

# INTRODUCCION

AL ESTUDIO

# DE LA QUÍMICA

—ó—

Conocimientos preliminares para facilitar el  
estudio de la Ciencia.

---

SEGUNDA EDICION.

---

MÉXICO.

Imprenta de J. M. Lara, calle de la Palma núm. 4.  
1862.

# A LA JUVENTUD ESTUDIOSA

**DE MÉXICO.**

*L. Río de la Loya.*

Este libro pertenece al Fondo Antiguo  
de la Biblioteca Central de la  
Universidad Nacional Autónoma de México

131386



## ADVERTENCIA DE LA PRIMERA EDICION.

---

La mala organizacion que se ha dado en la República á la enseñanza de las ciencias exactas, hace que se carezca de una cátedra de química elemental, que, economizando el tiempo, contribuya á que los alumnos comprendan fácilmente las doctrinas especiales que se enseñan en cada una de las de aplicacion. En vano se ha manifestado la necesidad de establecer aunque sea una en esta Capital, en la que se enseñen los principios generales de la ciencia: en vano se ha dado á conocer su influencia en los adelantos de las artes fabriles, en los de la Agricultura, de la Medicina y del Comercio: en vano, en fin, se ha demostrado que ese es uno de los ramos de la buena educacion en los países civilizados del mundo: esperanzas remotas y promesas no cumplidas; he aquí todo lo que se ha conseguido. Por esto los profesores encargados de las Cátedras de Química aplicada á la mineralogía y á la medicina, únicas con que hasta ahora cuenta México, se ven precisados á ocupar una parte del año escolar en la enseñanza oral de aquellos principios: de aquí el embarazo en que se encuentran para la eleccion del autor que les ha de servir de texto, y de aquí tambien el poco fruto de sus afanes.



Para remediar en parte tales inconvenientes, me he decidido á redactar estos prolegómenos, convencido por la experiencia de que en vano se esfuerza el profesor en la exposicion de doctrinas que no están en el libro; de que los alumnos deben reverlas y meditarlas; de que no es conveniente ni útil obligarlos á que se ocupen en escribirlas; y de que son por otra parte indispensables para la inteligencia de las doctrinas químicas.

Nada nuevo se hallará en este trabajo: mi objeto es solamente presentar á los cursantes un cuerpo de doctrina tan compendiado como es posible; pero en el que encuentre lo mas importante, para familiarizarse sin gran pena con el lenguaje de la ciencia: solo me propongo llenar los vacíos que se notan á primera vista en los autores designados, y remediar en parte los que proceden de la mala organizacion que en general se ha dado á la enseñanza. ¿Cómo poder hablar á los cursantes de química, aun desde las primeras lecciones, de la pulverizacion y solucion, de la filtracion y decantacion, sin saber lo que significan estas voces? ¿Cómo tratar despues del isomerismo é isomorfismo, y menos de las formas cristalinas, siendo desconocida para ellos la manera de apreciarlas? Aun las reglas de nomenclatura, mas perfectas y mas extensas cada dia, son indispensables para entender las obras modernas y conocer, por sola la indicacion de los nombres, la naturaleza de los compuestos, la relacion de sus elementos, y aun su analogía con otros, así como las propiedades que los caracterizan.

No podré señalar desde ahora el orden ni la extension que me propongo dar á este trabajo, porque son muchos los vacíos que hay que llenar, y corto el tiempo de que puedo disponer: mis deseos no tienen límite: quisiera que los cursantes dominaran la ciencia, para que apreciaran su importancia y utilidad; pero sé muy bien, que en las circunstancias actuales, acaso hacen mas de lo debido: ciento veinte lecciones



que á lo mas se dan en el año escolar, apenas bastan para estudiar la nomenclatura y los cuerpos simples; así es, que hacen mucho si pueden dar razon de algunas de sus combinaciones y de los principios generales de la Química orgánica. No se extrañará por lo mismo, que dé la preferencia á las doctrinas mas fáciles y compendiadas, y que cuide poco del orden de las materias. Voy á escribir un *opúsculo para el uso de los cursantes de la Cátedra de Química de México, tal como está montada hoy*: por lo mismo, solo debo procurar satisfacer esta necesidad. Feliz si logro el objeto, y mas aún si consigo que este pequeño trabajo sea útil, en alguna manera, á los alumnos de la escuela de Medicina.

#### AUMENTO PARA LA SEGUNDA EDICION.

Agotados los ejemplares de la primera, y constantemente solicitados, me veo precisado á hacer la reimpression de este cuaderno, no obstante que aguardaba para ello la tranquilidad necesaria, y poder disponer de algun tiempo, á fin de dar á estos apuntes la extension que exige la materia, haciendo en lo ya escrito las correcciones consiguientes al transcurso de trece años que han pasado desde la primera edicion. Sin esperanza de lograr lo primero, me decido por la reimpression, limitándome á hacer algunas correcciones y aumentos, que aunque de poco valor, espero que servirán á los alumnos para recordar las explicaciones que oyen en la cátedra.

Interesado en que se uniforme el idioma científico, y en que se perfeccione cual conviene, desterrando los galicismos, la confusion de unas voces y el doble sentido de otras, no deben extrañarse varios pormenores demasiado sabidos para los inteligentes; pero desconocidos para los alumnos. Por esto he creído igualmente útil agregar algunas consideraciones relativas á los principales instrumentos, utensilios y



aparatos cuya descripción no es común hallar en las obras que sirven de texto, á la vez que, se dificulta á los cursantes el conocimiento de las voces equivalentes. Razones análogas me deciden á dar á conocer mas tarde y en un suplemento los medios apropiados para el reconocimiento de las sales, y de algunas otras sustancias de uso común; pues aunque los trabajos analíticos, cualitativos y cuantitativos, pertenecen á la Cátedra especial; como de hecho se exige á los alumnos en los exámenes que reconozcan varias sustancias, me ha parecido indispensable someterme á esa práctica, presentándoles un compendio que podrán estudiar al concluir el curso.

Por último, he creído conveniente adicionar este opúsculo con algunas indicaciones relativas á las propiedades alotrópicas de algunos cuerpos, á la afinidad con y sin antagonismo, á la mejor clasificación de los cuerpos simples, y en general á los puntos que no toca el autor designado, ó cuyas doctrinas no están conformes con las últimamente admitidas. Creo que por este medio seguiremos, en cuanto es posible, la marcha de la ciencia, y que los alumnos se encontrarán al finalizar el año, con los conocimientos indispensables á la carrera que han adoptado.





# INTRODUCCION

AL ESTUDIO

# DE LA QUÍMICA.

## PARTE PRIMERA.

**Definición de la química.—Sus divisiones.—Análisis y síntesis.—Medios analíticos.—Nociones preliminares.**

1. Química es la ciencia que enseña á conocer las relaciones moleculares de los cuerpos, separando y uniendo sus elementos.

La palabra química se deriva, segun unos, del griego, y cuya significacion equivale en nuestro idioma á la palabra *yo fundo* ó liquido: otros la hacen derivar de *Cham*, por haberse conocido con el nombre de *Tierra de Cham* el Egipto, donde primitivamente fué cultivada, así como en la China y en las Indias. Antiguamente se llamó *Alchimia* de la palabra *Cham*, y de la partícula árabe *al*, superior ó excelente. Mas tarde fué conocida con el nombre de *Pyrotécnica* ó arte del fuego: *Ciencia hermética*, por atribuirse á Hermes la invencion de las ciencias: *Argyropea*; ó arte de



fabricar la plata: *Chrysopea* ó arte de fabricar el oro: por último, se le conoció con el nombre de *ciencia spagyrica*, derivándose esta de dos voces griegas, *separo y reuno*, nombre el mas significativo y adecuado, atendida la definicion y el objeto de la química.

2. Puede esta dividirse en general y aplicada: la primera comprende. 1º La historia de la ciencia. 2º Las definiciones. 3º La descripcion y uso de los instrumentos, utensilios y aparatos: 4º Las nomenclaturas. 5º Las leyes de las combinaciones. 6º La division de los cuerpos y su clasificacion. 7º La descripcion de los simples. 8º La de las combinaciones que estos forman. La aplicada se ocupa principalmente de los compuestos especialmente usados en el ramo á que se aplica. De aquí las subdivisiones en orgánica y anorgánica, en analítica, médica, mineralógica, agrícola, industrial, &c.

La química médica es la química general, considerada en sus relaciones con la medicina. Comprende la orgánica y la anorgánica, y se ocupa especialmente en conocer las reacciones moleculares que se verifican en la economía animal; sea entre sus elementos propios ó entre los de los cuerpos con los cuales están en relacion, tales como la atmósfera, los alimentos, las bebidas y las sustancias medicinales.

La química agrícola tiene por objeto el estudio especial de los cuerpos simples y compuestos que directa ó indirectamente influyen en la vegetacion.

Tanto el médico como el agricultor deben adquirir los conocimientos necesarios de la química analítica, para desempeñar concienzudamente su profesion.

3. Componer y descomponer son las principales operaciones de la química. Se ha dado el nombre de síntesis á la primera, y de análisis á la segunda. Cuando se han separado los elementos de un cuerpo y nuevamente combinados se obtiene el mismo compuesto, se dice que el análisis es verdadera ó perfecta: por ejemplo, el agua: cuando no se puede recom-



poner, se llama análisis falsa ó imperfecta: ejemplo, la sangre. Aunque esta division no sea ideológica, porque realmente no hay análisis falsas, está generalmente admitida.

El análisis se divide en cualitativa y cuantitativa: la primera solo descubre los principios inmediatos, los radicales ó los elementos de los cuerpos, y la segunda sus proporciones ó la relacion de esos elementos.

4. Para analizar los cuerpos emplea el químico, medios, agentes y reactivos. Las sensaciones y el raciocinio son los medios: la luz, el calórico y la electricidad los agentes, y un número limitado de sustancias simples ó compuestas, cuyas propiedades y reacciones están determinadas, son los reactivos.

Los medios son por lo comun indicantes de la marcha que se ha de seguir para descubrir la composicion. El estado, brillo, densidad, formas, textura, dureza, quebradura, color, olor y sabor, son los caracteres fisiológicos ú organolépticos: unos obran físicamente y otros químicamente. Por ejemplo, al tocar el mármol sentimos una impresion desagradable, fria; pero la mano solo ha perdido algun calórico: mas al contacto de una solucion de sosa cáustica, experimentamos una sensacion untuosa, y á veces dolorosa, consecutiva á la accion química. El raciocinio dá medios positivos y medios negativos para descubrir los cuerpos: el azoeto se distingue desde luego de otros gases por sus propiedades negativas; pero el hidrógeno y el oxígeno por las positivas (1).

El calórico y la electricidad obran de un modo especial y diferente con relacion á los cuerpos: las propiedades que ofrecen, juntas con los caracteres orga-

(1) No obstante que los autores solamente numeran entre los caracteres organolépticos los que estiman por los sentidos del tacto, del olfato y del gusto, parece consecuente no excluir las impresiones que recibe el ojo para juzgar del color, brillo, &c.: por tal motivo confundimos los caracteres organolépticos, y los reputados como físicos.



nolépticos, bastan en algunos casos para descubrir la naturaleza de una sustancia. Así, cuando sometemos un cuerpo á la accion del fuego, vemos que se carboniza ó se incinera, que se funde, se volatiliza, &c., &c., y cada uno de estos resultados nos indica la composicion.

Las reacciones particulares que presenta un cuerpo desconocido, cuando se trata por otro de composicion determinada, resuelven las dudas á que pueden dar lugar el uso de los medios y de los agentes.

El exámen de un cuerpo puede hacerse empleando vehículos ó reactivos líquidos, ó algun agente con ó sin reactivos sólidos: en el primer caso se dice que se ha analizado por via húmeda, y en el segundo por via seca: el análisis al soplete, cuyos resultados son por lo comun decisivos, y cuando menos indicantes, es un análisis por via seca, y uno de los medios mas preciosos, fáciles y sencillos que frecuentemente emplean los químicos.

Algunos autores solo admiten agentes como medios analíticos, y los dividen en agentes físicos y agentes químicos. Cuentan entre los primeros, la luz, el magnetismo, el calórico y la electricidad: entre los segundos los reactivos.

5. Para reconocer los cuerpos, separar unos de otros y preparar ciertos compuestos, la química se sirve de algunas operaciones, á las que se han dado nombres particulares, que debe conocer desde luego el que se dedica al estudio de esta ciencia. Las principales son:

6. DIVISION.—Es la operacion que tiene por objeto separar mas ó menos mecánicamente las partes integrantes de los cuerpos. Se practica, cortando, limando, raspando, triturando, contundiendo ó pulverizando. Algunas de estas operaciones se subdividen con relacion á los instrumentos empleados al practicar la division: se corta con tijeras ó con cuchillo; se lima con escofinas ó con limas comunes; se raspa y



se rae con legras, raedores y rayos; se tritura, se contunde y se pulveriza usando de pilones, rastras ó arrastres, morteros, tambores, cilindros y pórfidos con moletas. Cada una de estas operaciones tiene nombres particulares, como contusion, trituracion, levigacion, porfidizacion, etc. La dilucion y precipitacion que algunos comprenden en la pulverizacion, no deben confundirse con esta.

La pulverizacion se hace con intermedio ó sin él: el fósforo se pulveriza fundiéndolo en agua ó en el alcohol, y agitando el líquido hasta su enfriamiento: algunas resinas y aceites sólidos, empleando el alcohol ó el éter: ciertas partes vegetales y animales, con el azúcar ó la goma. Se usa tambien de estas sustancias para reducir á polvo fino algunos metales, como el oro, la plata y otros que son maleables: por último, algunas sales se pulverizan por cristalizacion inicial.

7. DESECACION.—Es la operacion que tiene por objeto privar á los cuerpos de la humedad que retienen *mecánicamente* entre sus partículas ó condesada en su superficie.

Esta operacion es de la mayor importancia para conocer y señalar los fenómenos en las combinaciones y para tener buenos resultados analíticos; pues es indudable que las diferencias que se encuentran en las análisis de un mismo compuesto, dependen en el mayor número de casos, de su estado higroscópico.

El agua se combina con muchos cuerpos: entonces pertenece á su constitucion misma, y no debe procurarse quitarla por la desecacion, cuando se desea conocer la naturaleza del compuesto. Un equivalente de óxido de potasio se combina con otro de agua, y al compuesto que resulta se dá el nombre de potasa cáustica: si se abandona al aire ó se trata por el agua, tomará, uno, dos, cuatro ó mas equivalentes, formando una solucion de hidrato de protóxido de potasio ó un polihidrato. La evaporacion y la fusion ígnea pri-



varán á este compuesto del agua en esceso, volviéndolo á la combinacion de equivalente por equivalente: diremos entonces que hubo una desecacion, ó que el hidrato de potasa se puede secar sin descomponerlo, llevándolo hasta la fusion. No debe confundirse la evaporacion con la desecacion: en el ejemplo puesto, aquella ha sido prévia y esta posterior.

Para desecar un cuerpo es muy importante conocer su naturaleza, ó cuando menos sus propiedades al estado de sequedad: así se llega á elegir sin peligro y con facilidad el medio para desecarlo. Los procedimientos de que se sirve la química, son:

A.—El simple contacto del aire.

Se usa de este medio con los cuerpos que por su exposicion al ambiente quedan opacos ó reducidos al estado de polvo blanco. Ejemplo: El sulfato, el fosfato, el carbonato de sosa y en general todas las sales efflorescentes. Fresenius recomienda como medio mejor para desecar estos cuerpos, reducirlos á polvo, colocarlos entre hojas de papel de estraza y someterlos á presiones fuertes hasta conseguir el objeto.

B.—El contacto de una atmósfera desecada artificialmente.

Si se abandona el sulfato de magnesia al aire húmedo no sufre alteracion; mas si se hace pasar una corriente de aire seco ó caliente, se effloresce con facilidad. Para esto, basta obligar al aire á que se ponga en contacto con algunos cuerpos ávidos de agua, tales como el ácido sulfúrico, el cloruro de calcio &c. Las sustancias que se descomponen por su contacto con el aire se desecan en el vacío, bajo la campana de una máquina neumática, sirviéndose ó no de esos cuerpos absorbentes.

C.—La elevacion de temperatura por intermedio.

Los cuerpos que no experimentan alteracion á la temperatura del vapor de la agua y aun hasta 200° se desecan colocándolos en estufas, ó empleando el baño de maria, el de vapor de aceite ó de algunas sa-



les. Hay muchos aparatos contruidos con este objeto y que satisfacen todas las indicaciones, como se verá en la parte que trata de los utensilios.

D.—La elevacion de temperatura hasta el rojo.

Los cuerpos que no se alteran á esta temperatura son los que mejor se prestan á la desecacion: basta ponerlos en un crisol apropiado, evitar el contacto de materias extrañas y esperar el enrojecimiento: en muchos casos sirve de guia la fusion ignea del cuerpo que se deseca.

Segun lo expuesto, pueden reducirse á cuatro los medios principales de desecacion: primero, la compresion: segundo el vacío: tercero, las corrientes de aire; y cuarto, la elevacion de temperatura. Estos medios pueden ser modificados por la forma de los aparatos, por la accion única ó no del aire, por los medios empleados y por la accion química. El sulfato de sosa expuesto al aire se efflorece, del mismo modo que si se coloca bajo la campana de la máquina neumática, ó al lado de una vasija que contenga cloruro de calcio. En el primer caso, el aire arrastrará el agua, obrando mecánicamente: en el segundo el vacío formado favorecerá la evaporacion del líquido; y en el tercero obrará la accion química por la propiedad higroscópica del cloruro. Este es el medio recomendado principalmente para desecar los gases y algunos cuerpos gasificables, obligándolos á pasar por tubos que contengan cloruro de calcio en fragmentos, ó potasa, ó amianto empapado con ácido sulfúrico, &c.

8. TORREFACCION.—Es la operacion que tiene por objeto descomponer en parte las sustancias orgánicas por la accion del fuego. Aunque algunos confunden la reverberacion y la torrefaccion, hay diferencias marcadas, no solo con relacion á las sustancias que se exponen al fuego, sino tambien con el objeto con que se practican y con la constancia de los resultados: no puede decirse con propiedad que se va á *tostar un mineral*, porque el tueste dá idea inmedia-



tamente de la carbonizacion: así es que pudiera muy bien definirse la torrefaccion, diciendo, que es una carbonizacion parcial; pero se dará una idea mas clara diciendo, que es la descomposicion parcial de las materias orgánicas por la accion del fuego, pues en química no se tiene por objeto principal obtener el carbon, sino favorecer las reacciones, combinando en otro orden los elementos de los cuerpos, ó destruyendo en algunos casos las funciones orgánicas.

9. CARBONIZACION.—Esta operacion tiene por objeto poner en libertad el carbon de las materias orgánicas, vegetales ó animales, separando el carbono de los otros elementos que estaban combinados á él. Aunque comunmente se practica esta operacion al fuego y en vasijas cerradas, la química se sirve tambien de otros medios, tales como el contacto de algunos ácidos concentrados. Se ve por lo dicho, que la torrefaccion y la carbonizacion presentan una diferencia marcada, y por lo mismo no deben confundirse.

10. REVERBERACION.—Es la operacion que se practica sometiendo los cuerpos sólidos á la accion del fuego, en hornos de reverbero, adecuados por su forma á la naturaleza y á la cantidad de las sustancias que se quieren reverberar. Se usa con varios objetos: 1.º Para privar á los cuerpos fijos de los volátiles que contienen interpuestos: 2.º Para separar en su totalidad ó en parte los extraños que están combinados: 3.º Para destruir las materias orgánicas: 4.º Para modificar la textura de los cuerpos: 5.º Para favorecer las combinaciones. En el primer caso se emplea como un medio activo de desecacion, aunque pocas veces, como para desecar las sales en las grandes fábricas. En el segundo, se usa comunmente para reducir los metales, ó para convertir en protosulfuros los persulfuros metálicos. En el tercero, para favorecer la cristalizacion de algunas sales, destruyendo las materias orgánicas. En el cuarto, para



facilitar la pulverizacion. Por último, en el quinto, para mantener algunos metales en fusion, favoreciendo su contacto con la corriente de aire: así se obtienen algunos óxidos metálicos, tales como el de plomo.

11. CALCINACION.—Esta operacion no se distingue esencialmente de la reverberacion sino por los productos, y en algunos casos por la forma de los hornos en que se practica. Y aunque solo deberia entenderse por calcinacion la descomposicion á un fuego activo de las sales de cal, se aplica tambien siempre que por el mismo medio se obtienen productos análogos á la cal; y aunque los antiguos llamaban cal á todos los compuestos metálicos, mas ó menos blancos, obtenidos por la accion del fuego, como cal de antimonio, cal de arsénico, &c., hoy no deben confundirse los compuestos de diversa naturaleza.

12. INCINERACION.—Esta operacion es á la calcinacion, lo que la torrefaccion á la reverberacion. Los compuestos anorgánicos sometidos á un fuego activo y al aire libre, se calcinan, y los orgánicos se incineran. Así diremos que esta operacion tiene por objeto reducir á cenizas los cuerpos orgánicos sometidos á la accion simultánea del fuego y del aire.

13. FUNDICION Ó FUSION.—Es el cambio de estado que se verifica en un cuerpo sólido, pasando al líquido, por la accion del fuego. En química se separan ó se unen por este medio ciertos cuerpos, para formar compuestos ó para favorecer la accion de los disolventes: tambien sirve para descubrir las propiedades que los caracterizan, sea en el momento de verificarse la fusion ó despues de su enfriamiento, y por último, para obtenerlos cristalizados.

La fusion se hace con intermedio ó sin él: en el primer caso se llama *desagregacion*. Hay compuestos que se funden con mas facilidad cuando se ponen en contacto con otros mas fusibles: tambien se combinan por este medio en otro orden haciéndose solubles, como cuando se examinan los sulfatos de base



terrosa, los silicatos, &c. Las sustancias empleadas como intermedio son de preferencia los compuestos conocidos con los nombres de *fundente blanco* y *fundente negro*: tambien se hace uso del carbonato, del borato de sosa y del hidrato de barita; pero lo que mas se recomienda es una mezcla, en la relacion de sus pesos atómicos, de los carbonatos de potasa y de sosa, ó sea de trece partes del primero y diez del segundo, uno eflorecido y el otro desecado.

Hay cuerpos que retienen una cantidad de agua, en la que se cree que se disuelven cuando se ponen al fuego, ó cuando menos que favorece su accion disolvente; esto es lo que se conoce con el nombre de *fusion acuosa*: si el cuerpo no contiene agua ó está en combinacion perfecta, ó se funde habiéndola perdido, se llama *fusion ígnea*. Muchos compuestos, principalmente las sales, pasan por la fusion acuosa, y despues por la ígnea.

Cuando se practica la fusion de los metales, toman despues del enfriamiento formas particulares, segun la cantidad que se funde y el medio de que se usa: si resulta un pequeño cuerpo esférico, se llama *grano*, si discoideo tejo, y si la cantidad fundida es considerable, se forman artificialmente rieles, barras, &c.

La fusion de algunos cuerpos se hace en ciertos casos en contacto con una mezcla de arcilla y carbon reducido á polvo grueso, de manera que queden cubiertas las paredes del crisol: esta preparacion es lo que se llama *brazca*.

