

Año I

San José, C. R., 13 de agosto de 1932

Nº 4

LA ESCUELA COSTARRICENSE



EN ESTE NUMERO:
CIENCIA ELEMENTAL
POR EL PROFESOR
Don JOSE FIGUER DEL VALLE

1556 - IMPRENTA NACIONAL - 1932

LA ESCUELA COSTARRICENSE

REVISTA PEDAGOGICA MENSUAL

Órgano de la Secretaría de Educación Pública

Director: MOISES VINCENZI

AÑO I

San José, Costa Rica, 13 de agosto de 1932

Nº 4

DE LA DIRECCION

A nuestros colaboradores: No deben perder de vista quienes hacen obra con destino a «La Escuela Costarricense», que nuestro capital propósito es el de suministrar material eminentemente práctico, a los maestros. Mucho habrá de interesarnos, durante el año próximo, el desarrollo de ideas generales, cuando hayamos conseguido que ellas adquieran normas de aplicación directa en su trabajo más elemental. Mas ahora hay una multitud de aspectos sencillísimos cuya aplicación se ha descuidado, acaso por el desdén que nos merecen las cosas pequeñas. Es preciso que nuestros colaboradores empiecen a enseñarnos por el principio, según la materia escogida y los propósitos—de primera o de segunda enseñanza—que se hayan trazado en su obra.

No creemos, como lo cree la gente vulgar, que sólo es práctico lo perceptible con los sentidos ordinarios: en modo alguno. Pero, carecemos los latinos de una clara visión de la realidad, considerada ésta en sus términos más latos.

No pretendemos señalar pautas a nuestros colaboradores, escogidos entre lo más selecto del personal docente de la República. Sólo deseamos recordar, con estas frases, que la revista quiere imponerse por su utilidad, por su precisión, por los servicios efectivos que sea capaz de impartir en las escuelas.

EXPLICACION

El presente trabajo no será un tratado de física; tampoco será algo como una descripción de juegos de manos, ni mucho menos un conjunto de experimentos consagrados a divertir a los alumnos; mi idea es otra.

Pretendo probar que, con material sencillísimo, constituido por objetos de uso corriente, se pueden realizar experiencias interesantes que, no sólo expliquen los fenómenos, sino que despierten en los niños la afición a las ciencias.

Un notable educador con el cual estoy en perfecto acuerdo, dice: "Nada más atinado que evitar al niño todo inútil cansancio. El cerebro del niño es un magnífico instrumento registrador. Ante todo enseñarle a que vea el mundo exterior, dándole acerca de éste cuantas indicaciones sea posible.

"De curiosidad insaciable, el niño está admirablemente dotado para *ver* y *retener* los fenómenos; de aquí su curiosidad. Pero no basta presentar los hechos: *es menester enseñarle a verlos*.

"Evítense las definiciones abstractas, las reglas impuestas bajo el pretexto de una buena dirección práctica, reglas que el niño no aplica, mejor o peor, sino a costa de considerables esfuerzos de memoria".

Quizás alguno al leer este modesto trabajo, escrito con toda sencillez y con toda buena intención, y sin el uso y mucho menos abuso de términos científicos, se sonría, pensando que debiera haberme elevado más; esto sería contrario a mi propósito. Acaso otros me acusen de falta de originalidad, tienen razón; pero recapaciten que en la ciencia es muy

difícil ser original, y creo que la misión de los que nos honramos con el título de maestros, sin haber alcanzado el de sabios, es la de interpretar del modo más claro posible lo que éstos encontraron.

OBSERVACION Y EXPERIMENTO

¿Qué niño no habrá visto el arco iris?, dice un autor. Es cierto, y si el maestro le interroga le responderá algo de su forma y le dirá los colores; pero el maestro debe explicarle que *observará* el arco iris, siempre que esté de espaldas al sol, el niño recordará lo dicho por su maestro y en lo sucesivo podrá hacer una *observación* más completa.

Comparando el fenómeno anterior con algo semejante que aparece ante los ojos del niño, cuando el rayo luminoso atraviesa el surtidor de una fuente, habremos hecho un *experimento*.

Poned un corcho en un vaso de agua y después un clavo, el niño *verá* que el corcho flota y el clavo se hunde; tendremos una *experiencia* que le servirá al maestro para explicar que los cuerpos pueden ser más ligeros o más pesados que el agua.

Pero como la física y la química aunque caminen juntas como dos buenas hermanas, tienen sus diferencias, es preciso que el niño sepa apreciarlas. Veamos cómo. Disolvamos sal de cocina en un vaso con agua; una vez disuelta veremos en el vaso un líquido incoloro, la sal aparentemente ha desaparecido. Pues bien, esto no es cierto, la sal está en el líquido y para probarlo evaporemos el agua a un calor suave y la sal reaparecerá en el fondo del vaso.

Compremos un poco de ácido sulfúrico (aceite de vitriolo), pongámoslo en otro vaso y echemos en el líquido unos

alambres de hierro, y, veremos que se disuelven, como la sal en el agua, pero el líquido toma un bonito color verde, y si lo volcamos sobre un plato, al poco tiempo aparecen unos cristallitos, también de color verde. Ya sabemos distinguir una experiencia de física de una de química, o sea un fenómeno físico de un fenómeno químico.

