

1632, cuatro diálogos en los que figuraban Salviati y Sagredo, personajes copernicanos, y Simplicio defensor de Tolomeo.

El Papa Urbano VIII que había creído reconocerse en Simplicio, le abandonó al tribunal de la Inquisición. Galileo se presentó en Roma en Febrero de 1633 y fué arrestado en el Palacio de la Trinidad del Monte, residencia del embajador de Toscana. Se le exhortó secretamente para ablandar la sentencia de los jueces, y para aminorar el enorme escándalo que había dado al mundo, proclamando el movimiento de la Tierra, y á todas las razones astronómicas que aducía el gran sabio en desgracia, le oponían la imposibilidad para Josué de parar el sol, si éste estaba fijo como pretendía. El proceso duró 20 días. Galileo intimidado por el rigor de sus jueces se abandonó á su suerte. El 30 de Abril se cerraron los debates y justamente dos meses después salió de su prisión, y compareció ante el tribunal para abjurar solemnemente su doctrina.

El ceremonial había sido arreglado de antemano. El ilustre anciano se puso de rodillas delante de sus jueces, las manos sobre el Evangelio, la frente inclinada y pronunció las siguientes palabras: "Yo, Galileo Galilei, florentino, de 70 años de edad, constituido personalmente en juez, y arrodillado delante de vosotros, eminentísimos y reverendísimos cardenales de la república universal cristiana, inquisidores generales contra la malicia herética, teniendo delante de los ojos los santos y sagrados Evangelios, que toco con mis propias manos, juro que siempre he creído, que hoy creo y que mediante Dios creeré en el futuro, todo lo que contiene, predica y enseña la Santa Iglesia Católica, Apostólica, Romana..... He sido juzgado vehementemente sospechoso de herejía por haber sostenido y creído que el sol estaba en el centro del mundo é inmóvil

y que la Tierra no era el centro y que se movía. Por lo cual, queriendo borrar de los espíritus de vuestras eminencias y de todo cristiano católico esta vehemente sospecha con razón concebida contra mí, con un corazón sincero y una ardiente fe, abjuro, maldigo y detesto los susodichos errores, herejías y cualquier otro error....." La tradición refiere que al levantarse Galileo dió una patada en el suelo y exclamó: "¡E pur si mouve!"..... frase que, si pronunció mentalmente, es la exclamación del género humano que lo vengará constantemente de sus perseguidores.

El anciano se volvió á Florencia donde siguió sus relaciones con sus ya numerosos discípulos. Dos años después perdió totalmente la vista, y no obstante seguía trabajando por la ciencia. Uno de tantos días, los fontaneros de Florencia queriendo establecer una bomba aspirante de más de 32 pies de altura, la hicieron funcionar inútilmente. Fueron á consultar al sabio y sorprendido éste contestó: que la naturaleza no tenía horror al vacío sino hasta los 32 pies; pero en realidad dejó á su discípulo Torrocelli el encargo de resolver la cuestión. Galileo murió el 8 de Enero de 1642, sentido de todos, y en el futuro, respetado del género humano.

APLICACIONES.—Las lentes convexas y biconvexas.—Teoría de las bombas aspirantes.—Bombas impelentes y aspirante-impelentes.

TORRICELLI.

1608-1684.

Torricelli, el célebre geómetra y físico italiano, nació en Faenza en 1608 y estudió en el colegio de jesuitas de su ciudad natal. A los veinte años fué enviado á Roma para estudiar matemáticas al lado de Bene-



dicto Castelli, discípulo de Galileo y no tardó en llegar á ser el amigo y confidente del maestro. Su primer trabajo tenía por objeto el estudio del movimiento parabólico, y su maestro lo consideró tan importante que envió el manuscrito á Galileo, quien concibió desde entonces una estimación merecida por el joven sabio y descó tenerle cerca de él; pero no fué posible. Sólo conoció personalmente al gran maestro, tres meses antes de su muerte; pero antes, sus relaciones habían sido estrechas científicamente, y era uno de los preferidos de Galileo en la proposición de cuestiones.