Tambien se practica la fusion con el objeto de dividir los metales, enfriándolos rápidamente en el agua ó en otro vehículo, despues de pasarlos por cribas, si la cantidad lo exige así: esto es lo que se llama *reducir á granalla*, y así se dice granalla de zinc, de estaño, de plomo, &c.

El estudio de las propiedades particulares de los cuerpos fusibles, sean simples ó compuestos, da á co-



nocer las precauciones que se han de tomar al fundirlos.

14. EVAPORACION. —Es la operacion que tiene por objeto separar un liquido de uno ó muchos cuerpos fijos ó menos volátiles que él.

Es parcial ó total: en el primer caso solo se separa una parte del vehículo: en el segundo la totalidad; en cuyo caso se dice *evaporacion hasta la sequedad*.

El objeto inmediato de la evaporacion es aprovechar los residuos, y en esto se distingue de la destilacion, cuyo objeto es por lo comun aprovechar el producto evaporado.

La evaporacion puede hacerse al aire libre y á la temperatura ordinaria (evaporacion espontánea): por corrientes de aire, por el vacio, por una atmósfera desecada ó por la accion del fuego: en este caso se usa del vapor (evaporacion en baño de vapor), del agua, (evaporacion en baño de maría), de la arena, (evaporacion en baño de arena), del aceite, del sulfato de sosa, del cloruro de calcio, y en general, de toda sustancia que conserve su estado á una temperatura superior á la del agua hirviendo: por último, en la estufa ó á fuego desnudo, segun la temperatura conveniente á cada uno de los cuerpos que se someten á la evaporacion. Sea cual fuere el medio evaporatorio que se adopte, no debe olvidarse una condicion importante, de grande influencia en los resultados, á saber: disminuir cuanto sea posible la presion para favorecer la evaporacion.

La práctica ha establecido algunas reglas que sirven de guia para suspender la evaporacion en algunos casos. Las soluciones salinas que han de abandonarse para que cristalicen por el enfriamiento, se evaporan hasta que, á un hervor tranquilo, aparece á la superficie del liquido una costra mas ó menos gruesa; esto es lo que se llama *evaporacion hasta la película*.

La forma, el tamaño y la materia de los vasos evaporatorios, es relativa á la naturaleza de las sustan-



cias que se quieren evaporar: si se hace en vasijas cerradas, toma el nombre de evaporacion por destilacion.

Se han inventado muchos aparatos evaporatorios; pero en general los mas útiles y económicos, especialmente para la industria, son aquellos en que se hace uso del vapor del agua á las presiones convenientes; debiendo tenerse presente, que en los trabajos industriales lo que mas importa es economizar tiempo y combustible; mas cuando se analiza un cuerpo lo que debe procurarse con mas esmero es evitar las pérdidas, y cuidar de la limpieza y perfeccion.

Por último, la evaporacion y la vaporizacion deben confundirse en química, porque el químico solo vé en los dos casos la propiedad que tienen algunos cuerpos de reducirse á vapores, y porque siempre debe examinar el vapor y sus efectos, así como el residuo de la evaporacion, únicas diferencias en que se han fundado algunos autores para considerarlas como distintas.

15. DESTILACION.—Es la evaporacion que se hace al fuego en vasija cerrada, condensando por el enfriamiento los productos volátiles que se quieren aprovechar.

Segun esto, se pueden notar las diferencias que hay entre la vaporizacion, la evaporacion y la destilacion; diferencias, que si como se ha dicho, son de poca importancia para el químico, no lo son para el físico y para el industrial. En la vaporizacion se aprecian y se utilizan los efectos del vapor: en la evaporacion no se tienen estas consideraciones sino secundariamente; siendo el objeto principal aprovechar los residuos: en la destilacion se consideran secundariamente los efectos del vapor y algunas veces los residuos; pero se aprovechan de preferencia los productos volátiles, y con ese fin se condensan. Por esto está generalmente admitida por los químicos la evaporacion por destilacion, y es tambien de la que se



usa generalmente con ventaja para los trabajos analíticos.

La destilacion puede hacerse por algunos de los mismos medios que se han indicado al tratar de la desecacion y de la evaporacion; y así se dice, destilacion por el vacío, á fuego desnudo, al vapor, en baño de maría, &c.

Tambien se distingue por la forma de las vasijas en que se practica, y en algunos casos por el número de destilaciones y la manera de practicarlas: destilacion en retorta cerrada, tubulada, &c.: ó en alambique comun, de baño &c., de vidrio, de cobre, de porcelana &c. Se llama *rectificacion* la redestilacion de un líquido: *coobacion* la redestilacion sobre el residuo de la destilacion; y *refinacion* la redestilacion de un sólido. La refinacion no se hace únicamente por medio de la destilacion: puede hacerse en vasija abierta, tratándose de cuerpos fijos: así se dice, refinacion de los metales, del oro, &c.

La *sublimacion* no es otra cosa que la destilacion de los cuerpos sólidos, ó como dice Le Canu, es un modo particular de destilacion. Se practica en sublimadores ó en matraces, en ollas, en tubos &c. La naturaleza de las vasijas es relativa á la de las sustancias que se subliman, á su cantidad y á la temperatura á que se volatilizan.

Aunque los antiguos distinguian la destilacion por ascenso, por descenso y por lado (per ascensum, per descensum et per latus) hoy apenas se usan esas voces como un recuerdo histórico.

16. **CONCENTRACION.**—Esta operacion no difiere esencialmente de las anteriores, sino por el objeto que se propone el que la practica y por el modo de practicarla. La *concentracion* tiene por objeto separar de los cuerpos líquidos una parte de sus disolventes; ó sea reducirlos á menor volumen, ya por la accion del calórico, por la del hielo, &c.; así se concentran los ácidos, las soluciones salinas, las azucaradas, &c.,



y se usa de la evaporacion, de la destilacion ó del abatimiento de temperatura; segun los casos. Se llama en general ácido acético concentrado, tanto al monotridrico que marca 8, 5, como al trihidrico que señala 10° 5, ya se obtengan á esos grados por la destilacion, ó empleando una mezcla refrigerante. Lo que importa notar es, que la rectificacion supone, que se aprovecha el producto destilado, mientras en la concentracion se utiliza éste ó el residuo, como en la de los ácidos sulfúrico, acético y otros.

17. CLARIFICACION.—Esta operacion consiste en separar de un líquido las partículas sólidas que tiene en suspension y lo hacen turbio. Se practica por medio de la *depuracion ó purificacion*, de la *decantacion*, *filtracion*, *despumacion*, &c. En algunos casos se hace uso de ciertas sustancias ó de agentes, que favorecen la clarificacion, sea obrando mecánicamente como el calórico, la sangre, la gelatina y la clara de huevo; ó bien por la accion química, empleando la sosa, la cal y los ácidos.

18. LEJIVIACION Ó LEXIVIACION.—Esta operacion tiene por objeto separar de los cuerpos sólidos las partes solubles, empleando vehículos adecuados, á temperaturas convenientes y en diversas porciones, que desalojen á su vez el líquido que habia obrado antes.

El desalojamiento generalmente empleado hoy en química y aun en la industria, y que Robiquet habia usado antes en sus investigaciones químicas, no es otra cosa que la lejiviacion antiguamente conocida.

Se practica de preferencia para lavar algunos cuerpos, siempre que la cantidad de materias solubles es corta con relacion á la masa; cuando se quieren tener líquidos muy concentrados, ó hacer la evaporacion en el menor tiempo posible. Si la sustancia que se desea obtener es soluble en frio, ó si hay otras poco solubles á la temperatura y presion comunes, se prefiere el vehículo en su estado ordinario: de lo contrario se usa caliente ó hirviendo.



Los químicos, los industriales y los farmacéuticos han inventado muchos aparatos de desalojamiento, cuyas ventajas son relativas á la naturaleza de las sustancias que someten á esta operacion, á su cantidad y á la mayor ó menor volatilidad de los líquidos que deben usar: en general, para la mayor parte de las operaciones que se practican en química, bastan el aparato de MM. Robiquet y Boutron, y el metálico de M. Boullay, modificado por Soubeirán.

19. PRECIPITACION.—Es la operacion que consiste en separar un cuerpo al estado de polvo del líquido en que estaba disuelto.

Se practica: 1.º Determinando un cambio en la naturaleza del disolvente: así muchas soluciones acuosas dejan precipitar los cuerpos, tratándolas por el alcohol, el éter, &c. 2.º Poniendo en libertad los cuerpos insolubles, en virtud de la ley de sustitucion: el amoniaco separa la alumina de una solucion de alumbre. 3.º Formando nuevas combinaciones insolubles: el ácido oxálico se apodera de la cal, separándola de las soluciones. En muchos casos quedan en solucion uno ó mas cuerpos, sea que se procure la precipitacion por simple afinidad predisponente, ó por la doble, si uno de los compuestos es soluble: mas hay casos en los cuales se precipitan todos los productos, como sucede tratando el sulfato de magnesia por el agua de barita, ó el sulfato de plata por el cloruro de bario; el líquido entonces nada tiene en solucion, si las cantidades son proporcionales.

Las sustancias que se emplean para determinar la precipitacion se llaman *precipitantes*, y el producto insoluble *precipitado*; sea que se deposite en el fondo de la vasija, que quede interpuesto en el líquido ó que ocupe la superficie. Se distinguen los precipitados en *cristalinos*, *pulverulentos*, *coposos*, *gelatinosos*, *caseosos*, &c. Si la cantidad de precipitado es corta, está muy dividido y queda en suspension en el líquido, se dice que este está turbio ó que el reactivo



ha enturbiado su transparencia. Para recoger en estos casos los precipitados, se procura el cambio de naturaleza del disolvente: así, para apreciar la dosis del fosfato amónico-magnesiano, se pone un exceso de amoniaco.

La precipitacion, es una de las operaciones mas usadas y muy importantes para el análisis cuantitativa: no solo se dá á los cuerpos disueltos una forma adecuada, con el fin de apreciar su cantidad, tambien sirve para separar unos de otros. Los resultados analíticos obtenidos por este medio serán tanto mas exactos, cuanto que la sustancia precipitada sea menos soluble ó que se ponga en condiciones poco favorables para ser disuelta: así es que, se prefiere convertir en sulfato, y no en carbonato, la barita que se pretende separar, para conocer su peso: las soluciones de potasa, de estronciana &c., se concentran con igual fin, antes de someterlas á la accion de los ácidos tártrico y sulfúrico.

La precipitacion puede hacerse á la temperatura ordinaria ó á una temperatura elevada, atendiendo para esto, á la naturaleza y propiedades de los cuerpos, y muy principalmente al uso á que se destinen los precipitados. En general puede decirse, que la densidad y cohesion de estos está en razon directa de la rapidez con que se obtienen, y es tambien relativa á la temperatura y á la concentracion de las soluciones; pues aunque la *precipitacion* es, como dice Fresenius, una *cristalizacion atropellada*, puede favorecerse ó retardarse aquella, modificando los medios de que se hace uso y las leyes de las combinaciones. La buena práctica enseña en muchos casos á juzgar sobre la existencia de un cuerpo por el aspecto y manera de precipitarse.

20. LAVASION Ó LOCION, Y LAVADURA.—Algunos autores distinguen estas dos operaciones: llaman locion, á la que tiene por objeto separar de los precipitados, por medio de un vehículo, los principios solu-



bles de que estaba impregnado; y lavadura, la que se practica para separar los cuerpos estraños, simplemente adheridos ó interpuestos á los sólidos, obrando el vehículo por solo su accion mecánica. No es fácil fijar el límite de estas dos operaciones, y por esto parece mas conveniente confundirlas con la denominacion de lavadura.

Esta puede hacerse por corriente, por decantacion y por filtracion; para ello se emplean diversos líquidos, aunque comunmente se prefiere el agua pura. La forma de las vasijas y de los aparatos de que se hace uso, tambien son relativos á la cantidad y al objeto con que se practica la operacion. Así es, que se hace uso del plano inclinado para lavar por corrientes de agua, siempre que la cantidad de materia es considerable, y que la densidad de los cuerpos estraños difiere de la de aquel que se quiere aprovechar. Pero si se trata de analizar un cuerpo y de apreciar el peso de un precipitado, lo primero que se ha de procurar es no perder cantidad alguna de materia: la lavadura en este caso debe hacerse sobre el filtro mismo, prefiriendo la *redoma de chorro ó la de gotas*.

21. DECANTACION.—Se usa esta operacion para separar despues del reposo, el líquido claro del que contiene un precipitado, ú otro líquido menos denso. Si la densidad del producto que se ha de aprovechar es mayor que la del líquido, se separa el que sobrenada; otras veces se prefieren como mas cómodos los frascos ó embudos con llave, que sustituyen, con mejor éxito, á los antiguos separatorios. En muchos casos los depósitos se adhieren á las paredes de las vasijas que los contienen, y esto se observa particularmente en las cristalizaciones: las aguas madres son separadas por decantacion y sin desprender los cristales: del mismo modo se practica la lavadura. El uso de los sifones y de las pipetas ofrece grandes ventajas en la práctica para estas operaciones.

22. TRASVASACION Ó TRANSVASACION *y tambien*



TRASVASAMIENTO.—Operacion que tiene por objeto pasar un gas de una vasija á otra. Tambien se dice aunque impropriamente, *trasvasamiento de un líquido*, por no estar generalizado el uso del verbo trasegar, ni de las voces derivadas de él.

23. FILTRACION.—Es la operacion que tiene por objeto separar por medio de cuerpos mas ó menos porosos las partículas que contiene en suspension un líquido.

Los filtros varían por su naturaleza y por su forma: los hay de piedra, de arena, de carbon, de aserrín, de vidrio pulverizado, de lana ó de algodón cardados; de amianto, de fieltro, de papel y de tejidos mas ó menos apretados, de lana, algodón, lino ó cáñamo. Estos son los que mas se usan por los industriales; pero los químicos prefieren el papel sin cola de buena clase, y preparado convenientemente. En cuanto á la forma del filtro, es relativa á la del utensilio que se emplea: los hay planos y cónicos, y estos pueden ser simples ó plegados; los simples se prefieren cuando se quiere apreciar exactamente el peso de un precipitado, ó recogerlo sin perder nada: los plegados, cuando lo que mas importa es recoger el líquido en el menos tiempo posible.

Para que sea bueno el papel de filtro debe reunir estas cualidades: 1.<sup>a</sup> Ser bastante fino para que no deje pasar los precipitados, por sutiles que sean: 2.<sup>a</sup> Dejar pasar con facilidad el agua: 3.<sup>a</sup> No contener materias solubles, ni aun en los ácidos débiles ni en los álcalis: 4.<sup>a</sup> Dejar por la incineracion la menor cantidad posible de residuo.

Es muy conveniente al hacer los filtros de papel no quebrar demasiado las partes dobladas; no poner el líquido que se quiere filtrar, sino cuando haya sido lavado y amoldado el filtro en el embudo; y por último, hacer que el líquido caiga primero sobre una varilla de vidrio, evitando el choque directo sobre el papel.



24. MEZCLA Y COMBINACION. SOLUCION Y DISOLUCION.—Es muy conveniente fijarse en el significado de estas palabras, ya por el uso frecuente que se hace de ellas, y ya por no estar de acuerdo todos los autores en la que deben tener. En la parte final y bajo el rubro de *apéndice*, se hallarán los fundamentos que he tenido para preferir las siguientes definiciones.

MEZCLA.—Se dá este nombre á la interposicion mas ó menos íntima, y en proporciones arbitrarias, de dos ó mas cuerpos sólidos, líquidos ó gaseosos; pero conservando cada uno las propiedades que tenian, y sin que al unirse presenten fenómeno alguno apreciable, aun empleando los medios de observacion mas delicados.

COMBINACION.—Es la union molecular, en proporciones definidas, de dos ó mas cuerpos de naturaleza diferente, cuyo producto es homogéneo, aun en la mas pequeña partícula. También pudiera decirse que es la afinidad puesta en accion.

SOLUCION Y DISOLUCION.—Hay autores que confunden estas dos voces, dándoles una misma significacion; pero otros llaman solucion á la desaparicion de un cuerpo en un líquido, sin los indicios comunes á las combinaciones. Por el contrario, dicen que hay disolucion cuando se nota una reaccion ó se dá la combinacion propiamente dicha. Veremos en las adiciones los fundamentos que hay para confundir las dos voces diciendo, que *se entiende por solucion ó disolucion la union íntima de un cuerpo sólido ó gaseoso en un vehiculo apropiado, que dé por resultado un todo homogéneo*. Cuando al verificarse esa union hay cambio notable en la temperatura, desarrollo de electricidad, y en general, los signos comunes y muy manifiestos de las combinaciones, se llama *solucion química*. Si por el contrario esos signos no son manifiestos, se llama *solucion simple*. Ejemplo de lo primero es la desaparicion del mercurio en el ácido azótico: y de lo segundo la del azúcar en el agua.



El estudio de las propiedades particulares de cada uno de los cuerpos enseña á conocer su mejor disolvente, así como la temperatura y presión mas convenientes. En general puede decirse, que los sólidos son mas solubles á una temperatura elevada; los líquidos, á la temperatura y presión comunes; y los gases á una temperatura menor que la ordinaria y á mayor presión.

En las soluciones simples se dice que el líquido está *saturado*, cuando ha disuelto toda la cantidad de que es capaz; es decir, cuando llega el momento de establecerse el equilibrio entre las tendencias opuestas del disolvente y las del cuerpo que se ha de disolver: así se llama, solución saturada de cloro, de ácido sulfhídrico, de sulfato de sosa &c., á las soluciones acuosas que no admiten mayor cantidad de aquellos gases ó de esta sal. En las soluciones químicas tambien se usa de la palabra *neutralización* como equivalente de saturación; así, se dice: neutralizar el ácido acético con la potasa, la cal, el amoníaco &c., ó saturar con gas carbónico, la potasa, la sosa &c.

Algunos distinguen las *disoluciones* en directas y por disgregación: para la primera, basta tratar por el vehículo el cuerpo que se quiere disolver: para la segunda es necesario usar, además, de otro intermedio; como el carbonato de barita, el bisulfato de potasa &c.

25. CRISTALIZACION.—Esta operación tiene por objeto hacer que los cuerpos cristalizables tomen formas regulares y capaces de ser determinadas geométricamente. La cristalización se verifica en virtud de la atracción molecular de los cuerpos, y el sólido que resulte será, tanto mas perfecto, cuanto que la cristalización sea mas lenta.

Para que los cuerpos cristalicen es necesario disolverlos, fundirlos ó gasificarlos, y hacer despues que varien de estado. Muchos metales sometidos al fuego se funden, se liquidan y cristalizan sin volatilizar.



se: esta es la cristalización ígnea de algunos autores: otros se volatilizan, cristalizando por el enfriamiento: por último, las sales, varios productos orgánicos y otros, se disuelven y cristalizan por la evaporación y el enfriamiento. Por lo común se usa del agua como disolvente; pero en algunos casos se prefiere el alcohol, los aceites volátiles y el éter. La precipitación lenta es también un buen medio para obtener algunos cuerpos cristalizados: el fósforo, por ejemplo, separa la plata ó el cobre en cristales, abandonando por algún tiempo un cilindro de fósforo en una solución de las sales metálicas respectivas.

No solo se usa de la cristalización para obtener algunos cuerpos cristalizados; sirve también como medio de purificación, separando un cuerpo de otros mezclados á él, haya ó no reacción química.

Además de las operaciones indicadas, hay algunos fenómenos, ó mas bien puede decirse, que ciertos cuerpos presentan determinadas propiedades, que los químicos enumeran entre aquellas; pero que de uno ú otro modo es importante conocer, porque son voces de uso común, y cuya significación debe precisarse.

26. FOSFORESCENCIA.—Propiedad que tienen varios cuerpos puestos en condiciones determinadas, de dar una luz blanca mas ó menos débil, sin elevación notable de temperatura. El océano á prima noche, varios animales, el fósforo en su combustión lenta, diversas sales al momento de cristalizar, algunos minerales cuando se someten á una temperatura elevada, y muchos cuerpos frotados, comprimidos, percútidlos ó sometidos á la influencia solar, aparecen fosforescentes en la oscuridad.

27. DECREPITACION Ó CREPITACION.—Estas voces, derivadas de la latina *crepitus*, ruido ó choque violento, indican el peterreo ó chirrido, que es la propiedad que tienen principalmente algunas sales, de ser lanzadas con mas ó menos violencia, produciendo un ruido ó trueno particular, y aun en el mayor número de casos



rompiéndose en varias partes, como se observa en la sal comun cuando se pone en una vasija ó en una lámina metálica calentada ó enrojecida, y tambien sobre una brasa. Aunque se atribuye esta propiedad á la vaporizacion del agua, se nota que varios cuerpos que no la contienen decrepitan; dependiendo mas bien esta propiedad en algunos casos de la dilatacion molecular, separándose con regularidad algunas partes del cuerpo, cuando está cristalizado.

28. DEFLAGRACION.—Voz derivada de la latina *deflagratio*, conflagracion; aunque confundida con las de combustion, inflamacion é ignicion, difiere mucho por la rapidez que la caracteriza, por la actividad con que se verifica y por la flama que produce: la combustion de las pólvoras al aire libre, la de los cloratos, de los azotatos &c., determina su deflagracion; mas no estando al aire libre, son detonantes y aun explosivas.

29. DETONACION.—Aunque pudiera considerarse como una decrepitation, difiere mucho de esta por las condiciones en las cuales se verifica el fenómeno, por las causas que lo determinan y por los resultados producidos. La detonacion consiste en el ruido ó estruendo mas ó menos sonoro determinado por el sacudimiento súbito del aire, y producido por la dilatacion ó por la contraccion instantánea de uno ó muchos gases.

30. EXPLOSION.—No difiere de la detonacion sino por las condiciones en que esta se verifica: es decir, por la resistencia que se opone al efecto de la fuerza detonante: para que haya explosion es necesario que haya rompimiento, y por lo mismo un cuerpo detonante puede determinar la explosion, colocándolo en condiciones favorables: la pólvora es una mezcla detonante, que en muchos casos produce una verdadera explosion.



## PARTE SEGUNDA.

---

**Division de la materia. Partículas, moléculas y átomos. Estructura de los cuerpos. Elementos de cristalografía.**

31. Sea cual fuere el estado de un cuerpo, se puede considerar divisible en muchas partes, y cada una de estas subdivisible mas y mas, sin que sea posible fijar un límite, ni señalar la forma, el peso, ni el tamaño de la última partecilla de aquel cuerpo. Sin embargo, nuestros sentidos pueden reconocer su existencia, y muchos fenómenos, ya físicos, químicos y aun orgánicos, nos inducen á buscar en los hechos la explicacion de una doctrina que aparece como especulativa.

