

LEY DE INSTRUCCIÓN OBLIGATORIA

*Tercer año*  
*de Lecciones*  
*de Cosas*

Tal como lo pide la ley de Instrucción obligatoria  
vigente en el Distrito Federal y Territorios de Tepic  
y la Baja California •

POR

LUIS G. LEÓN

Preparador de Física y Química en la Escuela Normal para Profesoras



CE  
LB1648  
M6  
L4.8  
1913

A. V<sup>DA</sup> DE C. BOURET  
23, RUE VISCONTI  
GUADALAJARA  
AVENIDA COLÓN, 4

1913



LEY DE INSTRUCCIÓN OBLIGATORIA

---

*Tercer año*  
*de Lecciones*  
*de Cosas*

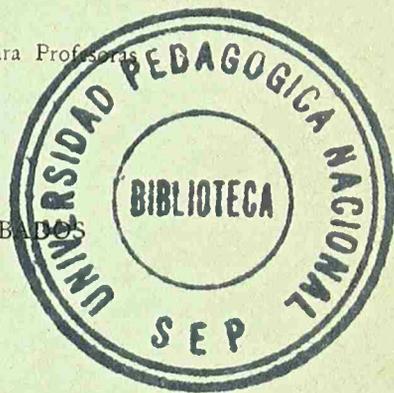
Tal como lo pide la ley de Instrucción obligatoria  
vigente en el Distrito Federal y Territorios de Tepic  
y la Baja California

POR

LUIS G. LEÓN

Preparador de Física y Química en la Escuela Normal para Profesoras

NOVENA EDICIÓN ILUSTRADA CON GRABADOS



LIBRERÍA DE LA V<sup>DA</sup> DE C. BOURET

PARÍS. — 23, RUE VISCONTI

MÉXICO

45, AVENIDA CINCO DE MAYO

GUADALAJARA

AVENIDA COLÓN, 4

1913

125168

OE  
LB 1648  
M6  
L4.8  
1913

125168

---

Quedan asegurados los derechos de propiedad literaria  
conforme á la ley.

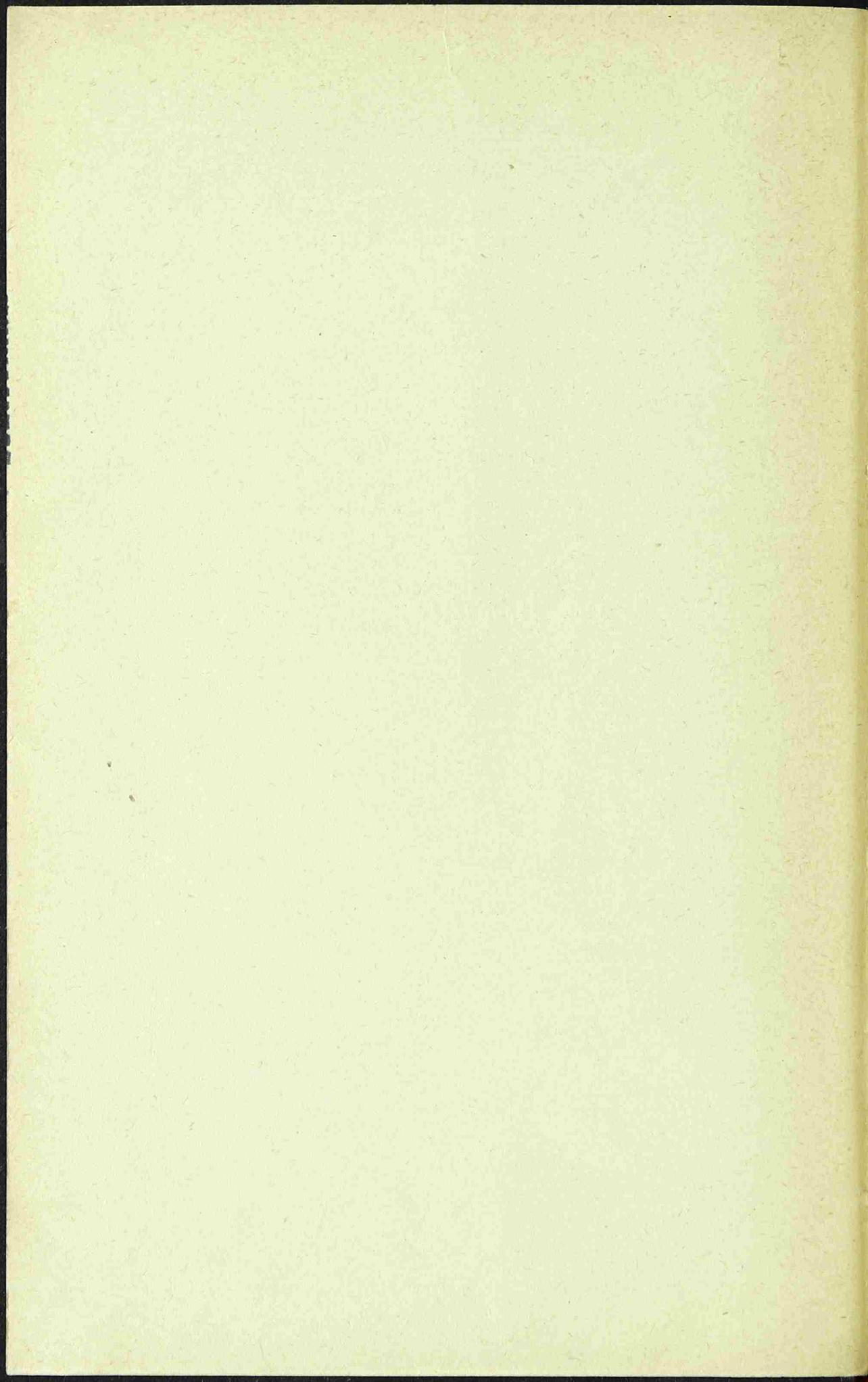
---

0119 136 95

---

AL SR. DR. D. EDUARDO LICEAGA

---



La Ley de Instrucción Obligatoria para el Distrito Federal y Territorios de Tepic y la Baja California, pide las siguientes nociones científicas para los alumnos de 3<sup>er</sup> año :

« Fuerzas como la gravedad, la inercia, la elasticidad. Palancas, ejemplos sencillos. Efectos del calor sobre los cuerpos. Descomposición de la luz por el prisma; ligeros fenómenos de reflexión y refracción. Electrificación por el frotamiento. Los vientos, el rocío, la lluvia, la helada, el rayo. Nociones ligeras sobre el aspecto, clima y producciones de la localidad. Caracteres principales de los articulados, con particularidad los insectos. Partes principales de la flor ».

Todos estos puntos los trato en este librito con la mayor extensión y claridad que me ha sido posible.

La benévola acogida que tuvieron las primeras ediciones de estos libritos, entre los señores Profesores, me animó á dar á luz una quinta edición, corregida y notablemente aumentada con datos y experimentos nuevos, deseando ardientemente que mis humildes trabajos sean de alguna utilidad para la enseñanza de la niñez mexicana.

México, 1900.

LUIS G LEÓN.

**OBRAS DE INSTRUCCIÓN PRIMARIA ELEMENTAL**  
**POR EL PROFESOR LUIS G. LEÓN**

---

1<sup>or</sup> año de Lecciones de Cosas.

2<sup>o</sup> año de Lecciones de Cosas.

3<sup>er</sup> año de Lecciones de Cosas.

4<sup>o</sup> año de Lecciones de Cosas.

Geografía física, 2<sup>o</sup> año.

Geometría, 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> año.

Aritmética, 1<sup>er</sup> año.

Cuadernos de escritura, n<sup>o</sup> 1 y n<sup>o</sup> 2.

