

bra generalmente como simple medio de ejercitar la memoria, porque entonces el saber es nulo.

Debe tenerse presente que la simplificación y la claridad fueron el punto objetivo de Berzelius.

CLASIFICACIÓN.—En los primeros experimentos, es indispensable trazar una marcha, un plan para que el interés no decaiga en el espíritu de los oyentes. Este plan se puede reducir á unos cuantos cuerpos, v.g., de los elementos metaloides más conocidos, comenzando con el grupo atmosférico que también se le aplica el nombre de organógenos, como principales componentes del mundo vegetal y animal.

I ORGANOGENOS (generadores de organización)	Hidrógeno.....	H.
	Oxígeno.....	O.
	Nitrógeno.....	N.
	Carbono.....	C.

II HALOGENOS. (formadores de sal.)	Cloro.....	Cl.
	Yodo.....	I.
	Bromo.....	Br.
	Fluor.....	F.

III PIROGENOS (*) (formadores de fuego.)	Azufre.....	S.
	Fósforo.....	Ph.

(\*) En este grupo están excluídos el selenio y el telurio por su escasez.

VI HILOGENOS (formadores de vidrio.)	Silicio.....	Si.
	Boro. (*).....	Bo.

Esta clasificación, por sí es ya muy fecunda; pues se observará que con los elementos del primer grupo se obtienen agua, hidrógeno carbonado, óxido nitroso, ácido nitroso, ácido nítrico ó agua fuerte, óxido de carbono, ácido carbónico, amoníaco; con los cuerpos del segundo grupo y los del primero (con el hidrógeno solamente), ácidos clorhídrico, iodhídrico, bromhídrico fluorhídrico y así en adelante.

6. LEYES DE LAS COMBINACIONES QUIMICAS.—“Cuando los instrumentos para pesar, dice el Dr. Youmans, llegaron á cierto grado de perfección, se descubrió que, por frecuentes cambios de forma que sufra la materia, nada gana ni pierde, es decir, que su cantidad no se aumenta ni se disminuye. Y tras este resultado se obtuvieron otros de la mayor importancia. Descubrióse, por ejemplo, que la fuerza de afinidad, tanto como la de gravitación, se sujeta á exactas leyes numéricas; que hay en el dominio de la Química un orden matemático tan absoluto como el que reina en la Astronomía. Así como las fuerzas que gobiernan los cuerpos celestes los obligan á completar sus revoluciones con suma regularidad y precisión, así también la fuerza química que une los elementos de un compuesto, produce siempre sus resultados en proporciones definidas é inalterables. Y este es el principio fundamental de la ciencia. Una vez determinada á punto fijo la composición de un poco de agua, de sal común ó de cal, el conoci-

(\*) Substancia poco común que se encuentra siempre en combinación con el oxígeno (ácido bórico.)



miento que se adquiere es aplicable á toda cantidad de agua, sal común ó de cal, y lo propio sucede con las demás substancias. El agua pura consta de 8 partes, por peso de oxígeno, combinadas con 1 parte, también por peso, de hidrógeno, y para producirla es necesario unir sus elementos en estas proporciones y no en otras. La potasa se compone invariablemente de 39 partes de potasio, y 8 de oxígeno; y la sal común de 35 de cloro y 23 de sodio.

Ciertos números determinados por los experimentos, y que se llaman *números equivalentes*, expresan las proporciones en que invariablemente se unen los elementos para formar todos los compuestos químicos.

¡Cuán maravilloso es este orden! El suelo que llamamos con nuestras plantas y las poderosas montañas, no son meramente confusas masas de materia, sino que la armonía de los números ha penetrado hasta lo más íntimo de su constitución. Los elementos de la leña que quemamos están asociados en proporciones matemáticas. La violencia de la combustión destruye el lazo que las unía; lánzanse entonces á formar nuevas combinaciones; pero no pueden sustraerse á la ley del destino numérico. La vela encendida se consume gradualmente á nuestra vista, se disuelve en el aire y llega por fin á ser invisible; pero aun en esa misma región en que desaparece, hay fuerzas que funcionan entre sus invisibles partículas con la misma exactitud y armonía que prevalecen entre las que rigen las constelaciones. Y lo propio sucede con todas las mutaciones químicas. En el desarrollo gradual de las estructuras vivientes, en la digestión del alimento, y en la lenta descomposición de la materia orgánica, no menos que en su rápida combustión, se verifica la transposición de los elementos con estricta sujeción á las leyes de la proporción cuantitativa."