Las sustancias aromáticas, las colorantes, algunos cuerpos simples, y muchos compuestos, no dejan dudar de la divisibilidad de la materia. Ejemplo: una gota de sulfato de añil colora una cantidad considerable de agua, y en cada gota de esta solucion hay un número indeterminado de partes colorativas, que aun pueden todavía subdividirse por medios análogos. Si se abandona por algunas horas en un aposento, y aun por algunos días, un peso determinado de almizcle, no se conocerá la pérdida, aun empleando la balanza mejor arreglada; sin embargo, el aposento y todos los objetos que hay en él quedarán impregnados de aquella sustancia orgánica. Una pequenísimas cantidad de solucion de azotato de plata descubre el cloro, precipitándose el metal en combinacion con él y en cantidad apreciable, aun á la simple vista: lo mismo se observa al tratar por un sulfato



soluble una gota de solucion muy dilatada de barita: el polvo blanco que se precipita indica la formacion del sulfato de barita insoluble, procedente de la reaccion entre los dos compuestos. Estos, obrando recíprocamente, sustituyendo sus radicales, y aun combinándose con otro, que es el agua, hacen visible el precipitado, sin que sea fácil aislar una de esas particillas para conocer su peso, tamaño, color y forma. Y si cada una es de la misma naturaleza, debe considerarse compuesta de otras pequeñísimas, formadas por los radicales ácido sulfúrico, óxido de bario y agua; siendo estos compuestos formados á su vez de los elementos oxígeno, azufre, bario é hidrógeno, cuyas partículas deben ser aun mas pequeñas, é imposible de ser aisladas. Un hecho, observado hace algunos años por el Sr. D. José Urbano Fonseca y por mí, contribuirá á dar idea de la divisibilidad de la materia, bajo el punto de vista orgánico.

Es sabido que el mesenterio es una membrana demasiado, fina y lo es aun mas en la rana, de que me servia un dia para observar por medio del microscópio la circulacion de la sangre: en el interior de uno de los vasos arteriales de dicha membrana, mucho mas delgado que un cabello, se distinguió con toda claridad la presencia de un ser viviente, poco menor que los glóbulos, caminando en direccion opuesta á la corriente, y casi pudiera decirse luchando con ella: pasado algun tiempo, el animal llegó á un punto en el que el vaso quedó cubierto por los tejidos, y aquel se perdió á nuestra vista.

Las consideraciones á que dá lugar este hecho no necesitan explanarse: basta notar cuál es el grueso de la membrana, cuál el diámetro de la pequeña rama arterial, cuál el tamaño de ese ser viviente, que camina con amplitud en el estrecho canal; y lo que es mas, que tiene sus aparatos propios, sus órganos bien formados, sus tejidos y sus fluidos orgánicos, los principios inmediatos de éstos, y por último, los ele-



mentos de que están formados. Así es fácil figurarse la extrema division de la materia, y mas fácil convenir, en vista de este hecho y de otros análogos, que solo un Ser Omnipotente, para quien no hay grande ni pequeño, puede ofrecer al hombre tan admirables fenómenos, dignos de su contemplacion.

Algunos, como Baudrimon, confunden las voces partícula, molécula y átomo, para indicar las partes infinitivamente pequeñas en que se pueden dividir los cuerpos: los mas, consideran las partículas como una reunion de átomos, ó como la parte mas pequeña en que se puede dividir un cuerpo por medios mecánicos, reservando la voz átomo y la de molécula para expresar esa division última, tan ideal como la del tiempo y del espacio. El idioma vulgar y el de la ciencia están acordes con la última opinion: pueden confundirse las voces molécula y átomo; pero debe reservarse la de partícula para dar razon solamente de las partes pequeñas, sin descender á las hipótesis atómicas. En cuanto al sustantivo *corpúsculo*, introducido en el idioma químico, como sinónimo de aquellas voces, vendria á aumentar mas la confusion, ya por haberse sustituido tanto á las de partícula y molécula, y ya por las diversas teorías corpusculares, como la de Newton y los que mas tarde han admitido la division en corpúsculos simples y compuestos, en divisibles, indivisibles, &c.

Segun todo lo dicho, la teoría especulativa, admitida mas bien para poder apreciar los conceptos, está confirmada por los hechos: en física puede apoyarse en las doctrinas sobre porosidad, compresibilidad, dilatibilidad, &c: en química con los resultados que se observan en las reacciones: en fin, en medicina con varios fenómenos, tanto fisiológicos como patológicos. Para dar razon de ellos es preciso servirse de palabras: es preciso por lo mismo convenir en su significado. La voz partícula recordará la division relativa que permite señalar la forma, y en algunos casos



el tamaño, color &c.: la voz molécula ó átomo, recordará la última division de un cuerpo que no permite señalar la forma, el tamaño ni el color: así, una partícula de azufre, de iodo, ó de sulfato de mercurio, podrán aislarse y distinguirse por su color y por su forma; pero cada una de estas partículas, formada por la reunion de átomos, será divisible casi hasta lo infinito, sin que sea posible aislar esas pequeñísimas partes, distinguirlas ni apreciar su tamaño, su color ni su forma; no obstante esto hay un límite señalado á esa divisibilidad, aparentemente infinita. Por último, la palabra corpúsculo debe quedar reservada para dar razon de algunos fenómenos físicos, y de algunos síntomas patológicos.

32. El objeto á que se destina este escrito no permite ocuparse extensamente de otras cuestiones relativas á la extructura de los cuerpos, tales como la colocacion relativa de las moléculas simples, la que tienen las compuestas, la forma que se supone á unas y otras, la manera de sustituirse en las combinaciones, &c., &c. Diremos, sin embargo, que en los cuerpos simples solo consideramos un orden de moléculas, mientras en los compuestos hay dos, tres y cuatro. Así, en el sulfato de cal hidratado admitimos átomos homogéneos, formados por cuatro elementos; pero si separamos sus radicales, que son el ácido sulfúrico, el óxido de calcio y el agua, cada molécula, cada átomo será homogéneo con el compuesto binario; y si descomponemos estos radicales, tendremos los átomos elementales, azufre, oxígeno, calcio é hidrógeno, respectivamente homogéneos tambien. Poco importa considerar estos átomos unos dentro de otros, ó unos al lado de los otros, ni suponerlos esferoidales ó angulosos, como están figurados en el número 1, lámina 1.<sup>a</sup> A, B, C; el hecho es, que hay átomos simples y átomos compuestos, que pueden condensarse mas ó menos, y los segundos ser formados hasta por cuatro elementos, y raras veces seis ó mas. Pero en los cuer-



pos cristalizables, la forma regular que determinan descubre en muchos casos su naturaleza, y aun cuando esta forma pueda variar, debemos conocerla y apreciarla con todas las modificaciones de que es susceptible.

Dos fenómenos principales, y muy notables, presentan algunos cuerpos: 1.º Cambio de propiedades en los compuestos de elementos de una misma naturaleza y en una misma relacion atómica (cuerpos isómeros). 2.º Una forma común para los compuestos de dos ó mas elementos de naturaleza diferente (cuerpos isomorfos).

El cambio de propiedades en los compuestos isómeros no se limita á las físicas; tambien las químicas varían en muchos casos. Si el compuesto solo es modificado en su forma, densidad, dureza, propiedades ópticas, &c., se dice que es bímorfo, trimorfo ó polímorfo; si varían tambien sus propiedades químicas, se llama comunmente isómero. El bímorfismo, trimorfismo y polimorfismo, no son mas que una modificacion de la isomeria; pero esta se observa en los compuestos, y el bímorfismo, trimorfismo y polimorfismo se presenta tambien en los simples. Ejemplo, el azufre puede cristalizar en octaedros rectos de base romboidal del cuarto sistema, ó, por fusion, en prismas alargados oblicuos de base romboidal, correspondiendo al quinto sistema: es por lo mismo un cuerpo bímorfo, y toma ademas la forma utricular. El carbono ofrece tres aspectos diferentes: se dice con mas propiedad que es un cuerpo simple, trimorfo. Entre los compuestos, tomaremos el carbonato de cal, por ser el primer compuesto bímorfo que se conoció. La Aragonita cristaliza en prismas rectos de base rectangular, y el Espato de islanda en romboedros.

El isomorfismo supone necesariamente cambio de elementos y no de forma: es decir, que un elemento ó un radical sustituye á otro en su totalidad ó en parte, sin que varíe el tipo del compuesto: un equi-



valente de proto-óxido de fierro se combina con dos de per-óxido, y forma el fierro magnético: el proto-óxido de manganeso sustituye al de fierro, sin determinar cambio en la forma, ni en el tipo del compuesto: en este caso el proto-óxido de fierro es isomorfo con el de manganeso.

Algunos usan de la voz polimorfismo como genérica, aplicándola aun á los cuerpos que solo se presentan bajo dos formas: otros la emplean para indicar las propiedades isomorfas de los cuerpos; pero los mas entienden *por polimorfismo, el cambio de propiedades físicas que presentan los compuestos de elementos de una misma naturaleza.* Segun esto, hay que considerar en los cuerpos simples y en los compuestos tres modificaciones principales:

1<sup>a</sup> Cambio en las propiedades físicas. Polimorfismo.

2<sup>a</sup> Cambio en las propiedades químicas. Isomeria.

3<sup>a</sup> Propiedades comunes en los compuestos de naturaleza diferente. Isomorfismo.

El polimorfismo puede determinarse por la variacion de temperatura, por la presion, capilaridad y por la presencia de cuerpos extraños. El azufre cambia de propiedades solo por la variacion de temperatura: el bi-cloruro y el bi-ioduro de mercurio toman formas incompatibles, haciéndolos cristalizar á temperaturas diferentes. La presencia de una corta cantidad de aceite volátil de romero, de trementina, ú otro semejante, destruye la propiedad inflamable que presenta uno de los fosfúros de hidrógeno, &c., &c.

Resulta de lo dicho: que los cuerpos simples y los compuestos de una misma naturaleza pueden presentar cambios notables en sus propiedades físicas y químicas, y que estos cambios son relativos á la disposicion particular de sus moléculas; disposicion que está bien expresada admitiendo tipos ó grupos moleculares, aun cuando no se conozca *á priori* su constitucion íntima.



Véamos ahora qué se entiende por cristalografía.

33. Se dá este nombre á la ciencia que enseña las leyes á que están sometidos los cuerpos cristalizables, así como sus diversas formas y los medios de definir-las. La que trata de la formacion de los cristales y de cómo se producen se llama *cristalogenia*. La que estudia los fenómenos eléctricos de los cuerpos cristalizados *cristaloeléctrica*. La que comprende estos dos ramos ha recibido el nombre de *cristalología* (1).

Se llama *cristal*, ó mas propiamente *cristales*, á los poliedros regulares que resultan de la solidificacion lenta de los cuerpos líquidos ó gaseosos.

Al ocuparse de las formas regulares y apreciables de los cuerpos, debe considerarse en los poliedros las partes de que están formados, sus divisiones, modificaciones, tamaño, &c.; pero antes es necesario repetir, que siendo los cristales unos sólidos de formas geométricas, con caras, aristas rectas y dispuestas simétricamente al eje, no deben confundirse con los sólidos que presentan caras irregulares formadas accidentalmente por retracciones ó rompimientos: una vez seguros de esto, dice Beudant, deben buscarse por un estudio detallado los caracteres que distinguen las diversas especies de cristales y que descubren sus diferencias. El mejor medio consiste en someterlos á una medida rigurosa, sirviéndose de instrumentos convenientes.

34. Para facilitar el estudio de este compendio será útil conocer algunas hipótesis admitidas por los autores, y formuladas con claridad por M. Laurent:

---

(1) El cristal de roca, el carbonato de cal, el diamante y otros varios productos naturales habian llamado la atencion de los antiguos por la regularidad de sus formas. Lineo fué el primero en asegurar que esa regularidad no podia ser un efecto casual, pues era constante; fundado en el hecho, y con su buen juicio, clasificó algunos cuerpos. Los trabajos de Romé de Lisle adelantaron los de Lineo, mejorándolos aun con la medida de los ángulos; pero no es sino á Haüy á quien se reputa como el criador de la cristalografía. Mas tarde ha llegado la ciencia á un grado de perfeccion tal, que era preciso dividirla en los ramos indicados.



1.<sup>a</sup> Todos los cuerpos sólidos están formados por la reunion de moléculas *juxtapuestas*.

2.<sup>a</sup> Estas moléculas son semejantes en un mismo cuerpo, pero diferentes en los demas.

3.<sup>a</sup> Las formas poliédricas de las moléculas son simples; el tetraedro, y el prisma de tres y de cuatro caras.

4.<sup>a</sup> Las formas difieren unas de otras por las dimensiones de sus aristas y por el valor de los ángulos.

5.<sup>a</sup> Todas las moléculas están dotadas de fuerzas atractivas, cuyas resultantes se confunden con los ejes ó líneas que atraviesan simétricamente las moléculas.

6.<sup>a</sup> La intensidad de esas fuerzas varia por la influencia de causas exteriores, tales como el calórico, la electricidad, la presion, la presencia de cuerpos extraños, la naturaleza del disolvente, &c.

Al pasar un cuerpo del estado líquido ó del gaseoso al sólido, sea por enfriamiento, por concentracion, por reacciones químicas, &c., sus moléculas quedan libres, pudiendo girar sobre sí, conforme á las leyes de su atraccion recíproca, juxtaponiéndose hasta formar un sólido apreciable. Supóngase la molécula *a* (fig. 2.<sup>a</sup>) suspendida en un líquido ó apoyada en un hilo: al precipitarse las moléculas *b*, *c*, *d* y *e*, inmediatas á la primera, serán atraídas por esta, precisamente en el sentido de sus caras homólogas, dando por resultado el sólido representado en la figura 3.<sup>a</sup>, compuesto de siete moléculas, contando con las inmediatas á las caras anterior y posterior.

La precipitacion de las cuatro que aparecen con la letra *f* en la figura 4.<sup>a</sup> y su adhesion á aquellas, en virtud de las mismas leyes, dará por resultado el sólido *C* que representa la figura 5.<sup>a</sup>, en cuyo plano aparecen nueve moléculas, mas otras tantas anteriores y posteriores; resultando un sólido con veintisiete moléculas: la adhesion de las diez y seis inmediatas *b*, *c*, *d*, dará otro mayor con veinticinco moléculas en un plano, ó sean ciento veinticinco en todo: fácil es co-



nocer que detenida la cristalización en un momento cualquiera, resultará un cristal con un número de moléculas 1, 27, 125, 343, cuyos números serán los cubos de los impares 1, 3, 5 y 7: la reunion simétrica de los cristales *elementales* formará un cristal semejante á la molécula elemental, al que se dá el nombre de *primitivo* ó *forma primitiva*.

Si la resultante de la fuerza atractiva de las moléculas  $a, a, a$  figura 5.<sup>a</sup> no es igual y sí mayor con relacion á las moléculas  $b, b, b, b$ , resultará el compuesto que se ve en la figura 6.<sup>a</sup> Aplicando el mismo raciocinio tendremos el rombo que lleva el número 7, cuyo cristal es una *forma secundaria ó derivada*, obtenida por la reunion de las moléculas primitivas. Bastará fijar la atencion en las figuras 8.<sup>a</sup> 9.<sup>a</sup> y 10.<sup>a</sup> para comprender la manera de formarse las *retracciones* ó decrecimientos.

Cuando las moléculas primitivas son prismas oblicuos, como lo representa la figura 11.<sup>a</sup>, el lado  $a, b$  será paralelo á la gran diagonal del cuadrilátero  $m, n, o, p$ , y el lado  $a, c$  lo será á la pequeña diagonal del mismo cuadrilátero, ó al de  $rr, tt$ , formado por las tres moléculas que faltan en ancho y dos en altura, en los ángulos entrantes respectivos.

En cuanto á la formacion de los cristales derivados, dan los autores una explicacion inversa. Supóngase un rectángulo  $a, b, c, d$ , figura 12.<sup>a</sup> al que se quitan ó *truncan* los ángulos paralelamente á sus diagonales, ó lo que es lo mismo, se quita sucesivamente en los ángulos una molécula en el sentido de su altura, y otra en su ancho; es decir, separando diez moléculas de cada uno de los ángulos  $a, b, c, d$ , ó sea cuarenta (en cada plano), resultará el rombo  $m, n, o, p$ . Por medios análogos, truncando los ángulos del rombo  $a, b, c, d$ , figura 13.<sup>a</sup>, resultará el rectángulo derivado  $m, n, o, p$ .

35. Hemos dicho que todas las formas cristalinas pueden ser obtenidas truncando, sea los ángulos sólidos



dos, ó ya las aristas de los paralelepípedos ó formas, *tipos*. Supóngase la base de un prisma *A*, figura 14.<sup>a</sup>, dividido perpendicularmente á esta base y paralelamente á los lados *ab*, *ac*, *bd*, y por lo mismo en direccion á las diagonales *af*, *be* y *cd*, sin coincidir con ellas; es evidente, que con las seis divisiones hechas en las seis caras se obtendrá un prisma hexagonal mas pequeño que el primero: cortando el prisma por el centro *A* en la direccion *af*, *cd*, *bc* resultarán seis prismas de base triangular equilátera. A su vez, uno de estos prismas dará los cuatro triangulares, representados en la figura 15.<sup>a</sup> ó el prisma hexagonal *C*, con mas los tres triangulares representados en la figura 16.<sup>a</sup>; pudiendo por lo mismo ser considerado el prisma hexagonal como triangular y viceversa.

36. En el exámen de los cristales hay que considerar los ejes, las caras, las aristas, las esquinas &c. Se llaman ejes de un cristal las líneas que se supone pasan por su centro y terminan en el medio de dos caras, aristas ó esquinas opuestas, como se vé en las figuras 17.<sup>a</sup> y 18.<sup>a</sup> Se llama eje principal al central de la posicion vertical, ó al mas simétrico (*a*, *b*, figuras 17.<sup>a</sup> y 18.<sup>a</sup>): los demas se llaman secundarios ó colaterales, *c*, *d* y *e*, *f* figura 17.<sup>a</sup>

Las caras de los cristales son los planos de que están formados; *a*, *a*, *a*, figuras 19.<sup>a</sup> y 20.<sup>a</sup>: aristas, las líneas que separan las caras *o*, *o* fig. 17.<sup>a</sup>: esquinas, los puntos de interrupcion de tres ó mas caras *o*, *o* figura 24.<sup>a</sup> Las caras, las aristas y las esquinas pueden ser homogéneas ó heterogéneas; es decir, iguales y semejantes ó disímbolas y desiguales, por su posicion, tamaño, formas, inclinacion &c. Segun la posicion del eje principal, y supuesto único, así toman nombres particulares las caras, las aristas y las esquinas: las caras en que termina el eje principal se llaman básicas ó terminales; *g*, *d* figura 18.<sup>a</sup>: las caras menores que forman los vértices, se llaman caras de apuntamiento, *c*, *c* figura 21.<sup>a</sup>: y las paralelas al eje principal, latera-



les ó prismáticas, *a, a, a*, figura 19.<sup>a</sup> y 20.<sup>a</sup>, así como las aristas: pero las aristas no paralelas al eje principal, se llaman de la base *F* fig. 28.<sup>a</sup> y esquinas de la base á las que son formadas por estas ó que concurren á su formacion *o, o* fig. 24.<sup>a</sup>: los cristales que solo tienen un eje principal se llaman monoaxes, fig. 18.<sup>a</sup>, y los que tienen mas, poliaxes, fig. 17.<sup>a</sup>

La sustitucion de una cara á una arista ó esquina, toma el nombre de truncamiento: *d, d, d, d* fig. 19.<sup>a</sup>, y *o, o, o, o*, fig. 19.<sup>a</sup> bis: la de dos caras homogéneas, biselamiento *d, d* fig. 20.<sup>a</sup>: la de tres ó mas, homogéneas tambien, apuntamiento: figuras 21.<sup>a</sup> *c, c* y 22.<sup>a</sup> *r, r*. las aristas del bisel son siempre paralelas á la arista biselada fig. 20.<sup>a</sup>

Con relacion á la posicion del biselamiento, del truncamiento y apuntamiento, hay que distinguir los de las caras y los de las esquinas: así se dice, biselamiento de las aristas, apuntamiento de las caras &c.

Las caras laterales de un cristal pueden ser planas ó curvas: si la curvatura es hácia dentro, se llaman cóncavas; hácia fuera convexas; adentro y afuera, convexo-cóncavas: en cuanto á la figura, puede ser cilíndrica, esférica ó cónica.

Aunque los cristales son comunmente macizos, los hay tambien huecos y excavados en los extremos.

Los cuerpos cristalizables varían con relacion al tamaño de los cristales, y esta variacion se nota aun en los de una misma naturaleza; lo cual depende del tiempo en que se verifica, de la cantidad del vehiculo, de la temperatura &c: en general se distinguen los cristales en extremadamente grandes, muy grandes, grandes, medianos, pequeños, muy pequeños y extremadamente pequeños. Si se comparan las dimensiones en cada uno, pueden dividirse en cortos, largos, aplastados, prolongados, tesulares, gruesos, delgados, en agujas, alessados y capilares. Tambien pueden presentarse separados ó en grupos: los prime-



ros se llaman solitarios, los segundos pueden ser agrupados sencillamente (gemelos, triples, cuádruplos), y hallarse perpendiculares, paralelos &c., ó agrupados complicadamente, formando hacecillos, ramilletes, enrejados, estrellas, botones, crestas, rosas, escalas, tolvas, pirámides &c. En cuanto á su superficie, puede estar lisa, rayada, áspera, costrosa, granosa ó escabrosa. La rayada puede ser sencilla ó doble, simétrica ó irregular.

Por la textura hay que distinguirla en compacta, estriada, hojosa, fibrosa y pizarreña.

Ademas de estos caracteres, muy importantes para conocer los cuerpos, y aun para señalar en algunos casos su naturaleza, hay que agregar otros que pueden considerarse como relativos ó secundarios, y son el aspecto comun y el de separacion.

En el aspecto comun hay que examinar la transparencia, la opacidad; la raspadura, su color, viso y lustre; la dureza y flexibilidad, ductilidad y fragilidad; la tiznadura, el sonido y el apegamiento á la lengua. Los caracteres específicos, se toman de los grados en que se presentan los genéricos y tambien de la falta de estos, ó sea de los caracteres negativos: así, la tiznadura comprende, á los que tiznan mucho ó poco y á los que nada tiznan: la flexibilidad, á los flexibles y á los inflexibles &c.

En el aspecto de separacion, hay que considerar, la figura de las partes separadas, el lustre y las caras de separacion, aplicando las doctrinas generales relativas al exámen de los cristales. Algunos de estos caracteres sirven tambien para distinguir los cuerpos amórfos y aun varios opinan que solo á estos se deben referir.

Aunque son muy numerosas las modificaciones que presentan en sus formas los cuerpos cristalizados, el conocimiento de ellas es menos difícil de lo que debiera esperarse, porque hay ciertos principios fundamentales de la cristalografía, que la han simplificado



notablemente. En confirmacion de esto, Beudant establece los hechos siguientes.

1.º Que muchas formas aparentemente diferentes se entrelazan de una manera natural, y no son mas que modificaciones mas ó menos variadas unas de otras.

2.º Que todas las formas conocidas y aun por conocer, pueden referirse á solo seis grupos distintos y que presentan caracteres bien marcados.

3.º Que en cada uno de estos seis grupos, todos los poliedros pueden referirse á una forma única, tomada indistintamente entre las que se presentan, resultando de aquí que los estudios cristalográficos se reducen á conocer bien las propiedades físicas y geométricas de un número determinado de formas, tomadas como *tipos* de todas las otras.