---

**EN LA CASA DE BOURET**

*Calle del 5 de Mayo n<sup>o</sup> 14, México.*

## ADVERTENCIA

---

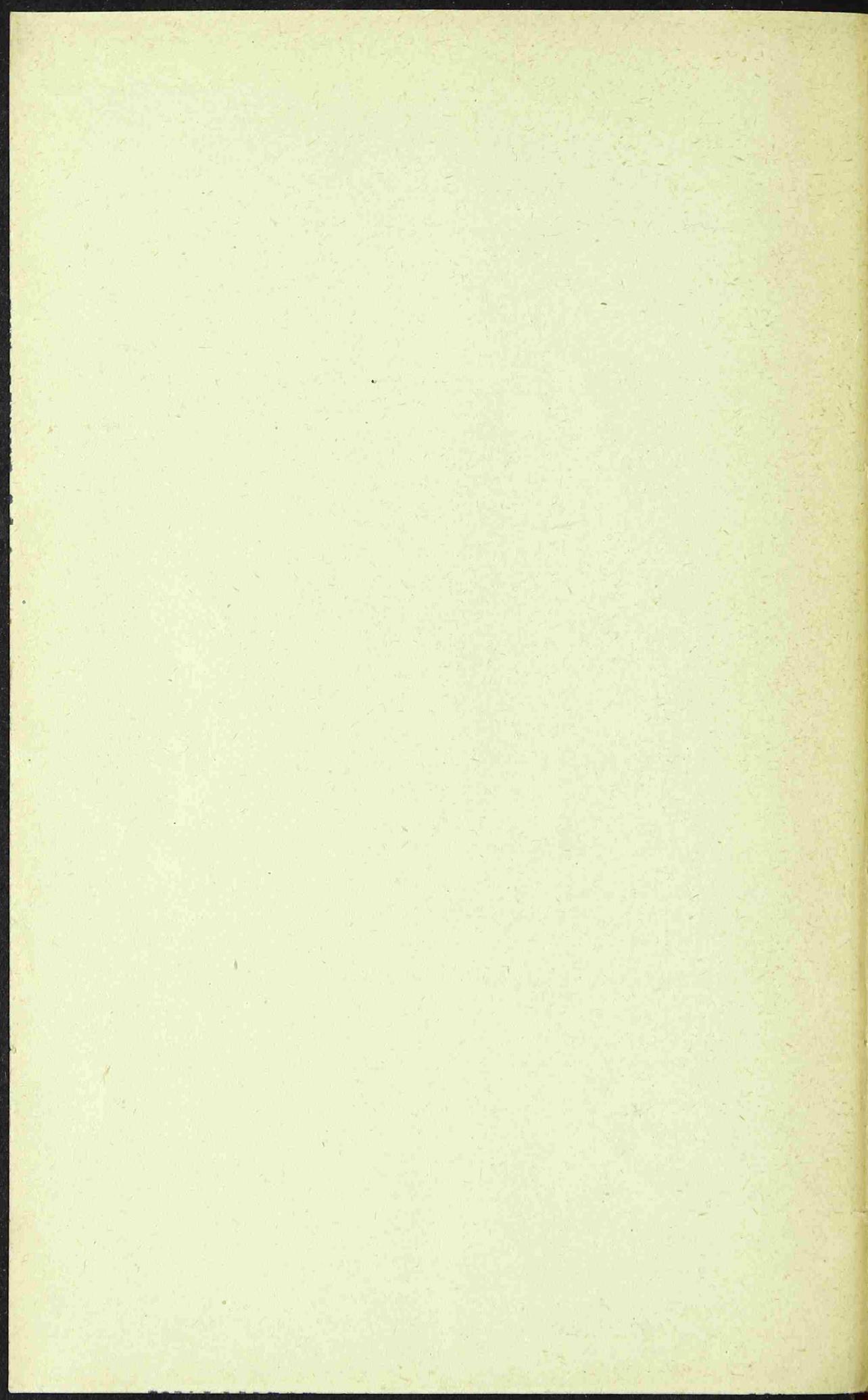
Las lecciones de cosas constituyen actualmente una enseñanza de grandísimo interés, y los asuntos son tan variados que sin dificultad alguna se consigue que la clase tenga atractivo para los niños. Pero una clase de lecciones de cosas hay que darla con *cosas*, y no limitándose á exponer teorías, á desarrollar temas y á pintar figuras en el pizarrón. Ya dije en mi obrita de Segundo año que realmente no se necesitan grandes elementos como gabinetes y laboratorios; basta con profesores empeñosos y de alguna ilustración.

Al principio de cada capítulo indico los útiles y aparatos necesarios para el desarrollo de la lección. Si es imposible proveerse de algunos de ellos, el profesor verá la manera de substituirlos.

Las figuras que van en el texto con simples líneas deberán ser copiadas por los alumnos tanto en el pizarrón como en un cuaderno.

No deberá pasarse á otra lección sin que se haya insistido bastante en la anterior.

Es preferible caminar despacio pero con paso firme.



# TERCER AÑO

---

## CAPÍTULO I.

**Fuerzas instantáneas y constantes. — La gravedad. — Centro de gravedad. — Los tres estados de la materia. — Las propiedades de los cuerpos.**

---

*Aparatos y útiles sencillos para la parte experimental de este capítulo.*

Un hilo á plomo. Una cristalizadora con mercurio. Un conc de madera. Una botella, un centavo, un fistol y dos tenedores. Un frasco de dos bocas, dos tubitos de cristal y una vela. Dos vasos y un pedacito de carmín ó azul de prusia. Sal marina y nitrato de plata. Una pelota, un resorte y una varilla de acero. Un prisma de cristal.

---

1. Se da el nombre de fuerza á toda causa capaz de producir el movimiento ó de modificarlo. Las fuerzas pueden ser instantáneas ó constantes. Son instantáneas cuando no obran sobre los cuerpos más que durante un tiempo muy corto, como en la explosión de la pólvora; son constantes cuando obran en toda la duración del movimiento, como en el caso de un caballo que hace mover un coche, del resorte que pone en movimiento á un reloj.

Muy fácil será que los niños pongan ejem-

plos de fuerzas. El vapor de agua debido á su *fuerza* elástica empuja el émbolo en el cuerpo de bomba de las máquinas y las hace ponerse en movimiento; el aire en movimiento, ó sea el *viento*, ejerce una fuerza sobre las velas de las embarcaciones, que pueden así moverse sobre las aguas; la abeja mueve sus alas y consigue trasladarse por los aires, y para esto ha tenido que emplear una fuerza; el niño que emprende una carrera tiene que producir una fuerza.

Cuando hemos caminado mucho, cuando hemos hecho mucho ejercicio, experimentamos cansancio, y decimos que se nos han acabado *las fuerzas*. Para recuperar las fuerzas perdidas nos alimentamos y nos entregamos al sueño. Para conservar las fuerzas por el mayor tiempo posible, hay que llevar una vida arreglada é higiénica; debe huirse con horror del alcohol y del tabaco, y de este modo conseguiremos llegar á la mayor edad sanos de espíritu y de cuerpo.

2. La fuerza de gravedad, de que voy á ocuparme, es una fuerza constante.

Se llama *gravedad* á la fuerza que obliga á caer á los cuerpos que no están sostenidos. Cuando tenemos un cuerpo cualquiera en la mano, un lápiz, por ejemplo, y lo soltamos,

el lápiz se cae. La causa que lo hace caer es la fuerza de gravedad ó sea la atracción de la Tierra.

Antiguamente se creía que era propiedad inherente de todo cuerpo abandonado á sí mismo caer en dirección del centro de la tierra. Es al célebre filósofo Newton <sup>1</sup> á quien se debe el descubrimiento de las leyes de la gravedad.

Cuentan sus biógrafos que cierto día del año de 1686, hallándose Newton sentado á la sombra de un árbol en su jardín de Woolstrop, vió caer una manzana que fué á dar á sus pies, y circunstancia tan vulgar le sugirió sus profundas investigaciones sobre la naturaleza de la fuerza que había obligado á la manzana á caer.

Si desde un balcón ó desde una torre dejamos caer cuerpos de distintas materias, vemos que los más pesados caen primero. Si tomamos, por ejemplo, una moneda de cobre, un pezado de papel, vemos que la moneda llega primero al

---

1. Isaac Newton, célebre sabio inglés, vivió de 1642 á 1727. Nació en Woolstrop, condado de Lincoln. Ocupa un lugar distinguido entre los matemáticos, los físicos y los astrónomos. Descubrió las principales leyes de la óptica y la ley de la gravitación universal que explica el movimiento de los planetas al rededor del sol. Descubrió la composición de la luz del sol é hizo el cálculo de las mareas.

suelo, después la madera y al último el papel. Á primera vista parece que la gravedad ha

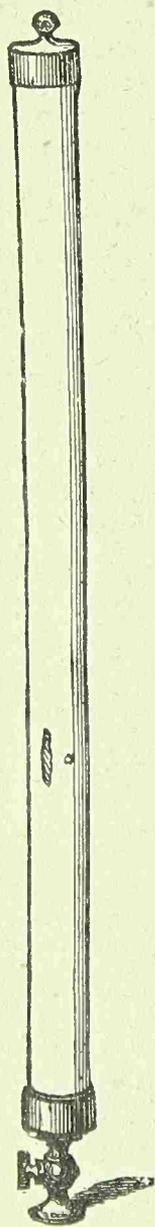


FIG. 1.  
El tubo de  
Newton.

obrado de distinta manera sobre los cuerpos mencionados; pero en los gabinetes de física se demuestra que el aire es el cuerpo que modifica la velocidad de caída de los cuerpos y que en el vacío *todos los cuerpos caen con igual velocidad*. En Física la palabra *vacío* implica la ausencia de toda materia sólida, líquida ó gaseosa. La ley antes enunciada : *todos los cuerpos caen en el vacío con igual velocidad* se demuestra fácilmente por medio de un aparato que se llama *el tubo de Newton* (fig. 1).

Consiste en un tubo de cristal de dos metros de longitud provisto en sus extremos de dos monturas de metal, una de las cuales lo cierra herméticamente, y la otra tiene una llave que puede atornillarse en el platillo de la máquina neumática

El tubo tiene en su parte interior cuerpos de distintas densidades : pedacitos de metal, astillas de madera, plumitas de pájaro, recortes de papel, etc. Cuando el tubo con-

tiene aire, se observa, al invertirlo, que los cuerpos más pesados caen primero. Pero si atornillamos el tubo en la máquina neumática y hacemos el vacío, observamos al invertir rápidamente el tubo, que todos los cuerpos, el papel, la madera, los metales, caen al mismo tiempo.

