas. Otros el equivalente de los elementos (que no tenía nada que ver con el peso equivalente actual) sino que se identificaba con el atómico.

<sup>33</sup> Dalton había determinado las fórmulas del gas de los pantanos y del gas oleificante, haciendo explotar sus mezclas con oxígeno en un eudiómetro y analizando la composición resultante.

<sup>34</sup> Berzelius, en principio partió de asignar al oxígeno un peso atómico de 100, refiriéndose a los demás elementos con relación a aquél. Después tomó el H, C y O respectivamente como 1, 12 y 16; Liebig (escuela alemana) como 1, 6 y 8 y Dumas (escuela francesa como 1, 6 y 18). Pero la influencia mayor fue motivada por que Beilstein, al comenzar la enciclopedia de todos los compuestos orgánicos, basada en la orgánica de Gmelin, adoptó el criterio alemán de Liebig.

<sup>35</sup> Según esto, el agua estaba formada por un átomo de hidrógeno y medio átomo de oxígeno.

Además Berzelius, había definido el equivalente<sup>36</sup> de un ácido orgánico la cantidad que se unía a una molécula de óxido de plata. Lo malo era que la fórmula de referencia que se tomaba para esta sustancia, era de la Berzelius, que también aparecía en el handbook de Gmelín, o sea AgO.

Por lo tanto las fórmulas de los ácidos orgánicos deberían ser dobles. Así vemos en la tabla 1 la evolución en la formulación de 5 sustancias cuya nomenclatura se trató.

sustancia	Dalton 1803	Dumas 1827
gas de los pantanos	CH <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
gas oleificante	CH	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub>   C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
éter	C <sub>2</sub> O	4H <sub>4</sub> C <sub>2</sub> HOH
alcohol	CH <sub>2</sub> O	4H <sub>4</sub> C <sub>2</sub> 2HOH
ácido acético	COH	C <sub>4</sub> O <sub>2</sub> H <sub>2</sub> OHO

Tabla 1

Pero eso no era todo. Los equivalentes se tomaron a partir del volumen de gas comparado con el volumen de hidrógeno, en las mismas condiciones, y como se ha dicho hubo dos tendencias, tomar el hidrógeno como H<sub>2</sub> y como H<sub>4</sub>, y así surgieron las fórmulas de dos volúmenes, las primeras y las de cuatro volúmenes, las segundas. Berzelius usó las primeras mientras que Liebig, el otro químico más influyente en esa época usó las segundas. Sólo en 1843, Gerhardt que había sido ayudante de Dumas, unificará los criterios. Tomará como fórmula del óxido de plata Ag<sub>2</sub>O, con lo cual las fórmulas de los ácidos orgánicos y sus derivados había que dividirlos por 2, pero usando los pesos atómicos de Berzelius (C,12- O,16- H,1), adoptando las fórmulas de dos volúmenes, con lo cual las de los compuestos orgánicos ya se parecieron mas a las actuales. Sin embargo aunque el tiempo le daría la razón, el proceso no fue nada fácil porque todos los químicos alemanes siguieron el criterio de Liebig, y lo que era más influyente, toda Europa estudiaba la química orgánica a través de los tratados alemanes<sup>37</sup>.

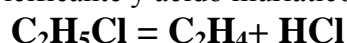
Laurent, otro ayudante de Dumas y amigo de Gerhardt, adoptó en 1846 los pesos atómicos de éste dándoles el significado de la más pequeña cantidad de elemento presente en un mol de cualquier compuesto que lo contuviera.

### Los Radicales orgánicos.

El uso de radicales orgánicos en las fórmulas fue un intento de poner orden, pero consiguió todo lo contrario.

En el tratado elemental de Química de Lavoisier, y en su formulación y nomenclatura sistemática, se inicia la teoría de los radicales<sup>38</sup>. Esto es, las sales estaban compuestas de un radical (parte ácida), y de una base salificable, tomando el nombre del radical.