Hemos dicho que los cristales pueden ser mas ó menos modificados en sus formas, presentando caras que se colocan de diversa manera sobre sus aristas ó sobre sus ángulos sólidos, extendiéndose en muchos casos á expensas de las caras primordiales ó haciendo que estas desaparezcan, y den por resultado sólidos muy diferentes. Estas modificaciones pueden ser parciales ó totales, es decir, sobre las aristas, sobre los ángulos ó en unas y otros á la vez. La extension de las caras homogéneas puede ser desproporcionada y presentarse mas ó menos encorvadas, ásperas, estriadas, &c., resultando de estas modificaciones la mayor ó menor imperfeccion de los cristales, hasta el punto de impedir que se reconozcan fácilmente. Sin embargo, hay leyes cuya aplicacion quita todo embarazo, y por lo mismo deben tenerse presentes en los estudios cristalográficos.

La principal y que está generalmente reconocida es la *ley de simetría*, por la cual se establece; *que en un cristal, todas las partes de una misma especie son modificadas á la vez, de la misma manera ó recíprocamente; que las partes de diferente especie, son mo-*



*dificadas diferentemente.* Por esto se observa, que las aristas de una especie son *todas* modificadas á la vez; pero si hay aristas de diferente especie, las modificaciones son tambien diferentes. Las modificaciones secundarias que pueden presentarse como excepciones de esta ley son determinadas y aparentes, por la formacion anormal de los agregados.

El Sr. Del Rio admite otras leyes, ó mejor diré, esplana la anterior así:

1.<sup>a</sup> *Paralelismo de las caras.* Todo eje de caras de un cristal, junta ó reúne caras paralelas homogéneas.

2.<sup>a</sup> *Variacion de los ejes.* Los ejes determinados de una figura se alargan ó se acortan siempre en las variaciones que ocurren, por coeficientes racionales enteros ó quebrados, y por lo comun muy sencillos.

3.<sup>a</sup> *Relacion de formas.* Dadas dos combinaciones heterogéneas pueden encontrarse separadas, sin que sea preciso que hallándose una se dé necesariamente la otra.

4.<sup>a</sup> *Constancia de los ángulos de inclinacion.* Sea cual fuere la irregularidad que se observe en el crecimiento de las caras y la modificacion en las combinaciones, los ángulos de inclinacion de las caras de una figura, son constantes é invariables.

Ya se ha dicho que estas leyes pudieran considerarse comprendidas en la de simetría, pero no está por demas tenerlas presentes para la mejor inteligencia de aquella.

Se ha dicho igualmente, que los sólidos están formados por la reunion de partículas semejantes para un mismo cuerpo, pero diferentes de las de otro, pues esas partículas toman las formas polyedricas mas simples, y de su agregacion regular resultan los cristales cuyas formas conservan la *primitiva* de la *partícula*, que puede considerarse como el núcleo y servir para establecer tantos grupos principales cuantas son las formas. Esto es lo que constituye los *sistemas*



*cristalinos, las formas tipos ó formas simples, y á las que pueden reducirse todas las que se han observado hasta ahora, sea truncando los ángulos sólidos ó las aristas de los paralelepípedos correspondientes á las formas simples, que vamos á dar á conocer compendiando el sistema de Regnault, con las aclaraciones del Sr. Del Rio y otros.*

Pero antes será bueno hacer notar, que de los seis sistemas cristalinos, cinco están caracterizados por tres ejes, y solo uno tiene cuatro: por lo mismo, este, que es el tercer sistema, no puede confundirse con los otros. En cuanto á los cinco de á tres ejes, el quinto y el sexto están caracterizados por ser oblicuos: de los tres restantes hay que notar que en el primer sistema, los tres ejes son rectangulares y semejantes; que en el segundo, aunque tambien los tres son rectangulares, solo dos son semejantes: por último, en el cuarto los tres ejes son desiguales y de especie diferente. Teniendo presente este resúmen, es fácil referir las formas cristalinas, al sistema correspondiente.

#### PRIMER SISTEMA CRISTALINO O SISTEMA REGULAR.

37. Las formas de este sistema están caracterizadas por tres ejes rectangulares semejantes (fig. 17.<sup>a</sup>) Las formas simples correspondientes á este sistema son:

*El octaedro regular.* Formado por ocho triángulos equiláteros: aristas iguales entre sí: ángulos iguales, de cuatro caras, y los diedros de  $70^{\circ} 32'$  (fig. 23.<sup>a</sup>)

*Hexaedro ó cubo.* Seis caras cuadradas iguales: los tres ejes rectangulares, unen los centros de las caras opuestas, ocho esquinas de tres caras homogéneas: ángulos de las aristas de  $90^{\circ}$  [fig. 24.<sup>a</sup>]

*Dodecaedro rombal:* doce rombos cuyos ángulos son  $109^{\circ}, 28'$  y  $70^{\circ} 32'$ : veinticuatro aristas homogéneas: seis esquinas de cuatro caras y ocho de tres (fig. 25.<sup>a</sup>)

*Tetraedro:* cuatro caras que son triángulos equiláteros: seis aristas y cuatro esquinas homogéneas: án-



gulo de las aristas de  $70^{\circ} 32'$ . Este sólido se puede derivar del octaedro regular, suponiendo que las caras alternativas del octaedro se prolongan de manera que hagan desaparecer las caras intermedias, pudiéndose obtener en este caso dos tetraedros perfectamente iguales, pero que se distinguirán por su posición: por esto se llama también á esta forma hemioctaedro [figuras 26.<sup>a</sup> y 27.<sup>a</sup>]

*Hexaedro piramidal* ó *tetraquishexaedro* [fig. 28.<sup>a</sup>] Veinticuatro caras: treinta y seis aristas, de dos especies: catorce esquinas, de dos especies. El aspecto general de este sólido es el de un hexaedro, sobre cuyas caras hay colocadas pirámides de cuatro caras, siendo por lo comun la altura de las pirámides igual á la mitad del eje del hexaedro, ó pudiendo ser siempre representada por una fraccion racional, muy simple é igual á un tercio, un quinto, dos tercios ó dos quintos. Prolongadas las caras alternativas del hexaedro piramidal, hasta perderse las caras intermedias, resulta el *dodecaedro pentagonal* [fig. 29.<sup>a</sup>] Los ángulos de las aristas son  $143^{\circ}, 7', 48''$   $126^{\circ}, 52', 12''$  y  $154^{\circ}, 9', 29''$ .

*Octaedro piramidal* ó *triaquisoctaedro* [fig. 30.<sup>a</sup>] Veinticuatro caras: treinta y seis aristas de dos especies: catorce esquinas de dos especies. No obstante la analogía con el hexaedro piramidal, se distingue fácilmente por su aspecto general que es de un octaedro, sobre cuyas caras se encuentran pirámides de tres caras, y la elevacion es á longitud de los ejes, como una mitad, un tercio ó dos tercios. Prolongando las caras alternativas de esta forma se obtiene también una hemiédrica.

Aunque el octaedro piramidal presenta algunas variedades, los ángulos mas importantes son segun el Sr. del Rio:  $129^{\circ}, 31', 19''$ ;  $162^{\circ}, 39', 30''$ ;  $141^{\circ}, 3', 27''$ ; y  $152^{\circ}, 44', 2''$ .

*Trapezoedro biaristado* ó *icositetraedro* [fig. 31.<sup>a</sup>] Veinticuatro caras: cuarenta y ocho aristas de dos es-



pecies: veintiseis esquinas de tres especies. Se obtiene esta forma suponiendo que los ángulos sólidos del octaedro regular son reemplazados por pirámides de cuatro caras, y suponiendo tambien que las caras piramidales hacen desaparecer las del octaedro. La relacion entre la altura de estas pirámides puede ser diferente, mas la que se ha encontrado hasta ahora es de una mitad ó un tercio. Los ángulos son:  $131^{\circ}, 48', 36''$ ,  $146^{\circ}, 26', 33''$ ;  $144^{\circ}, 54', 11''$ ; y  $129^{\circ}, 31', 16''$ .

El Sr. del Rio comprende en este sistema hasta trece formas simples, incluyendo algunas que otros autores colocan entre las compuestas.

Estas resultan de la combinacion de las formas simples de que hemos hablado y en las que por lo comun alguna es dominante. Así, se observará, la del cubo y el octaedro, desarrollándose de preferencia el octaedro, como en *o o o o* [fig. 32.<sup>a</sup>], ó el hexaedro *a* [fig. 33.<sup>a</sup>]; pero cuando en el sólido las dos son igualmente dominantes, recibe el nombre de cubo-octaedro [fig. 34.<sup>a</sup>]

El dodecaedro se combina con el octaedro y con el hexaedro, dando por resultado cuatro sólidos: dos en los que domina el dodecaedro, en uno el hexaedro y en otro el octaedro [figuras 35.<sup>a</sup>, 36.<sup>a</sup> y 37.<sup>a</sup>]

En la combinacion del hexaedro con el tetraedro se presenta una excepcion á la regla que hemos dado, pues se advierte, que de los ocho ángulos sólidos del hexaedro solo cuatro están truncados y no tienen por lo mismo caras paralelas [fig. 38.<sup>a</sup>]

Prolongando las caras alternadas de un octaedro, se obtiene la combinacion de dos tetraedros [fig. 39.<sup>a</sup>]

Estas son las formas que resultan de la combinacion de solo dos formas simples del sistema regular; pero hay tambien otras mas complexas que provienen de la combinacion de tres ó mas formas simples. Se dá, por ejemplo, la combinacion del hexaedro, con el octaedro y con el dodecaedro: la del mismo hexaedro con el dodecaedro y con el tetraedro, &c., &c.



[figs. 40.<sup>a</sup> y 41.<sup>a</sup>] En estas formas la hexáedrica es generalmente la dominante.

### SEGUNDO SISTEMA CRISTALINO. TETRAGONAL O PRISMÁTICO DE BASE CUADRADA.

38. Tres ejes rectangulares de los cuales dos son semejantes y el tercero ó único es el principal, debiéndose colocar verticalmente. En el primer sistema cristalino regular las caras son simétricas á los ejes, pero no sucede así en el segundo ó piramidal, porque siendo semejantes los dos ejes secundarios, solo las caras correspondientes son simétricas.

Las formas simples del segundo sistema son:

*El octaedro de base cuadrada.* Las caras de estos octaedros son triángulos isósceles: ocho aristas terminales que convergen hácia el eje principal y además cuatro laterales, (fig. 42.<sup>a</sup>): la seccion que pasa por las aristas laterales ó sea por los ejes secundarios, presenta un cuadrado y se llama base del octaedro, (fig. 43.<sup>a</sup>): las secciones hechas por las aristas terminales dan rombos (fig. 44.<sup>a</sup>).

Otra de las diferencias que distingue á este sistema del anterior, es, que en el cristalino regular solo encontramos un octaedro, mientras en el segundo hay muchos de base cuadrada, que difieren entre sí por la inclinacion de sus caras, ó por la relacion de longitud que presenta el eje principal, con los dos secundarios iguales: el mejor modo de caracterizar el octaedro, es, el de conocer esta relacion ó el de fijar la inclinacion de las caras.

Los ejes secundarios del octaedro en el segundo sistema de cristales, pueden presentar dos posiciones diferentes: ó juntan ángulos opuestos de la base (fig. 45.<sup>a</sup>), ó reunen caras opuestas, (fig. 46.<sup>a</sup>), dando por resultado dos octaedros de base cuadrada y con ejes perfectamente iguales: al primero se llama directo ó de primera clase, y al segundo, inverso ó de segunda clase.



Dada una sustancia cristalizable en octaedros de base cuadrada, pueden presentarse algunos cristales diferentes; y sin embargo, tener entre sí una relacion simple, porque la longitud relativa de los ejes principales se hallará en una relacion simple.

Las formas compuestas de este sistema son:

1.<sup>a</sup> La que resulta de la combinacion de los dos octaedros primitivos de primera y de segunda clase, formando esta truncamientos sobre las aristas de aquel, y presentando al mismo tiempo la cara terminal igual: (*d* fig. 47.<sup>a</sup>) y el octaedro de primera clase *o*.

2.<sup>a</sup> La combinacion del octaedro primitivo *o*, con el octaedro obtuso de la misma clase *o'*, fig. 48.<sup>a</sup>

3.<sup>a</sup> La del octaedro primitivo *o*, con el prisma recto de la misma clase, *g* fig. 49.<sup>a</sup>

4.<sup>a</sup> La misma forma *o* con el prisma recto de segunda clase, *a* fig. 50.<sup>a</sup>

5.<sup>a</sup> La de dos prismas rectos *g* y *a*, con el octaedro primitivo *o*, y con el correspondiente de la segunda clase *d*, dominando en la combinacion el prisma recto, fig. 51.<sup>a</sup>

6.<sup>a</sup> La del octaedro primitivo *o*, con el agudo de la misma clase 3, y el prisma recto de la segunda, *a*, dominando esta forma en la combinacion, fig. 52.<sup>a</sup>

**TERCER SISTEMA CRISTALINO: HEXAGONAL O RHOMBOEDRICO.**

38. Las formas simples del tercer sistema cristallino están caracterizadas por cuatro ejes, tres semejantes entre sí, y que se cortan en ángulos de 60°: el cuarto es de diferente especie y perpendicular á los otros tres: el eje único se considera como principal y los tres restantes como secundarios: no hay relacion constante en la longitud del eje principal con los secundarios.

En este sistema las caras están dispuestas simétricamente con relacion á los tres ejes secundarios, pero



están dispuestas de una manera diferente con relación al eje principal. Así como en el segundo y en los tres últimos sistemas, hay en el tercero formas indefinidas, que no pueden por sí determinar un cristal.

Las principales formas simples que presenta el tercer sistema, son:

*El dodecaedro hexagonal*, fig. 53.<sup>a</sup> Con doce caras, diez y ocho aristas y ocho esquinas: las caras son, triángulos isósceles: las aristas, de dos especies, doce terminales D y seis laterales G: las esquinas también de dos especies: seis laterales de cuatro caras AA, y dos terminales CC de seis caras. La base, que dá la sección por las aristas laterales, es un hexágono regular, con los tres ejes secundarios: las secciones por las aristas paralelas dan rombos. Se distinguen generalmente dos especies de dodecaedros, el directo y el inverso: en el primero, los ejes reúnen los ángulos de la base, fig. 54.<sup>a</sup> y en el segundo los medios de las caras opuestas, fig. 55.<sup>a</sup>

*El romboedro ó semi-dodecaedro*, fig. 56.<sup>a</sup> Con seis caras, doce aristas y ocho esquinas: las caras son rombos; las aristas de dos especies, seis terminales X y seis laterales; las esquinas también de dos especies, dos regulares de tres caras C, y seis con tres caras irregulares E. El eje principal junta los ángulos terminales, C; los secundarios reúnen los medios de las aristas laterales opuestas Z.

El romboedro puede considerarse como derivado del dodecaedro hexagonal, suponiendo que las caras alternadas del dodecaedro se desarrollan de manera que hacen desaparecer las intermedias, no quedando más que las caras del dodecaedro, paralelas dos á dos. Según la elección que se haga de las caras alternadas, así se obtendrán dos romboedros, uno de primera clase ó directo, fig. 56.<sup>a</sup> y otro de segunda ó inverso, fig. 57.<sup>a</sup>



Los romboedros, así como los octaedros, presentan alguna serie de figuras mas obtusas y mas agudas: el obtuso tiene las caras inclinadas al eje principal, de la misma manera que las aristas de la forma aguda. Hay en el tercer sistema cristalino algunas otras formas simples, pero mas complexas que las anteriores; por ejemplo, un sólido de veinticuatro caras, que son triángulos escalenos y al que se dá el nombre de *didodecaedro*, fig. 58.<sup>a</sup>: uno de doce caras y triángulos escalenos, que se llama *hemididodecaedro* ó *escalenoedro*, fig. 59.<sup>a</sup>, pero estas formas no son las mas comunes.

Las combinaciones del tercer sistema ó formas compuestas, son:

La del dodecaedro primitivo  $r$  con el primer prisma de seis caras,  $g$  fig. 60.<sup>a</sup>

La del romboedro principal  $r$  con el romboedro obtuso  $\frac{1}{2}$  dominando éste, fig. 61.<sup>a</sup>

La del romboedro principal  $r$ , como dominante, con el primer obtuso y el primer agudo, fig. 62.<sup>a</sup>

La del romboedro primitivo con el segundo romboedro agudo dominando éste, fig. 63.<sup>a</sup>

La del prisma de seis caras  $g$  con un romboedro de segunda clase,  $\frac{1}{2}$  fig. 64.<sup>a</sup>

La del romboedro principal  $r$  con el segundo prisma de seis caras  $a$  fig. 65.<sup>a</sup>

La del prisma de seis caras  $g$ , con la cara terminal  $C$ , fig. 66.<sup>a</sup>

Por último, la del escalenoedro  $3\frac{1}{2}$  con el romboedro principal  $r$  fig. 67.<sup>a</sup>

#### CUARTO SISTEMA CRISTALINO. ROMBICO O PRISMATICO

##### RECTANGULAR RECTO.

39. En las formas de este sistema hay tres ejes rectangulares, desiguales y de especies diferentes, por lo mismo la eleccion del eje principal es arbi-



traria: las relaciones de los ejes son tambien indife-  
rentes.

Las formas simples de este sistema son: *Pirámides rombales* ú octaedros de base rombal, fig. 68.<sup>a</sup> Las caras son triángulos escalenos: aristas de tres especies, cuatro terminales *D*, que reunen las extremidades del eje principal á las del primer eje secundario: otras cuatro tambien terminales *F* que juntan las extremidades del eje principal con las del segundo secundario, y cuatro laterales *G*, que reunen entre sí las extremidades de los ejes secundarios. Los ángulos sólidos son de tres especies: dos terminales *C* colocados á las extremidades del eje principal; dos laterales, *A* á las del primer eje secundario, y los otros dos *B* á las del segundo eje secundario. Las secciones por las aristas terminales, dan rombos, fig. 69.<sup>a</sup> y 70.<sup>a</sup>, y la de las aristas laterales dán la base de la fig. 71.<sup>a</sup> La relacion de los ejes en cada una de las sustancias cristalizables en octaedros de base romba, es simple. Las formas compuestas de este sistema, son numerosas.

1.<sup>a</sup> Combinacion del octaedro principal *o* con el obtuso  $\frac{3}{2}$  la cara terminal *c* y el segundo prisma horizontal *f* del octaedro principal (fig. 72.<sup>a</sup>)

2.<sup>a</sup> Del octaedro principal *o* con dos prismas verticales, *g* y  $\frac{3}{2}$  (fig. 73.<sup>a</sup>)

3.<sup>a</sup> Del mismo con el prisma horizontal *d* y el vertical  $\frac{3}{2}$  (fig. 74.<sup>a</sup>)

4.<sup>a</sup> Del prisma vertical *g* de la forma primitiva, con dos horizontales *f* y  $2f$  (fig. 75.<sup>a</sup>)

5.<sup>a</sup> De dos prismas horizontales *f* y  $\frac{1}{2}$  con la cara terminal *o* (fig. 76.<sup>a</sup>)

6.<sup>a</sup> La misma combinacion dominando la cara terminal (fig. 77.<sup>a</sup>)

7.<sup>a</sup> La del primer prisma vertical de la forma primitiva *g* con la cara terminal recta *C*, dominando esta (fig. 78.<sup>a</sup>)



8.<sup>a</sup> Del prisma radical  $g$  de la forma primitiva, con el primer prisma horizontal  $\frac{d}{2}$  y la cara terminal  $C$  (fig. 79.<sup>a</sup>)

9.<sup>a</sup> La del octaedro principal  $o$ , con dos caras laterales dominantes  $a$  y  $b$  (fig. 80.<sup>a</sup>)

#### **QUINTO SISTEMA CRISTALINO PRISMATICO RECTANGULAR OBLICUO, Y TAMBIEN CLINOROMBAL O SEMIPRISMATICO.**

40. Caracterizado por tres ejes desemejantes, dos oblicuos, uno sobre otro y el tercero en ángulo recto sobre los otros dos, no hay relacion en el tamaño de los ejes, y es indiferente el principal.

La figura mas sencilla de este sistema representa un octaedro de ejes oblicuos, y las caras, que son triángulos escalenos, son tambien de dos especies: las aristas de cuatro especies; cuatro terminales que reunen los ejes y tienen las opuestas iguales entre sí, por la oblicuidad de los ejes: otras cuatro tambien terminales que reunen los ejes y son perpendiculares, y cuatro laterales que juntan los ejes perpendiculares y son iguales entre sí [fig. 81.<sup>a</sup>] La seccion hecha en las aristas  $D, D'$  dá un paralelógramo y se llama seccion principal: [fig. 82.<sup>a</sup>] la de las aristas laterales dá un rombo [fig. 83.<sup>a</sup>]

El octaedro de este sistema no tiene todas las caras semejantes, y por lo mismo no es realmente una forma simple. Puede considerarse como una combinacion de dos prismas oblicuos, uno formado por las caras  $B A C, C A B', B A' C'$  y  $C' A' B'$ , y el otro por las caras  $B C A', C A' B', B A C'$  y  $C A' B'$ . [fig. 81.<sup>a</sup>] uno será el anterior del octaedro, y otro el posterior: esta distincion es importante, porque sucede con frecuencia que en las formas compuestas de este sistema, los octaedros solo presentan uno de sus prismas oblicuos, ó uno es dominante.

Las formas compuestas son: 1.<sup>a</sup> La combinacion del



octaedro primitivo  $o o$ , con el prisma vertical principal  $g$  (fig. 84.<sup>a</sup>)

2.<sup>a</sup> La misma  $o o$  con el prisma principal  $g$  y las caras terminales  $b$  paralelas á los ejes (fig. 85.<sup>a</sup>)

3.<sup>a</sup> La del prisma oblicuo anterior  $o o$ , del octaedro principal, y el prisma vertical  $g$  y la cara terminal  $b$  (fig. 86.<sup>a</sup>)

4.<sup>a</sup> La del prisma oblicuo posterior  $o$  del octaedro principal: el prisma vertical  $g$  y tres sistemas de caras terminales (fig. 87.<sup>a</sup>)

#### SESTO SISTEMA CRISTALINO, O PRISMA OBLICUO NO SIMETRICO CLINOROMBODAL.

41. Caracterizado por tres ejes desemejantes oblicuos, sin relaciones constantes en su longitud: la elección del eje principal es indiferente.—La desigualdad y oblicuidad de los ejes hace que las formas de este sistema no presenten sus caras simétricas, sino solamente pares de caras, que siendo paralelas, son semejantes.

El octaedro de este sistema representado en la fig. 88.<sup>a</sup> es la forma mas sencilla. Presenta cuatro especies de caras: las aristas son de seis especies: la terminal  $D$  es diferente de la posterior  $D'$ ; la terminal  $F$  lo es de  $F'$ , y la lateral  $G$  de  $G'$ : los ángulos son de tres especies, formados por aristas desiguales. Las secciones hechas en las aristas terminales y laterales dan paralelógramos. La fig. 89.<sup>a</sup> representa la combinación del octaedro principal  $o$  y el prisma vertical  $g$ : la cara terminal  $a$ , es paralela á los ejes.