Las combinaciones químicas están sometidas á las tres leyes numéricas siguientes: (\*)

A.—*Ley de las proporciones definidas*, ó ley de Proust. *Los pesos de dos cuerpos que se combinan para formar un mismo compuesto están en una relación invariable, cualquiera sea el procedimiento empleado para producir la combinación, ó para hacer el análisis del compuesto.*

Por ejemplo: el agua puede producirse de diferentes maneras: sea por destilación del agua natural, ó por combinación del H. con el O. ó por la reducción del óxido de cobre por H. Pero cualquiera que sea su origen, el análisis demuestra que el agua contiene dos gramos de H. por 16 gramos de O., ó un múltiplo de 2 gramos de H. por el mismo múltiplo de 16 gramos de O., de suerte que, si se pasa una chispa eléctrica en una mezcla de 2 gramos de H. y de 20 gramos de O., los dos gases se combinan para formar agua en la relación de 2 á 16, quedando un exceso de 4 gramos de oxígeno.

B.—*Ley de las proporciones múltiples*, ó ley de Dalton.

Dos cuerpos simples pueden, al combinarse, dar origen á varios compuestos diferentes y en tal caso:

*El peso de uno de los cuerpos simples que se combina con un mismo peso de otro tienen entre sí relaciones simples.*

Así el cloro y el yodo forman dos compuestos diferentes, llamados el uno protocloruro, y el otro tricloruro de yodo. El análisis indica que estos dos compuestos tienen la composición siguiente:

Protocloruro ICl.	Tricloruro ICl <sup>3</sup> .
I..... 78,15	I..... 54'38
Cl..... 21'85	Cl..... 45'62
100'00	100'00

(\*) Istrati.



Si en lugar de referir la composición de estos dos cuerpos á 100 gramos del compuesto, se refiere como lo ha hecho Dalton, á un mismo peso, por ejemplo: 100 gramos de uno de ellos, el yodo, se encuentra que:

en el protocloruro 100 gr. de yodo se combinan con 27,96 gr. de Cl.  
 „ „ tricoloruro 100 „ „ „ „ „ „ „ 83,88 „ „  
 ó bien en el protocloruro 127 gr. de I. se unen á 35,5 de Cl.  
 y en el tricoloruro 127 „ „ „ „ „ „ „ 35,5  $\times$  3 de Cl.

Se verificaría asimismo, en los diferentes compuestos que el cloro forma con el oxígeno los pesos de oxígeno combinados con un mismo peso de cloro, 71 gramos, pongamos por caso, son respectivamente:

$16 \times 1$ ,  $16 \times 3$ ,  $16 \times 4$ ,  $16 \times 5$ ,  $16 \times 7$ ,  
 es decir, están entre sí los pesos del oxígeno como 1, 3, 4, 5 y 7.

De modo que cuando se hacen combinaciones en más de una proporción, las cantidades mayores son múltiples de las menores *un número total de veces*.

C.—LEY DE LOS NÚMEROS PROPORCIONALES.—*El peso de dos cuerpos simples que se unen al mismo peso de un tercero, representa exactamente, ó multiplicados por números simples, el peso proporcional al cual se unen estos cuerpos entre sí, y á los demás cuerpos.*

Así, 16 gramos de oxígeno se combinan con 2 gramos de hidrógeno para formar 18 gramos de agua  $H^2O$ .

Y así, 71 gramos de cloro se combinan con 2 gramos de hidrógeno para formar 73 gramos de ácido clorhídrico,  $H^2Cl^2$ .

