

hará notar á los alumnos la importancia para todos los fenómenos físicos presenta la ley de la conservación de la energía. Somero examen de la teoría de la unidad de las fuerzas físicas.

Programa de academias de Física.

Fenómenos físicos y químicos.—Experiencias que manifiesten las diferencias que existen entre los fenómenos físicos y químicos.

Propiedades de la materia.—Diversas experiencias sobre la impenetrabilidad, penetración aparente, divisibilidad, porosidad, variación de volumen de los cuerpos porosos por imbibición, elasticidad y compresibilidad.

Condiciones de equilibrio de las máquinas simples.—Determinación experimental de las condiciones de equilibrio de la palanca y de la polea.

Gravedad.—I. Ejercicios prácticos para determinar el centro de gravedad de un cuerpo. II. Construcción de la gráfica de la caída de un cuerpo por medio del aparato de Morin.

Péndulo.—I. Verificación experimental de las leyes del péndulo. II. Medida del tiempo. Manejo del contador de $\frac{1}{5}$ de segundo. Metrónimo.

Medida de longitudes.—Reglas graduadas, vernier, cartabón de corredera, palmer y esferómetro.

Balanza.—I. Procedimientos para determinar la masa de un cuerpo. 1º Pesada simple. 2º Método

de Gauss. II. Medida de las superficies y de las fuerzas por medio de la balanza.

Principio de Arquímedes.—I. Demostraciones experimentales del principio de Arquímedes y de su recíproca (líquidos y gases). II. Determinación del volumen de un cuerpo.

Aerómetros.—Manejo de los aerómetros de Baumé, del pesaleche y del alcoholímetro centesimal de Gay-Lussac, y comprobación de la graduación de este último por la gráfica correspondiente, haciendo notar las ventajas de este procedimiento de graduación.

Masas específicas.—I. Determinación de la masa específica de los cuerpos sólidos insolubles y solubles en el agua y más densos que ella. II. Determinación de la masa específica de los sólidos insolubles y solubles, menos densos que el agua. III. Determinación de la masa específica de los cuerpos porosos.

Estática de los gases.—Manejo de manómetros.

Movimiento vibratorio.—I. Inscripciones de vibraciones sobre placas ennegrecidas. Cronógrafo. II. Medida del número de vibraciones por los métodos lacústico y gráfico. III. Cuerdas vibrantes, placas y tubos sonoros.

Fotometría.—Manejo de los fotómetros.

Espectroscopia.—Manejo del espectroscopio.

Instrumentos de óptica.—Manejo del microscopio compuesto. Adap-

tación de la cámara clara al microscopio.

Termometría.—I. Rectificación de los puntos fijos de los termómetros centígrado y Fahrenheit. II. Gráfica de la temperatura obtenida por el termómetro registrador. III. Ejercicios relativos á conversión de escalas termométricas.

Dilataciones.—Lecturas barométricas, corregidas por capilaridad y temperatura.

Cambios de estado.—I. Verificación experimental de las leyes de la fusión, de la solidificación y de la ebullición. II. Preparación de algunas mezclas frigoríficas y determinación de sus temperaturas. III. Determinación de la riqueza alcohólica de un vino por medio del alambique de Sarellon.

Higrometría.—Gráfica del estado higrométrico del aire por el higrometro registrador.

Máquinas térmicas.—Funcionamiento de una máquina de vapor y de un motor de gas.

Electroscopios.—Usos del electroscopio de hojas de oro.

Pilas.—I. Experiencia de Galvani. II. Par voltaico. III. Pilas termoeléctricas. IV. Electrólisis del agua y del sulfato de sodio.

Galvanoplastia.—I. Preparación de un baño galvanoplástico de sulfato de cobre. II. Preparar moldes de tesarina y obtener las reproducciones correspondientes.

Corrientes.—Manejo del puente Weathstone.

Imanación por las corrientes.—I.

Imanación del hierro por el paso de la corriente eléctrica. II. Conexiones de timbres eléctricos y cuadros anunciadores.

Telegrafía eléctrica.—Arreglo de dos instalaciones telegráficas simples.