ESTADOS DE LA MATERIA

Poco trabajo le costará al niño distinguir un sólido de un líquido, ambos estados de la materia, *los ve* y *los palpa*; pero hacerle comprender lo que es un gas, parece algo más difícil. Pues bien, llenemos hasta sus tres cuartas partes, con agua una copa, introduzcamos en ella otra copa vacía e invertida, de tamaño algo menor que la llena, el agua subirá un poco en la copa vacía, pero ladeándola veremos salir del espacio *al parecer vacío* que queda, unas pequeñas burbujas, es el aire, un *gas* que sale obligado por el agua; ya el niño ha *visto* un gas; el maestro le dirá que el aire que nos rodea es de la misma naturaleza del que ocupaba la parte de la copa *al parecer vacía*.

En un plato pongamos unas gotas de agua y en otro unas gotas de alcohol, veremos que al poco tiempo los dos platos están secos; el agua y el alcohol han desaparecido, pero el alcohol se marchó más de prisa. Diremos dos cosas: que el agua se ha evaporado y que el alcohol lo ha hecho antes que el agua por ser más ligero; si la clase se impacienta calentemos suavemente el plato que tiene el agua y ésta *huirá* más pronto que antes; en cuanto al alcohol, no hace falta calentarlo, pronto se marcha sin que le fuercen a ello. ¿Qué habremos hecho? Pues una evaporación.

Tomemos un recipiente cualquiera, pongamos agua en su interior y calentemos a la llama de una lamparita de alcohol, el agua comienza a hervir; tendremos una *ebullición*, y si encima del recipiente colocamos un plato, veremos que se cubre de pequeñas gotas de agua. Hemos hecho una *destilación*.

Compremos un diez de Sal de Inglaterra, la disolvemos en agua caliente teniendo cuidado de poner en el recipiente poca agua y bastante sal; dejemos en la clase la disolución para que se enfríe *lentamente*; al día siguiente, las paredes del recipiente estarán tapizadas de pequeños cristales; hemos hecho una *cristalización*.

Haremos observar al niño el tamaño de un pequeño pedazo de alcanfor o una bola de naftalina de las que se emplean para desinfectar la ropa en los armarios; algunos días después diremos al niño que las traiga del sitio donde él mismo las guardó, y, le preguntaremos si tienen el mismo tamaño, seguramente nos dirá que no; y entonces le diremos que se han *sublimado*.

Para todo lo anterior, ¿qué aparatos han sido precisos?, dos copas, dos platos, un recipiente cualquiera, un trozo de corcho, un clavo, alambre de hierro y sustancias tan poco costosas y fáciles de adquirir como un poco de aceite de vitriolo, un poco de alcohol y una bolita de naftalina.

MECANICA

Una esfera de metal o madera, o para más facilidad, una moneda de 25 céntimos nos servirá para que el niño se forme idea de los dos conceptos fundamentales de la mecánica, reposo y movimiento; bastará colocar la moneda so-

bre su parte plana en un pupitre o sobre la parte curva: en el primer caso, tendremos el reposo, en el segundo al rodar la moneda, el movimiento, que no es otra cosa que un cambio de lugar con respecto a un punto que se *considera* fijo.

Detenga el maestro un momento su atención sobre la palabra "se considera" y con un ejemplo de la vida corriente y diaria podrá comprender las dos clases de reposo y de movimiento que se conocen con los nombres de *absoluto* y *relativo*. ¿Qué aparato necesitamos? Pues.....ninguno, sino poner como ejemplo un tren, un barco, un automóvil...lo que más nos agrade. Elijamos un tren, y supongamos que un viajero está dormido cuando el tren *aun* no salió de la estación, nuestro viajero diremos que está en reposo absoluto, pero... el tren comienza su marcha, el reposo del viajero ya no será absoluto, sino relativo; creo que esto se comprenderá bien. Supongamos ahora que otro viajero impaciente se pasea por el carro esperando la salida del tren, diremos que tiene movimiento absoluto, pero el tren emprende su marcha y el viajero sigue en sus paseos, pues tendrá un movimiento relativo con respecto al tren. Mas lo que son las cosas de la física, después de todo esto tendremos que afirmar que el movimiento y el reposo absoluto no existen, porque la tierra no está inmóvil y arrastra en su movimiento a todo lo que está sobre ella, mas para nuestras empresas científicas elementales, la supondremos quietecita en su lugar. Dispensen el que acaso haya dicho más de lo que pensaba, pero culpen al espíritu de Einstein, que se apoderó de mí unos instantes y ojalá no se hubiera ausentado.

La misma moneda que rodó sobre la mesa, nos dará el concepto de fuerza, pues si la mesa está horizontal *habrá* que empujar la moneda para que ruede, y si ponemos un

obstáculo delante de ella, primero tendremos un choque, después varias vacilaciones para caer finalmente en el reposo; luego la fuerza *impulsa* y *detiene*, puede *producir reposo* y *movimiento*.

¿Cómo haremos para explicar la palanca? Tomemos un lápiz y un libro, y, apoyando el lápiz en el borde de la mesa, *apalanquemos* para levantar el libro; de dos maneras podemos hacer la experiencia: primera, levantemos el lápiz con la mano, y, observaremos que mi mano es la potencia, el apoyo, la mesa, pero por la parte extrema del lápiz, resistencia el libro; la palanca será de interresistencia antes llamada de segundo género; bajemos el lápiz, la potencia seguirá siendo mi mano, el apoyo estará en el borde de la mesa donde se *apoya* un punto intermedio del lápiz, y la resistencia el libro, pero estará en el extremo del lápiz; he aquí una palanca de *interapoyo* o de primer género. Si esta palanca tiene distancias iguales entre la potencia y la resistencia tendremos una palanca y si son desiguales, una romana; en cuanto a la palanca de interpotencia o tercer género hagamos un recuerdo doloroso para los niños, y a veces para nosotros...; un aparato de sacar muelas!