Los pesos de cloro y de oxígeno que se combinan para formar el anhídrido hipocloroso son precisamente 71 y 16, es decir, los pesos de estos cuerpos que se combinan respectivamente á un mismo peso de hidrógeno.

Además, se conocen aún otros compuestos del cloro y del oxígeno, y el análisis manifiesta que los pesos de oxígeno que se combinan á 71 gramos de cloro en los diversos compuestos son múltiplos de  $16 \times 3$ , 4, 5 y 7, ó más sencillamente: El equivalente de un cuerpo compuesto es la suma de los equivalentes de sus elementos.

7. TEORIA ATÓMICA. (\*)—Las leyes de combinación química que se han explicado, lejos de depender de la especulativa, son el resultado de hechos establecidos por multiplicadas observaciones y experimentos, y pueden verificarse con sólo analizar exactamente unos cuantos compuestos químicos. Mas esto no era de todo punto satisfactorio—pedíase una explicación—más aún, una razón del notable proceder de la fuerza química, al limitar así tan rigurosamente las proporciones de las cantidades que se combinan; y para resolver este problema ha presentado el Dr. Dalton(\*\*) la *teoría atómica*.

Esta teoría supone:

1º Que toda materia se compone de átomos indivisibles é inmutables.

2º Que los átomos de un elemento tienen el mismo peso; pero que éste difiere entre los de diferentes elementos.

3º Que los números proporcionales representan estos pesos relativos.

4º Que todos los compuestos químicos se forman por la unión de diferentes átomos.

(\*) Síguese á Youmans.

(\*\*) John Dalton, nació el 5 de Septiembre de 1766 en Eglesfield (Cumberland) y murió el 27 de Julio de 1844 en Manchester. Fué profesor de Física y de Matemáticas en New-College de Manchester. Dió muchas conferencias públicas y se hizo célebre por la introducción de la teoría atómica y por el descubrimiento de la ley de las proporciones múltiples (1808).



Las tres suposiciones últimas nos explican las leyes que rigen las combinaciones químicas, en relación con la *energía eléctrica* que debemos suponer también acumulada proporcionalmente en la cantidad atómica de la materia.

El cuadro siguiente extractado del Dr. Istrati representa los pesos atómicos de algunos cuerpos generalmente usados.

HIDRÓGENO—H—=1. (peso molecular  $H^2=2$ ).

ELEMENTOS.	Simbolo.	Números proporcionales.
Aluminio .....	Al.	27.00.
Antimonio. (Stibium).....	Sb.	120.00.
Arsénico .....	As.	75.00.
Azufre. (Sulfus).....	S.	32.00.
Bario.....	Ba.	137.00.
Bismuto .....	Bi.	208.00.
Boro.....	Bo.	11.00.
Bromo .....	Br.	80.00.
Calcio .....	Ca.	40.00.
Carbono.....	C.	12.00.
Cloro.....	Cl.	35.50.
Cobalto.....	Co.	59.00.
Cobre. (Cuprum) .....	Cu.	63.00.
Cromo.....	Cr.	52.00.
Estaño. (Stannum).....	Sn.	118.00.
Fluor.....	Fl.	19.00.
Fósforo.....	Ph.	31.00.
Hierro. (Ferrum).....	Fe.	56.00.
Iodo.....	I.	127.00.
Magnesio.....	Mg.	24.00.
Manganeso.....	Mn.	55.00.
Mercurio. (Hidrargirum).....	Hg.	200.00.
Níquel.....	Ni.	58.80.
Nitrógeno.....	N.	14.00.
Oro. (Aurum) .....	Au.	196.00.
Oxígeno .....	O.	16.00.
Platino.....	Pt.	197.18.
Plata. (Argentum).....	Ag.	108.00.
Plomo. (Plumbum).....	Pb.	207.00.
Potasio. (Kalium).....	K.	39.00.
Sodio. (Natrium).....	Na.	23.00.
Zinc.....	Zn.	65.00.