Corrientes de inducción.—I. Manejo del carrito de Ruhmkorff. II. Rayos X. III. Arreglo de dos estaciones telefónicas. IV. Experiencia de Tesla.

Método de enseñanza y programa para la clase y las academias de Química propuestos por los Sres. profesores Adolfo P. Castañares y Ricardo Caturegli, y aprobados provisionalmente.

Una corriente, instructiva y educativa á un tiempo, abre para la generación que surge una nueva era de bienestar y de progreso.

En todos los países más cultos, los más conspicuos educadores se ocupan ardientemente de la instrucción y de la educación, y una de las características de la época presente, es el palpitante interés por todas las cuestiones pedagógicas.

En su potente evolución, México sigue con ardor ese movimiento, como lo prueban las últimas disposiciones de la secretaría de Instrucción pública y Bellas Artes, sancionadas ya por el Ejecutivo de la Unión, así como las obras de texto y las metodologías de algunas de las materias de enseñanza escritas por nuestros más distinguidos pedagogo-

gos. La reforma pedagógica se impone, no como inmediata, sino como inevitable, pues es necesario que la enseñanza de la escuela esté en consonancia con las necesidades de la vida actual, á riesgo de ver rotos, por lo contrario, los lazos que existen entre ella y la cultura moderna en sus múltiples y complicadas exigencias.

En la Escuela Primaria, en la Escuela Preparatoria y aun en las Escuelas Superiores se inicia ya ese gran movimiento revolucionario precursor de una época que será fructuosa en resultados saludables para el desarrollo, prosperidad y grandeza de nuestra patria; movimiento revolucionario iniciado á despecho de muchos rezagados que no aciertan á comprender toda su significación y que algunos ven con terror, pues él por sí significa el estruendoso desplome del antiguo régimen, la desaparición de añejas tradiciones que mantenían el espíritu de nuestra raza dentro de un círculo de fierro.

La Escuela Nacional Preparatoria, tal como la concibió su insigne fundador el inmortal Dr. D Gabino Barreda y tal como se concibe actualmente, no está llamada á preparada para tal ó cual carrera, sino para suministrar á todos los que acoge en sus aulas, una educación y una instrucción que les permita más tarde, cualquiera que sea la senda que elijan, alcanzar el ideal supremo á que todos debemos aspirar: ser útiles á la sociedad, para la patria y para la humanidad.

Entre las materias de enseñanza que en la Escuela Nacional Preparatoria no han podido desprenderse todavía de viejos errores, se encuentra la Química. La pedagogía no se abre paso aún en este campo. Se enseña la Química á golpes de nombres de elementos y cuerpos compuestos, de fórmulas y ecuaciones químicas en cuya resolución se pierde no poco tiempo, que más valiera dedicar á otras enseñanzas. Para convencerse de esta afirmación basta solamente echar una ojeada sobre los programas y los textos en que se han calado esos programas. Unos tras otros se estudian los elementos y sus numerosos compuestos, su estado en la naturaleza, extracción, preparación, propiedades y usos, á manera de fragmentos incoherentes de muchas observaciones é investigaciones y, en cambio de todo esto, el camino seguido para llegar á todos esos conocimientos, el proceso mental de los investigadores y los medios de que se sirvieron para alcanzar esos resultados, no aparecen para nada. Antes de que los alumnos adquieran la noción precisa de elemento y de cuerpo compuesto, antes de que se penetren perfectamente de lo que son fenómenos químicos y empiecen á explicarlos, se trata de inculcarles las nociones de valencia, fórmulas de constitución, pesos moleculares y atómicos; las leyes se presentan ya hechas, en lugar de procurar que los alumnos las descubran; y contra los más rudimentarios principios psi-

cológicos se asientan las bases de la teoría atómica cuando el arsenal de conocimientos del alumno no es aún suficiente, anulando así uno de los más bellos ejemplos del origen de las teorías é hipótesis, dándole dogmáticamente carácter de hecho á lo que no es sino una ficción representativa y, como resultado fatal de esta enseñanza, alumnos que recitan de memoria algunos centenares de cuerpos con sus fórmulas brutas y constitucionales, pesos moleculares, etc., etc., pero incapaces de darse cuenta del fenómeno químico más sencillo que se desarrolle ante su vista ó discernir acerca del camino que debe seguirse en la investigación más rudimentaria. Inútilmente se recarga la memoria de los alumnos con nombres, muchos de los cuales no oirán jamás, y datos que no volverán á utilizar, haciéndoles creer que «eso es Química» y, como consecuencia inmediata, todo ese cúmulo de conocimiento desaparece algunos meses después sin dejar la menor huella y sí una gran fatiga en el espíritu. Este será, si se quiere, el camino más rápido para obligar al alumno á acumular en el menor tiempo posible la mayor suma posible de materia.