En un período de 14 años, desde que Torricelli se agregó á la cátedra de Benedicto Castelli, hizo una serie de descubrimientos matemáticos, y al fin fué al lado de Galileo en desgracia. Entonces ocurrió el caso de los fontaneros de Florencia y quedó encargado de resolver la cuestión.

Poco después de la muerte de Galileo (1643) *supuso que el contrapeso que sostenía el agua sobre su nivel en el tubo de una bomba aspirante, es el peso de la masa de aire apoyada sobre su superficie exterior.* Hizo la experiencia con un líquido más denso que el agua para cerciorarse de que la diferencia de nivel era menor como suponía que debía ser, y se sirvió para ello del mercurio. Cerró un tubo por un extremo y por el otro lo llenó de mercurio, y colocando el todo en una cubeta del mismo líquido, vió que la experiencia correspondía á la suposición, y quedó construido el primer barómetro.

A la muerte de Galileo, quedó vacante la cátedra de matemáticas de la academia de Florencia, y Torricelli que hab'ía asistido al maestro en su lecho de muerte, recibió de él su archivo, y fué llamado á sucederle, en la cátedra.

Como Galileo, Torricelli era hábil constructor de

los instrumentos que imaginaba. Perfeccionó el telescopio conocido y aun se conservan en Florencia varios objetivos construidos por él. Murió á la edad de 66 años.

APLICACIONES.—Conocimiento de los barómetros.

3. EL PROGRAMA.—De la aplicación biográfica que antecede podemos deducir el siguiente programa:

CON LA BIOGRAFÍA DE ARQUÍMIDES.

- I. La unidad de peso para hacer las comparaciones (tratado en Aritmética).
- II. El peso de un cuerpo en el aire y su peso en el agua.
- III. Teoría de las presiones.
- IV. Comprobación del principio de Arquímedes.
- V. Cálculo empírico de algunas densidades.
- VI. Consecuencias del principio de Arquímedes  $P=V \times D$ ;  $V = \frac{P}{D}$ ;  $D = \frac{P}{V}$
- VII. El principio de Arquímedes aplicado á los líquidos y á los gases (conocimiento de Areómetros y su aplicación práctica y experiencias; v. g., con el gas ácido carbónico y el hidrógeno en relación con el aire).
- VIII. Reflexión de la luz y del calor en los espejos planos (la normal, ángulo de incidencia y reflexión).
- IX. Reflexión del calor en los espejos cóncavos.
- X. Gravedad.—Equilibrio.
- XI. Leyes de las palancas.



XII. El péndulo simple y el péndulo compuesto.

XIII. Isocronismo de las oscilaciones.

XIV. Aplicación del péndulo á los relojes.

XV. Péndulo de batir segundos.

XVI. Movimientos.—Velocidades.—Espacios  
( $e \times \frac{gt^2}{2}$ )

XVII. La balanza hidrostática y su aplicación para determinar las densidades.

XVIII. El telescopio de Galileo. (Estudio de las lentes).

XIX. Bombas aspirantes.

XX. Bombas aspirante-impelentes.

XXI. Teoría del barómetro.

XXII. Diversas clases de barómetros y sus aplicaciones.

Los puntos capitales tratados, son la base de un programa detallado que el profesor formará después de llevar cuidadosamente su libro de "Tareas Escolares" y seguramente que este programa se modificará con la experiencia; pero de todos modos, el estudio experimental será de gran provecho para los alumnos como es de trascendencia para la metodología especial del profesor. El alumno aprende principios elementales y poco á poco se eleva en sus conocimientos almacenando un gran caudal, tal vez para hacer más descubrimientos en el porvenir ó para utilizar sus elementos en la vida práctica.

Del modo ya indicado se seguirá una marcha biográfica. Watt, creando la máquina de vapor moderna; Fulton recorriendo victorioso el Hutson en 1807 en el Clermont; Aloisio Galvani experimentando en 1786 y Benjamín Franklin probando la identidad eléctrica

de las máquinas y del rayo, á riesgo de su vida, son páginas grandiosas para el cerebro de los niños, y núcleos poderosísimos para el apoyo incommovible en la aplicación de la enseñanza.