Un carrete o carrucha que lleva un hilo con un peso en un extremo, tirando por el otro, nos dará idea de la polea. Una tabla inclinada sobre la cual rueda una bolita, será un plano inclinado, en el cual *observaremos* que la velocidad aumenta con la inclinación.

GRAVEDAD

Hablemos de la gravedad, sin meternos en conceptos abstractos incomprensibles para los niños y también para muchos grandes, pero sí entenderán que todo objeto que

se suelta cae al suelo. ¿Pero todos caen lo mismo? En la física como en el mundo hay muchos modos de caer.

Tomemos un trozo de papel fino y una piedra y dejémoslo caer desde la misma altura, claro que el niño verá que la piedra caerá antes que el papel, sobre todo si éste cae *extendido*. Pero hagamos una bola con el papel, la diferencia en el tiempo que dura la caída es mucho menor que antes y hasta podrán caer al mismo tiempo, si la piedra es pequeña; ¿quién ocasionó esta diferencia?, pues el gas de aquellas burbujas de nuestras primeras experiencias, el aire que ofrece tanta mayor resistencia a la caída cuanto mayor es la superficie que presente el cuerpo que cae; ya sabemos una ley.

La misma piedra y atada al extremo de un hilo nos dará la plomada, que marca la *vertical* o sea la dirección de la caída de los cuerpos, a no ser que se lo impida aquella tabla que llamamos plano inclinado, inventado por aquel sabio que se llamó Galileo.

Una de las cosas a mi modo de ver más importantes, es la explicación del péndulo. Claro que no es mi propósito profundizar la teoría del movimiento pendular, pero sí creo necesario se forme el niño los conceptos de oscilación, frecuencia, período etc. Para esto clavemos en el tablero un alfiler y colguemos de él un hilo en cuyo extremo lleve un objeto pesado; no mucho. Separemos este péndulo de su posición vertical y marquemos con tiza el punto en que lo hayamos separado, soltémosle y estudiemos el movimiento producido; observaremos: 1º, que el péndulo va oscilando cada vez más despacio y disminuyendo su camino; 2º, que el camino reconocido en un *viaje* de ida y vuelta, se llama oscilación; 3º, viendo en un reloj el tiempo que tarda en el

viaje hallaremos período; 4º, que el número de viajes realizados en un tiempo determinado se llama frecuencia. Pero podemos observar más todavía, y es que alargando o acortando el hilo o sea la longitud del péndulo, las *oscilaciones o viajes* son más lentos en el primer caso y más rápidos en el segundo, es decir desminuye o aumenta la frecuencia; ya tenemos otra ley; el maestro puede tomar como ejemplo los relojes de péndola que se adelantan o atrasan subiendo o bajando la *lenteja*, que forma el péndulo, pero como somos ambiciosos, queremos ser más observadores, y nos fijamos en que al descender el péndulo en su camino lo hace más rápidamente que cuando asciende; ya podemos hablar de movimiento acelerado y retardado, y... podemos decir que el tan repetido gas, el aire, es la causa del reposo final del péndulo, que necesita ser empujado de nuevo para que emprenda otro viaje; hay que advertir que en los relojes el empujón da movimiento para veinticuatro horas o más y mientras dura el empujón el período no cambia; este movimiento pendular se llama "armónico simple" y se designa por las letras M. A. S.

PRESION DE LOS LIQUIDOS

Construyamos un tubo de cartón cerrado por un extremo, llenémosle de agua y con el mismo clavo que nos sirvió en la primera parte de nuestras experiencias, abramos orificios a diferentes alturas. ¿Qué observaremos? Pues que el agua sale con fuerza y esta fuerza es tanto mayor cuanto más bajo está el orificio o sea cuando está más cerca del fondo. ¿Por qué ocurre esto?, porque la parte inferior del agua es *empujada* por la que tiene *encima*, es decir *ejerce presión*; de aquí deducimos el concepto de pre-

sión y además que ésta depende de la altura del líquido. ¿Qué de consecuencias prácticas se derivan de este sencillo experimento!

Todavía puede sernos útil para otra experiencia el tubo que hemos construido, convirtiéndolo en tubo abierto por ambos lados, pero obturándolo con un cartón plano en cuyo centro va sujeto un hilo que haremos pasar por dentro del tubo, claro está que para obturarlo en el aire será necesario tirar del hilo para que se ajuste el cartón al tubo, pero introduciéndolo en el agua, podemos sin cuidado soltar el hilo puesto que el agua *empuja* el cartón hacia arriba; pero echemos agua en el interior del tubo, cuando el líquido en el exterior y en el interior del tubo tienen el mismo nivel, el cartón cae; no sólo habremos conocido que hay una presión que se ejerce hacia arriba, sino también que su valor es igual al peso de la columna de agua contenida en el interior del tubo: no olvidemos que un volumen se mide multiplicando la superficie de la base por la altura, luego la presión de un líquido sobre el fondo de una vasija, depende de la superficie de este fondo y de la altura del líquido y es independiente de la forma de la vasija. Pero he dicho la presión de un *líquido* y líquidos los hay de muchas clases ¿no habrá que tomar en cuenta la clase de líquido para el cálculo de la presión?, es indudable que sí; es decir, la presión depende de la densidad.