La enseñanza de la Química debe proporcionar á los educandos una suma de conocimientos generales utilizables en la vida práctica, no como un fin, sino como un medio para conseguir la educación general. En la parte relativa á la enseñanza de la Química, el programa

de estudios de las escuelas superiores de Prusia dice: «El alumno debe aprender á usar correctamente sus sentidos y describir justamente lo observado: deberá tener una idea de las relaciones entre los fenómenos naturales y de la significación de las leyes de la naturaleza para la vida y, hasta donde fuera posible, deberá conocer el camino por el que se ha llegado y puede llegarse al conocimiento de esas leyes,» esto es, la enseñanza de la Química debe ser la introducción en los métodos de investigación de las ciencias naturales, procurando despertar y desarrollar en los alumnos las funciones mentales que esa investigación pone en juego.

En la primera de sus cartas sobre Química se expresa así Justo V. Liebig: «Ninguna como la Química, entre todas las ciencias, proporciona al hombre una suma mayor de conocimientos que se renueven con más frecuencia, ni una mayor cantidad de asuntos para la constante especulación intelectual y la reflexión; ninguna más apropiada para despertar de igual manera el talento de la observación en el descubrimiento de analogías y diferencias en los fenómenos, y ninguna más adecuada para hacer más habituales y más evidentes las leyes del pensamiento en sus severos métodos para demostrar la verdad de una explicación ó para la investigación de las causas y efectos de un fenómeno.» En estas palabras resume el

inmortal genio alemán todo el valor educativo de la Química.

Así considerado, para el establecimiento de todo programa de enseñanza deberán tenerse en consideración dos puntos esenciales: la extensión de la materia y el método que debe seguirse en su desarrollo.

Extensión de la materia.—La enseñanza de la Química debe proporcionar á los alumnos un valioso contingente de conocimientos útiles para la vida, dándoles á conocer los cuerpos y fenómenos químicos que á ellos se relacionan, que se presentan con frecuencia en la vida diaria y de importancia para la industria, el comercio, la minería, la medicina y la agricultura, y debe igualmente suministrarle las nociones indispensables para la correcta interpretación de los fenómenos químicos. En química orgánica no se tratará seguramente de una revista sistemática de todos los compuestos orgánicos (por sí solos más numerosos que los de los demás elementos juntos), sino que se insistirá únicamente en los más importantes, con nociones sobre fermentación, grasas, hidratos de carbono, materias colorantes, sin entrar en la composición de los más complicados, haciendo resaltar su importancia ya industrial, medicinal ó comercial y su papel en la nutrición, en la economía doméstica, etc. Esta parte de la Química es además eminentemente adecuada para ampliar las nocio-

nes de valencia, fórmulas de constitución, isomería y estereoquímica.

En la parte relativa á las ideas dominantes en la ciencia para la más satisfactoria explicación de los fenómenos químicos, nos permitiremos llamar muy particularmente la atención de la superioridad, manifestando que, salvo algunas nociones sobre termoquímica y disociación por el calor, la enseñanza de la Química en México se encuentra casi un cuarto de siglo atrasada. Nos referimos á los portentosos progresos realizados por la Química física en los últimos veinte años del siglo pasado, y de los cuales no puede prescindir la enseñanza química sin verse sujeta, como lo está, á ideas erróneas. En vez de servirse de las últimas conquistas de la ciencia, se trata de explicar los fenómenos químicos sujetándolos á un cartabón sin la menor base científica, lo que, además de perjudicar triste y dolorosamente los intereses de la educación y de la instrucción, pone en situación lamentable á todos los que mañana se vean obligados á consultar una obra de Química: entonces, para los alumnos de hoy, sirviéndonos de la expresión de un distinguido hombre de ciencia, una obra de Química será «una carta lacrada con siete sellos.»