4. LOS PROCEDIMIENTOS.—a/ Tabular.—Algunas teorías, hipótesis y leyes de la materia y sus fenómenos, no pueden penetrar á la inteligencia sin el auxilio del procedimiento tabular. La luz, el calor, la electricidad como manifestaciones dinámicas, no pueden concebirse sino con la ayuda gráfica. Los niños saben que los cuerpos que dan paso á la luz se llaman transparentes, los que la admiten parcialmente se dice que son translúcidos, y los que se niegan á transmitirla son opacos; pero si se les habla de un rayo de luz que cae perpendicular ú oblicuamente sobre una superficie tersa, no saben más. Es necesario explicar que si cae el rayo perpendicularmente, retrocede precisamente sobre la misma línea y que si cae oblicuamente el ángulo de caída es igual al ángulo de retroceso, y que para hacer esta explicación necesitamos de una figura.

El niño sabe que si deja pasar la luz á través de un prisma resultan colores y su saber no puede alcanzar más; pero si con una lente, el maestro recompone el espectro y resulta la luz blanca, si por medio del disco de Newton manifiesta la existencia de los mismos colores y su recomposición, si por medio del diagrama demuestra que el prisma no hace más que dispersar los colores, entonces el alumno se da mejor cuenta del fenómeno.

El niño sabe que si se aleja de una bujía tendrá menos luz, porque su experiencia se lo ha enseñado; pues muchas veces ha tenido que acercarse á la lámpara para estudiar sus lecciones, leer sus cuentos ó delinear sus dibujos.

Si el maestro le enseña que la intensidad disminuye



con el cuadrado de la distancia, no obstante su experiencia no lo podrá comprender porque ya es una idea más abstracta que las anteriores. Conviene entonces, por lo mismo, usar del procedimiento gráfico patentizando, cómo desde un punto cualquiera de irradiación los rayos se esparcen proporcionalmente al cuadrado de la distancia.

Y si esto pasa con las ideas que pueden materializarse, por decirlo así, ¿qué sucederá con las ideas más abstractas?

Es natural suponer que el cerebro de los niños no está dispuesto á recibir este pan intelectual, si el profesor no maneja con maestría los medios que su arte le aconseja.

Uno de los aparatos más sencillos para *ver* la electricidad, como el mismo nombre lo dice, el *electróscopo*, no lo conoce intelectualmente el alumno, si no imagina bien. Mas si el mentor ha hecho observar, que la energía gastada con su brazo, no se pierde en ningún caso; que se transforma en calor algunas veces, y cuando se gasta sobre un mal conductor, resina ó cristal, esta energía permanece latente por cierto tiempo; que si una barra de cristal frotada con un paño se acerca al electrómetro se observa la existencia de la fuerza, entonces el niño tiene una idea más clara. Si este experimento se hace con una ilustración será más intuitiva aún.

La barra electrizada positivamente, tiene una fuerza que explora el camino por donde tiende á escaparse paulatinamente, y es natural que si se le ofrece un buen conductor á la distancia, comunica cierta cantidad de electricidad por un conductor, la barra del electrómetro, y como se forma una cadena de polos contrarios, se explicaría el primer paso de la electricidad estática á la dinámica; pero siempre, repetimos,

muchas teorías, leyes é hipótesis de la materia, no pueden entrar al cerebro de los niños sin el auxilio del procedimiento tabular.

*b/ Constructivo* —Es en la enseñanza de la Física, donde tiene más valor el procedimiento constructivo, como enseñanza que tiende á fomentar el fin material, como utilitaria y como engendradora de varios sentimientos, entre ellos, el amor al trabajo. Es asimismo, el procedimiento constructivo, por el que se aquilata el verdadero sentido pedagógico de lo que debe ser un trabajo manual, en la escuela primaria, á fin de hacer infranqueable la puerta pedagógica, al vicio inmoderado de creer que el trabajo manual es el ramo capital de estudios que falta en los programas mexicanos, y que es necesario introducir á toda costa.