En 1816 Robiquet y Colin destilando alcohol con ácido muriático, obtienen el éter muriático que consideraron un compuesto de gas oleificante y ácido muriático y por lo tanto con fórmula:



Sin embargo en 1832, Berzelius al considerar que el gas oleificante no tenía propiedades alcalinas y por lo tanto no debía unirse al ácido muriático, propone que lo que se forma es un radical, que llama eterino de fórmula similar al gas oleificante<sup>39</sup>. Pero dos años después Liebig, confirma que el radical

<sup>36</sup> El concepto de equivalente, fue aplicado por primera vez por Cavendish en 1766, para las diferentes masas de distintas bases que neutralizaban a una misma masa de un determinado ácido. En apuntes de laboratorio de 1777, describe la preparación de soluciones de sales con determinado peso equivalente. Wollaston publica en 1814, en el Philosophical Transactions of the Royal Society "On a synoptic scale of chemical equivalents" y es la primera escala de pesos equivalentes). Sus equivalentes son diferentes de los que publica Davy (H=1; O=7,5; Cl=32,5 etc) y Faraday, basados en métodos electroquímicos. Se hacen sinónimos a pesos atómicos, por ello la tabla de uso en Inglaterra en aquella época se titula: "Table of Chemical Equivalents or Atomic Weights". En ella se usa al oxígeno como referencia dándole un valor de 10, y Dalton en 1808, había tomado como peso equivalente al peso de un elemento que se combinaba con el H tomado como unidad.

<sup>37</sup> Gmelin, profesor de Heidelberg, es el autor del tratado de química mas extenso del siglo XIX, el Handbuch der Chemie, en 19 volúmenes (1948-1972), en él se formula el agua, la potasa y el ácido nítrico como OH, KO y NO<sub>3</sub> respectivamente, tal como hacía Dalton 50 años antes. Había sido escrita con fórmulas de 4 volúmenes, y ejerció notable influencia en la formación de todos los químicos europeos entre los 1850 y 70

<sup>38</sup> El término radical en el sentido químico actual fue usado por Guyton de Mourveau en 1787. En los compuestos orgánicos más sencillos estaba formado por carbono e hidrógeno (radical hidrocarburo). Incluso los aceites se consideraban como compuestos sin oxígeno y eran radicales libres. Sin embargo el primer radical aislado en 1815, por Gay-Lussac, solo tenía C y N, y se llamó cianógeno.

<sup>39</sup> En 1817, Berzelius creía que todos los compuestos orgánicos eran óxidos de radicales compuestos. Dumas, en 1837, juntamente con Liebig, publican en el Comptes Rendus una memoria en la que se dice: "La química orgánica presenta radicales que juegan el mismo papel que los metales y metaloides. Se combinan entre ellos y con los cuerpos más simples dando lugar a todas las combinaciones orgánicas. La química orgánica se resume en la búsqueda de estos radicales y de sus propiedades".



procedente del gas oleificante, no tiene esa fórmula sino  $C_2H_5$ , o  $C_4H_{10}$ , con C barrado, llamándole etilo y después aetilo<sup>40</sup>, siendo el  $C_4H_8$ , el eterino.

En 1834, también aparece el trabajo de Dumas, sobre la aparición de un radical que Berzelius llamó metilo, de fórmula  $C_2H_3$  o  $C_4H_6$ , con C barrado. Sin embargo este mismo radical, obtenido al año siguiente por Regnault, por procedimiento diferente, lo denomina aldehidene y Liebig al duplicado  $C_4H_6$ , con C barrado, acetilo. En 1838, Liebig, define por fin el radical orgánico como un constituyente invariante en una serie de compuestos que puede ser reemplazado en ellos por elementos, que a su vez pueden ser sustituidos por cantidades equivalentes de otros elementos.

Todavía surgirá un radical que luego sustituirá al hidrógeno en muchas fórmulas; el otilo  $OC_2H_3$ <sup>41</sup>.

Tenemos en 1840, tres radicales hidrocarbonados que formarán parte de muchas familias, con fórmulas normalizadas en la misma nomenclatura (tabla 2). Sólo el etilo corresponde a lo que se conoce actualmente.