DENSIDAD

¿Y qué es densidad? Pongamos un ejemplo, no olvidando que nuestro deseo es que los niños se formen ideas claras. Supongamos un aula en la cual están reunidos una veintena de alumnos; por circunstancias diversas se hace

entrar *otro grado en la misma aula* y vemos que el aula contiene *más niños*. ¿Cuándo el aula estará más densa? Claro que cuando contuviera más niños. ¿Luego de quién depende la densidad? Pues del número de niños. ¿Y cuándo soportará el suelo más peso? Respuesta: cuando está más densa. Pero el aula es la misma, sí que lo es. Ya llegamos al concepto de densidad. ¿Qué es densidad? La cantidad de materia que tiene un cuerpo; esta idea no es muy exacta, pero, podemos hacer que lo sea un poquito más diciendo, densidad es el peso de la unidad de volumen. Siempre para medir hay que elegir un término de comparación, la física elige el agua para sólidos y líquidos, y el aire, para los gases. En rigor científico la densidad con respecto al agua se debe llamar *peso específico* que definiremos diciendo que es el número que expresa cuantas veces el cuerpo es más pesado que un volumen de agua igual al suyo. Se usan indistintamente las palabras densidad y peso específico, pero la distinción entre los dos conceptos, que en realidad son distintos, nos llevaría demasiado lejos. Después del largo camino recorrido diremos: 1 cm.³ de agua destilada a 4° C° pesa un gramo; 1 cm.³ de mercurio pesa 13,6 gramos, luego la presión del mercurio en igualdad de base y altura será 13,6 veces mayor que si el líquido fuera agua; luego la presión depende de la densidad.

¿Pesa el aire? Ciertamente sí, como alguien ha dicho "la especie humana soporta el peso del aire, como el pez el peso del agua, pues vivimos sumergidos en un océano de aire".

Vamos a probarlo con una experiencia muy conocida: tomemos una botella de cuello ancho de las que se emplean en las mesas para servir el agua, echemos dentro un

papel encendido y cuando lo veamos próximo a apagarse coloquemos como tapón de la botella un huevo desprovisto de cáscara, observamos que el huevo que antes no podía atravesar el cuello de la botella, va ahora pasando poco a poco, hasta caer en el fondo, produciendo un ruido bastante fuerte. ¿Quién tiene la culpa de todo esto? El aire caliente contenido en la botella el cual salió al exterior en su mitad cuando menos, pues la oportuna intervención del huevo no dejó salir el resto del aire, pero como es lógico la resistencia interior en la botella se hizo más débil y por lo tanto fue vencida por el aire exterior, *empujó* al huevo y le hizo entrar a la fuerza, produciendo un ruido en señal de protesta. ¡Siempre la ley del más fuerte y la protesta ruidosa e ineficaz del débil!

Midamos la presión del aire, como hicimos con el agua. Un tubo de vidrio de un metro aproximadamente de longitud, en uno de sus extremos colocamos un tapón que ajuste del modo más perfecto posible, se llena de agua, y tapando con el dedo la extremidad abierta lo sumergimos en un vaso que también contenga agua, quitamos el dedo y el agua del tubo no cae en el vaso. ¿Quién la sostiene?, la presión del aire sobre el agua del vaso. ¿Y cómo se prueba?, destapando el tubo, y entonces toda el agua *cae* en el vaso. Supongamos que el tubo tenga *doce* metros, cosa en verdad bastante modesta, repitamos la experiencia y observamos que el agua del tubo queda a 10.33 m. de altura del nivel del agua en el vaso. Esto nos dice que la presión del aire sobre el agua del vaso equilibra una columna de agua en el tubo de 10.33 m. de altura; ya tenemos la primera idea del *barómetro* y de la *presión barométrica*.

Hemos dicho que un tubo de 12 metros sería difícil de manejar. Pero no sabemos lo que es densidad? He aquí el

momento de utilizarla. Siendo la densidad del mercurio 13.6, una columna de un metro de altura pesará lo mismo que una columna de agua de 13.6 m. siempre que el diámetro del tubo no varíe. ¿Qué nos resta? Dividir 10.33 m. que fue la altura de la columna de agua en el tubo de doce metros y entre 13.6 que es la densidad del mercurio y el cociente 0.76 m. nos dice que una columna de mercurio de 0.76 nos hará el mismo servicio de una de 10.33 de agua; no sólo hemos solucionado la dificultad, sino que hemos construido un barómetro; es natural que el vaso donde se sumerge el tubo debe contener también mercurio; dicho tubo se llama barométrico y el espacio vacío entre la superficie superior del mercurio en el tubo y su extremo cerrado se llama *cámara barométrica* o *vacio de Torricelli*, físico que realizó el primero esta experiencia en 1643.