La máquina neumática es un aparato de física que sirve para hacer el vacío, ó más bien dicho para enrarecer el aire, pues no es posible hacer el vacío abso-

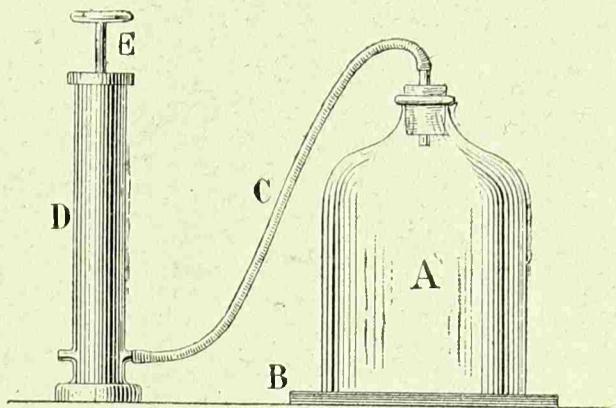
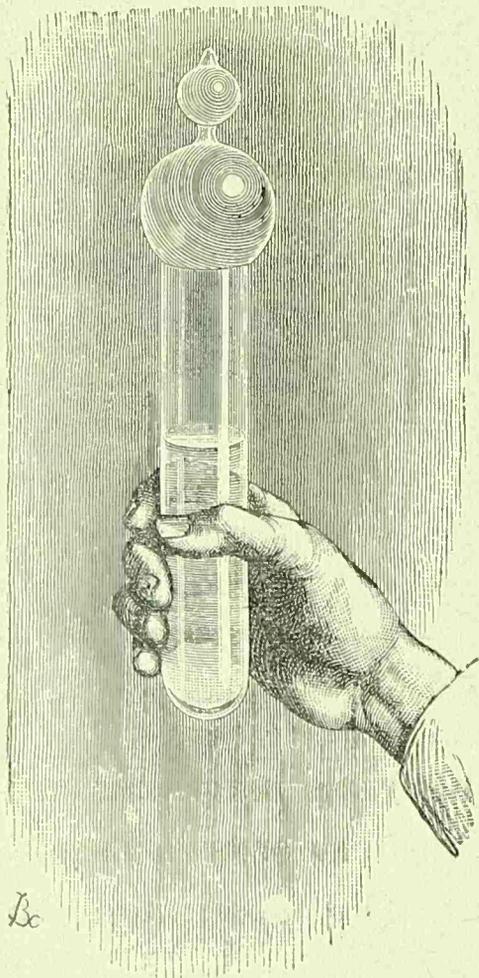


FIG. 2. — Sencilla máquina neumática.

luto. Existen actualmente unas máquinas neumáticas muy sencillas, propias para la Escuela Primaria, y que consisten (fig. 2) en una campana de cristal A que se apoya íntimamente sobre una plancha de goma elástica B. La campana lleva en su parte superior un tapón atravesado por un tubo de cristal que comunica por medio de un tubo de goma C con un cuerpo de bomba D, en el interior del cual se mueve un émbolo. Bombeando con ayuda de la varilla E se consigue al cabo de algún tiempo

sacar bastante aire de la campana, es decir *enrarecer* el aire en el recipiente A. Poniendo el tubo C en el tornillo del tubo de Newton,



Bc

FIG. 3. — El Martillo de agua.

se conseguiría enrarecer el aire para el experimento relativo á la primera ley de la caída de los cuerpos.

Demuéstrase también la acción resistente del aire por medio de un aparato que se llama el *martillo de agua* (fig. 3), y que consiste en un tubo de cristal terminado en uno de sus extremos por una bola de la misma materia.

Lleno de agua hasta la mitad se ve al invertirlo que el líquido se divide en gotitas al caer, como pasa con los chorros de las fuentes y las caídas de las cascadas; pero si se hace hervir el agua y se cierra después el tubo, resulta que al enfriarse queda hecho el vacío arriba de la superficie del líquido.

Si entonces se voltea bruscamente el tubo, la masa de agua cae sin dividirse y produce contra el fondo un golpe seco.

La atracción de la Tierra no es más que una forma de la atracción universal. La Tierra atrae á la Luna y la obliga á dar una vuelta á nuestro derredor en veintisiete días y medio próximamente; el Sol atrae á la Tierra y la obliga á dar una vuelta alrededor de aquel astro en 365 días, y el mismo Sol no está fijo en el espacio sino que se dirige constantemente hacia la constelación de Hércules. Vemos, pues, que todos los cuerpos del Universo están en constante movimiento.

3. La fuerza de atracción de la Tierra obra en el sentido de la vertical. Puede demostrarse esto por medio del hilo á plomo.

*Experimento núm. 1.* — Se coloca en el suelo un recipiente de cristal lleno de mercurio y se suspende encima de éste un hilo del que pende un peso cónico (plomada de albañil) (fig. 4). Observando la imagen producida en el mercurio se ve que es prolongación, exactamente, del hilo á plomo, lo que no sucedería si el hilo no estuviera vertical.

El plano horizontal lo determina la super-

ficie de un líquido en equilibrio, y la vertical es la perpendicular á dicha superficie.

Hay que advertir, sin embargo, que una gran masa de materia, como una montaña, separa al hilo á plomo de la dirección vertical.

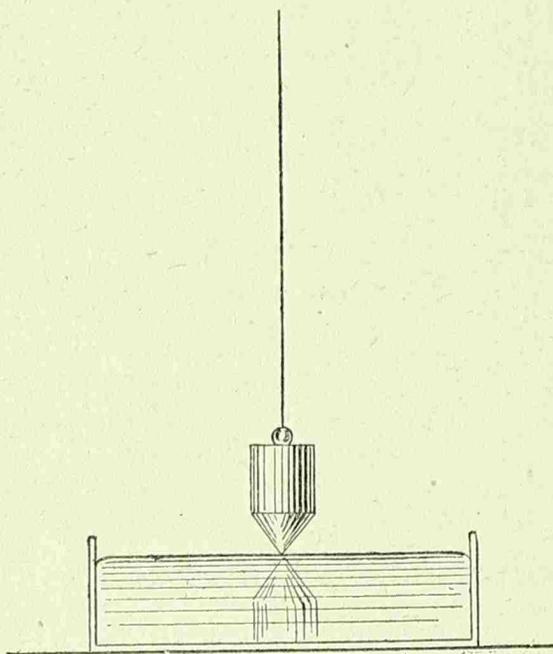


FIG. 4. — Experimento de la plomada.

La Condamine y Bouguer observaron que la montaña del Chimborazo causa en el hilo á plomo una desviación de 7",5.

*Experimento núm. 2.* — Se cuelga un hilo del techo y se le humedece lo bastante

para que gotee. En el lugar en que caen las gotas se coloca horizontalmente un cuchillo bien afilado. En seguida se ata en la extremidad libre del hilo una fruta bien madura, y sin hueso, una pera por ejemplo. Una vez que el hilo queda en equilibrio se quema con un cerillo. La fruta, al caer, queda dividida por el cuchillo.

Con esto se demuestra también que la atrac-

ción de la Tierra obra en el sentido de la vertical.

Son tres las leyes de la caída de los cuerpos.

1<sup>a</sup>. *Todos los cuerpos caen en el vacío con la misma velocidad.*

2<sup>a</sup>. *Los espacios recorridos por un cuerpo que cae libremente en el vacío son proporcionales á los cuadrados de los tiempos empleados en recorrerlos.*

3<sup>a</sup>. *Las velocidades adquiridas por un cuerpo que cae libremente en el vacío, crecen proporcionalmente á los tiempos transcurridos desde el principio de la caída.*

4. La gravedad es una fuerza. En toda fuerza hay que distinguir el punto de aplicación, la dirección y la intensidad.

En un cuerpo el punto de aplicación de la gravedad se llama centro de gravedad.

Aun cuando un cuerpo esté sostenido de manera que no pueda caer, la gravedad obra sobre él originando, ó una *tensión* como en el caso de una bala de plomo suspendida de un hilo, ó una *flexión* como en el caso de una fruta que cuelga de la extremidad de una rama, ó una *presión*, en el caso de un cuerpo apoyado sobre una mesa.

Un cuerpo está en reposo ó en *equilibrio*

cuando se opone á la gravedad otra fuerza igual y contraria. El equilibrio puede ser *estable*, *inestable* é *indiferente*.

Un cono, por ejemplo (fig. 5), apoyado por su base, está en equilibrio estable A, apoyado sobre una de las generatrices se halla en equilibrio indiferente C, y apoyado sobre su punta está en equilibrio inestable B.