Los cristales de este sistema son por lo común complicados y muy difíciles de ser definidos de una manera completa, porque los octaedros y los prismas solo presentan pares de caras. Sin embargo, pueden distinguirse por la falta de simetría, la de truncamientos rectos, en las esquinas y en las aristas, la de bise-



lamientos y de apuntamientos de caras homogéneas y de caras que se corten en ángulos rectos. El sexto sistema cristalino contiene menos sustancias cristalizadas que los cinco primeros, y esa falta de simetría es el mejor medio para distinguirlo.

En los seis sistemas señalados, apenas se han podido hacer algunas indicaciones muy precisas para llegar á determinar las formas cristalinas. Cada sistema necesita indicarse con algun detenimiento, examinar las fórmulas correspondientes y las combinaciones que pueden presentar; mas como esto corresponde á los tratados de cristalografía, quedará satisfecho el objeto que nos propusimos, terminando esta parte con una indicacion de los principales medios usados para conocer las formas.

42. El exámen atento de un cristal y de la simetría en sus modificaciones, basta comunmente para reconocer el sistema cristalino á que pertenece, si corresponde al regular, y si no se quiere mas que indicar las formas simples que entran en su constitucion; pero no sucede lo mismo en cuanto á los otros sistemas. No basta indicar entonces las formas simples; es necesario apreciar exactamente los valores de los ángulos que forman entre sí los ejes, cuando no son rectangulares y el tamaño correspondiente á cada una de las formas simples que componen el cristal.

Los ángulos de los ejes y las relaciones de tamaño no pueden medirse sobre el cristal: el único elemento que se presta á la medida directa es la inclinacion de las caras unas sobre otras; pero es evidente que los ángulos de los ejes y su tamaño respectivo, están en relacion geométrica inmediata con la inclinacion de las caras; y por lo mismo, conociendo esta inclinacion, se pueden determinar los ángulos y el tamaño de los ejes, porque no se trata mas que de resolver un simple problema de geometría: esto sucede á lo menos en cuanto á los sistemas rectangulares; pero los cálculos son mas complicados tratándose de los siste-



mas oblicuos: no obstante, los ejemplos numéricos que se encuentran en los tratados de cristalografía, facilitan las operaciones.

Siempre que se quiera definir un cristal, debe medirse el mayor número de sus ángulos; pero hay casos en los cuales basta conocer los valores de solo algunos, como cuando el cristal pertenece á uno de los sistemas cristalinos simples, ó cuando hay ángulos cuya determinacion no es necesaria por ser conocidas las relaciones geométricas, la direccion de los ejes, &c. Sin embargo, Regnault advierte, que el químico que pretende definir un cristal con exactitud, debe medir todos los ángulos diedros con el mayor cuidado, inscribir sus valores y expresar todo de una manera rigurosa. Con estos datos podrá despues determinar los elementos del cristal, es decir, la inclinacion de los ejes y sus relaciones de longitud.

La operacion mas importante á este fin, consiste en medir la inclinacion de las caras unas sobre otras. Para esto se usa de instrumentos adecuados que se llaman goniómetros. Dos clases fundamentales son las mas usadas, los goniómetros de aplicacion y los de reflexion.

43. Entre los primeros el mas comun es el conocido por de Haüy y que se ve en la figura 90.<sup>a</sup>: está compuesto de un semi-círculo con dos alidadas, una fija  $ab$  y otra movable  $df$  la que señala en el limbo el ángulo del cristal. Para medir un ángulo diedro, se aplica una de sus caras sobre la alidada fija, en su prolongacion, de manera que la arista del ángulo sea perpendicular al plano del limbo: despues se hace girar la alidada móvil hasta que su prolongacion descanse sobre la otra cara del ángulo: entonces, el ángulo comprendido entre las alidadas mide el que se busca. El mecanismo de las correderas  $g, h, y, k$  y  $m, l$  permite cortar ó alargar las alidadas. Este goniómetro solo dá valores aproximados, y es de difícil aplicacion para los cristales artificiales, que por lo



comun no tienen resistencia, y se rayan y aun destruyen á la menor presion.

44. Los goniómetros por reflexion dan resultados mucho mas exactos; bien que solo son aplicables á los cristales de algun lustre, ó de lo contrario usando de medios especiales, como las láminas de mica. La construccion de estos instrumentos está sujeta á varias modificaciones, que los hace mas ó menos cómodos, mas ó menos exactos; pero esas modificaciones no influyen en los fundamentos. Estos consisten, en ver por reflexion en una de las caras del cristal la imágen de algun objeto, despues de haber fijado el círculo convenientemente; en volver el eje junto con el círculo hasta que aparece la imágen en el lugar correspondiente y en leer en el círculo y en el nónius el suplemento del ángulo que se busca.

Tres son los goniómetros mas generalizados hasta hoy: el de Wollaston, [fig. 91.<sup>a</sup>] el de Charles, [fig. 93.<sup>a</sup>] y el de Babinet [fig. 94.<sup>a</sup>].

En el primero se ve un círculo vertical graduado en  $LL'$  y armado en un eje horizontal  $ca$ : el círculo mayor se hace girar por medio del mediano  $v$ ; el nónius  $u$  queda constantemente fijo: el eje  $ac$ , se hace girar moviendo el pequeño círculo  $s$ ; una pieza articulada  $cgc'b$ , es la que recibe el cristal en  $z$ , la que puede moverse en varios sentidos para dar al cristal la debida colocacion respecto  $ac$ , sirviéndose de un pedazo de cera.

Las partes móviles  $bc'gc$  aproximan ó alejan el cristal al limbo, pudiendo darle diversas inclinaciones hasta colocar la arista en direccion rigurosamente paralela al eje de rotacion del limbo.

Colocado despues el instrumento sobre una mesa y al frente de un edificio que presente líneas horizontales notables, para tomar dos por miras, como la superior del mismo edificio y una cornisa inferior, ventana, &c. se mueven los tornillos  $XXX$  para dar al instrumento la debida posicion por medio de un nivel de



burbuja de aire. Hecho esto se procura que la arista del ángulo que se quiere medir, sea perpendicular al plano del limbo: el ojo debe percibir la línea inferior en la direccion del cristal: girando el eje  $ac$  y conservando el ojo fijo, debe aparecer la mira superior reflejada sobre una de las caras del cristal y rigurosamente paralela á la inferior, vista directamente. Cuando se ha llenado esta condicion, el ángulo será perpendicular al plano del limbo, y la arista lo será si la segunda cara satisface la condicion de la primera.

Para medir el ángulo, solo hay que colocar el limbo en el cero del nónius, por medio del círculo  $v$ : volver por medio del boton  $s$  el cristal á la posicion en que el ojo percibe la imagen reflejada, sobre una de las caras del cristal sobrepuesta á la mira directa: despues hacer girar por medio del círculo  $v$  el limbo que lleva necesariamente en su movimiento el cristal, hasta que el ojo percibe rigurosamente en la misma posicion la mira superior reflejada sobre la segunda cara del cristal y en coincidencia con la mira inferior.

El ángulo queda medido por la indicacion del nónius que dá el suplemento del ángulo del cristal, como lo demuestra la figura 92.<sup>a</sup>

45. El goniómetro de Charles se compone de un limbo móvil  $ab$  al derredor de un eje en un pié y con tornillos  $V V V$ , como aparece en la figura 93.<sup>a</sup> de una alidada  $e$  figualmente móvil al derredor del mismo eje, en la que hay una cubierta de cera para colocar el cristal; de un anteojo  $d$  con un hilo vertical; y de dos niveles  $n$  y  $n'$ .

Arreglado el anteojo debidamente se hace coincidir el hilo con la esquina de un edificio que sirve de mira: se coloca el cristal con la arista vertical y se nota la reflexion sobre una de las caras del ángulo diedro, de manera que la mira quede cubierta por el hilo del anteojo: la misma operacion se practica respecto de la segunda cara, y así se consigue, con algunos



tanteos, dar la debida posicion al cristal. Para obtener el ángulo, se lee el que forma la alidada con el cero en el momento en que coincide el hilo con el objeto reflejado por una de las caras; se hace girar despues la alidada sola, hasta hallar la coincidencia en la segunda cara, y el ángulo que resulta formado por el movimiento de la alidada, será el suplemento del ángulo que se busca.

46. El goniómetro de Babinet, (fig. 94.<sup>a</sup>) se compone de un sustentáculo ó pié de laton A, que recibe el mango de madera B, en el que está fijo el instrumento cuyo círculo graduado es C C': dos anteojos D E el primero fijo y el segundo móvil, sirven de miras, por medio de los hilos representados separadamente en *a b*: hay ademas el nónius *f* y la plataforma F, como la del goniómetro de Charles.

Para medir un ángulo se comienza por arreglar los anteojos, haciendo que los hilos se vean claramente, para lo cual se aproxima ó aleja el lente ocular: despues se hace lo mismo con el tubo que lleva los hilos, teniendo esto por objeto percibir con toda claridad los cuerpos colocados á distancia: un movimiento de rotacion al tubo basta para dar á los hilos la posicion representada en *a b*: dispuestos así los anteojos se colocan en su lugar; el punto de cruzamiento de los hilos *g h i j* se encontrará en la interseccion *a* de los hilos *c d e f*: si estos no se ven con toda claridad, bastará graduar convenientemente el lente ocular del anteojo móvil.

En el caso de no haber superposicion de los hilos, se procurará, subiendo ó bajando el tornillo *r* cuanto fuere necesario. Hecho esto, se fija el cristal en el platillo F por medio de una poca de cera, se dá al anteojo E un movimiento á la izquierda y á la derecha, moviendo el portacristal cuanto fuere necesario para percibir los hilos del anteojo fijo D, al dirigir la vista por el anteojo E: si el entrecruzamiento *b* no coincidiera con la línea *c d*, se levantará ó bajará el cristal



lo conveniente para que su cara quede bien colocada: lo mismo se hará para arreglar la segunda cara.

Dispuesto así el goniómetro se procede á medir el ángulo, para lo cual se coloca el nónius á cero, se hace girar el platillo solo, hasta ver en el cristal coincidir la interseccion de los hilos; se mueve entonces el nónius, cuyo movimiento sigue el cristal, y fijándolo, luego que vuelve á aparecer la coincidencia de los hilos, se ve, indicado por el nónius, el suplemento del ángulo que se busca.





## PARTE TERCERA.

### Instrumentos, utensilios y aparatos.

Comunmente se confunden estas voces, así como las de herramienta y máquina, y sin embargo, debe darse á cada una su aplicacion conveniente. Una cápsula, una retorta, una alargadera, una campana &c., son utensilios y no instrumentos, aparatos ni máquinas: la misma retorta con alargadera y un recipiente, componen un aparato destilatorio y no una máquina, instrumento, herramienta ni utensilio: las limas, perforadores para tapones, tijeras &c., son instrumentos, aunque tambien estén comprendidos bajo la denominacion genérica de *utensilios de laboratorio*. Un elemento de Bunsen es un aparato galvánico, y á la reunion de varios elementos se llama igualmente aparato galvánico; se dá con mas propiedad el nombre de máquina galvánica á los aparatos arreglados con algun mecanismo, para facilitar su uso, como sucede con la de Wollaston, máquina eléctrica, pneumática &c, y en ningun caso, instrumento, utensilio ni herramienta; pero sí está admitida, aunque no con la misma generalidad, la voz aparato; así se dice aparato eléctrico, pneumático &c. Basta lo dicho para formar una idea de la aplicacion que debe hacerse de cada una de esas voces.

Aunque en el curso de las lecciones se verán los utensilios, instrumentos y aparatos, de que se hace



uso en los laboratorios, es conveniente dar desde ahora la descripción de algunos, á fin de conocer los nombres, y con especialidad las partes de que están formados ó aquellas en que se consideran divididos.

*Agitadores. De agitatio.* Varillas de vidrio de diferentes gruesos y tamaños empleadas para mover los líquidos, y facilitar la mezcla ó la combinación de los cuerpos. En algunos casos se hace uso de las espátulas.

*Alambique.* De la partícula árabe *al* y la equivalente á *marmita*, resultando la frase *vasija suprema ó excelente*. Es un aparato destilatorio mas ó menos complicado segun los usos á que se destina. Los hay de vidrio, de cobre, de hoja de lata y de platina. Los primeros conservan la forma defectuosa que tenían los alambiques antiguos y por lo mismo han caído en desuso, sustituyendo á estos las retortas, cuando el líquido que se quiere destilar, exige por su naturaleza vasijas de vidrio.

El alambique de vidrio consta de dos piezas; la inferior c, b, fig. 1.<sup>a</sup> llamada cucúrbita y la superior C, capitel, á la que tambien llamaron los antiguos *montera ó calva*. En la cucúrbita se consideran tres partes; el fondo ó *cápsula*, que comprende hasta la línea a, a; el cuerpo que es la comprendida entre esta línea y la D, D, que es lo que se llama *boca*. En el capitel hay igualmente otras tres partes; la *bóveda* C, el canal ó *reguera* figurada al interior en i y la nariz ó pico B. Los alambiques de vidrio son, por lo comun, de una sola pieza, en cuyo caso tienen una tubuladura en e, por donde se vierte el líquido que se quiere destilar. La destilacion en estos alambiques se hace comunmente en baño de arena.

Los alambiques de hoja de lata son usados rara vez, por su poca duracion y los de platina lo son, por su valor subido; pero muy usados en las fábricas de ácido sulfúrico.

Los de cobre son los mas útiles; y por lo mismo los



que se emplean generalmente: varían mucho en el tamaño, forma y en las partes de que se componen; mas para los trabajos de laboratorio, es bastante el que representa la fig. 2.<sup>a</sup> Está compuesto de cuatro piezas principales. La *caldera* a, a, a, a, el baño ó cucúrbita B, el capitel C y el refrigerante M. Cuando se pretende destilar á *fuego desnudo* se coloca en la caldera el capitel que comunica con el serpentín; quedando por lo mismo sin uso el baño ó cucúrbita B; mas cuando la destilación se ha de hacer á *baño de maría*, este entra en a, a, a, a, y recibe la pieza C.

El refrigerante M se compone de la cuba D y del serpentín ó culebra E; este recibe en su parte superior la extremidad *g* del capitel y termina en el tubo C al que se llama nariz, que en algunos casos termina con una llave. Varios refrigerantes tienen en la parte superior del serpentín la caja *d* que atendiendo algunos á la forma le llaman lentejuela, cuyo objeto es facilitar la condensación de los vapores. El embudo de rama larga *e* lleva el agua fría, al fondo de la cuba y el líquido derrama por el pico *i* á proporción que se calienta. Algunos alambiques tienen además un tubo que comunica con la caldera, y el interior del baño ó cucúrbita, el cual sirve para las destilaciones al vapor. En otros se satisface este objeto por medio de diafragmas, perforados, que descansan en el interior del baño y á alguna distancia de su fondo, para colocar en ellas las sustancias sobre las cuales ha de llevar su acción, sea el agua ó el vapor.

*Alargaderas.* Las formas comunmente usadas se ven representadas en las figuras 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup>: están dispuestas de manera, que recibiendo por una parte la extremidad de una vasija destilatoria, queda la opuesta en comunicación con el recipiente y por lo mismo distante éste del fuego. Generalmente son de vidrio y las hay rectas y curvas.

La parte *a* se llama boca, la *b* vientre y la *c* pico. Un simple tubo sirve en muchos casos de alargadera,



y aun á la vez de refrigerante si es prolongado: en la industria se hace igualmente uso para el mismo fin de canales de barro.

*Almirez.* Utensilio semejante á los morteros, pero precisamente de metal y no de vidrio, porcelana ó piedra como los morteros. Véase esta palabra.

*Alzadores.* Discos de madera de diez á quince centímetros de diámetro y de varios gruesos, destinados á sostener las vasijas y piezas de los aparatos, á la altura conveniente. Tambien se emplean con el mismo fin banquillos y plintos de madera, cuyas formas y tamaños varían mucho; y en fin, los ladrillos comunes y los sustentáculos de aro, de pinzas, &c.

*Aparatos de desalojamiento.* Son tan multiplicadas las formas y tamaños de estos aparatos que sería muy largo describir todos y tantos cuantos nos presenta el comercio: baste decir, que los usados en la economía doméstica para preparar el café por lejivación, son aparatos de desalojamiento.

El mas usado en los laboratorios, es el de Robiquet, modificado, y que representa la fig. 5.<sup>a</sup> Se compone del frasco A, de la garrafa B y del tubo C: el primero tiene una llave en *a* que sirve para sacar el líquido, sin tener que desmontar el aparato: la boca *b* recibe la vasija superior, y la *b'* la extremidad recta del tubo C: recurvo en *e* para comunicar con la garrafa, por la boca lateral; la del centro queda cerrada por el tapon *d* y tiene ademas la llave *c*, que se abre ó cierra segun conviene.

El dijestor de Mr. Payen, puede considerarse como una combinacion del aparato de desalojamiento y del *dijestor ó marmita de Papiro*: tiene la ventaja de poder servir á temperaturas superiores á la ordinaria. Se compone, fig. 6.<sup>a</sup> de un baño de maría comun, de un matraz de dos bocas A, y uno de tres C; de una garrafa B y de un tubo de seguridad E: en el baño de maría se pone ademas un termómetro; en la garrafa se coloca la sustancia sobre la que lleva su ac-



cion el vapor conducido por el tubo *c*, *d*.

*Balon*. Voz usada indebidamente, en lugar de matraz y de recipiente. Véanse estas palabras.

*Banquillos*. Véase *alzadores*.

*Barreños, de la voz barro*. En México se usa con mas generalidad la palabra *cajete*. Los hay de diversas formas y tamaños, segun los usos á que se destinan en los laboratorios: lo importante es no confundirlos con los lebrillos, de los cuales se distinguen por estar estos vidriados, ni menos usar de las voces francesas *tet* ni *terrinerie*, habiendo las castizas *cajete*, *barreño* y *lebrillo*.

*Braseros*, generalmente se dá este nombre en química, á las hornillas fijas construidas en el laboratorio con varios hogares, destinados al uso comun; mas los braseros manuales que no tienen chimenea, se llaman con mas propiedad hornillas portátiles; los que las tienen, y están construidos de manera que favorecen la reverberacion, se llaman hornos, distinguiéndose éstos segun los usos á que se destinan. Las fraguas y las forjas se diferencian de las hornillas y de los hornos, tanto por la forma como porque unas y otras son alimentadas por el viento de un fuelle: si este es de tamaño proporcionado para trabajar el fierro se llaman con mas propiedad fraguas: si es menor, ó si se tiene por objeto trabajar el oro ó la plata, se llaman forjas. No obstante esto, son de uso comun las fraguas portátiles, algunas de las cuales no son mayores que una forja. Las lámparas y los sopletes difieren mucho de estos aparatos de combustion.

En todo horno hay que considerar cuatro partes; la fig. 8.<sup>a</sup> representa un horno de reverbero, en el que se vé el cenicero *a*, el hogar *b*, el cuerpo del horno *c*, la bóveda *c'* y la chimenea *d*: esta lleva algunas ocasiones el registro *e* para arreglar el tiro; es decir, para aumentar, disminuir ó perfeccionar la combustion: el cenicero está separado del hogar por medio de la



parrilla. La parte exterior *a* que dá entrada al aire se llama boca del cenicero y la *i* puerta ó boca del hogar.

En una hornilla comun fig. 7.<sup>a</sup>, se consideran las mismas partes, pero funcionando en ellas como chimenea las muescas colocadas en la parte superior ó lábio de la hornilla, que dan paso á los productos de la combustion. La fig. 9.<sup>a</sup> representa un horno de tubos, el cual funciona como los de reverbero.

En el horno de copelacion fig. 10.<sup>a</sup> hay que considerar ademas de las partes correspondientes al horno de reverbero los ventiladores *h*, *h*, la mufla colocada en *g* figurada con puntos y la puerta de carga *o* que sirve para poner el combustible. La fig. 11.<sup>a</sup> representa el horno ú hornilla de Liebig para análisis orgánicas.

*Campanas.* Vasijas de forma variada, siendo la mas comun en los laboratorios algo semejante á un frasco sin fondo: sirven para recibir los gases, trasvasarlos, medirlos, mezclarlos ó conservarlos. Las campanas se distinguen por su naturaleza ó materia de que están formadas, por su tamaño, figura y número de bocas ó tubuladoras. Con relacion á la materia, lo comun es que sean de vidrio ó de cristal, mas tambien las hay de fierro, de cobre y de hoja de lata: las de fierro son muy usadas en las fábricas del gas de alumbrado y casi todos los gasómetros las tienen de fierro ó de hoja de lata. El tamaño varía mucho con relacion á los usos á que se destinan: unas son tan pequeñas como las de los voltímetros, medianas como las que sirven para la cuba de Liebig, y tan grandes que pueden contener dos mil y mas piés cúbicos de gas. En cuanto á la figura las hay rectas, fig. 12.<sup>a</sup>, y curvas, fig. 12.<sup>a</sup> bis: unas y otras se distinguen en comunes y graduadas: las comunes son de boton, fig. 12.<sup>a</sup> y 14.<sup>a</sup>: abiertas ó tubuladas 13, de dos tubuladuras 14, y de llave 15. En toda campana se consideran tres partes; la bóveda *a a* fig. 12.<sup>a</sup>: el cuerpo



que es la parte comprendida de *a*, *a*, á *b*, *b*, que es la boca, formada por el lábio ó borde de su parte inferior.

*Cápsula*. Especie de cazuela, de dimensiones muy variadas, cuya forma generalmente se aproxima mas ó menos á la de una semi-esfera hueca. Las cápsulas mas usadas en los laboratorios son de porcelana higiocerama; pero las hay de vidrio, de fierro, cobre, plata y platina. Las comunes son simplemente segmentos de esfera con ó sin pico, sirviendo éste para verter cómodamente los líquidos fig. 16.<sup>a</sup>: en unas el fondo es plano 17, en las mas es convexo: las hay con mango y sin él, fig. 18.<sup>a</sup>; por último, las mas completas tienen tapa.

*Cajetes*. Equivalente de la voz francesa *tet*, y *test* (véase barreños).

*Copelas*. *Diminutivo de copa*. Pequeñas vasijas á manera de cápsulas y hechas con polvo de huesos calcinados, pero que difieren de las cápsulas por el mayor grueso de sus paredes, y por ser únicamente destinadas á los ensayos por copelacion.

*Cornamusa*. Palabra originalmente de la baja latinidad, procedente de las clásicas *cornu* y *Musa*, aplicada á la trompa musical y tambien á la gaita, á que se asemeja la retorta de los químicos, llamada antiguamente cornamusa. Véase Retorta.

*Crisoles*. De *cruciare*, atormentar, y segun otros de que originalmente se pintaba á los crisoles una cruz, antes de servirse de ellos. Vasiija cilíndrica, cónica ó triangular de varias dimensiones, que sirve para someter diversos cuerpos á la accion de un fuego mas ó menos activo, fig. 19.<sup>a</sup> y 20.<sup>a</sup> Comunmente son de barro refractario, pero en los laboratorios los hay tambien de porcelana, de fierro, de plumbajina, de cobre, de plata, de oro y de platina, fig. 20.<sup>a</sup> bis; tienen ó no pico y tapa, y los hay con fondo plano ó convexo; aun los de fondo plano tienen el interior cóncavo.