La altura no es la misma en todo lugar de la tierra, cuanto más nos elevamos menos alta es la atmósfera, por lo que pesa menos la columna de aire y el mercurio del barómetro baja. ¿Cuánto? Pues un milímetro por cada 10 metros que ascendemos. Esto sólo es exacto para alturas no muy grandes, después las cosas varían un poco; cálculos sencillos, relativamente, demuestran que la presión que soportamos al nivel del mar se aproxima a $1 \text{ kg.} \times 1 \text{ cm.}^2$, luego una persona, un niño por ejemplo, que tenga un metro cuadrado de superficie soporta una presión de 10.000 kg., no parece que es aguantar. Oportunamente el aire que respiramos introducido en el organismo ejerce una contrapresión hacia fuera, que impide seamos aplastados; la presión de $1 \text{ kg.} \times 1 \text{ cm.}^2$ se llama atmósfera; no olviden los maestros en todo lo anterior recordar al niño las siguientes equivalencias: 1 litro es igual a 1 dm.^3 e igual a 1 kilogramo; 1 kilolitro igual a 1 m^3 e

igual a 1 tonelada siempre que se trate de agua, en otro caso hay que multiplicar por la densidad. Con esto podrán resolver cuantos problemas deseen sobre presiones.

En un vaso lleno de agua introduzcamos un trozo de madera o corcho, sujetémosle con la mano contra el fondo del vaso, si levantando la mano lo dejamos libre, asciende hasta la superficie. ¿Por qué? Ya sabemos que el corcho es más ligero que el agua, pero además donde está el corcho no está el agua y como según el principio de Arquímedes "todo cuerpo sumergido en un líquido pierde de su peso tanto como pesa el volumen del líquido que desaloja", si soltamos el corcho, el agua que tiene encima como pesa más que el corcho cae con más fuerza ocupando su lugar y haciéndole subir y como este proceso se repite a diferentes alturas, el corcho sigue subiendo hasta llegar a la superficie y entonces sólo tiene encima aire más ligero que el corcho y por esta *causa* no sube a mayor altura.

Pues bien, con un globo aerostático sucede lo mismo que con el corcho, pues estando lleno de aire caliente, hidrógeno, gas del alumbrado o helio (cuando este gas llegue a utilizarse, que no ha de tardar mucho) más ligero que el aire le ocurre lo que al corcho de la experiencia y así como el repetido corchito podía llevar un pequeño peso que le acompañara en su ascensión, el globo puede elevar la barquilla con sus pasajeros. Todos estos hechos se comprenden bien si hemos entendido el concepto de *densidad*.

Réstanos algo que decir todavía de la presión atmosférica; emplearemos el mismo corcho de la anterior experiencia, y coloquémosle en un plato que contenga agua, prendemos fuego a un papel y lo ponemos con cuidado sobre el corcho y con un vaso invertido tapemos el corcho de

modo que el borde del vaso entre en el agua del plato, y observaremos: 1º—Que el papel se apaga. 2º—Que el agua del plato asciende en el interior del vaso hasta casi llenarlo. ¿Cuál es la causa de esta ascensión? Muy sencillo de explicar, el aire dilatado por el calor no puede salir por la parte superior por impedírselo el vaso invertido y entonces busca su camino por la parte inferior a través del agua como lo demuestran las burbujas que se desprenden; pero el aire caliente que marchó deja otra porción de aire que al enfriarse se contrae y el agua pasa a ocupar este lugar que antes ocupaba el aire; para ascender algo tiene que empujarla y este algo es la presión atmosférica que se ejerce sobre el plato.

Si encendemos el papel dentro del vaso vacío y lo aplicamos a nuestro brazo fuertemente, tendremos una *ventosa*; la presión atmosférica se ejerce ahora contra nuestro brazo cuya parte carnosa asciende en el vaso.

Muy difícil es formarse idea de una bomba, pipeta, sifón y otras aplicaciones de la presión atmosférica sin ver estos aparatos y no es fácil construirlos en un gabinete de física, pero haremos lo que podamos para cumplir con esta parte de nuestra tarea.

¿Qué es una bomba? Un aparato fundado en la presión atmosférica, y, que tiene la misión de aspirar el agua u otro líquido, impeler o ambas cosas juntas; de aquí la división de las bombas en aspirantes, impelentes y aspirantes impelentes. Ejemplo: un sencillo aparato para poner inyecciones, al introducir el extremo aguzado y abierto en el líquido y levantar el émbolo, la presión atmosférica empuja al líquido que asciende en el interior del aparato, baja el émbolo y el líquido sale con fuerza; lo primero es, aspirar, lo segundo, impeler; un inflador de neumático de automóvil también es

ejemplo de bombas, sólo que aquí lo que se inyecta o impele es aire.

¿Queremos ver un sifón? Nada más fácil, coloquemos dos vasos a diferente altura, el más alto lleno de agua, el otro vacío, unamos los dos en una tira de manta o de papel secante, y, colocado de tal modo que llegue hasta casi el fondo del vaso lleno y entre un poco en el vacío; al cabo de algún tiempo, toda el agua del primer vaso habrá pasado al segundo; no será esto un sifón propiamente *sino muchos sifones*, pues hay un fenómeno nuevo que es la capilaridad, pero por lo menos nos dará una idea del objeto del sifón; una paja de las usadas para tomar frescos doblada por su tercera parte nos mostrará la forma de un sifón con sus dos ramas, corta y larga.