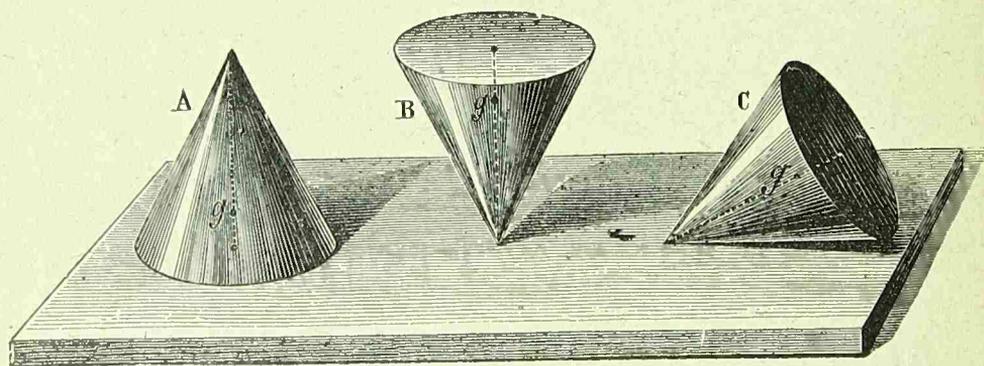


FIG. 5. — Los tres casos de equilibrio.

Cuando un cuerpo apoya varios de sus puntos sobre un plano estará en equilibrio cuando la vertical bajada de su centro de gravedad caiga dentro de la base de sustentación.

En la ciudad de Pisa, Italia, existe una torre inclinada que parece que va á caerse, y sin embargo, conserva su equilibrio porque llena la condición antedicha.

La ascensión de un globo y del humo en el aire parece oponerse á la acción de la pesan-

tez; pero no es más que una consecuencia de la misma fuerza.

*Experimento núm. 3.* — Colóquese un centavo en la boca de una botella. Atraviésese un tapón de corcho por medio de un fistol y clávense lateralmente en el corcho dos tenedores. Apóyese ligeramente la punta del fistol en el centavo y se verá que el sistema queda equilibrado (fig. 6).

Cuando esto suceda es porque el punto de apoyo y el centro de gravedad están en una misma vertical.

Si un niño se para en un pie, le costará trabajo conservar el equilibrio porque entonces la base de sustentación se reduce á la superficie de la planta del pie. Cuando una persona lleva un objeto pesado en una mano, por ejemplo una cubeta con agua, vemos que alza el otro brazo, con objeto de conservar el equilibrio. Si subimos una escalera, inclinamos un poco el cuerpo hacia adelante, y si bajamos inclinamos el cuerpo hacia atrás; un nevero ó un frutero que lleva un

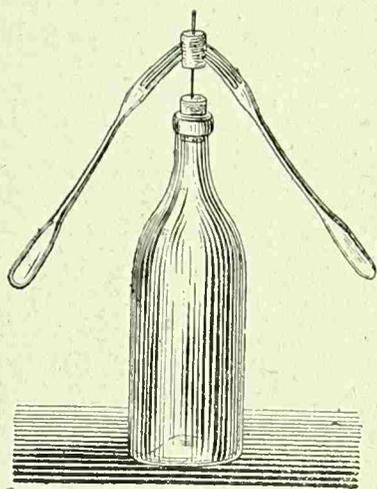


FIG. 6. — Equilibrio de un cuerpo apoyado en un punto.

cuerpo pesado en la cabeza camina muy derecho y una lavandera que lleva en el brazo una canasta pesada inclina el cuerpo hacia el otro lado; posturas son todas estas que sirven para el mantenimiento del equilibrio.

Se llama *centro de gravedad* el punto por donde pasa la resultante de todas las acciones de la gravedad.

5. Se da el nombre de *cuerpo* á toda cantidad limitada de materia, á todo objeto que ocupa un lugar en el espacio.

Una piedra, un pedazo de fierro, un trozo de madera, son cuerpos; el aire es también un cuerpo, y si no lo vemos, nos convencemos, en cambio, de su existencia, por los movimientos que imprime á los árboles, á las columnas de humo, á las banderas, y por la dificultad que presenta el caminar en contra del viento fuerte.

Los cuerpos pueden presentarse bajo tres estados: sólido, líquido y gaseoso (fig. 7).

Los sólidos, como las piedras, los metales, las maderas, son aquellos cuerpos que tienen forma propia, que presentan resistencia para ser divididos y cuyas partículas se hallan íntimamente unidas por una fuerza llamada cohesión.

Los líquidos, como el agua, el vino, el aceite,

el azogue ó mercurio, el petróleo, etc., son cuerpos cuyas partículas presentan gran movilidad; no tienen forma propia sino que afectan siempre la del vaso que los contiene y pueden ser divididos con suma facilidad. Ningún tra-

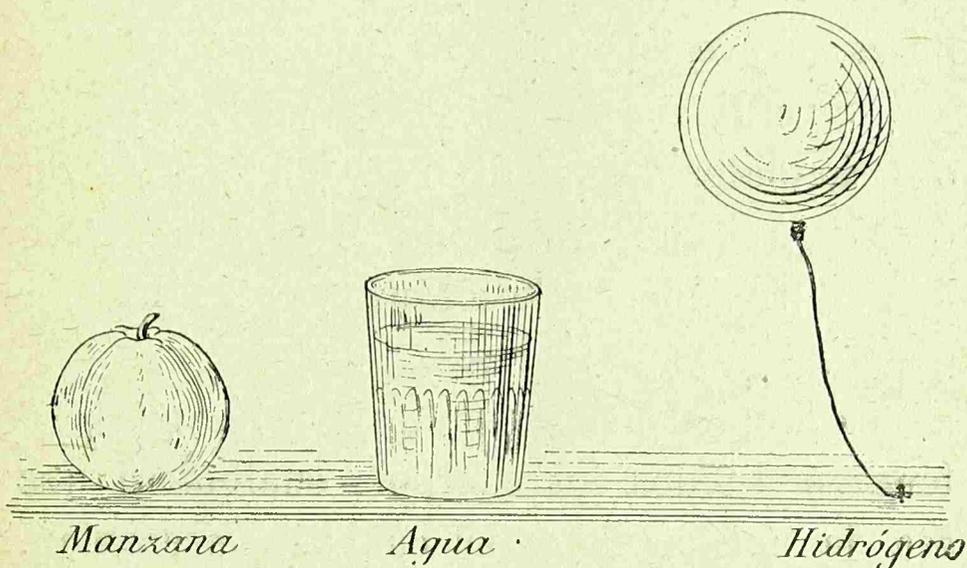


FIG. 7. — Los tres estados de los cuerpos.

bajo nos cuesta meter la mano dentro de una palangana llena de agua, y con la mayor facilidad pasamos vino ó alcohol de un vaso á otro.

Los gases, como el aire, el hidrógeno, el cloro, son cuerpos que no tienen forma determinada, y su carácter esencial consiste en la tendencia que tienen á ocupar siempre un volumen mayor del que ocupan. Á esta propiedad se le llama *fuera expansiva* de los gases. Cuando se suelta un globito lleno de hidró-

geno sube á causa de que este gas es menos pesado que el aire; conforme va subiendo, la presión del aire se va haciendo menor y la fuerza elástica del gas se va haciendo mayor, y puede llegar el momento en que el globo revienta, si la membrana que sirve de cubierta no es muy resistente.

6. Se entiende por *propiedades* de los cuerpos ó de la materia á sus diversas maneras de ser ó de impresionar nuestros sentidos.

Las propiedades de los cuerpos pueden ser generales ó particulares.

Las propiedades generales son las que pertenecen á todos los cuerpos, cualquiera que sea la forma bajo la cual se presenten. Estas propiedades pueden reducirse á las ocho siguientes.

*Extensión, impenetrabilidad, divisibilidad, porosidad, compresibilidad, elasticidad, movilidad é inercia.*

Las propiedades particulares son aquellas que no se observan más que en ciertos cuerpos, y que varían de un cuerpo á otro ó con sus diversos estados como la *fluidez*, la *tenacidad*, la *ductilidad*, la *dureza*, la *coloración*, la *transparencia*, el *olor*, la *solubilidad*, etc.

La *extensión* es la propiedad que tienen

todos los cuerpos de ocupar una parte limitada del espacio.

Muchos instrumentos han sido inventados para medir la extensión de los cuerpos, y entre ellos citaré el *vernier*, el tornillo micrométrico y el catetómetro. En el dibujo se emplea el *doble decímetro* que consiste en una regla graduada en centímetros y milímetros, y el compás.

La *impenetrabilidad* es la propiedad que poseen los cuerpos de no permitir que otros cuerpos ocupen al mismo tiempo el lugar que ellos están ocupando. Una persona al andar va desalojando el aire, por eso cuando en la noche alguien pasa cerca de una vela encendida la flama oscila debido al viento que se produce. Cuando se introduce un clavo en una tabla, la materia del clavo no *penetra*, sino que únicamente separa las fibras leñosas de la madera, y cuando se introduce la mano en el agua de una vasija el líquido desalojado hace subir el nivel del líquido.