*Cucharas*. De una voz griega que equivale á *con-*



*cha*, por servirse primitivamente de las conchas como cucharas. En los laboratorios se hace uso de pequeñas cucharas para colocar los cuerpos en los platillos de las balanzas, para recoger los precipitados de los filtros de lienzo y para los trabajos al soplete; pero las que mas se emplean son las de fierro que llevan el nombre de cucharas de *proyeccion*, fig. 21.<sup>a</sup> a b. Están formadas de una cápsula, á la que se une un mango del mismo metal. Las hay de diferentes tamaños y mas ó menos cóncavas.

*Dijestor*. De *digerere*, digerir, cocer. La construcción de estos aparatos está fundada en los principios que sirvieron de guía á Mr. Papin para construir la marmita que lleva su nombre. Este dijestor y el de Mr. Payen son los mas usados en los laboratorios. (Véase aparatos de desalojamiento.)

*Embudos*. Vasijas por lo comun de vidrio, cuya forma es la de un cono, con el vértice prolongado por un tubo que recibe el nombre de rama del embudo, así como la parte cónica, se llama cuerpo. En los laboratorios los hay de varios tamaños, y se distinguen en lisos, fig. 22.<sup>a</sup>, y con bocales, á los que vulgarmente se llaman acanalados, fig. 23.<sup>a</sup>; estos sirven especialmente para las filtraciones; los de rama corta, para trasvasar los gases, y los comunes para pasar los líquidos de una vasija á otra. Los hay igualmente de cristal con llave fig. 24.<sup>a</sup>, y se usan ya en sustitucion de los separatorios, de los portafiltros ó de los aparatos de desalojamiento.

*Eolípilas*. Voz equivalente á *porta viento*. Lámparas de construcción especial que producen un fuego activo por la combustion del vapor alcoholico, comprimido y calentado por sí mismo.

*Escusa-mozos*. (Véase portafiltros).

*Espátulas*. Del latin *spattula*. Pequeñas palas de naturaleza diferente, que sirven para remover los líquidos, como los agitadores, ó para desprender las materias adheridas á los filtros ó á las vasijas. Las



hay de vidrio, de hueso, de cuerno y metálicas; estas tienen por lo comun un mango de madera, y las de fierro llamadas elásticas, presentan la forma de un cuchillo sin punta y con doble filo.

*Estufa.* Del latin *Stuffa*. Se dá este nombre á todo espacio limitado, cuya temperatura es superior á la atmosférica, pudiendo mantenerse mas ó menos elevada, por diversos medios caloríficos. Se usan comunmente para desecar los cuerpos sin alterar su naturaleza.

La industria se sirve por lo comun de piezas ó aposentos de mas ó menos amplitud, pero en los laboratorios se dá la preferencia á la de Gay Loussac, representada en las figs. 25.<sup>a</sup> y 26.<sup>a</sup> Se compone de una caja doble, A, cuya cabidad se llena, sea de agua ó de aceite, por el tubo *a*: en la tubuladura *b* se coloca un termómetro, que dá á conocer la temperatura interior: el tubo de vidrio *c* indica el nivel del líquido: en el interior de la caja se ven dos entrepaños metálicos *d d* que sirven para colocar las sustancias que se pretenden desecar.

M. Liebig hace uso de otros dos aparatos, uno, en el cual queda sometido el cuerpo á la doble influencia del calórico y del aire seco, y otro á la del mismo agente y del vacío, empleando para formarlo la bomba que lleva su nombre.

Hay otras diversas estufas cuya fuente calorífica es un quinqué. La de Mr. D'Arcet es una especie de armario de mucha mayor capacidad que las anteriores fig. 27.<sup>a</sup>; mas entre las de este género ofrece ventajas la representada en la fig. 28.<sup>a</sup>

Resulta de lo dicho, que si se atiende á los medios empleados para calentar las estufas, pueden dividirse en las siguientes: De baño de maría, de aceite, de vapor y de aire caliente.

*Forjas.* (Véase braseros).

*Fraguas.* (Véase braseros).

*Frascos.* Vasijas comunmente cilíndricas, de cris-



tal ó de vidrio y de capacidad variable, muy usadas en los laboratorios para contener ó para preparar diversos productos. Los hay comunes y esmerilados: estos tienen sus tapones de la misma materia, y adaptados por medio del esmeril; los primeros no tienen tapon propio; unos y otros se distinguen por el diámetro relativo de las bocas ó tubuladuras; así se dice, frascos de boca ancha fig. 29.<sup>a</sup>; frascos de boca estrecha fig. 30.<sup>a</sup>; tambien se distinguen por el número de tubuladuras, diciendo de una, fig. 30.<sup>a</sup>; de dos, 31.<sup>a</sup> *a* y 31.<sup>a</sup> bis y de tres bocas *b b* fig. 31.<sup>a</sup> Por último, los hay perforados en el fondo, con ó sin llave, fig. 5.<sup>a</sup>

Algunos pretenden distinguir con el nombre de *potomos* los frascos de boca ancha, mas este uso no se ha generalizado: otros, han introducido la voz francesa *bocal*, cuya significacion en español [jarro para vino] dista mucho de la idea que se quiere dar, refiriéndose á los frascos *de boca ancha*, cuya denominacion parece ser la que ofrece menos inconvenientes.

La materia de que están formados los frascos sirve para distinguirlos: así se dice, de vidrio, de cristal, de fierro, de cobre, de porcelana y aun de barro, aunque estos se llaman con mas propiedad tarros y porrones, segun el tamaño.

*Gasógenos*, voz que equivale á *Generador de gas*. Aparatos de construccion especial destinados á preparar y á conservar los gases, disueltos en un vehículo adecuado, para emplear el líquido segun conviene. El mas usado es el que representa la fig. 32.<sup>a</sup> Los hay de barro llamados vasos *siphoides*, cuya forma se vé en la fig. 33.<sup>a</sup> Los primeros están formados del vaso que funciona como generador, y en el que se ponen las sustancias productoras del gas: éste pasa á la vasija que contiene el líquido que se quiere saturar.

*Generadores*. Recibe este nombre toda vasija, sea cual fuere su forma, naturaleza y tamaño, que por la reaccion de las sustancias puestas en su interior, produce uno ó varios gases. Así se llama generador de



hidrógeno á un simple frasco, matraz, retorta, barril etc., dispuestos convenientemente para desprender hidrógeno: generador de cloro, de ácido carbónico etc., á las grandes vasijas de plomo usadas por los industriales, ó á las que se emplean en los laboratorios de química. El matraz A fig. 31.<sup>a</sup>, funciona como generador.

*Hydropyrophoros.* Se llaman comunmente eslabones de gas, pyróphoros y lámparas hidropneumáticas á unas vasijas de cristal ó de porcelana, dispuestas de manera que dejando escapar por una abertura capilar, el hidrógeno producido en su interior, pueda éste inflamarse en virtud de la accion que ejerce en contacto con el aire, sobre la esponja de platina. La palabra hydropyrophoro, está compuesta de tres voces griegas, que equivalen á *agua, fuego y llevo, ó sea porta-fuego del agua* para distinguirlo de los compuestos pyrophóricos, generalmente sólidos.

*Hornillas.* Véase braseros.

*Hornos.* Véase braseros.

*Laboratorios portátiles.* A imitacion del inventado por Gay Loussac, y á la lámpara de Guiton, se encuentran hoy en el comercio diversamente modificados. En la esencia son unos aparatos metálicos manuales, destinados á los trabajos químicos en pequeña escala y contruidos conforme á los principios que han servido para los sustentáculos. Así es, que con un laboratorio portátil se tiene el sustentáculo de aros, con distintos diámetros, el de pinzas y el de quijada ó abrazadera. Los hay con quinqué y con lámpara comun fig. 34.<sup>a</sup>

*Lámparas.* Estos utensilios son de grande utilidad para los trabajos químicos, sirviendo mas bien como medios caloríficos que como iluminantes. Es tal la variedad que hay hoy de lámparas que seria difícil ocuparse de todas las que proporciona el comercio: unas se distinguen con el nombre de sus inventores, como las de Cárcel, de Berzelius, de Guiton, Davy,



&c: otras, por la materia de que están formadas, de vidrio, laton, cobre, hoja de lata, &c: algunas, por la sustancia que sirve para la combustion, lámpara de alcohol, lámpara de aceite; otras, en fin, por el sistema de construccion, y segun que favorece mas ó menos la combustion; lámpara comun de alcohol, lámpara de alcohol de Argant ó de doble corriente, dosimática ó eolypila, pneumática &c. Las mas usadas y necesarias en un laboratorio son, las comunes de alcohol, fig. 34.<sup>a</sup> *a*, las de este líquido y de doble corriente, las de aceite de doble corriente, la eolypila y la lámpara de esmaltador.

*Lebrillos.* Utensilios de barro vidriado de mayor diámetro en la boca que en su fondo, mas anchos que altos, parecidos á los cajetes, de los cuales difieren por no ser estos vidriados. Pueden distinguirse por la clase de barro de que están formados y por el lugar adonde están contruidos. No debe usarse la voz francesa *terraine* porque no hay necesidad de castellanzarla habiendo la palabra lebrillo, y pudiendo decir con propiedad *lebrillo francés*, comun, mexicano, &c. fig. 35.<sup>a</sup>

*Lejiviador ó lexiviador.* Véase aparato de desalajamiento.

*Matraz.* Vasiija de vidrio comunmente de forma esférica y tambien semi-esférica y elipsoidal, con una prolongacion tubular igual ó poco mayor que su diámetro, fig. 36.<sup>a</sup> y 37.<sup>a</sup>: las vasiijas de la misma forma cuyo tubo excede del diámetro, reciben el nombre de sublimadores, fig. 38.<sup>a</sup>, y el de recipientes, las que solo tienen un semidiámetro poco menos ó poco mas, fig. 39.<sup>a</sup> *a*, *a*: en los matraces llamados de ensaye el tubo es prolongado y tienen una forma elipsoidal. fig. 40.<sup>a</sup> En los matraces, en los sublimadores y en los recipientes, hay que considerar cuatro partes; el fondo, la bóveda, el cuello y la boca; el primero puede ser plano ó convexo; en este caso el fondo comprende la parte *a*, *b*, *c*, fig. 37.<sup>a</sup> y se llama cápsula: de la lí-



nea *a*, *c*, á la *d*, *e*, toma el nombre de bóveda, la que nunca falta, ni aun en los de fondo plano; la parte *d*, *e*, *f*, se llama cuello, y la abertura que se halla en la extremidad de este, recibe el nombre de boca. Esta puede ser simplemente cortada ó reforzada por medio de una cinta del mismo vidrio, ó volteada; en este caso, recibe el nombre de labio. Algunos recipientes de pequeño tamaño, tienen ademas una tubuladura, A fig. 41.<sup>a</sup> sin, ó con un tapon ajustado al esmeril: otros llevan dos tubuladuras, resultando en este caso con tres bocas.

En la denominacion de estas vasijas, es comun oir usar de la voz francesa *ballon*. (Véase la lista.)

*Morteros*. Del latin *mortarium*. Utensilios de vidrio, de porcelana, de piedra ó de madera, destinados á quebrantar, triturar, disolver ó mezclar varios cuerpos, por medio de un pilon. Varían por su tamaño, por su figura y por la materia de que están formados. En cuanto al tamaño, los mayores son comunmente de piedra, mas ó menos dura y con pilones de madera; se llaman de basalto, de pórfido, de mármol [fig. 43.<sup>a</sup>] de tejal &c. Los manuales son de porcelana, de *bizcocho*, de vidrio, fig. 46.<sup>a</sup>, de cristal y de ágata, 43 c. La forma varía con relacion á la profundidad, á la de la curva de su concavidad y á la que hay entre esta y la convexidad del pilon. Cada una de estas formas es adecuada al uso á que se destinan los morteros; lo mismo sucede con relacion á la materia de que están formados, debiendo siempre cuidarse, que la sustancia que se ha de pulverizar, sea menos dura que la del mortero, y que no ejerza accion química sobre este. [fig. 43.<sup>a</sup>]

No obstante que se confunden, como se ha dicho, las voces mortero y almirez, debe reservarse la última para los de metal, como fierro, bronce &c. Fig. 44.<sup>a</sup>

*Mufla*. Pieza de barro refractario, esencial á los hornos de ensaye y destinada á recibir las copelas. Fig. 10.<sup>a</sup> bis.



*Obturadores.* Del verbo *obturo* tapar, cerrar. En química se dá ese nombre á unos discos de vidrio que cierran las bocas de las campanas y sirven para trasportar, de un lugar á otro, el gas que contienen. Los hay hoy con un reborde, formando especies de platillos y con pié, como los de una copa grande.

*Plintos.* Véase alzadores.

*Pomos.* Véase frascos.

*Portafiltros.* Se dá este nombre á unos cuadrados de madera, con cuatro ó mas clavos ó puntas, que reciben y sostienen los lienzos empleados como filtros, ó sobre los cuales se pone el papel. Se da el mismo nombre á unos banquillos dispuestos para recibir el lienzo ó uno ó mas embudos en los cuales se ponen los filtros. Entre los primeros los hay sencillos fig. 45.<sup>a</sup> y con piés llamados fijos, 46: estos tambien son simples y dobles. Aunque comunmente se usan los embudos como portafiltros, no por eso reciben este nombre, conservando el propio, por estar destinados á diversos usos.

*Porriones.* Grandes tarros ó vasijas de barro, con una, dos y tres bocas, usados en las fábricas como frascos y como recipientes, figuras 47.<sup>a</sup> y 48.<sup>a</sup> No obstante que algunos usan la voces *tourillon* y *bombon* es conveniente desecharlas.

*Recipiente.* De *recipiens*, recibidor. Aunque se dá este nombre á toda vasija destinada en las operaciones de laboratorio é recoger algun producto: se aplica especialmente á las esferas de vidrio con cuello corto, usadas comunmente para recoger los productos destilados.

Así, un frasco comun, un lebrillo, matraz &c., sirve en muchos casos de recipiente. Los recipientes de los laboratorios son de poca capacidad, mas en la industria los hay de vidrio hasta de veinte litros, siendo aun mayores los de barro llamados porrones y los metálicos. En el artículo matraz se ha dicho que de-



be desterrarse la palabra *ballon* del lenguaje químico, usado en lugar de recipiente, y se ha fijado la diferencia entre estos, los matraces y los sublimadores.

*Recipiente florentino, ó separatorio.* Se dá este nombre á una vasija de forma, tamaño y naturaleza variable, destinada á separar un líquido menos denso, de otro que lo es mas. Los separatorios comunes, tienen la forma representada en la fig. 49.<sup>a</sup>: otros son metálicos, y semejantes á las cafeteras: otros, en fin, no difieren de los *frascos de llave*.

*Refrigerantes.* Del latin *refrigero*. Utensilios de forma y naturaleza variable, destinados á favorecer la condensacion de los vapores, por medio de corrientes de agua ó de aire. Hay casos como en las sublimaciones, en los que no se adopta aparato alguno especial: la bóveda y cuello de un sublimador, de un matraz, ó de una retorta, puestos en contacto con el ambiente, sirven de condensadores: los recipientes, tambores y cámaras en la destilacion de varios ácidos líquidos, en la sublimacion de las flores de benjuí y en la del azufre, sirven igualmente de refrigerante. Se ha visto, que los alambiques lo tienen especial y de formas variadas, pero hay uno notable por su utilidad y sencillez, conocido con el nombre de refrigerante de Liebig y representado en la fig. 39.<sup>a</sup>

*Retortas.* Del latin *retorqueo*, sinónimo de cornamusa. Vasijas destilatorias de forma particular con fondo convexo, de diversos tamaños y de diferentes materias. Se distinguen en tubuladas, fig. 50.<sup>a</sup>, cerradas ó ciegas 51.<sup>a</sup>; y en divididas 52.<sup>a</sup> *a* y *b*. Con relacion á su naturaleza se construyen de vidrio, de cristal, de barro, de porcelana, fierro, plomo y platina: así se dice retorta de cristal tubulada, retorta de vidrio ciega, retorta de plomo dividida. En toda retorta se consideran cuatro partes; el fondo ó cápsula que comprende la parte *a, b, c*; el cuerpo ó bóveda, la que hay de esta á *d, e*; la garganta *f*, y por último el cuello *g*: una retorta bien construida debe tener la



garganta amplia, de manera que confundiéndose con la bóveda no forme ángulo recto.

Funcionando como vasijas destilatorias los cilindros de fierro, que se usan para preparar los ácidos clorohídrico y azótico; el carbon animal, el gas de alumbrado y otros productos, se dá á esos cilindros y á los semicilindros, el nombre de retortas, distinguiéndolas por sus dimensiones y por el número de tapas: retorta de una boca, de una tapa, ó de un fondo, la que solo tiene un fondo móvil, y de dos, si ámbos discos están separados llevando sus respectivas asas y sus tornillos de presión.

*Rodetes.* Especies de rosca, tejidos como estera y hechos de paja, de zacate ó de esparto; se usan para mantener en la posición conveniente, los matraces, retortas, cápsulas, y en general toda vasija de fondo convexo. Los pequeños suelen hacerse de orillo ó de lienzo fig. 1.<sup>a</sup> o.

*Separatorios.* Véase recipiente florentino.

*Siphonide, botella.* Especie de gasógeno de barro, destinado á contener líquidos gaseosos, principalmente la cerveza y los vinos espumosos, fig. 33.<sup>a</sup>

*Sopletes.* Tubos de diez y ocho á veintidos centímetros de longitud, terminados en una extremidad por una abertura capilar y la opuesta por otra de dos á tres milímetros de diámetro.

Los hay de vidrio, de fierro, de cobre, de latón y de plata, con caja y sin ella, y con *casquillo* de platina ó sin él. La forma mas cómoda y generalmente usada, es la que representa la figura 53.<sup>a</sup> Está compuesta de cinco partes; la boquilla ó embocadura *a*, la rama comprendida de *a* á *b*, la caja *c*, el pico *d* y el casquillo *e*: á este llaman algunos, aunque impropriamente, boquilla.

También se dá el nombre de sopletes á otros varios aparatos, de los cuales forma parte el casquillo de los sopletes comunes. Así, los gasómetros que tienen en la parte superior una llave, en cuya extremidad re-



cibe el casquillo, funcionan como sopletes; una simple vejiga con llave, un frasco, las bolsas impermeables y otros aparatos, cuyo mecanismo está adecuado para dar salida á los gases comprimidos, se llaman igualmente sopletes y aun se distinguen por la naturaleza de los gases: sopletes de oxígeno y de aire, soplete oxihídrico, aerhídrico, &c.

*Tubos.* Del latín *tubus*. Caños mas ó menos cilíndricos, cuya longitud es mayor que su ancho. En química son muy usados, especialmente los de vidrio, de porcelana, de fierro y de goma elástica; varían mucho en dimensiones y en formas. En todo tubo recto hay que considerar el cuerpo ó rama y las bocas ó extremidades. La longitud, el diámetro y el grueso de la masa, á la que vulgarmente dan el nombre de *carne*, se indica en fracciones métricas; así se dice tubo de vidrio de setenta centímetros de largo, quince milímetros de diámetro y dos de grueso ó de carne: con relacion á la figura se llaman rectos, fig. 11.<sup>a</sup> *b*, *b'*; ensanchados como en *c*; afilados *d* y *b'*; en U *e*; curvos, fig. 31.<sup>a</sup> *c*; recurvos *d*, *d*, *d*; en tres de bola *g*; de cinco bolas ó de Liebig y tambien de análisis *g*, fig. 11.<sup>a</sup>, graduados, &c. Con relacion á los usos se llaman de seguridad, en tres y en tres de bola *g*, fig. 31.<sup>a</sup>; recto de seguridad *f*, *f*; recurvo de seguridad ó de Welther, fig. 55.<sup>a</sup>; abductor *b*, fig. 39.<sup>a</sup>; refrigerante *c*, tubo ó proveta de ensaye, fig. 56.<sup>a</sup>, &c.

Los tubos de porcelana son por lo comun rectos, y algunas veces encorvados en una sola de sus extremidades. En cuanto á los de fierro, generalmente se aprovechan los de fusil, dándoles la figura que conviene. Aunque los de hoja de lata son de poca duracion, la facilidad con que son contruidos y su poco costo, hace que sean muy usados. Los de laton, y sobre todo los de cobre, se emplean mucho en los trabajos industriales.

No se ha hecho mérito en este compendio de otros varios instrumentos, utensilios y aparatos, ya por ser



conocidos de los alumnos todos los que son comunes á las cátedras de física y de química, como los heudiómetros, Wooltímetros, aparatos eléctricos, galvánicos, &c., y ya porque lo dicho es bastante para llamar su atención dando á esta parte de la ciencia la importancia que exige y aplicando las reglas indicadas, tanto á los objetos no mencionados, como á las modificaciones y composiciones de algunos que solo forman variedades. Con esto y con atender á las explicaciones que oyen en la cátedra, les será mas fácil comprender las doctrinas del texto que siguieren, teniendo presente en la traduccion la siguiente lista, para evitar la impropiedad en el uso de las voces.

### LISTA

De algunas de las voces usadas impropriamente, y otras cuya equivalencia es conveniente fijar.

*Acetoso.* Voz que ha desaparecido del idioma científico, conforme á las reglas de nomenclatura, debiendo por lo mismo sustituirla con la de *acético*.

*Análisis.* Aunque es frecuente oír dar á esta palabra el género masculino, lo que acaso decidió á los autores de algunos de los diccionarios á ponerla como comun de dos, en el idioma científico debe usarse en el femenino: análisis cuantitativa y no cuantitativo.

*Arsénico.* Si hubo una época en la cual se usó este nombre, refiriéndose al ácido arsenioso, debe notarse que aun entonces se agregaba el adjetivo blanco, y hoy con mas razón debe limitarse el uso de esta palabra aplicándola al cuerpo simple. Tambien debe cuidarse de no numerarlo entre los metales, como lo hacen algunos diciendo arsénico metálico, el metal arsénico &c., supuesto el acuerdo de los químicos en colocarlo entre los metaloides.

*Azóe, ázoe, azoeto y azote.* Aunque usadas indis-



tintamente las tres primeras voces, es preferible la última, tanto para evitar los dos sonidos de aquellas, según se quiera pronunciar ázoe ó azóe, como porque se presta mejor la palabra azote á la formación de los derivados; ácido azótico, azoto-sulfúrico, azotatos, azotitos, &c. Con los radicales ázoe y azóe, ó se contravienen las reglas de nomenclatura, supuesto que la sílaba adicional no sería *ico* sino *tico*; ó de observarlas resultarían las voces *azoeico* ó *azoico*: con el radical *azoeto* se tendría el derivado *azoético* y los demás como azoetatos, azoetitos, &c. muy extraños á los nombres usados. Tales motivos hacen muy preferible la adopción del radical *azote*, aun cuando sea voz francesa.

Dos objeciones pudieran presentarse en contra; la primera no ser conforme exactamente con la etimología, y la segunda confundirse en cuanto á la significación, con la acción de azotar, con el azote ó látigo, calamidad, &c. En cuanto á lo primero no es inconveniente, supuesto que hay muchos casos análogos en los términos científicos, y aun los autores de la nomenclatura nos han dado el ejemplo, y respecto á lo segundo lo tenemos igualmente en los *azotitos* hipo-azotitos &c., cuyas voces son generalmente usadas.