Más difícil todavía es representar una prensa hidráulica, máquina fundada en el principio de Pascal que dice, "la presión ejercida en un punto cualquiera de una masa líquida se trasmite con igual intensidad en todos sentidos". La máquina en su esencia consiste en dos tubos de diferente diámetro unidos por un tercero transversal. El más ancho hace que se eleve una plataforma movable que lleva el cuerpo que se ha de comprimir sobre otra fija; el agua del tubo pequeño es comprimida y la presión se trasmite al agua del tubo grande por el tubo transversal. Supongamos que el tubo pequeño tiene 20 cm. cuadrados de superficie y el grande 80 cm. cuadrados; si sobre el primero se ejerce una presión hacia abajo de un kilogramo por centímetro cuadrado, con un esfuerzo de 20 Kg., ejerceremos en el segundo tubo una presión de 80 Kg. hacia arriba. El empuje se realiza por un émbolo al cual mueve una palanca y la extremidad del tubo pequeño se introduce en un depósito de agua (también puede ser el aceite).

Esta máquina fue inventada en el año 1795 por el mismo Pascal.

Sus aplicaciones industriales son muy numerosas, sobre todo para extraer los jugos de ciertas sustancias como el aceite de las aceitunas; para fabricar cartón, base del mármol artificial, para comprimir las pastos secos, para laminar hierro etc.

CALOR

Cuando entramos en una habitación, cuando salimos a la calle, decimos que *hace calor o frío*, según la sensación que experimentamos. Pero ¿cuánto calor, cuánto frío? El contestar a esta pregunta ya no es definir el calor sino la temperatura; luego se llama temperatura la medida del calor. ¿Y cómo se mide? *Por el termómetro.*

El termómetro se funda en la propiedad que tiene el calor de dilatar los cuerpos, aumentando sus dimensiones; por eso hay dilatación lineal, superficial y cúbica. Como todos los cuerpos se dilatan elegiremos los líquidos para nuestro aparato, pues que este estado de la materia podemos considerarlo como término medio entre el sólido y el gas; entre los líquidos preferiremos el mercurio, esto no quiere decir de un modo exclusivo, pues también se utiliza el alcohol y a veces se emplean gases como el aire y el hidrógeno.

¿Qué es un termómetro? Un tubo de vidrio terminado en un ensanchamiento o esfera, llena de mercurio, el cual sube o baja en el tubo según aumenta o disminuya el calor. Pero como nos ha de servir para realizar medida, hay que graduarlo, eligiendo dos puntos extremos; el lugar donde llega el mercurio cuando el depósito se coloca en hielo y cuando se le somete al vapor de agua hirviendo, en el lugar

a donde llegue el mercurio, en el primer caso se pone *cero* y en el segundo *cien*, dividiendo el espacio intermedio en *cien* partes llamadas grados que pueden ser mayores en *tamaño* pero siempre iguales en número.

Cuando el espacio entre los puntos extremos se divide en 100 partes, el termómetro se llama *centígrado* o de *Celsius*, y, si se divide en 80 partes se llama *Reaumur*, muy poco usado.

Hay otra escala o graduación muy empleada en Estados Unidos e Inglaterra que se llama de *Fahrenheit*, que donde las otras ponen el *cero*, pone 32, y donde el 100 escribe 212, luego el espacio entre los dos puntos extremos queda dividido en 180 partes o grados. Muy fácilmente pasa de una escala a otra por las siguientes sencillas fórmulas: grados Reaumur igual $4\frac{1}{5}$ grados centígrado; grados Fahrenheit igual 32 más $9\frac{1}{5}$ grados centígrado. La equivalencia es la siguiente, 5 grados centígrados, igual cinco grados Reaumur, igual nueve Fahrenheit. De modo que al ver temperaturas muy altas o muy bajas no hay que asustarse si son grados Fahrenheit, y al reducirlos a centígrados se nos quitará el susto. Los termómetros fundados en la dilatación de los sólidos se llaman pirómetros.

Hay cuerpos buenos y malos conductores; para demostrarlo hagamos una experiencia que podemos llamar clásica, pues se encuentra en todos los tratados de física; se reduce a lo siguiente: un cartón cubierto de papel de estaño del empleado en envolver confites; pongámosle a la llama de la lámpara de alcohol, veremos que el papel de estaño se funde antes de que el cartón se queme ¿Por qué? Pues porque el estaño conduce mejor el calor que el cartón; en esta propiedad se funda el poner mangos de madera a los utensilios metálicos que han de utilizarse para fuego, pues todos los metales, cual más, cual menos, conducen el calor muy bien, lo que no ocurre con la madera.

El vapor de agua es una fuerza y vamos a demostrarlo: tapemos un tubo metálico con un tapón de corcho que cierre herméticamente el tubo, pero antes echemos en él un poco de agua, sujetemos el tubo con unas pinzas de *madera* o un papel doblado y pongámosle al fuego; el vapor formado actuará sobre el tapón el cual saltará con fuerza produciendo una detonación. Hemos demostrado que el vapor es una fuerza. Además hemos fabricado una caldera de vapor, y, para que se observe que esta fuerza no es despreciable, sólo diremos que el vapor a 145 grados produce una fuerza de cuatro kilogramos por centímetro cuadrado; hay que advertir que para que llegue el vapor a esta temperatura hay que calentar el agua en recintos cerrados y paredes resistentes; este vapor se llama recalentado y la marmita inventada por el físico Papin, sirve para demostrar cómo se eleva la temperatura del vapor de agua en recintos cerrados.

Toda máquina de vapor, tiene una caldera, un hogar y una chimenea y se divide en fijas locomóviles y locomotoras. La diferencia entre las locomóviles y locomotoras es que las primeras no pueden trasladarse por sí mismas de un lugar a otro y las segundas, sí pueden por sí mismas cambiar de lugar; pero todas ellas transforman la fuerza del vapor de agua en movimiento de diferentes aparatos. Modernamente se emplean las tuberías de vapor, que son como las hidráulicas, sólo que la fuerza la produce el vapor.