Tabla 2

radicales normalizados 1840	
eterino	$C_2H_4$
etilo	$C_2H_3$
acetilo	$C_4H_6$

### La sustitución.

Un hecho accidental va a ser crucial en la formulación orgánica. En una recepción real en el palacio de las Tullerías de París, se advierte una atmósfera muy cargada, en la combustión de las velas, produciéndose unos vapores sofocantes. El problema se le plantea al químico más importante de Francia en aquellos momentos, que era Dumas, y éste interpretó en 1834 que la cera de las velas había sido decolorada, y que los humos tan sofocantes no era más que gas muriático. ¿Cómo se había formado? Sencillamente por sustitución (Dumas le llamó metalepsia), del hidrógeno del hidrocarburo por cloro. Naturalmente este hecho causó sensación en el mundo químico, y el enfado de Berzelius. ¿Cómo un elemento electronegativo iba a sustituir a otro positivo? Era un sin sentido químico. Propone que se formó por una cópula entre el ácido oxálico y el cloruro de carbono.

Sin embargo poco tiempo después Melsens, ayudante de Dumas, obtiene el ácido acético a partir del tricloroacético, por sustitución del cloro, confirmando el proceso anterior al realizarlo al revés. A parte de esto, en 1837, Malaguti, demostró que el cloro también podía sustituir al hidrógeno, en el éter.

### Los tipos.

La posibilidad de la sustitución del hidrógeno por un radical, hace que los químicos de la escuela de Dumas, Laurent, Gerhardt<sup>42</sup>, y Regnault crearan la teoría de los tipos<sup>43</sup>, y se originara un nuevo sistema de formulación a partir de 1840. Primero fue Dumas el que sugirió que en las sustituciones había un átomo o grupo que se mantenía constante, dividiendo los tipos en mecánicos y químicos, sería la “vieja teoría de los tipos”. Después serían Laurent y Gerhardt, los que aportaron los núcleos básicos sobre los que debía hacer las sustituciones (y se llamó teoría de los núcleos), completándolos Regnault y Williamson que aportó el tipo agua.

Los 4 tipos generalizados por Gerhardt entre 1850-4, fueron: agua, amoniaco, hidrógeno y ácido clorhídrico constituyeron el “système unitaire”, que dominó parte de la ciencia europea durante casi 20 años.

El tipo agua (tabla 3) daba lugar a la formulación de alcoholes, éteres y ácidos. El amoniaco (tabla 4), a aminas<sup>44</sup> y amidas. El hidrógeno (tabla 5), a hidrocarburos, aldehidos y cetonas, y el ácido clorhídrico (tabla 6) a los derivados halogenados.

<sup>40</sup> El sufijo ilo, característico de muchos radicales, no parte de ningún químico, sino como ya se ha dicho, de un escritor inglés, Coleridge, amigo de Davy quien se lo sugirió en diciembre de 1808. YI o il, deriva del griego hyle, materia o vida.

<sup>41</sup> El radical otilo, fue introducido por Williamson en 1852, denominándolo así por la sustitución de 2H del etilo por un O; de oxígeno-etilo surgió otilo. El otilo también intervino en la constitución de las aldehidas, que se consideraron hidruros de otilo (véase la tabla 5).

<sup>42</sup> Laurent y Gerhardt, van a crear la revista Comptes Rendus, que nace como una revista de química heterodoxa y revolucionaria, para las ideas que corrían en su tiempo, y que después se convertiría en la revista de la sociedad química francesa.

<sup>43</sup> Inicialmente la idea de Dumas era que “En la química orgánica existen ciertos tipos que persisten aún cuando en lugar de hidrógeno contengan un volumen igual de cloro, bromo y yodo”. Existen tipos químicos o sustancias con el mismo número de equivalentes unidos del mismo modo y que poseen las mismas propiedades químicas fundamentales y tipos mecánicos, sustancias que tienen fórmulas químicas similares producidas por sustitución pero diferentes en sus propiedades químicas”. Dumas diferenciaba el átomo físico (la actual molécula) del átomo químico (átomo elemental).