#### 8. OBSERVACIONES EN EL CURSO DE LAS LECCIONES.—

El maestro puede escoger, por ejemplo, para las primeras lecciones, el oxígeno, el hidrógeno, el carbono y el azoe. Con ellos podemos obtener: agua, óxido de carbono, ácido carbónico, óxido nitroso, óxido nítrico, ácido nitroso, ácido nítrico y amoníaco; pero suponemos que estos experimentos se reducen á sus justos límites en relación con los elementos de que puede disponer una escuela y juzgamos de provecho, en tal caso, v. g., que el profesor escoja, pongamos por caso, el oxígeno, preparándolo según los métodos conocidos, sin meterse á más explicaciones que las propiedades principales de este gas.

Los alumnos, si ya lo conocen suficientemente, saben también que se encuentra en el aire y cuál es la zona de la llama en que tiende á unirse á los metales. El conocimiento necesita una comprobación, y los alumnos manejarán el soplete para formar óxidos con los metales.

Estos óxidos básicos ó bases se estudiarán en sus propiedades químicas, y es muy interesante que cierto número de óxidos sean reducidos á sus metales correspondientes. A la vez, en el pequeño laboratorio escolar debe haber muestras de los productos que se obtengan, y aun cuadros murales con preparación *in natura*. (Museo escolar Emile Deyrolle). El alumno comienza á manejar las sustancias y á comprender las leyes de la combinación y las fórmulas.

Más tarde es de sumo interés que conozcan algunos ácidos, y su enseñanza debe ser con una marcha semejante. Se estudia el ácido carbónico sin explicar más que las propiedades químicas; después entra el conocimiento de su composición cuantitativa, y con estos dos elementos tan reducidos, algunos óxidos y gas ácido carbónico, el maestro puede con los alumnos



hacer una serie de combinaciones salinas (carbonatos).

Es el instante en que comienza la química matemática para la composición de los cuerpos, con el uso de los números proporcionales.

Así como en un principio, el maestro hace los experimentos, después es el alumno el que se encarga de repetirlos en presencia del profesor, y de calcular proporcionalmente los pesos, para averiguar de antemano qué cantidad de ácido necesita para neutralizar determinada cantidad de base.

Cuando el curso de las lecciones está hábilmente trazado, se despierta un gran interés á los educandos, y como el pequeño laboratorio de la escuela y el tiempo de que se dispone no bastan para que cada alumno trabaje por sí y para sí, pronto, muy pronto, los mínimos laboratorios se forman en las casas con el peculio arrancado á los padres. Los niños entonces son muy tenaces, y en vez de gastar su dinero en golosinas, lo invierten en bases, ácidos y sales.

Se comprende entonces el gran cuidado que debe tener el profesor para prevenir los accidentes desgraciados. Al preparar el hidrógeno, no es malo (sino pecuniariamente) que á la distancia y en condiciones seguras, el maestro haga estallar uno ó dos frascos, para que se vean los efectos que, mientras más desastrosos sean, será mejor.

Después se aconsejarán los medios de asegurarse de estos efectos; pero nunca se debe confiar demasiado.

La vigilancia del maestro, por lo mismo, en momentos tan delicados, no se debe circunscribir al salón de clase, porque un nuevo elemento naturalmente ha entrado en la enseñanza. Este nuevo elemento es un texto de química.

Hemos visto prácticamente esta preciosa invasión. Acaso alguna vez el alumno pregunta por las bonda-

des de tal ó cual texto de química, y el maestro da su opinión á sabiendas; pero en el mayor número de casos, y aquí el valor pedagógico de las lecciones del maestro, los educandos se apoderan del primer libro que encuentran y escudriñan sus páginas ávidos de experimentos propios.—Este es el verdadero papel del texto escolar, en las clases superiores.—Su introducción en la escuela debe ser espontánea, y el maestro aceptará todos sin excepción.