*Balon.* De la voz francesa *ballon*, por matraz, recipiente, sublimador, globo, &c. Significando aquella, en español, *fardo de mercancías, ó de papel y pelota grande*, cuyas significaciones distan mucho de la idea que se quiere dar; creo necesario no usarla en el idioma científico, ni aun en el vulgar.

*Calórico y calor.* No obstante que tanto científica como generalmente hay acuerdo en distinguir el agente físico calórico de la sensación que este determina, y aun de los efectos que puede producir, se oye con frecuencia confundir las dos voces, lo cual conviene evitar, dando en cada uno de los casos la aplicación relativa.



*Capsúles fulminantes.* Debiendo decirse casquillos ó cápsulas fulminantes, sin necesidad de usar la voz capsúl.

*Carbon.* En el lenguaje químico debe fijarse la atención en el uso de este nombre y no confundirlo con el *carbón*, como es común hacer por falta de reflexión, aun tratándose del *carbon animal* y del *vegetal*.

*Cloroforme.* En español debe terminar en *o* cloroformo.

*Creosote.* Por creosota, voz femenina, y por lo mismo es mal dicho “el creosote.”

*Dosar.* Verbo francés no admitido é inadmisibile en el idioma castellano: no obstante, lo usan algunos médicos refiriéndose á las dosis de los medicamentos, y otros en el idioma químico á las proporciones ó cantidades de los cuerpos: fijar la dosis, apreciar la cantidad, estimar, valorizar, &c. parece que son frases mas apropiadas.

*Electroscopo, estetoscopo, &c.,* en vez de *electroscópio, estetoscópio, polariscópio, &c.* No es fácil comprender por qué se usan aquellas voces, aun por los mismos que dicen con propiedad *microscópio, telescópio, esteroscópio* y otras. Aun es mas impropio y no falta quien, suponiendo esdrújulos aquellas palabras, diga *electróscopo*.

*Flux y flujo.* Comunmente usadas estas voces en lugar de *fundente*: *fundente blanco, fundente negro* y no *flux* ni *flujo blanco, flux* y *flujo negro*, como impropriamente dicen muchos.

*Fonte.* Vasiija de fonte, tubo de fonte, frasco de fonte, son frases que deben evitarse en la locucion científica, diciendo como debe decirse *vasija de fierro fundido, tubo, lámina ó frasco de fierro colado*. Hay algunos casos en los cuales equivale la voz *fonte* á la de *bronce*.

*Hidriodato.* No debe sustituirse á *ioduro*, mucho menos tratándose de las combinaciones insolubles.



En el mismo caso se hallan los hidrocloratos, hidrobromatos &c.: aun admitiendo la teoría que supone la reaccion de esos compuestos, cuando son disueltos, debe decirse iodo-hidrato, cloro-hidrato, &c., ó iodidrato, cloridrato, &c.

*Higrométrico.* Es muy comun aplicar esta voz para indicar la propiedad que tienen los cuerpos de tomar el agua, en cuyo caso no debe decirse sino higroscópico; pues, no obstante que un cuerpo higroscópico puede emplearse como higrométrico, hay diferencia entre las propiedades inherentes á los cuerpos, y la aplicacion de ellas á un fin particular, como es el de estimar el peso ó el volúmen del vapor acuoso.

*Imantar.* Aunque el diccionario de Salvá admite este verbo, ni está conforme con la voz iman de que se deriva, ni es la mas propia en el idioma científico: hay fundados motivos para creer, que mas bien el uso, casi exclusivo de los textos franceses, hace que se tome del verbo *aimanter* y sus derivados, no usando del mas adecuado imanar, al que creo debe darse la preferencia.

*Marganesa.* Aunque usada esta palabra por profesores muy respetables, creo que debe abandonarse, tanto por no estar admitida en el idioma, como porque seria oponerse al uso científico general, y porque, si como es de presumir, tomó su origen de *Mangala*, divinidad mitológica, seria aun mas impropia por tener que sustituir la *n* del radical con la *r* del derivado. Pero si se supone derivada de *marga* seria destruir la idea que se tiene de estos compuestos. Tambien debe cuidarse no confundir los nombres manganesa y manganeso, como suele hacerse involuntariamente, tanto refiriéndose al cuerpo elemental, como al compuesto oxigenado.

*Mineralógia, climatológia, geológia, &c.,* en lugar de mineralogia, geologia, climatologia, para no ser poco consecuentes, siendo un hecho que no se dice, paleontología, cristalografía, fisiología ni anatomía.



*Mortero.* Casi todos los que leen y aun los que publican traducciones del frances, dan la preferencia á esa voz desechando la mas propia *argamasa*, conocida con el sinónimo de mezcla. Dos razones principales hay para no emplear en ese caso la palabra mortero. La primera es, ser voces anticuadas las de morter y mortero, y por solo esto no tan propias como la de argamasa: y la segunda, tener la voz mortero diversas significaciones, siendo la menos conocida la que se refiere á la argamasa. Parece mas conforme decir argamasa hidráulica, de pared, terciada, &c., que morter ó mortero hidráulico.

*Niquel ó Nickel, niquelo y niquelio.* Aunque el diccionario de la lengua admite la primera y la última voz, la preferencia debe fijarse facultativamente, teniendo presentes las razones de conveniencia científica. En esta como en otras palabras, pudiera resolver la cuestion el origen de ella: *Kupfernickel*, que equivale á cobre de Nicolas, parece exigir la adopcion del nombre nickel, que por otra parte se presta bien á la formacion de los derivados, sin alterar ni aun la ortografia.

*Oxido.* Siempre en el idioma español ha sido esdrújulo y ninguna razon hay para no decir óxido, supuesto que las que dan los que emplean aquella, son de tan poco valor que no merecen mencionarse.

*Platina.* Algunos usan esta palabra refiriéndose al platillo de la máquina neumática: la que debe preferirse es *disco* por ser mas significativa.

Tambien se ha usado la voz platina como femenina, refiriéndose al metal, mas hoy se dá la terminacion masculina, para cuyo cambio acaso se ha tenido presente que con excepcion de la plata, todos los metales son del género masculino: así es que aunque primitivamente se derivara la voz platina de plata, que mas tarde recibió el nombre de plata agria, hoy está admitida tanto en Francia como en España con la terminacion masculina, que usaremos en adelante.



*Quinino.* Así es comun decir, en contravencion á la nomenclatura, pues tiene la terminacion en *ina* como todos los compuestos orgánicos análogos y es voz femenina como lo son morfina, estriknina, veratrina, &c., sulfato de quinina, nitrato, solucion de quinina, &c.

Tambien es frecuente confundir la base quinina con las sales de que forma parte, y aunque bien puede decirse, sin impropiedad marcada, *administro la quinina*, no sucede lo mismo tratando por ejemplo de su solubilidad, de la dosis &c.

*Suelo.* Es tan genérica la significacion de esta palabra y nuestro idioma tiene tantas muy adecuadas á la aplicacion especial que se quiera hacer, que no hay necesidad de emplearla al decir, por ejemplo, suelo volcánico, vegetal, de labor, por ser frases impropias; debe preferirse la voz terreno en unos casos y de roca en otros, diciendo terreno arcilloso, calcareo, vegetal, &c., así como roca cuarzosa, volcánica &c.

*Tartárico y tartaroso.* En la buena locucion científica solo se admite la voz tártrico.

*Tierra.* En dos casos se advierte el uso impropio de esta palabra; el primero refiriéndose á una superficie laborable, y aunque en el idioma vulgar esté admitida tal aplicacion, en el científico parece que debe preferirse la palabra terreno, que indica las dos cosas; á saber, la extension ó superficie limitada y la naturaleza terrosa.

La segunda impropiedad es aun mas notable, diciendo por ejemplo crisol de tierra, horno de tierra &c., en lugar de crisol de barro, horno de barro, pues aunque todo barro es tierra, no toda tierra es barro.

*Título.* Así se dice por algunos refiriéndose á las ligas metálicas, y aunque la voz francesa *titre* tiene en muchos casos esa significacion, que está conforme con la latina *titulus* de que se deriva, debe tenerse presente, que considerada aun en el idioma francés como una parte de la metrologia, el equivalente en



nuestro idioma es *ley*, así se dirá *ley* de la plata, del oro, de los metales &c., pero en ningun caso título de la plata, del oro &c.

*Trojel*. Si es repugnante esta voz dicha por personas vulgares, lo es mas cuando sale de la boca de los peritos, no para referirse al fardo, como se usó en un tiempo, sino al *troquel*, tan conocido con el nombre de cuño.

Creo que los ejemplos citados serán suficientes para que los cursantes fijen la atencion en el uso de las palabras, evitando los galicismos tan frecuentes como impropios; especialmente los de aquellas voces que encontrándose en los diccionarios, con su significacion correspondiente, alejan la necesidad de adoptar la de un idioma extraño. Así dicen, por ejemplo, *support* por sustentáculo en unos casos, portador ó recibidor en otros: *tôle* por lámina de fierro ó fierro laminado: *soda* por sosa: *terrina*, por lebrillo: *renflement*, por dilatacion, ampliacion, hinchazon, y así otras, mas ó menos inadecuadas que deben abandonar.



## APENDICE

### QUE SERVIRA CONCLUIDO QUE SEA EL ESTUDIO DE LA QUIMICA ANORGANICA.

---

Aunque algunas de las cuestiones que voy á tratar someramente, deberian encontrarse formando parte de los artículos contenidos en lo ya escrito, he creido preferible sacrificar el buen orden á la conveniencia que resultará á los alumnos consignando aquí los puntos principales de las adiciones y explanaciones orales. Creo que por este medio recordarán fácilmente las doctrinas que faltan en el texto, algunas de las cuales no es fácil á todos comprender desde las primeras lecciones.

*Clasificacion de los cuerpos simples.* Tres son los sistemas de clasificacion ó division que han dado los autores: 1.<sup>a</sup> Metálicos y metaloideos ó metalóides: 2.<sup>a</sup> metálicos y no metálicos: 3.<sup>a</sup> Electro-negativos y electro-positivos. Fácil es conocer que la primera clasificacion es sin duda la mas impropia, atendiendo á la significacion de la voz metaloideo, ó *semejante á los metales*, y á que todos enumeran entre estos á los simples que como el oxígeno y el azoeto, el hidrógeno, el cloro &c., distan mucho de esa semejanza que debiera caracterizarlos "Semejante clasificacion, dice un distinguido autor (D. P. Mata,) representa ideas falsas, exige suposiciones y carece de verdaderos caracteres diferenciales.

La segunda, peca igualmente por inadecuada: si



todos los simples comprendidos bajo la denominacion de no metálicos fueran como aquellos gases ó aun como el fósforo, el bromo y otros, no habria inconveniente en adoptarla; mas numerándose entre ellos el boro y el silicio, el iodo y el carbono, el arsénico, el antimonio &c., que verdaderamente *son semejantes á los metales*, no satisface esa clasificacion á las exigencias didácticas, ni á la propiedad de las palabras. Se objeta á la tercera clasificacion, ser relativa y no comun la propiedad *positiva ó negativa* de los elementos en las combinaciones que forman, pero tal objecion no tiene valor si se atiende á que ella está reconocida como doctrina en las combinaciones, á que no despierta ideas falsas y á que aleja todo escrúpulo, supuesto que en las combinaciones formadas por los diez y seis simples comprendidos entre los electro-negativos, con los metales, estos funcionan como positivos.

Fundados en tales datos, daremos la preferencia á la division de los cuerpos simples en dos grandes clases; primera, *electro-negativos*, subdivididos en *no metálicos y en metaloideos*: segunda, *electro-positivos ó metálicos* subdivididos en seis secciones.

Pertenecen á los no metálicos los siete siguientes: oxígeno, fluoro, cloro, bromo, fósforo, azoeto é hidrógeno: son metaloideos los nueve que siguen: iodo, azufre, selenio, carbono, silicio, telurio, boro, arsénico y antimonio; este, porque ha pasado últimamente y con razon, á formar parte de los simples electro-negativos.

En cuanto á las seis secciones que clasifican los metales, seguiremos la que se encuentra en el texto, que es la de Thenard modificada.

*Cohesion y afinidad; mezcla y combinacion.* Para comprender mejor lo que se entiende por *afinidad* y lo que indican las voces *con y sin antagonismo*, recordaremos: que existen en las moléculas de los cuerpos dos fuerzas que pueden considerarse opuestas, una



atractiva y otra repulsiva: que si la primera se dá entre las moléculas homogéneas, se llama cohesión; si entre las heterogéneas, afinidad. Pelouze admite en los cuerpos simples la existencia de una *fuerza* que llama de *cohesión atómica*, la que dá una *molécula de forma determinada*; y la de *cohesión molecular*, cuyas moléculas reunidas *forman un agregado*. Asimismo admite en los cuerpos compuestos la *fuerza de afinidad*, en la cual los átomos de diversos cuerpos simples, dan una *molécula de forma determinada*: y la *fuerza de cohesión molecular* en virtud de la cual muchas moléculas del mismo cuerpo *forman un agregado*. Las dos primeras serán moléculas simples y las segundas compuestas; distinguiéndose estas en *incomplexas* cuando son formadas de dos, tres ó cuatro simples; y en *complexas*, si están formadas de varios *grupos distintos* de átomos. La molécula de azúcar anhidra será *incomplexa*: la de la misma azúcar hidratada, *complexa*. Estimada de esta manera la fuerza de afinidad puede considerarse bajo tres aspectos: 1.º En sí, hecha abstracción de toda teoría: 2.º Con relación al *antagonismo* de propiedades que pueden presentar los cuerpos que obedecen á esa fuerza. 3.º Con relación al *no antagonismo*.

Observando que no hay cuerpo simple que deje de unirse con otro combinándose, es evidente que la fuerza de afinidad existe en todos. Pero esa unión es mas fácil cuando los átomos se ponen en contacto en el momento en que se separan, *sea por descomposición* ó por cambio de su estado sólido: esto es lo que constituye el *estado naciente de los cuerpos*, sean elementales ó radicales.

Los compuestos binarios, ternarios y cuaternarios son los mas generales, pero los quíntenarios son limitados, y tanto estos como los cuaternarios y aun los ternarios deben considerarse como formados ó de dos binarios, ó de un binario y un simple, ó en fin, de un binario y un ternario.

## BIBLIOTECA CENTRAL

U. N. A. M.

Este libro pertenece al Fondo Antiguo  
de la Biblioteca Central de la

Universidad Nacional Autónoma de México



La afinidad en accion se manifiesta por el cambio de temperatura, la emision de luz, la corriente eléctrica y el cambio de propiedades, *si es que los cuerpos están dotados de alguna energia*. En este caso únicamente se combinan en un corto número de proporciones, mas si la *afinidad recíproca es poco enérgica, las combinaciones se verifican en proporciones hasta cierto límite indefinidas*.

Ejemplos.

A. Comburentes poco enérgicos, ó si son enérgicos, que tienen analogía.

B. Compuestos neutros tales como el agua, el alcohol, &c., con un cuerpo neutro en cualquiera de los tres estados, ó con un cuerpo medianamente ácido ó alcalino.

C. Tejidos de lana ó seda con el agua.

D. Los mismos con líquidos coloridos por sustancias orgánicas.

E. Sólidos porosos y gases.

Cuando los cuerpos se unen en las mismas proporciones, pero colocadas sus moléculas de diferente manera, resultan *especies y sub-especies*, segun que las propiedades del compuesto que forman difieren mas ó menos. El autor considera como sub-especies el Espato calcáreo y la Aragonita; mas el azucar, el almidon y la dextrina como especies, representados estos tres compuestos, al estado anhidro por la fórmula  $O,^9 C,^{12} H,^{18}$ .

La propiedad particular que presentan algunos cuerpos de combinarse con otros en virtud de la afinidad y de ser expulsados por un tercero y que sirvió á M. Dumas para formular la *ley de sustitucion*, es llamada por M. Pelouze *afinidad electiva*, en confirmacion de la cual cita los ejemplos siguientes: El ácido azótico expulsa al carbónico de los carbonatos; el sulfúrico al azótico de los azotatos; la cal á la magnesia del azotato; la barita á la cal; y la potasa á la barita.



Hay otros casos en los cuales en virtud de la misma afinidad *electiva*, un cuerpo quita total ó parcialmente alguno de los principios de un compuesto ternario ó cuaternario, á la vez que otra porcion del mismo cuerpo, reemplaza como equivalente al principio expulsado. Ejemplo. En un compuesto formado de oxígeno, carbono y seis de hidrógeno pueden darse estos casos: 1.º que  $\text{Cl}^2$  desaloje  $\text{H}^2$  quedando  $\text{O} + \text{C} + \text{H}^4 + \text{Cl}^2$  2.º que con el mismo elemento Cl resulte  $\text{O} + \text{C} + \text{H}^2 + \text{Cl}^4$  3.º que desalojando en su totalidad á  $\text{H}^6$  quede  $\text{O} + \text{C} + \text{Cl}^6$

La *cantidad* ó la *masa* de los cuerpos que reobran tiene tanta mayor influencia en la afinidad cuanto menos enérgica es esta; y así como en mecánica se toman en cuenta las masas respectivas, del mismo modo se deben considerar en química, no olvidando, que dada una cantidad de un cuerpo, el aumento de la masa de otro, con el cual tiene afinidad, no aumenta el poder de ella. Los ejemplos siguientes darán á este punto la claridad necesaria.

Una fuerza comunica 1 de V, á la masa 4 M

2 " " " " " 2 M

4 " " " " " 1 M

El resultado de la accion, ó la cantidad de movimiento es constante en los tres casos é igual á 4 V. M.: porque

$$1 V \times 4 M = 4 V. M.$$

$$2 V \times 2 M = 4 V. M.$$

$$4 V \times 1 M = 4 V. M.$$

Y como en las acciones químicas no aumenta la afinidad indefinidamente, tendremos por ejemplo que el bi-carbonato de potasa  $\text{K}_2(\text{CO}_3)_2$  dará, tratado por el fuego  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2 + \text{CO}_2$ . Pero sí se tratan por el agua hirviendo los mismos dos equivalentes de la sal, se descompondrán en  $\text{K}_2(\text{CO}_3)_3 + \text{CO}_2$ . En el primer caso los dos equivalentes de ácido carbóni-



co combinados con los dos de óxido de potasio tendrán mayor afinidad, que los dos equivalentes del mismo ácido que se desprenden. En el segundo, los tres equivalentes de éste quedarán unidos mas íntimamente á los dos de potasa, y un equivalente de ácido será desprendido. Como este ejemplo se pudieran presentar otros muchos; el ácido sulfúrico trihídrico con relacion al mayor poder de afinidad con uno solo de los equivalentes de agua; el azótico, el alcohol, los aceites volátiles &c., quedando demostrado lo dicho antes, á saber: "que en química así como en mecánica debe tenerse en cuenta *la relacion de las masas.*"

Por otra parte, el autor considera el poder de afinidad con relacion al *antagonismo* de las propiedades que presentan los cuerpos, estimando en los *compuestos la fuerza ácida* y *la fuerza alcalina*, y en los *simples, la comburente* y *la combustible*. El sabor agrio característico de los ácidos y la propiedad de enrojecer los colores azules vegetales, así como el *opuesto* de los álcalis, sabor urinoso y regeneracion del color azul enrojecido, desaparecen en cuanto esos cuerpos se combinan, lo cual indica un *antagonismo* en las propiedades respectivas, manifestado en alto grado en los compuestos extremos de una misma serie, como lo son los oxácidos y las oxibases, pero sin ser notables, ni presentarse de un modo marcado aquellos caracteres distintivos y opuestos en los de la serie *intermedia*, en la que hay neutralizacion de propiedades. El *antagonismo* resalta mas al observar, que en la descomposicion de las sales por una corriente eléctrica, el ácido y la base se dirigen á los polos opuestos.

Admitido el antagonismo de los ácidos y de las bases, y observando por otra parte que algunos de esos mismos compuestos no manifiestan el sabor ácido ó el alcalino, ni accion alguna con los colores vegetales, como sucede con el ácido silíceo, los peróxidos de estaño, de antimonio &c., cuyos compuestos son sali-



nos, es necesario que estos compuestos estén muy divididos para que den algun indicio de accion sobre el tornasol; de lo que se infiere, que las propiedades extremas características de acidez y alcalinidad aun en la misma serie, oxácidos y oxibases, son en algunos casos excesivamente débiles y en otros nulas. El agua, aunque neutra á los reactivos coloridos, funciona como base en sus combinaciones con los ácidos y como ácido en las que forma con las bases; el agua será por tanto un compuesto intermedio que, como otros, no neutraliza las combinaciones que forma con un compuesto *extraño*, de la manera que resulta neutralizada la combinacion de dos compuestos extremos.

Examinando lo que pasa con relacion á las *fuerzas comburente y combustible* se nota; que si faltan signos claros para reconocer el antagonismo, como se reconoce en los complexos, por la acidez y la alcalinidad, ha sido implicitamente admitido desde Lavoissier, quien hizo consistir la combustion en la union de un cuerpo comburente como el oxígeno, con un combustible como el carbono.

Reconocido el hecho de que en las combinaciones del cloro, iodo, fluoro, &c., con los cuerpos combustibles, estos se dirigen constantemente al polo negativo, mientras aquellos pasan al positivo, cuando los compuestos se someten á la accion de la pila, es preciso convenir en que hay antagonismo entre las dos fuerzas, pudiéndose en consecuencia establecer, que la *fuerza comburente* y la *fuerza combustible*, no son otra cosa que las propiedades activas derivadas de una afinidad neutra, de las mas poderosas y esenciales á los cuerpos simples.

No obstante lo dicho, hay que considerar segun el autor, esa misma fuerza de afinidad con relacion al *no antagonismo*, perfectamente marcado en muchos de los compuestos definidos. En todos los casos en que se unen dos cuerpos, cuyas propiedades no son decididamente comburentes, ni decididamente com-



bustibles, no debe admitirse el antagonismo, especialmente si como es comun, son necesarios gran número de átomos para constituir una sola molécula. En este caso se hallan los compuestos de origen orgánico, formados por H, O y C, ó por H, O, C y Az, en los cuales deben considerarse unidos, un compuesto binario con un elemento ó dos binarios; pero que ni en uno ni en otro caso habrá antagonismo, aun siendo el uno comburente ó ácido, con relacion al otro combustible ó alcalino. Habiendo en estas combinaciones un número mayor de átomos y siendo ademas desproporcionados, resultan compuestos que carecen de la estabilidad que tienen el óxido de carbono, el ácido carbónico, el agua y otros. La estabilidad de estos compuestos á todas temperaturas, es fácil de concebir, y lo es tambien la que presentan los compuestos orgánicos formados de varios elementos, pero solo á temperaturas limitadas, propias á la vida é insuficientes para romper el equilibrio molecular, dándose entonces la *afinidad incomplexa*, en sustitucion á la de *antagonismo*; mas esta se efectuará en el momento en que un agente rompa ese equilibrio, resultando en consecuencia dislocados los elementos para dar los radicales amoniaco, oxycarburos, carburhídricos, agua, &c. He aquí por qué parece inconcuso que no es una condicion indispensable á la afinidad, la fuerza de antagonismo, ó que si se quiere, puede considerarse con dos grados principales de intensidad, la que tendrá lugar segun las circunstancias relativas.