Es evidente que en este género de especulaciones sólo se tratará de conocimientos muy generales, de los absolutamente indispensables, tales como la ley de la influencia de las masas en las reacciones químicas

cas enunciadas de una manera precisa por Guldberg y Waage en 1867, los equilibrios químicos, y las leyes de la presión osmótica en sus relaciones con las leyes de los gases precisadas por Van't Hoff en 1887, y la brillantísima concepción del genial investigador sueco Swante Arrhenius sobre la Disociación Electrolytica (1887).

Para los cuerpos de más importancia se estudiará, hasta donde sea posible, su obtención industrial. Á fin de que los alumnos puedan darse cuenta exacta de la importancia de los procedimientos técnicos, se visitarán algunas fábricas para hacer sobre el terreno mismo las observaciones necesarias.

Método. Como toda materia de enseñanza, la Química no puede sustraerse á los principios conquistados por la pedagogía de proceder de lo conocido á lo desconocido, de lo simple á lo compuesto y de lo concreto á lo abstracto.

Dos son en primer término los métodos que deben seguirse en la enseñanza de la Química: el método histórico y el método de investigación de las ciencias naturales.

Método histórico. Este método tiene éxito sólo en algunos casos, pues muchos de los descubrimientos, principalmente en Química anorgánica, han sido debidos al acaso, y otros persiguiendo ideas erróneas, en las que no se puede entrar sin correr el peligro de incurrir en graves confusiones, lo que hace á este método con frecuencia muy difícil

de emplearlo convenientemente. Es por esto preferible, en muchos casos, enseñar no cómo se han hecho esos descubrimientos sino cómo debieron hacerse. Por otra parte, la evolución histórica de la Química presenta particularidades que no se encuentran en las demás ciencias. En su desarrollo histórico, la Química se diferencia de las demás, en que el objeto mismo de la ciencia es diverso en las diferentes épocas; no sólo cambian los medios de investigación y su empleo, sino también el problema mismo de la ciencia.

En muchos casos, sin embargo, sobre todo para el establecimiento de las leyes, hipótesis y teorías, puede emplearse con gran éxito el método histórico. Si se trata, por ejemplo, de encontrar la ley que rige las combinaciones en peso, conocidos ya algunos ácidos, y bases se estudiará su acción mutua para llegar así con Richter al descubrimiento de la ley de la neutralización; con esto y el conocimiento de la composición de algunos cuerpos, sin omitir la lucha memorable entre las ideas del gran teórico francés Berthollet y las sostenidas por Proust, se puede llegar al establecimiento de la ley, siguiendo el mismo camino que condujo á su descubrimiento.

La teoría atómica debe asentarse de igual manera con objeto de explicar la regularidad de las leyes de Gay-Lussac sobre las combinaciones en volumen, y surja, con las ideas anteriores, la dificultad para expli-

carse la diferencia entre un gas simple y un gas compuesto; se llegará al establecimiento de la brillante hipótesis de Avogadro y Ampère y á la precisa concepción de molécula y átomo.

La teoría de la disociación electro-lítica es tal vez preferible, como tan justamente lo indica el sabio profesor Ostwald de la Universidad de Leipzig, asentarla sobre bases puramente químicas y no eléctricas, aunque históricamente sea su origen el segundo. Los resultados electrolíticos y las leyes de Faraday servirán para ampliar y profundizar la concepción obtenida por vía química.

Segundo método.—Este método es el más fecundo en resultados y consiste en introducir al alumno en los métodos de investigación de las ciencias naturales.