ELECTRICIDAD

Siendo ésta parte de la física, acaso la más experimental, se necesitarán aparatos complicados, no obstante recordemos al ilustre Scheele que realizó sus primeros descubrimientos empleando tubos de pipa, cascos de botella, siendo

sus instrumentos más delicados los que sacaba de su batería de ... cocina.

Tratando de imitar a tan ilustre sabio, tomaremos un vaso de porcelana o cristal que tenga un litro de capacidad. Echamos agua en este vaso hasta llenar las dos terceras partes, y después una décima parte de aquél aceite de vitriolo que utilizamos en la primera parte de nuestras experiencias, y si no tuvimos sobrante de la compra de este producto, no compremos más, pues podemos emplear vinagre muy fuerte, pero entonces no debemos ponerle agua.

Después buscamos, y creo no será difícil hallarlas, dos planchas metálicas, una de zinc y otra de cobre, cuidando que no sean muy grandes y separándolas por un pedazo de paño, las atamos fuertemente con un mecate. A cada una de estas planchas se solda un alambre de cobre o latón, y para que tengan mejor aspecto arrollamos cada alambre sobre un lápiz para que tenga forma de hélice.

Si colocamos encima de la lengua los dos alambres, de modo que sus extremos estén separados uno del otro, unos milímetros, sentiremos una débil sensación que hubiera sido mayor, utilizando tres o cuatro pares de placas o planchas metálicas sumergidas en vasos distintos y uniendo el cobre a un vaso con el zinc del otro por medio de alambres de cobre. Si unimos los dos alambres de cobre y los separamos luego de forma que queden a una distancia muy corta, saltará una chispa visible si la habitación está oscura; hemos fabricado una pila eléctrica; si son muchos los vasos hemos hecho una batería y la chispa que saltó es la "chispa eléctrica". Este pequeño experimento hecho en el aula de la escuela es el mismo que la naturaleza realiza con el relámpago, rayo y trueno, sólo hay una diferencia de *cantidad*, pero ¡qué diferencia! También podemos hacer una pila con monedas de

diez centavos y rodajas de zinc separadas con círculos de paño, atando todo con un mecate y sumergiendo el conjunto en un vaso de vinagre fuerte, soldando luego un alambre de cobre en cada uno de los extremos de la columna; con doce monedas es bastante y puede hacerse sin miedo, pues las *monedas no se inutilizan*.

Si deseamos hacer *ver*, no *comprender* lo que es electricidad, con un lápiz, una barra de lacre, un pedazo de azufre o una barrita de vidrio podemos lograrlo, pues frotándolos contra la manga del saco, atraen pedacitos de papel puestos en la mesa. En los cabellos, sobre todo en los de color negro, se ve mejor el fenómeno, cuando se pasa un peine por ellos; si se acaricia un gato, de *preferencia* negro, se ven chispas en la oscuridad y hasta se siente un chasquido, sobre todo si el tiempo está seco.

Hay cuerpos que se oponen al paso de la electricidad y otros que le permiten pasar con mayor o menor facilidad; entre los primeros está la seda, vidrio, resina, porcelana, hule etc.; entre los segundos están todos los metales, el agua, los animales, la tierra húmeda, el cuerpo humano etc. Si en lugar de separar los alambres de cobre de la pila, los dejamos unidos, no se tendrá chispa sino corriente, y esto se prueba tomando una aguja de coser, frotándola longitudinalmente contra un imán y pasándola suavemente varias veces por entre los dedos; hechos todos estos preparativos, dejémosla caer muy despacio sobre un vaso con agua. La aguja no se hunde, pues a pesar de que por la gravedad debiera no flotar, la ligera capa de grasa que la cubre, como consecuencia de haberla pasado por entre los dedos, hace que no se sumerja. Ya tenemos una especie de *brújula*; acerquemos el alambre de nuestra pila en las condiciones de unión dichas y la aguja comenzará a moverse hasta formar

su posición una cruz en la dirección del alambre, ¿cuál ha sido la causa?: la corriente eléctrica.

Solenóide. Arrollando en forma de hélice un alambre de cobre forrado de seda, sobre un cilindro, tendremos un solenoíde, el cual no es más que un imán con sus respectivos polos. Este sencillo aparato en condiciones determinadas es la base de los motores eléctricos. Si en el interior de un solenoíde, con muchas vueltas colocamos una barra de acero y hacemos pasar una corriente por el solenoíde, el acero se convierte en imán; y le damos el nombre de electro-imán; también la barra puede ser de hierro; pero hay una diferencia muy de notar; el hierro en cuanto pasa la corriente se convierte en imán, pero en cuanto cesa la corriente deja de serlo, en cambio el acero tarda más en hacerse imán, pero conserva más tiempo este carácter.

MOTORES ELECTRICOS

Se llaman así, máquinas destinadas a transformar la electricidad en efecto mecánico o, más claro, en movimiento; también se llaman electro-motores.

No es fácil en unas notas tan elementales como éstas, contestar al detalle a las preguntas que el programa de educación primaria referentes a electricidad; tenemos que limitarnos casi a definiciones.

El fundamento de los motores eléctricos son los *dinamos*. Un dinamo consta de tres partes: un electroimán que se llama inductor, un carrete que se llama inducido y un colector o conmutador que da a las corrientes producidas una dirección única.