<sup>44</sup> Las aminas actuales no se denominaban así, sino amidas. Nombre propuesto por Wurtz, debido a que en su obtención se sustituía el hidrógeno del amoniaco por un radical alkilo, procedente de un derivado halogenado (halide); de ammonia+ alkyl halide, salió amide. El nombre de amina fue propuesto más tarde por Hofmann, que definiría las aminas primarias, secundarias y terciarias.

Tabla 3

tipo agua	$\text{O} \begin{cases} \text{H} \\ \text{H} \end{cases}$	$\text{O} \begin{cases} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{H} \end{cases}$	$\text{O} \begin{cases} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{cases}$	$\text{O} \begin{cases} \text{OC}_2\text{H}_5 \\ \text{H} \end{cases}$	$\text{O} \begin{cases} \text{CHO} \\ \text{H} \end{cases}$	$\text{O} \begin{cases} \text{C}_7\text{H}_5\text{O} \\ \text{H} \end{cases}$
nombres	agua	alcohol etílico	éter etílico	ácido acético	ácido fórmico	ácido benzoico

Tabla 4

tipo amoniaco	$\text{N} \begin{cases} \text{H} \\ \text{H} \\ \text{H} \end{cases}$	$\text{N} \begin{cases} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{H} \\ \text{H} \end{cases}$	$\text{N} \begin{cases} \text{C}_7\text{H}_5\text{O} \\ \text{H} \\ \text{H} \end{cases}$	$\text{N} \begin{cases} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \text{H} \\ \text{H} \end{cases}$
nombres	amoniaco	etilamina	benzamida	anilina

Tabla 5

tipo hidrógeno	$\begin{cases} \text{H} \\ \text{H} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{H} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{OC}_2\text{H}_5 \\ \text{H} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{OC}_2\text{H}_5 \\ \text{CH}_3 \end{cases}$	$\begin{cases} \text{C}_7\text{H}_5\text{O} \\ \text{H} \end{cases}$
nombres	hidrógeno	etano	acetaldehído	acetona	benzaldehído

Tabla 6

tipo cloruro de hidrógeno	$\begin{cases} \text{H} \\ \text{Cl} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{Cl} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{OC}_2\text{H}_5 \\ \text{Cl} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{Br} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{C}_7\text{H}_5 \\ \text{Br} \end{cases}$
nombres	cloruro de hidrógeno	cloruro de etilo	cloruro de otilo	bromuro de etilo	bromuro de ferilo

En 1852, Williansom generalizó la teoría de los tipos para compuestos inorgánicos, a partir del tipo agua tal como se muestra en la tabla 7. Ampliándola al año siguiente, junto con Odling a los tipos de agua doble y triple (tablas 8 y 9). De esa forma se formularon múltiples compuestos inorgánicos

tipo agua	$\text{O} \begin{cases} \text{H} \\ \text{H} \end{cases}$	$\text{O} \begin{cases} \text{H} \\ \text{K} \end{cases}$	$\text{O} \begin{cases} \text{K} \\ \text{K} \end{cases}$	$\text{O} \begin{cases} \text{NO}_2 \\ \text{H} \end{cases}$	$\text{O} \begin{cases} \text{NO}_2 \\ \text{K} \end{cases}$
nombres	agua	hidróxido potásico	óxido potásico	ácido nítrico	nitrate potásico

Tabla 7

tipo agua triple	$3\text{O} \begin{cases} 3\text{H} \\ 3\text{H} \end{cases}$	$3\text{O} \begin{cases} \text{PO} \\ 3\text{H} \end{cases}$	$3\text{O} \begin{cases} 3\text{NO}_2 \\ \text{Bi} \end{cases}$
nombres	agua triple	ácido fosfórico	nitrate de bismuto

Tabla 9

tipo agua doble	$\text{O}_2 \begin{cases} \text{H}_2 \\ \text{H}_2 \end{cases}$	$\text{O}_2 \begin{cases} \text{CO} \\ \text{H}_2 \end{cases}$	$\text{O}_2 \begin{cases} \text{CO} \\ \text{K}_2 \end{cases}$	$\text{O}_2 \begin{cases} \text{SO}_2 \\ \text{H}_2 \end{cases}$
nombres	agua doble	ácido carbónico	carbonate potásico	ácido sulfúrico

Tabla 8