*Experimento núm. 4.* — Se tapa un frasco de cristal con un tapón que tenga dos taladros; por uno pasa un tubo que va á dar cerca del fondo del frasco y que termina exteriormente en un embudo; por el otro taladro pasa un pequeño tubo encorvado en ángulo recto y

terminado en punta. Frente á esta punta se coloca una vela encendida. Si, en seguida, se vierte agua por el embudo, se ve que la flama oscila, debido á que el líquido va desalojando al aire y lo obliga á salir por la punta.

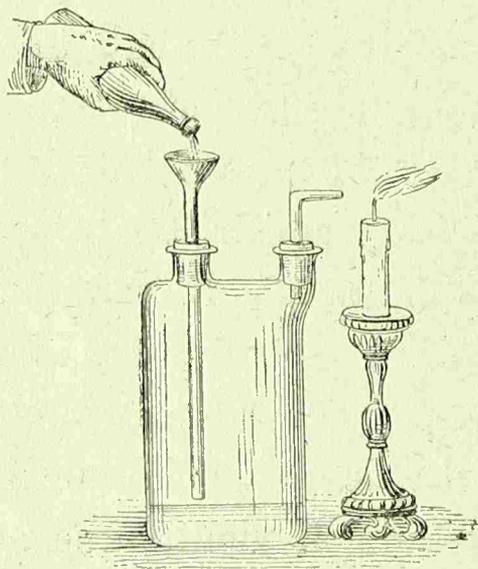


FIG. 8. — Experimento de impenetrabilidad.

La *divisibilidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de poder ser separados en partes distintas. La sangre, por ejemplo, está formada por glóbulos rojos que flotan en un líquido llamado *serum*. Esos glóbulos visibles con el microscopio son de

extrema pequeñez. La gota de sangre que puede estar suspendida en la punta de una aguja contiene cerca de un millón. El célebre Doctor Wollaston logró hacer hilos de platino cuyo grueso era igual á la mil doscentava parte de un milímetro. Un pedacito de almizcle basta para perfumar por mucho tiempo una gran sala constantemente ventilada. Una pequeña partícula de carmín puede teñir un volumen considerable de agua.

La divisibilidad tiene su límite, que es el átomo.

*Experimento núm. 5.* — Se toma un pedacito de azul de Prusia y se coloca en un vaso con agua, la cual queda completamente teñida. En seguida se vierte una pequeña cantidad de este líquido en otro vaso más grande lleno de agua limpia y se ve que toda adquiere un hermoso color azul.

*Experimento núm. 6.* — Se disuelve en un vaso de agua una corta cantidad de sal marina, y después se pone una cucharadita de este líquido en un vaso de agua pura. Se disuelve en una probeta de ensaye una pequeña cantidad de nitrato de plata y basta poner aquí una gota del agua del segundo vaso para que aparezca inmediatamente el precipitado blanco de cloruro de plata, lo que demuestra la divisibilidad del cloruro de sodio ó sal marina.

La *porosidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de presentar entre sus partículas espacios vacíos ó intersticios llamados *poros*.

Hay dos clases de poros : los *físicos* ó *intermoleculares* y los *sensibles*. Los primeros no son visibles, y son á través de los cuales se ejercen las fuerzas de atracción y de repulsión. Cuando se calienta una barra de fierro, se *dilata*, es

decir, aumenta de longitud, como resultado de que el poro se hace más grande; cuando por el contrario la barra de fierro se enfría sumer-

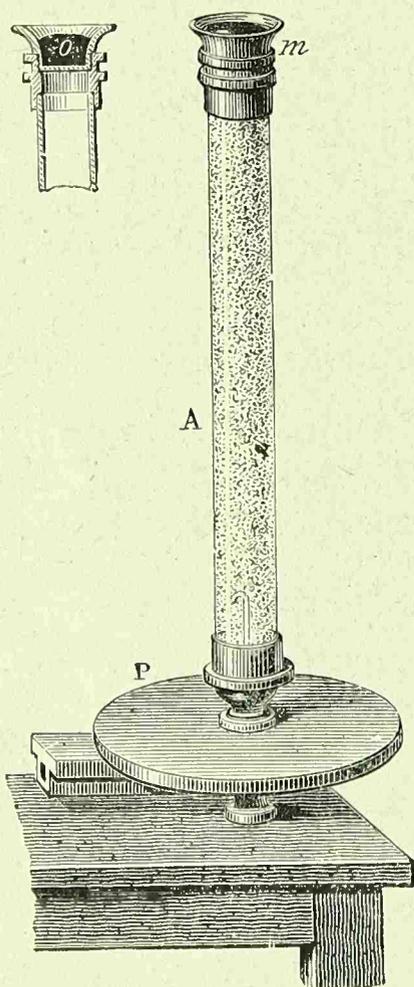


FIG. 9. — Experimento de la lluvia de mercurio.

giéndola en hielo, se contrae, es decir, disminuye de longitud á causa de que el poro se hace más pequeño.

Los poros sensibles se observan muy bien en la esponja, en el azúcar, en la madera, en la piedra pómez.

Para demostrar la porosidad se hace uso (fig. 9) de un tubo de vidrio que tiene en la parte superior un casquillo de metal cerrado con un disco de gamuza.

La parte inferior del tubo se atornilla en la máquina neumática, que es, como ya dijimos, un aparato que sirve para enrarecer el aire. Se llena de azogue el casquillo del tubo, y cuando la máquina comienza á funcionar, el peso del aire atmosférico obliga al azogue á pasar por

los poros de la gamuza, y se ve caer una lluvia muy fina por dentro del tubo.

Los académicos de Florencia tratando de ver si el agua se dejaba comprimir, llenaron con ese líquido una esfera de plata, la cual cerraron después herméticamente. En seguida comenzaron á dar de martillazos á la esfera, observando que su superficie se cubría de un rocío muy fino, debido á que el agua salía por los poros del metal.

La porosidad se utiliza para filtrar el agua en las piedras impropiedades llamadas *destiladeras*.

La *compresibilidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de poder reducirse de volumen por efecto de la presión. Esta propiedad es una consecuencia de la porosidad. Los cuerpos más compresibles son los gases; sin embargo, cuando la presión es extremadamente considerable, el gas puede pasar al estado líquido; y aun al sólido. Antiguamente se admitía la existencia de *gases permanentes*, es decir, gases que no podían pasar al estado líquido; ahora ya no se admite esto, pues con aparatos especiales, el oxígeno, el hidrógeno, el nitrógeno, etc., pueden reducirse á líquidos.

Los líquidos también son compresibles,

pero su grado de compresibilidad es sumamente corto. El agua, por ejemplo, con una presión igual á la del aire, sólo se deja comprimir la 49 millonésima parte de su volumen.

Los sólidos son menos compresibles que los gases, pero mucho más que los líquidos. El papel, el corcho, la madera, los géneros, las esponjas, son muy compresibles. Los metales también lo son, como lo indican las medallas y las monedas que quedan grabadas por el choque del balancín.

La *elasticidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de recobrar su forma primitiva tan pronto como deja de obrar la fuerza que alteraba dicha forma. La elasticidad puede manifestarse en los cuerpos por presión, por tracción, por flexión ó por torsión. La elasticidad que más nos importa conocer es la desarrollada por presión, pues las demás sólo pueden producirse en los cuerpos sólidos.

Los gases son eminentemente elásticos, es decir, que recobran su volumen primitivo tan pronto como la presión deja de obrar. Los sólidos no son tan elásticos como los líquidos y los gases, principalmente cuando la presión ha durado mucho tiempo. Sin embargo, hay

sólidos muy elásticos, como el caucho, el acero, el marfil. Si arrojamos una pelota contra el suelo, ¿por qué bota? Porque al chocar se deprime, y al tratar de recobrar su volumen primitivo, se produce una reacción que la obliga á elevarse en el aire. Cuando comprimimos contra una mesa un pedazo de goma de borrar, entonces se desarrolla elasticidad por presión. Si con una mano empuñamos una espada y con la otra tomamos la punta y doblamos la hoja de acero, se desarrolla por flexión. Si estiramos un resorte fijo en un punto, hay desarrollo de elasticidad por tracción, y si torcemos un alambre de acero obligándolo á afectar la forma de una hélice, se desarrolla elasticidad por torsión. En todos estos casos, los distintos cuerpos mencionados, tienden á recobrar su forma y volumen primitivos.

La movilidad es la propiedad que tienen los cuerpos de poder pasar de un lugar á otro, es decir, de ocupar sucesivamente distintas porciones del espacio.

Se llama *movimiento* el estado de un cuerpo que cambia de lugar, y *reposo* el estado de un cuerpo que permanece en el mismo lugar.

Tanto el movimiento como el reposo, pueden ser *absolutos* ó *relativos*.

El reposo absoluto sería la privación completa de la movilidad, lo cual no existe en el universo.

El movimiento absoluto de un cuerpo sería su desalojamiento con respecto á un cuerpo en reposo absoluto.

El reposo relativo es el estado de un cuerpo que parece fijo con relación á los cuerpos que lo rodean, pero que en realidad participa del movimiento de ellos; por ejemplo, un hombre parado sobre un buque que se mueve.