Véamos ahora qué se entiende por *afinidad capilar*. Cuando dos cuerpos sólidos ó uno sólido y el otro líquido ó gaseoso puestos en condiciones favorables, dan un compuesto, pero sin cambiar el estado ni aun la forma del cuerpo, hay que considerar dos cosas, en las cuales debe fijarse la atencion: sea la primera, que la afinidad se ha puesto en accion, una vez que el sólido resulta combinado con otro cuerpo: segunda, que en esta afinidad ha influido alguna causa espe-



cial é independiente de las anunciadas antes. Estos hechos reconocidos hace tiempo, pero poco notados ó explicados de varios modos, han dado ocasion á M. Pelouze para estudiarlos bajo el nombre de *afinidad capilar*, precisándola claramente en los tres casos en que puede tener lugar y comprobándola con los siguientes ejemplos.

1.º *Afinidad capilar entre dos cuerpos sólidos.* Produccion del acero por cementacion, y por el mismo método, del arseniuro de platino y del sulfuro de plata.

2.º *Afinidad capilar entre un sólido y un liquido.* Las soluciones salinas, tales como las de alumbre, el sulfato de fierro, de cobre y otros en su contacto con la seda, algodón y lana, que se unen en virtud de esta afinidad: lo mismo sucede en el curtido de las pieles y en general se tienen multiplicados ejemplos en las industrias del tintorero y del curtidor. Pero hay además un hecho curioso descubierto por M. Niepec y que confirma la existencia de la afinidad capilar, y al mismo tiempo la de la *afinidad electiva*. Si se pone un grabado en agua iodada, el iodo se fija de preferencia en los negros del grabado y no en el blanco del papel. Puesta en seguida la estampa iodada sobre un vidrio plano, cubierto previamente con una capa de engrudo, aparece la imagen con el color azul característico del ioduro de almidón; y si se pone una lámina de cobre sobre la imagen, humedecida antes, perderá el color azul, porque el cobre combinándose con el iodo formará un ioduro de cobre.

3.º *Afinidad capilar entre un sólido y un cuerpo gaseoso.* El carbon vegetal se apodera del amoniaco, del ácido sulfhídrico, del vapor acuoso &c., y otros varios cuerpos porosos quedan impregnados de las sustancias aromáticas.

Pasemos á examinar la influencia de las *fuerzas físicas*.

Es bien sabido que los agentes físicos son los me-



dios mas poderosos para favorecer las combinaciones de los cuerpos, para determinar las descomposiciones y para obrar á la vez en los dos sentidos.

Si el calórico puede cambiar el estado de los cuerpos, haciendo que los sólidos se liquiden, que los líquidos se gasifiquen, y que estos disminuyan mas y mas de densidad, no hay duda que será un agente *repulsivo ó antagonista* de la fuerza atractiva: pero si á su vez aquel efecto favorece, como sucede en muchos casos, el contacto de las moléculas heterogéneas, resultará el *equilibrio molecular*, favorable á las combinaciones, por esa especie de libertad en que quedan los átomos, en los que obrará la fuerza de cohesion cuyos efectos químicos pueden estimarse en tres casos principales.

1.º Descomposicion parcial ó total de las combinaciones por el calórico: ejemplo de la primera, los óxidos de mercurio, de plata y de oro; de la segunda, los bi-óxidos de manganeso y el de hidrógeno.

2.º Combinaciones determinadas ó favorecidas por el calórico, como la del oxígeno con el hidrógeno, y la del azufre con varios metales.

3.º Descomposicion por un elemento y combinacion de éste con uno de los del compuesto, ó sea sustitucion: el cloro en contacto con el vapor de agua se apodera del hidrógeno desalojando al oxígeno.

Los mismos tres casos se tienen en cuanto á la luz, pero no hay identidad: así es, que con relacion al primer caso, los rayos químicos obran sobre los óxidos de plata y de oro, sin ejercer la misma accion sobre el de mercurio. En cuanto al segundo, los rayos químicos determinan la combinacion del cloro con el hidrógeno; y en cuanto al tercero, es tambien como sucede con el calórico, descompuesta el agua por el cloro, desalojando al oxígeno.

Con relacion á la electricidad, hay que considerar la accion rápida ó por conmocion, y la continua ó de corriente. La primera descompone los gases hidro-



genados como el fosforado, sulfurado, el amoniaco &c. Combina el oxígeno con el hidrógeno, &c. La de corriente descompone la sal amoniaco y forma un amalgama con el *amonio de Berzelius*; descompone el agua, y el carbon que sirve de conductor arde en el oxígeno y combinándose éste con el carbono dá el compuesto  $\text{CO}^2$  &c.

Hay ademas otras fuerzas que desempeñan un papel importante en las combinaciones: una lleva el nombre de *fuerza catalítica*, y otra de *fuerza mecánica*, cuyos efectos son indudables, ya se estimen como modificacion de las fisicas, ó como resultantes, ó como independientes de ellas.

Algunos cuerpos, tanto simples como compuestos, intervienen activamente en las reacciones, sin constituir las, ni sufrir modificacion alguna en sus propiedades: la esponja de platino determina la combinacion de O con H: una lámina del mismo metal produce igual efecto á la temperatura de 200 á 300°: el bióxido de manganeso descompone el agua oxigenada: el óxido de cobre á la temperatura de + 100° descompone el clorato de potasa &c.: á esta fuerza se ha dado el nombre de *accion de presencia, de contacto, fuerza física desconocida*, y por último, *fuerza catalítica*, cuyas denominaciones solo dan á conocer los hechos.

La influencia de la fuerza mecánica se comprenderá fácilmente con algunos ejemplos. Comprimiendo en el eslabon neumático una mezcla de hidrógeno y oxígeno, hay inflamacion y formacion de agua. El carbonato de cal pierde al aire libre, por la accion del fuego el ácido carbónico, pero no hay descomposicion cuando está comprimido en un tubo y sometido á la influencia del mismo agente: esto sucede á su vez con el arsénico y con el ácido arsenioso; sometidos á una presion mayor que la atmosférica se liquidan, cuya propiedad no tienen cuando están á la presion comun. Tales resultados demuestran, que la influen-



cia de las *fuerzas mecánicas* en las combinaciones, no son menos importantes que las físicas, debiéndose por lo mismo tener presentes en la práctica, así como en el estudio de las combinaciones.

Las doctrinas y los hechos anunciados confirman lo dicho en la primera parte de este opúsculo, al tratar de la solución y la disolución, de la mezcla y de la combinación. No obstante, creo que no estará de mas dar á este punto alguna extension.

Es incuestionable que la fuerza molecular atractiva solo tiene lugar, ó entre los átomos homogéneos ó entre los heterogéneos, constituyendo en el segundo caso, lo que se conoce con el nombre de afinidad. Lo es igualmente, que puesta en accion la fuerza de afinidad, resulta la combinacion: que cuando dos cuerpos de diferente naturaleza se unen íntimamente, lo verificarán en virtud de alguna fuerza y no pudiendo ser la primera de aquellas, es decir, la de cohesion, por no haber homogeneidad, será necesariamente la de afinidad; y si esta es la que constituye la combinacion, parece indudable que todas las veces que haya *union íntima* de dos ó mas cuerpos de distinta naturaleza habrá combinacion. ¿Pero esa *union íntima* tiene lugar en los casos de solución simple? Véamos si M. Pelouze contesta satisfactoriamente.

Con el rubro de "*accion química* bajo el punto de vista *sintético*" coloca la *afinidad de solución*, con lo cual admite sin duda que en las soluciones hay afinidad, pues aunque al definirla establece como carácter la no alteracion en la naturaleza de los productos, y por otra parte, la descomposicion del disolvente (ácido ó agua) en el de las *disoluciones*, no es fácil concebir cómo en el primer caso puede darse *afinidad* en accion sin combinacion; ni como en el segundo, no se tiene en cuenta la no *descomposicion* de los ácidos ni del agua, siempre que se ponen en contacto las bases propiamente dichas. Así no puede dudarse que el ácido sulfúrico hidratado y el mer-



curio darán sulfato de mercurio hidratado, mas, ácido sulfuroso: que el mismo ácido sulfúrico y el zinc, darán sulfato de zinc, mas hidrógeno; pero ese ácido sulfúrico con los óxidos de zinc y de mercurio formarán las mismas sales, sin desprendimiento de hidrógeno ni formación de ácido sulfuroso, lo cual indica que debe tenerse en cuenta y estimarse separadamente la afinidad de los radicales ácido y base, de la de los elementos zinc y oxígeno, y que por lo mismo esos hechos no pueden servir como prueba para asegurar que en las soluciones no hay combinación.

El mismo autor reconoce, al considerar en sí misma la *fuerza de afinidad* que hay combinaciones hasta cierto límite indefinidas y que precisamente se dan entre cuerpos cuya afinidad es *mediana* dice, *ó poco enérgica*. En fin, casi en toda su mecánica química se encuentran multiplicados datos para admitir la combinación en las soluciones, aun cuando esta se considere débil, ó aun cuando para indicar tal diferencia se distinga con el nombre de *solucion simple*, como han propuesto los químicos que no están conformes con la teoría de Lavoissier.

La cuestión es por su naturaleza tan vasta, que sería impropio darle en este opúsculo mas extensión, que la indispensable para que los alumnos formen de ella un juicio claro; así es que me limitaré á repetir lo que habia publicado hace trece años; y esto lo hago con la confianza que inspira un juicio tan respetable como el de M. Pelouze, aun cuando aparentemente sea contrario.

Algunos autores, decia en la primera edicion, distinguen las voces *solucion* y *disolucion*, diciendo, que se dá la primera, cuando un cuerpo desaparece en el disolvente ó cuando no hay combinación y el cuerpo disuelto se puede volver á obtener en su primitivo estado: (*solucion simple*.) Ejemplo.  $\text{Na O}, \text{CO}_2, 10 (\text{HO}) + 20 \text{HO}$  dicen que hay disolucion, si el cuerpo se combina con el disolvente, si hay reaccion, ó si no



se puede obtener por medios fáciles y sencillos el que se habia disuelto: (*solucion química*)  $\text{Na O}, \text{CO}_2, 10 (\text{HO}) + \text{S O}_2, \text{HO}$ . Pero esta distincion, mas bien ingeniosa que positiva, acaso no seria fácil sostener, pues en las que eran consideradas como simples soluciones, se presentan fenómenos marcados que indican claramente que hay combinacion. Las sales, dicen, tratadas por el agua desaparecen, dando por resultado un todo homogéneo; hé aquí una solucion: muchos metales forman con el ácido sulfúrico compuestos homogéneos, pero que han dado indicios claros de reaccion, que se han oxidado á expensas de su disolvente; hé aquí una disolucion. Mas como en la solucion de muchas sales se nota no solo elevacion ó abatimiento de temperatura, lo cual es relativo por lo comun á su estado de sequedad, sino que se advierten tambien corrientes eléctricas apreciables por el galvanómetro; estos indicios parecen suficientes, para admitir que hay combinacion. Además, no puede negarse que el agua, por ejemplo, se combina con muchos cuerpos, funcionando como un radical compuesto, por lo comun electro-positivo, y no se debe admitir racionalmente el compuesto de equivalente á equivalente, sin admitir el de dos, tres ó cuatro del radical positivo. Así en el ejemplo puesto, basta una modificacion para que varien los resultados  $\text{Na O}, \text{CO}_2, 5 (\text{HO}) + 20 \text{H. O.} = \text{Na O}, \text{CO}_2, 10 \text{HO} + 15 \text{HO}$ , Pero se ha dicho en contra de esto que si se consideran las soluciones como combinaciones químicas, será necesario admitir compuestos indefinidos, lo que se opone á las doctrinas establecidas: tal objecion carece de fundamento. Los óxidos intermedios, los compuestos de azufre, de carbono, de fósforo, de hidrógeno, de iodo, y en general casi todos los simples electro-negativos, se encontrarian en igual caso, supuesto que se puede variar al capricho la relacion de sus elementos, sin que por esto se consideren los productos como compuestos indefinidos. La química no



tendria voces para indicar, por ejemplo, la relacion en que se unen el azufre, el iodo &c., con el potasio, el sodio, &c.: tambien entre los compuestos de segundo y tercer orden se encuentran multiplicados ejemplos: un equivalente de óxido de sodio se combina con uno ó con dos de ácido sulfúrico para formar combinaciones perfectas: mas la adicion de nuevas cantidades de ácido no puede considerarse que daria lugar á otras tantas combinaciones, ni se consideraria como una combinacion perfecta la solucion de esta sal en una masa indefinida de agua, no obstante que está admitido el compuesto hidratado de uno ó mas equivalentes.

Debe tenerse presente, que muchos compuestos definidos tienen la propiedad de disolver alguno de sus elementos, ó de ser disuelto por éstos, en cuyo caso deben considerarse como los compuestos hidratados, siempre que no pasen de los límites señalados á las combinaciones. Así, el iodo combinándose con el azufre dá compuestos perfectos de primer orden, pero estos pueden obrar tambien sobre uno ú otro elemento, dando lugar á la formacion de un ioduro iodurado ó de un ioduro sulfurado, y á su vez estos compuestos podrian quedar interpuestos, confundidos en una masa de azufre ó en un exceso de iodo, sin que los productos sean considerados como combinaciones químicas.

De todo lo dicho es fácil inferir: que son dos las cuestiones que hay que resolver; una científica, sobre si en las soluciones se dá la *combinacion* ó simplemente la *mezcla*; y la otra técnica relativa á las voces que deban preferirse en cada uno de los casos. Como las pruebas anunciadas demuestran con toda claridad, que las llamadas soluciones no deben confundirse con las simples mezclas, es preciso colocarlas entre las combinaciones, aun cuando si se quiere queden en un orden distinto del que corresponde á las *activas* ó *energicas*. Y en cuanto á la eleccion de las palabras no



hay, creo, inconveniente en adoptar las propuestas por los autores hace algunos años, á saber: combinacion enérgica, ó *solucion química*: combinacion débil, ó poco enérgica, *solucion simple*.

*Modificacion alotrópica.* Concluiré los puntos que me propuse tocar en este apéndice, formando un extracto de lo mas esencial que hasta ahora se ha escrito, con relacion á las propiedades *alotrópicas de algunos cuerpos*.

He indicado antes que los cuerpos cuya combinacion no es fácil determinar, en condiciones comunes, se unen sin dificultad cuando se hallan al *estado naciente*. Se ha dicho igualmente lo que se entiende por *fuerza catalítica*, y por último la necesidad de conocer lo que se ha llamado *isomorfismo é isomerismo*; pues existe ademas en los cuerpos otra propiedad no menos interesante, ya se estime como una modificacion de alguna de las antedichas, ó como enteramente independiente de ellas. Esta propiedad ha recibido últimamente el nombre de *modificacion alotrópica*, cuya historia presentaré en un breve resumen, ocupándome á la vez de los medios propuestos para obtener el oxígeno y el hidrógeno alotrópicos y los reactivos empleados para reconocer su presencia.

El primero de los cuerpos en que se notó por Van Marums, desde 1783 la modificacion indicada, fué el oxígeno; mas sus observaciones casi quedaron desapercibidas, hasta que los trabajos de M. Schoenbein vinieron á confirmar los de Van Marums, cincuenta y siete años despues. En 1840 fué cuando recibió el oxígeno, procedente de la descomposicion del agua, el nombre de *Ozona* (percibo mal). Por algun tiempo se dudó si era un cuerpo nuevo, un compuesto particular, ó una simple modificacion de éstos, recibiendo los nombres de *oxígeno electrizado, modificado y naciente*, cuyas denominaciones indican con claridad, ya los medios que han sido empleados para extraerlo, ó bien su verdadera naturaleza. Comenzaré



por anunciar la manera de obtener este gas particular.

Aunque se han propuesto varios métodos, tres son los mas recomendados:

1.º Por el fósforo. En un recipiente ó matraz de veinte á treinta libras de capacidad, se pone la cantidad precisa de agua para que solo cubra en parte unos cilindros de fósforo: la boca del matraz recibe un tapon de corcho que dá paso á un tubo recto afilado en su extremidad libre y otro de bolas de Liebig, que sirve de lavador y comunica por su rama opuesta con una probeta de pié, en la que se pone el reactivo ozonoscópico; por último, la probeta se hace comunicar por medio de otro tubo recurvo, con un frasco aspirador. Montado así el aparato, se deja obrar algun tiempo el aire ó el oxígeno del matraz con el fósforo, y despues se abre la llave del frasco para que el escurrimiento del agua obligue al gas á pasar por el tubo lavador, llegando á determinar su accion sobre el reactivo, del que me ocuparé adelante.

2.º Por la electrolice del agua. La descomposicion del agua por la pila para obtener el oxígeno alotrópico, puede hacerse por medios tan vários como lo son los aparatos galvánicos usados comunmente; mas hay que satisfacer dos condiciones principales; la primera, que los electrodos, que están en contacto con el agua pura y acidulada con ácido sulfúrico, sean de platino ó de oro: la segunda, que el gas producido sea lavado cuidadosamente antes de usarlo. Todo esto se consigue con el siguiente aparato, al que dan la preferencia los autores. Enlazados dos elementos de Bunsen se hacen comunicar los reóforos con dos hilos ó láminas de platino, las que se sumergen en el agua acidulada contenida en un tubo en U: la rama de éste, correspondiente al polo positivo, se hace comunicar con tres tubos lavadores, y el último de éstos con uno ó mas rectos, ó con una probeta, copa, &c., segun el uso que se pretenda dar al gas ozonizado.

3.º Por la accion directa de la electricidad sobre



el oxígeno. Una serie de tubos cerrados, un eudiómetro, frasco, recipiente, &c., que contenga el oxígeno seco, se comunica convenientemente, como es común, para hacer pasar una serie de chispas hasta obtener el gas ozonizado, que lo será tanto mas cuanto mas tiempo dure la operacion.

Varios reactivos se han propuesto para reconocer el oxígeno alotrópico, y aun para estimar la proporcion del *principio activo* contenido en un volúmen dado de gas. El ioduro de potasio es el que se considera como mas sensible, bien por la alcalinidad á que pasa el que era neutro, ó por la coloracion azul que produce en su contacto con el almidon: mas habiéndose observado que el cloro, los vapores ácidos, el aceite volátil de trementina &c., obran sobre el ioduro, de una manera análoga, se han aprovechado las dos propiedades conjuntas para evitar la confusion y aun se ha preferido por algunos la tintura de guayacan, que toma un color de piel de rata, en contacto con el oxígeno alotrópico.

El ozonoscópio ú ozonómetro que parece preferible es el propuesto por M. Houzeau que consiste en disolver en diez gramos de agua pura, un decígramo de ioduro neutro de potasio, y en empapar con esta solucion solo una parte de las tiras de papel reactivo muy ligeramente enrojecidas, á fin de poder reconocer por el mayor enrojecimiento, la presencia de los ácidos y por la tinta azul la de los álcalis. Es claro que, si no aparece alteracion alguna en la parte que no contiene el ioduro, y sí en la que lo contiene, puede asegurarse que esta es debida á la presencia del oxígeno ozonizado.

Haciendo la misma preparacion con la tintura de guayacan, en sustitucion al ioduro, se tiene un resultado análogo.

Por último, se favorece la reaccion y aun mas marcada, agregando una poca de solucion de almidon á la de ioduro de potasio.



Las propiedades mas notables del oxígeno naciente ó alotrópico son: tener olor, que es análogo al del fósforo; sabor algo parecido al del camaron; decolorar las sustancias orgánicas y particularmente el tornasol; oxidar varios metales á la temperatura ordinaria, y aun la plata, y sobreoxidar los óxidos y los ácidos, tales como el de fierro entre los primeros y el sulfuroso entre los segundos; ser absorbido rápidamente por el mercurio; descomponer el amoniaco formando ácido azótico que se combina con la parte de base no descompuesta: la misma propiedad se nota con las otras bases alcalinas, su accion sobre el ioduro de potasio es muy enérgica, trasforma la sal neutra en básica y despues separa el iodo; descompone el ácido clorohídrico desprendiendo el cloro: por último, estable á  $+15^{\circ}$  recobra las propiedades del oxígeno común cuando se eleva la temperatura segun unos á  $+75^{\circ}$  y segun otros á  $240^{\circ}$ , así como si es agitado con las aguas de cal ó de barita y en contacto con el bióxido de manganeso.

Aunque se han formado varias hipótesis sobre la naturaleza del oxígeno alotrópico, creo que hasta ahora no está resuelta la cuestion: sin embargo, convendrá dar á conocer la opinion de M. Schœnbein, quien supone que hay dos especies de oxígenos activos, que siendo de signos contrarios pueden neutralizarse como las cantidades algebráicas, iguales y de signos contrarios, pasando al estado de oxígeno inactivo, representado por  $O^0$ ; así como el activo negativo ú *ozona* por  $\ominus^0$  y el activo positivo ó *antozona* por  $\oplus^0$ ; en cuyo caso tomado como ejemplo el bióxido de hidrógeno  $HO^2 = HO + \oplus^0$  y el bióxido de plomo  $PbO + \ominus^0$  es claro que puestos en contacto serán catalysados porque  $\oplus^0$  del uno neutralizará á  $\ominus^0$  del otro reduciéndose recíprocamente á  $O$  que no debe quedar con  $PbO$  ni con  $HO$ . Del mismo modo puede explicarse la formacion del compuesto  $PbO^2$  por medio de  $PbO +$  ozona libre  $\ominus^0 = PbO^2$ .



Las propiedades especiales de que me he ocupado con relacion al oxígeno, se han observado igualmente en el hidrógeno y aun acaso se hayan notado ó se noten mas adelante en otros gases. Sea lo que fuere el hecho es que hoy se conoce el hidrógeno alotrópico, cuyo poder reductor lo distingue del comun, como lo comprueba el autor del modo siguiente.

Se condensa el hidrógeno en un cuerpo poroso que sirva de electrodo negativo, hasta que el desprendimiento del gas anuncie que el electrodo está saturado: se lava y se pone en una solucion saturada de sulfato de plata; el metal aparece entonces reducido, lo que no se verificaria empleando el hidrógeno comun.

Se puede igualmente obtener el hidrógeno alotrópico, colocando en una vasija con agua pura acidulada una campana de boca, á la cual se adapta un tapon que dá paso al hilo negativo, y á un tubo recurvo cuyo uso diré adelante. El hilo debe terminar en una lámina de platino, y el electrodo positivo quedará sumergido en el mismo líquido, hácia el exterior de la campana: el tubo recurvo sirve para llevar el hidrógeno á una solucion de sexqui-cloruro de fierro á la que se ha agregado una corta cantidad de percianuro de fierro y potasio: el contacto del gas determina la precipitacion del cianuro ferroso férrico, lo cual demuestra el poder reductor del hidrógeno alotrópico.

No pudiendo retardar por mas tiempo la publicacion de lo escrito, y debiendo servir hasta el fin del curso el compendio analítico que me propuse dar, haré mas adelante la publicacion, á fin de que los cursantes tengan un *memorandum* que poder consultar para el reconocimiento de las sustancias, que por lo comun les presentan en los exámenes, cuyo memorandum les servirá igualmente para sus estudios farmacológicos y los toxicológicos.