Los que tal cosa pretenden, desearían ver la escuela primaria convertida en talleres, tenderían á un verdadero fin material, desechando toda educación bajo la falacia del utilitarismo. Los que tal cosa pretenden, confunden el objeto de la escuela primaria, con el fin que persiguen las escuelas intermedias entre la educación primaria y la educación preparatoria (bachillerato europeo) y profesional, llamadas por los americanos *high schools*. No hace mucho el colosal error era defendido por una conspicua personalidad al bosquejar el nuevo plan de una escuela primaria con el carácter de "Modelo;" pero nosotros juzgando con la historia de los trabajos manuales desde que se implantaron en los Estados Unidos (1865) en el instituto de John Boynton (Massachusetts), hasta la feria universal de Filadelfia (1876) en cuya época arranca su verdadero progreso hasta nuestros días, les asignamos el lugar que les corresponde lejos de la escuela primaria propiamente dicha, y aun ahí donde se persigue una instrucción comercial é industrial, lo consideramos con el criterio



de los más notables maestros americanos, que desean y trabajan por una *educación intelectual y ética* en el seno del utilitarismo.

El procedimiento constructivo, es la restricción natural y eficaz que deben tener los trabajos manuales en la escuela. No queremos el predominio del fin material sobre el fin formal. Al contrario, el fin formal debe ser el alma de toda enseñanza. Cuando el niño gradúa una regla de partes iguales, cuando mide las distancias con tres elementos conocidos; cuando calcula las pendientes valiéndose del transportador y la plomada; cuando construye un receptor, una botella de Leyden ó calcula una palanca, el fin formal como la bandera almirante de la idea, sonrío satisfecho sobre las nacientes facultades sin perturbar el ideal de la educación.

Apliquemos los principios sanos, maestros, formando el corazón y la idea, la voluntad y el carácter como último objeto de nuestra árdua labor.

## CAPITULO IX.

### QUÍMICA.

Fines: material y formal.

Principio: de lo concreto á lo abstracto.

Resumen.—1. Fines que persigue esta materia.—2. Marcha genética.—3. Marchas analítica y sintética.—4. Procedimiento gráfico.—5. Los símbolos.—6. Leyes de las combinaciones químicas.—7. Teoría atómica.—8. Observaciones al curso de las lecciones.—9. Carta química.

1. FINES.—Actualmente la Química en las escuelas primarias, se reduce á un corto número de experimen-

tos sin plan ni método, es decir, en el desarrollo del programa no se observan los preceptos de marcha y forma de la enseñanza. Estos experimentos, además, se reducen á su forma más elemental. El maestro prepara el hidrógeno, el oxígeno, el gas ácido carbónico y por una sola vez enumera propiedades, utilidad para las artes é industrias, y el alumno no conoce las substancias sino imperfectamente, porque sin tener una base sólida, ya se le habla de símbolos, equivalencias y productos. De igual defecto adolecen los pequeños libros elementales y que son la verdadera fuente donde los niños aprenden de memoria con muy pocos resultados pedagógicos.

El fin material, por lo mismo, es imperfecto, porque el educando no puede darse cuenta del por qué de los símbolos y combinaciones si no se le dirige por un camino seguro en consonancia con el desarrollo de su mente.

El fin formal también es defectuoso, porque el alma observa poco y ejecuta menos; no siente por lo mismo gran amor á este género de saber, y tal vez de fecundo que es el ramo de enseñanza, tórnase estéril porque la nomenclatura y el gran número de datos cansan la imaginación del niño.

Para que estos dos fines marchen paralelamente porque ambos son de capital importancia, es necesario que tanto las *marchas* como la *forma* y los *procedimientos*, sean aplicables con prudencia y con juicio. Esto nos obliga á decir dos palabras con respecto á las *marchas*, formas y procedimientos.

2. MARCHA GENÉTICA.—Para aplicar la marcha genética, como es natural, retrocedemos á los orígenes de esta ciencia á fin de atraer toda la atención de los oyentes en el momento oportuno. El maestro no olvidará que su deber es enseñar agradablemente como