El movimiento relativo es el estado de un cuerpo que se desaloja con respecto á otro que se mueve también, como un barco en movimiento en relación con las riberas de un río que parecen fijas, pero que están participando del movimiento de la tierra.

La *inercia* es la imposibilidad en que está un cuerpo para pasar por sí solo del estado de reposo al de movimiento, ó del de movimiento al de reposo. Si dejamos un libro sobre una mesa, permanecerá allí indefinidamente si no hay causa que obligue á moverlo, y si rodamos una bola sobre el suelo, debía rodar indefinidamente á no encontrarse con fuerzas que se

oponen á su movimiento y que son la resistencia del aire y el frotamiento. Siempre que no hay resistencia, el movimiento prosigue sin interrupción, y los planetas nos dan un buen ejemplo de ello, girando constantemente al rededor del sol.

Cuando queremos, por ejemplo, brincar una zanja, tomamos vuelo, es decir, venimos corriendo desde lejos, para que al dar el brinco, la *inercia* nos impulse por el aire y nos permita ir á caer al otro lado. Una persona que se baja de un tranvía en movimiento, debe echar el cuerpo hacia atrás para que al poner los pies en el suelo no caiga hacia adelante siguiendo la dirección del vehículo.

La *tenacidad* — que no hay que confundir con la dureza — es la propiedad que tienen los sólidos de oponer resistencia á los esfuerzos que tienden á romperlos. Para medir esa resistencia se da al cuerpo la forma de una barra cilíndrica ó prismática, y se le somete, en el sentido de la longitud, á una tracción con pesos conocidos. En el gabinete de Física de nuestra Escuela Normal hemos hecho experimentos con cabellos, los cuales sostienen un número relativamente considerable de gramos.

antes de romperse. Uno de los metales más tenaces es el hierro.

Se dice que un cuerpo es *frágil* cuando es quebradizo, cuando con facilidad se hace pedazos, como el vidrio, el barro.

La *ductilidad* es la propiedad que presentan algunos sólidos de poder reducirse á hilos ó de cambiar de forma, por efecto de alguna presión ó de una tracción más ó menos considerable. El oro, la plata, el platino, el aluminio, el hierro, el cobre, etc., son muy dúctiles.

La *maleabilidad* es la propiedad que tienen algunos cuerpos de poder reducirse á hojas muy delgadas bajo la acción del martillo ó del laminador. El oro, la plata, el plomo, el zinc, el hierro, son muy maleables.

La *dureza*, — generalmente confundida con la tenacidad — es la propiedad que tienen los cuerpos de no dejarse rayar por otros. El más duro de todos los cuerpos es el diamante, que raya á todos pero que no se deja rayar por ninguno. Después siguen el zafiro, el rubí, el cristal de roca, etc.

La dureza del diamante hace que se tenga necesidad de utilizar su propio polvo para pulimentarlo.

Se dice que un cuerpo es *blando* cuando es suave al tacto y puede ser fácilmente rayado, como el plomo, la madera, la cera, y el jabón.

Cuerpos *flexibles* son aquellos que pueden doblarse fácilmente sin romperse, como una hoja de lata, una hoja de papel, una fibra de bambú; é *inflexibles* aquellos incapaces de torcerse ó doblarse, como una barra de hierro, una asta de madera seca.

Los cuerpos *luminosos* son aquellos que emiten luz, como el sol, las estrellas, una lámpara, una vela, un cerillo.

Cuerpos *diáfanos* ó *transparentes* son los que dejan pasar fácilmente la luz, y á través de los cuales se distinguen los objetos, como el aire, el agua, el vidrio.

Los cuerpos *translúcidos* permiten pasar la luz, pero no dejan ver los objetos colocados del otro lado del observador, como una hoja de papel de china, un vidrio apagado, una tela delgada.

Cuerpos *opacos* son los que no permiten el paso de la luz, como la madera, las piedras, los metales.

Los cuerpos opacos pueden convertirse en translúcidos cuando se les reduce á hojas muy delgadas.

Una hoja de oro de pequeñísimo espesor produce el efecto de un vidrio verde. El Sr. Foucault poniendo una capa muy delgada de plata en la superficie exterior del objetivo de un telescopio podía observar muy bien el sol sin lastimarse la vista.

Newton fué el primero que descompuso la luz blanca por medio del prisma, y dedujo que la luz blanca no es homogénea, sino que está formada de siete colores *simples* ó *primitivos*, que son *rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta*.

*Experimento núm. 7.* — Hágase pasar un haz de luz solar á través de un prisma de cristal y obsérvese la faja de colores que se produce.

Según esta teoría los cuerpos descomponen también la luz por reflexión y su color no depende más que de aquel que reflejan. Aquellos cuerpos que reflejan todos los colores son blancos, y aquellos que no reflejan ninguno son negros. De suerte que los cuerpos no tienen color propio, sino que depende de la luz que reflejan.

En efecto, si en una cámara oscura se ilumina sucesivamente un mismo cuerpo con cada uno de los colores del espectro, el cuerpo

aparecerá rojo, amarillo, anaranjado, azul, etc., según la luz que recibe.

El color de los cuerpos varía también con la naturaleza de la luz.

En la luz de gas y en la de las velas, por ejemplo, el color amarillo es el que domina, comunicando este tinte á los cuerpos que iluminan.

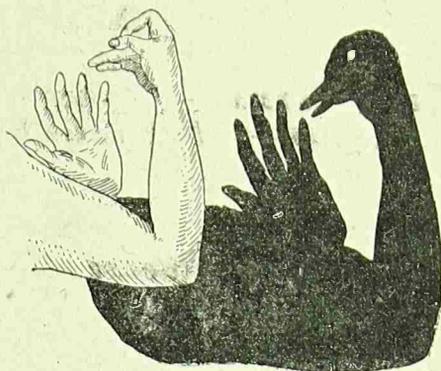


FIG. 10. — Una sombra curiosa.

La sombra de un cuerpo es el lugar del espacio en que ese cuerpo impide la llegada de la luz.

Con las manos pueden producirse efectos muy curiosos de sombra, como lo indica la figura 10.

#### CUESTIONARIO.

¿Qué se entiende por fuerza? ¿Á qué se da el nombre de gravedad? ¿Cuáles son las leyes de la caída de los cuerpos? ¿Qué es la máquina neumática? ¿De cuántas maneras puede ser el equilibrio? ¿A qué se llama centro de gravedad? ¿Cuáles son las propiedades generales de los cuerpos? ¿Y las particulares? ¿Qué colores forman la luz blanca del sol? ¿Qué se entiende por sombra?

## CAPÍTULO II.

Las palancas. — Ejemplos diversos. — La balanza, su empleo. — Método de la doble pesada.

---

*Aparatos y útiles sencillos para la parte experimental de este capítulo.*

Una regla de madera. Unas tijeras. Un rompenueces. Una balanza con sus pesas.

---

7. Se da el nombre de *palanca* á toda barra inflexible recta ó curva que se apoya en un punto fijo, al rededor del cual es solicitada á girar por dos fuerzas paralelas ó concurrentes.

La fuerza que obra como motor, la que tiende á producir el movimiento se llama *potencia*; la que se opone más ó menos á que el movimiento se verifique se llama *resistencia*, y el punto fijo al rededor del cual se mueve la palanca tiene el nombre de *punto de apoyo*.

Se distinguen en Mecánica tres géneros de palancas según la colocación del punto de apoyo.

Una palanca es de primer género cuando el

punto de apoyo está colocado entre la potencia y la resistencia; es de segundo género cuando la resistencia está colocada entre la potencia y el punto de apoyo, y es de tercer género cuando la potencia queda colocada entre la resistencia y el punto de apoyo.

En los tres distintos géneros se da el nombre

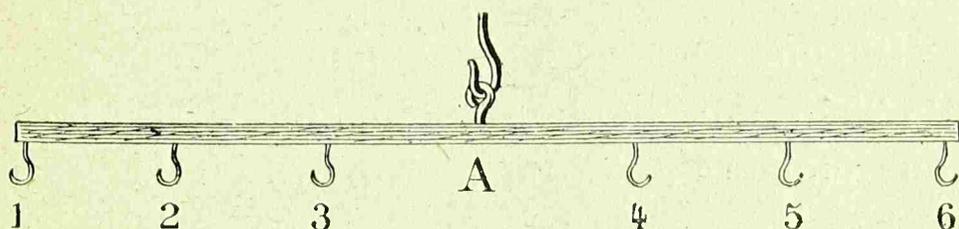


FIG. 11. — La regla de las palancas.

de brazo de palanca á la distancia que hay del punto de aplicación de la potencia ó la resistencia al punto de apoyo, supuesta la palanca horizontal. Se demuestra en Mecánica que una misma fuerza produce mayor efecto mientras más grande es el brazo de palanca, y que las fuerzas están en razón inversa de los brazos de palanca. Para la demostración de este principio vamos á hacer uso de un aparato muy sencillo que consiste en una regla de madera de 60 centímetros de longitud que tiene en su parte media una argolla para poderla suspender del techo. En la parte inferior lleva unos ganchos colocados de 10 en 10 centíme-

tros. Si colgamos en el gancho n° 6 un peso de 20 gramos, la regla se inclinará de este lado, y para restablecer el equilibrio habrá que colgar del gancho 1 un peso también de 20 gramos, puesto que el brazo de palanca A6 es igual al brazo de palanca A1. Si ponemos treinta gramos en el gancho 5, habrá que poner el mismo peso en el gancho 2, porque  $A5 = A2$ .