Hemos dicho que el fundamento del motor eléctrico es el dinamo, pero su empleo es inverso; el dinamo transfor-

ma el movimiento en corriente y el motor inversamente transforma la corriente en movimiento. ¿Cuáles son las aplicaciones de los motores eléctricos? Muchas: transmisión de fuerza en las fábricas, alumbrado eléctrico, tracción eléctrica (tranvías, ferrocarriles, barcos), arados eléctricos, ventiladores, etc.

TELEGRAFO ELECTRICO

El conocimiento de lo que es un electroimán, nos dará a conocer la telegrafía eléctrica. Dos estaciones se encuentran unidas por un conductor (alambre); en ambas hay un aparato inscriptor y un manipulador (interceptor). El primero consiste en un electroimán en forma de herradura, sobre cuyos polos se encuentra un trozo de hierro, que es atraído cuando pasa la corriente y se separa cuando se interrumpe; esas alternativas de corriente son producidas por el manipulador con el cual un telegrafista abre o cierra la corriente que viene de la batería. El aparato inscriptor lleva una ruedecita provista en su parte exterior de tinta, y ésta va marcando sobre un papel señales (puntos o rayas), según la duración de la corriente; el sistema descrito es el llamado *Morse*, que es el más usado.

TELEFONO Y MICROFONO

Así como el telégrafo trasmite señales escritas, el teléfono trasmite sonidos y el micrófono los amplía.

El primero consiste en una barra magnética delante de uno de cuyos polos se encuentra una lámina delgada de hierro sujeta por los bordes; dicho polo está rodeado por un alambre conductor que va sin interrumpirse de un teléfono

a otro. Al hablar delante de una de estas placas se acercan o alejan de la barra, por el movimiento vibratorio de forma determinada que la palabra produce; entonces la segunda lámina debe de efectuar el mismo movimiento, y comunicarlo al aire próximo y un oído colocado cerca debe percibir el sonido. Uno de los teléfonos actúa como emisor, produce corrientes, según las palabras habladas cerca de él; el otro actúa como receptor, y produce sonidos por las corrientes que recibe. El micrófono es, como hemos dicho, un aparato destinado a la amplificación de sonidos y consiste en una cápsula que contiene un gran número de granos de carbón, de forma elíptica, cuyos intactos relativos varían cuando hablamos delante de una bocina acústica unida a la cápsula, haciendo que aumente o disminuya la intensidad de la corriente; el micrófono va intercalado en el circuito del teléfono.

Las líneas telegráficas están construidas de alambre de cobre galvanizado; se sostienen por aisladores de porcelana fijados en los postes.

El físico *Steinheil* utilizó la tierra como línea de retorno suprimiendo el doble alambre aéreo. En el mismo principio que el telégrafo se fundan los cables submarinos, aunque la línea está mucho más protegida; el primer cable trasatlántico fue tendido en 1866.

El teléfono fue inventado por Bell en el año 1877.

TELEGRAFIA SIN HILOS

Las ondas eléctricas al propagarse por el espacio, se encuentran en su camino un tubito lleno de polvo metálico; la resistencia de este tubo es disminuida; este tubo llamado cohesor, fue inventado por Branly, y completó el descubrimiento de Marconi creando la telegrafía sin hilos.

Hoy el tubo cohesor está sustituido por las válvulas de tres electrodos cuya descripción y funcionamiento no es de este lugar. El estudio de la telegrafía sin hilos nos llevaría al movimiento armónico de que hablamos en el péndulo, y utiliza las mismas palabras de intensidad, amplitud, frecuencia y período. Para formarse idea observemos las ondulaciones producidas al arrojar una piedra en el agua tranquila que son del mismo género que las producidas por el sonido en el aire y por la luz y la electricidad en el éter (difícil es hacer comprender al niño lo que es el éter). Todo movimiento armónico simple sólo varía el medio en que se produce y dentro de él, la frecuencia y el período. La antena de radio es lo que pudiéramos llamar sentido eléctrico, que recoge las ondas y las lleva al inceptor Morse, telegrafía, o al micrófono (telefonía).

Buscando medio de que se puedan entender estas ondas, me permitiré poner un ejemplo: un maestro explica una lección de física; algunos alumnos *oyen* pero no *escuchan*; no es lo mismo escuchar que oír; otros sí escuchan pero no entienden y finalmente otros sí entienden. Los que *oyen*, reciben en su oído la onda acústica producida en el aire por la voz del maestro; los que escuchan reciben la onda *acústica*, y lo que pudiéramos llamar onda *intelectual*, pero no entienden porque su cerebro no está a tono con el del maestro; son dos estaciones no sintonizadas; y, por último, los que entienden reciben la onda *acústica* y la transforman en *intelectual*; están sintonizadas con el maestro. ¿Qué hará dicho maestro para que le entiendan los que le escuchan? Ponerse a tono, es decir, *disminuir* la frecuencia. Esto y no otra cosa es la onda hertziana. Por esta causa cuando alguno me preguntaba ¿qué es entender?, yo le respondía: sintonizar dos inteligencias, así como amar es sintonizar dos corazones. Ojalá logre

con estas líneas sintonizar la inteligencia y el corazón de los que lean este pobre trabajo. En cuanto a entender fácil será pues mi inteligencia, desgraciadamente no es de alta frecuencia, pero sintonizando el corazón verán mi amor por la enseñanza y por Costa Rica.