Muchos educandos, ayudados de sus textos, fabrican pólvoras, sales peligrosas, luces de bengala, y el maestro estará pendiente de los resultados por las conversaciones con los discípulos, para evitar cualquier accidente.

Otro asunto de capital importancia metodológica. El profesor no necesita dictar grandes resúmenes como lo acostumbran en muchas escuelas. El cuaderno de apuntes será sencillamente con los símbolos químicos con un orden escrupuloso.

9. LA CARTA QUÍMICA.—Así como el procedimiento para cerciorarse de que los conocimientos geográficos compositivos se recurre á la proyección de las cartas, á la determinación de la escala y á la explicación de las coordenadas, así también la piedra de toque para saber si los conocimientos químicos han sido sólidos; hasta donde puede pedirse en la escuela primaria, se recurre á la formación de una carta química.

Se dividen uno ó varios cuadros en secciones y se reparten en porciones de tres á cuatro para cada alumno.

El maestro distribuye por suerte una serie de temas: óxidos, carbonatos, sulfatos, nitratos, cloruros, sulfuros, etc., y los alumnos una vez tomadas sus fichas, las presentan para que se anoten en un registro espe-



cial. Después, los alumnos proceden á hacer sus preparaciones bajo la vigilancia del profesor, y si algunas dudas surgen, el maestro tiene la obligación de resol-

*Carta Química*  
— 1904 —  
*Escuela Primaria Superior n.º 1800.*































 Cl O H O A Navarro	 SO H F. Delera	 C S A. Mendez
 Sn Cl N. Macías	 Pb Cl A. Garza	 As O G. Rey
 SO Fe N. Hernández	 2K Cl A. Caballero	 Pb O H S. Díaz
 C O Fe N. Varela	 Cu L. Sanz	 Al O H M. Pacheco
 Fe A. Canseco	 Hg Cl J. Díaz	 G H X. Muñoz
 O S D. Varela	 2Na Cl D. Valencia	 Sb D. Herrera
 Fe C. Chapulal	 Co O L. Torres	 Fe O H N. Ortega
 H O C. Pimentel	 Ag Cl M. Moya	 K Cl M. Magaña
 Cu O S. Gómez	 Cr O K S. Herrera	 SO O S. Gómez
 Cl S. Mirón	 SO H S. Masuel	 S O C. Correa

Fig. 6.

verlas; pero resolverlas no para uno, sino para todos los educandos.

El alumno, terminadas las preparaciones hasta donde sea posible la exactitud, tiene derecho á que figu-

re su nombre en la sección que le corresponde, la fecha de la preparación y la fórmula de la substancia preparada.

Este es el mejor modo de examinar, ó más bien dicho, de estudiar examinando.

Procurará el profesor que al redactar los temas de preparación, sean por lo general de substancias útiles para las artes, la higiene ó la industria.

Si esta es la última palabra pedagógica, el resumen debe ser de utilidad inmediata para la existencia, y los últimos apuntes para el cuaderno, deben revestir el verdadero carácter de composiciones.

Supongamos que se trata del ácido sulfuroso, del sulfato de cobre, del cloruro de zinc, el alumno debe dar una relación acerca de las utilidades que estas substancias prestan á la medicina, á la higiene y á la industria. No es mucho pedir, si se considera que los conocimientos deben ser útiles para la vida y que tal vez los niños mismos, en determinadas circunstancias, aprovechen esos conocimientos en sus casas.

## CAPITULO X.

### GEOLOGIA Y MINERALOGIA.

I. Fines: Material, formal.

II. Marcha progresiva.

1. Importancia pedagógica.—2. Marcha de la enseñanza.—3. La Tierra en el espacio.—4. El origen de las rocas.—5. Rocas orgánicas.—6. Museo mineralógico.—7. Ejercicios preparatorios.—8. Regla generales para los ensayos al soplete.—9. Reactivo por la vía seca.—10. Hornillos de mufla.—11. Utilitarismo.

1. IMPORTANCIA PEDAGÓGICA.—Por creerlo necesario reunimos las dos materias para juzgarlas pedagógicamente.