Supongamos ahora que ponemos un peso de 90 gramos en el gancho 6, ¿qué peso habrá que poner en el gancho 3 para que la regla quede horizontal? Como el brazo A3 es la tercera parte del brazo A6, tendremos que poner un peso *tres veces mayor*, puesto que las fuerzas están en razón inversa de los brazos de palanca; es decir tendremos que poner un peso de 270 gramos. Luego vemos que 90 gramos pueden equilibrar á 270, porque aquéllos cuentan con un brazo de palanca *tres veces mayor*.

El ejemplo más sencillo que se puede poner de palanca es la balanza ordinaria que se usa en las tiendas. Como se comprende fácilmente es palanca de primer género, porque el punto de apoyo está en medio, la potencia en un platillo y la resistencia en el otro.

Unas tijeras presentan otro ejemplo de

palanca de primer género. La potencia está en los dedos, el punto de apoyo en el lugar de articulación de las dos piernas de las tijeras, y la resistencia en el objeto que se trata de cortar.

Los remos de un barco, los fuelles, los rompenueces, son ejemplos de palanca de segundo

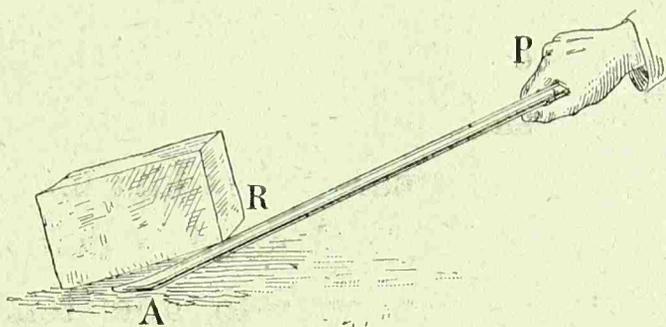


FIG. 12. — Palanca de segundo género.

género, pues tenemos á la resistencia colocada entre el punto de apoyo y la potencia.

*Experimento núm. 8.* — Colóquese en el suelo una losa ó algún otro objeto pesado que no se pueda levantar con las manos. Introdúzcase por un costado una barra de fierro ó un palo resistente y obsérvese que la losa puede levantarse con bastante facilidad.

Como ejemplo de palanca de tercer género citaré el antebrazo del hombre : el punto de apoyo está en la articulación del codo, la resistencia en la mano y la potencia en la inser-

ción del músculo biceps (vulgarmente llamado *conejo*) sobre el radio, ó sea el hueso exterior del antebrazo.

Otro ejemplo de palanca de tercer género son las tenazas de la cocina. El punto de apoyo está en una extremidad, la potencia en medio, donde se aprietan con los dedos, y la resistencia en la otra extremidad, resistencia causada por la elasticidad del metal.

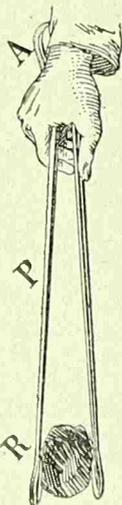


FIG. 13. — Palanca de tercer género.

La palanca es una máquina. Se da el nombre de máquina á todo aparato que tenga por objeto transmitir una fuerza, ya sea distribuyéndola ó aplicándola en un solo punto.

La palanca es la máquina más sencilla de cuantas pueden concebirse.

Cuando se colocan sucesivamente en la mano varios cuerpos diferentes, se nota desde luego que hay que hacer un esfuerzo más grande para sostener unos que otros, y se dice que unos son más pesados que otros.

8. Se adopta como unidad de peso el gramo. El gramo es el peso de un centímetro cúbico de agua destilada á 4° de temperatura arriba de cero.

La balanza es un instrumento destinado á comparar el peso de un cuerpo cualquiera con pesos graduados que produzcan el mismo efecto.

La balanza se compone de una barra rectilínea y rígida llamada *fiel*, que lleva en su parte media un prisma triangular que se apoya en un plano fijo. Las distancias que hay de la arista central del prisma á las extremidades del fiel

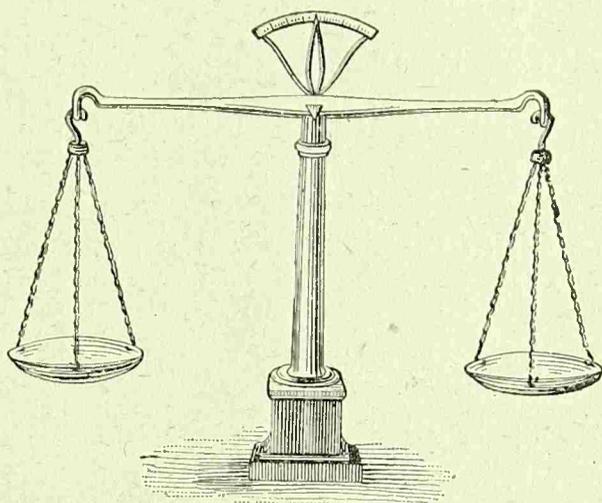


FIG. 14. — La balanza.

se llaman *brazos de palanca*. Estos brazos deben tener la misma longitud y pesar exactamente lo mismo.

De las extremidades del fiel cuelgan los platillos, los cuales deben también ser de igual peso.

Una balanza para ser buena tiene que ser *precisa* y *sensible*. Será precisa si cuando en ambos platillos se colocan pesos iguales el fiel permanece horizontal, y será sensible cuando una pequeñísima diferencia de peso

en uno de los platillos obliga al fiel á inclinarse.

Una balanza mal acondicionada puede servir para hacer pesadas exactas, valiéndose del método conocido con el nombre de *doble pesada*.

En uno de los platillos se coloca el cuerpo que se trata de pesar, y en el otro se le hace equilibrio por medio de una *tara*, es decir, municiones, pedazos de metal ú otros objetos adecuados. En seguida se quita el cuerpo y en su lugar se colocan pesos graduados, que representarán indudablemente el peso del cuerpo, por obrar sobre el mismo brazo de palanca.

#### CUESTIONARIO.

¿Á qué se da el nombre de palanca? ¿Cuántos géneros de palancas hay? ¿Qué se entiende por gramo? ¿Qué cosa es una balanza y qué condiciones requiere para ser buena? ¿En qué consiste el método de la doble pesada?

### CAPÍTULO III

**El calor. — La dilatación de los cuerpos. — El termómetro, su graduación. — Termómetros de máxima y mínima.**

---

*Aparatos y útiles sencillos para la parte experimental de este capítulo.*

Un pirómetro de cuadrante. Un anillo de Gravesend. Un frasco con hielo machacado. Un matraz con agua, un soporte y una lámpara de alcohol. Un globo con tubo capilar. Un termómetro ordinario, uno de máxima y otro de mínima.

---

9. El calor es la causa que, según su mayor ó menor energía, nos produce la sensación de una alta ó baja temperatura; el calor es la causa de que se funda el hielo, de que entre en ebullición el agua, de que se enrojezca el fierro.

Antiguamente se explicaban los fenómenos caloríficos, creyendo en la existencia de un fluido material, imponderable, intangible, llamado *calórico*. En esta hipótesis, los átomos del calórico, constantemente en estado de repulsión, eran proyectados en todas direc-

ciones y á las mayores distancias posibles, yendo á quedar almacenados en cantidad variable en los cuerpos, oponiéndose al contacto de las moléculas de éstos.

Esta opinión fué sostenida por sabios tan notables como Newton, Lavoisier, Laplace y Gay Lussac.

Actualmente esa teoría llamada de *la emisión* no se admite, adoptándose para el calor la misma teoría adoptada para la luz y el sonido. Esta teoría se llama de *las ondulaciones*. Se supone que las últimas moléculas de los cuerpos están animadas de un movimiento vibratorio, de pequeñísima amplitud, pero muy rápido, que es la causa del calor, y el cual movimiento es transmitido á distancia á través de un medio infinitamente elástico llamado *éter*.

El éter, extendido en todo el Universo, llena no solamente los espacios interplanetarios, sino también los intermoleculares; recibe el choque de las moléculas de los cuerpos, entra él mismo en vibración, y transmite el movimiento convertido en calor, de la misma manera que el aire propaga el sonido.

Esta teoría, aceptada por la ciencia moderna, se llama también *teoría termodinámica*.

El calor, al separar las moléculas puede producir dos efectos: dilatar los cuerpos y hacerlos cambiar de estado.

La dilatación puede ser *longitudinal* ó *cúbica*.