La Química, siendo una ciencia de carácter netamente inductivo, la enseñanza de ella debe procurar dar á conocer á los alumnos los métodos, reglas y medios de la investigación inductiva, enseñándoles á observar correctamente, á investigar la naturaleza, interrogarla y juzgarla, diferenciando lo esencial de lo secundario; á establecer relaciones precisas entre sus observaciones, á derivar de ellas las hipótesis correctamente, tratando de probar su exactitud y, si han salido falsas, enseñarles el camino para modificarlas convenientemente. El alumno enseñará así á explicar un fenómeno, á investigar su causa y, en caso de error, sabrá el camino que deba re-

correr para encontrarlo. En una palabra: la enseñanza de la Química deberá ser «una escuela práctica de la lógica inductiva;» bien entendido que no debe exagerarse esta expresión, hasta el punto de creer que esa enseñanza se transforme en un curso de Lógica; sino que, por este camino, la Química puede enseñar, y enseña en efecto, por abstracción de las leyes, cómo se establecen convenientemente generalizaciones inductivas y en qué circunstancias pueden aplicarse á casos nuevos.

Así considerada, la enseñanza de la Química es el medio educativo más adecuado, apenas igualado por el de otras ciencias, para hacer al alumno «circunspecto en sus observaciones, reservado en sus juicios, precavido en la emisión de sus opiniones y cuidadoso en aceptarlas.»

En la enseñanza de la Química, el punto de partida serán los cuerpos y fenómenos químicos que se presentan más frecuentemente en la naturaleza y que, si no han sido explicados por los alumnos, le son por lo menos conocidos. La ciencia, para el establecimiento de sus verdades, como el arte para la creación de sus más bellas concepciones, requiere, como condición precisa, la fiel observación de la naturaleza.

Se procurará, hasta donde fuere posible, que para la inteligencia de nuevas ideas sólo se empleen conocimientos ya adquiridos y de ninguna manera los que se enseñarán más tarde, como habitualmente acontece. Se comenzará por establecer de

una manera precisa la concepción de cuerpo y materia, insistiendo en las propiedades específicas (color, densidad, puntos de fusión y ebullición, etc.,) y después de fijar por medios adecuados lo que es una mezcla, se pasará al estudio del fenómeno de la combustión, el papel que desempeña el aire, la explicación del fenómeno, y se llegará al descubrimiento del oxígeno y del azoe. Descubierta el oxígeno, se estudiará esta substancia sin pretender agotar todo el material de que se dispone, sino únicamente lo más importante, dejando para más tarde, á medida que se avance en el estudio, completar los conocimientos adquiridos. Así se continuará paso á paso, ligando uno con otro los diversos conocimientos, evitando á la memoria todo recargo inútil, inculcando al alumno lentamente, sin esfuerzo, cada uno de los puntos que forman el programa, iniciándole en los métodos de la investigación científica, apartándole siempre del error y despertando en él el amor al estudio y á la ciencia y la respetuosa veneración á la verdad.

Las mismas ideas deben aplicarse á la enseñanza de nociones de Mineralogía, que por acertadísima disposición de la superioridad, deben estudiarse junto con la Química. Siendo los minerales los compuestos químicos naturales, resalta inmediatamente la necesidad de fundir las dos enseñanzas en una y no separar dos ciencias cuyos métodos y

medios de investigación son los mismos.

La enseñanza de la Mineralogía en la Escuela N. Preparatoria ha seguido los mismos pasos que la de la Química: descripción de minerales, algunos datos sobre sistemas cristalinicos y unos cuantos números sobre dureza, densidad, etc., sin ocuparse de las transformaciones que sufren los minerales y que, además de completar los conocimientos adquiridos, muestran aplicadas á la naturaleza la grandiosa regularidad de los medios y energías de que ella se sirve en sus múltiples transformaciones, con los medios y energías de que disponemos en los laboratorios.

Dadas las íntimas relaciones que ligan á la Mineralogía con la Química, las nociones de la primera no deberán darse como un capítulo aparte de la segunda, sino que se intercalarán convenientemente para que contribuyan de la manera más favorable á los fines que persigue la enseñanza de la Química. Cuando se haga necesario el conocimiento de un mineral, se procurará darlo á conocer, aprovechando todas las enseñanzas que pueda suministrar, ya para establecer nuevos conocimientos ó ya para ampliar los adquiridos, sin sujetarse únicamente en el estudio de un mineral á su descripción: el que tal cosa hiciere, incurriría en el grave error de que habla el notable mineralogista Sirkel, cuando dice, que «el no reconoce en un mineral más que una substancia, es comparable al que no ve en una es-