Longitudinal es cuando nada más consideramos el aumento de longitud que experimenta un cuerpo por la acción del calor, y cúbica cuando consideramos el aumento de volumen.

Al decir que un cuerpo se dilata, entendemos que aumenta de volumen.

Si calentamos una barra de fierro, se alarga; y si comunicamos calor al agua, pasa al estado de vapor.

Todos los cuerpos se dilatan por la acción del calor. Los más dilatables son los gases; después los líquidos y al último los sólidos. En estos últimos tenemos que considerar la dilatación lineal y la dilatación cúbica; es decir, la dilatación en longitud y la dilatación en volumen.

*Experimento núm. 9.* — Para demostrar la dilatación lineal de los sólidos se hace uso de un aparato llamado *pirómetro*, que consiste en una barra metálica horizontal, fija en una de sus extremidades por medio de un tornillo

de presión y libre en el otro extremo, el cual está en contacto con el pequeño brazo de una palanca que puede moverse sobre un cuadrante.

Abajo de la varilla hay un receptáculo con alcohol. Se inflama el alcohol, la varilla se calienta, y al dilatarse empuja al brazo de

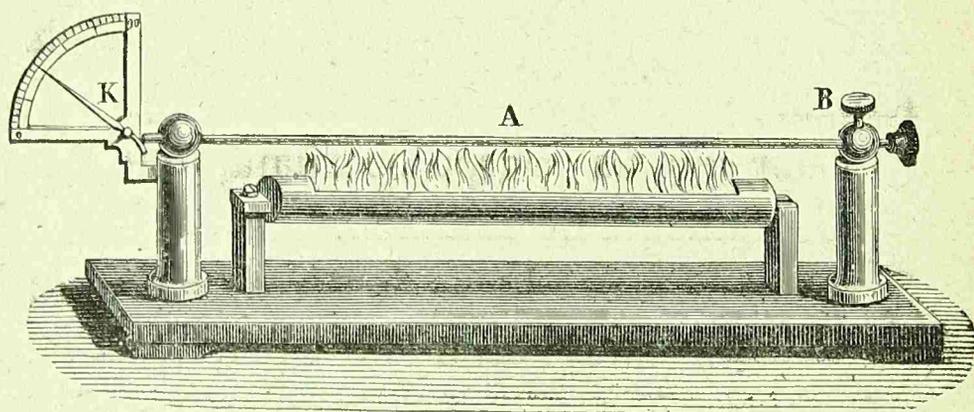


FIG. 15. — El pirómetro de cuadrante.

palanca, la cual se mueve sobre el cuadrante.

Colocando varillas de distintos metales y teniéndolas el mismo tiempo bajo la acción del calor, se ve que la aguja no marca el mismo número de grados sobre el cuadrante, lo que depende de que no todos los metales tienen el mismo coeficiente de dilatación.

10. En el presente año (1900) construí para el gabinete de Física de la Escuela Normal un aparato para comprobar la dilatación lineal de los cuerpos, nada más que en lugar de hacerla

palpable por medio de una aguja, se hace por medio de un timbre que suena al establecerse un circuito eléctrico. El aparato (*piroscopio eléctrico*) se compone de una varilla metálica fija en un extremo por un anillo de presión y pudiendo alargarse en el otro por el calor de varias mechas de alcohol. Frente á

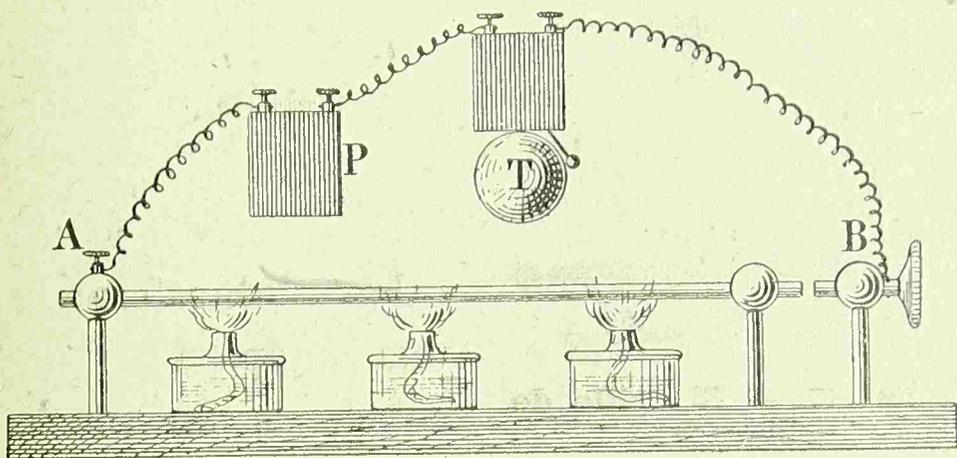


FIG. 16. — El piroscopio eléctrico.

la extremidad libre hay un tornillo que puede alargarse ó acortarse á voluntad (fig. 16).

El tornillo A está en comunicación con la pila P, la pila se comunica con el timbre T y el timbre con el tornillo B. Al calentarse la barra se dilata, pega contra el tornillo B, se cierra el circuito y entonces suena el timbre.

La dilatación cúbica se demuestra por medio de un aparato muy conocido en física y que se llama *anillo de Gravesend*.

*Experimento núm. 10.* — Consiste en un anillo metálico fijo en una barra horizontal que se atornilla sobre una columnita unida á un zócalo de madera. La columnita se encorva

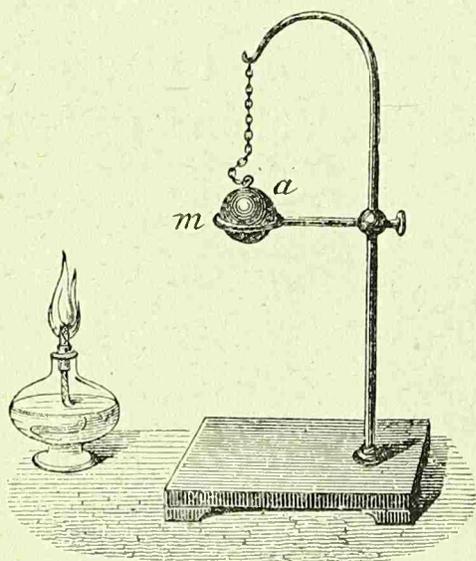


FIG. 17. — El anillo de Gravesend.

en la parte superior y sostiene una cadena de la cual pende una esfera metálica.

Á la temperatura ordinaria la esfera pasa libremente por el anillo, pero una vez calentada la esfera con una lámpara de alcohol, ya no puede pasar por el anillo,

lo que prueba que se ha dilatado.

*Experimento núm. 11.* — Para hacer palpable la dilatación de los líquidos se suelda un globo de vidrio en la extremidad de un tubo capilar.

Tubos capilares son aquellos cuyo diámetro interior es tan pequeño que se compara al de un cabello.

El globo y parte del tubo se llenan con un líquido coloreado (alcohol con fuschina por ejemplo), y basta sumergir el globo en agua

tibia para que se vea el líquido coloreado subir en el tubo. Sin embargo, al comenzar el experimento se nota que el líquido baja en lugar de subir, lo que depende de que el globo se dilata; pero un momento después el líquido comienza á subir rápidamente.

Hay, pues, que considerar en los líquidos la dilatación *aparente y absoluta*. La dilatación absoluta es el aumento de volumen que experimenta un líquido haciendo abstracción de las paredes del vaso que lo contiene.

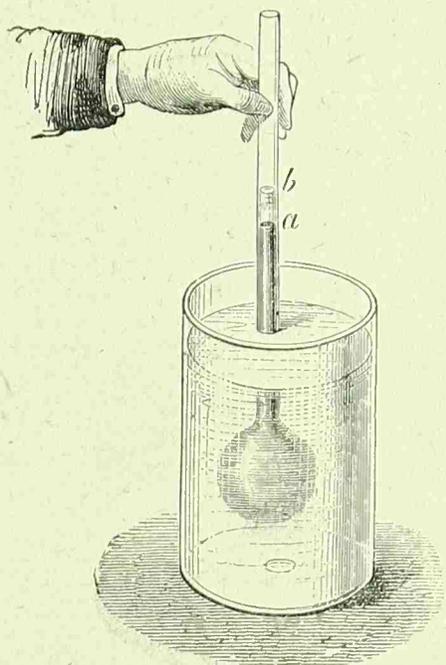


FIG. 18. — Dilatación de los líquidos.

El mismo aparato del globo y el tubo, sirve para demostrar la dilatación de los gases.

*Experimento núm. 12.* — Se llena el globo con algún gas (oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, ó simplemente aire) y se introduce en el tubo un índice de mercurio de 1 á 2 centímetros de longitud. Basta colocar la mano sobre el globo, para ver al índice avanzar hacia la extremidad del tubo, lo que indica que el gas

se ha dilatado y con una cantidad pequeñísima de calor.

Hay otro experimento muy bonito y muy fácil de ejecutar para demostrar la dilatación de los gases.

*Experimento núm. 13.* — Á un frasco de

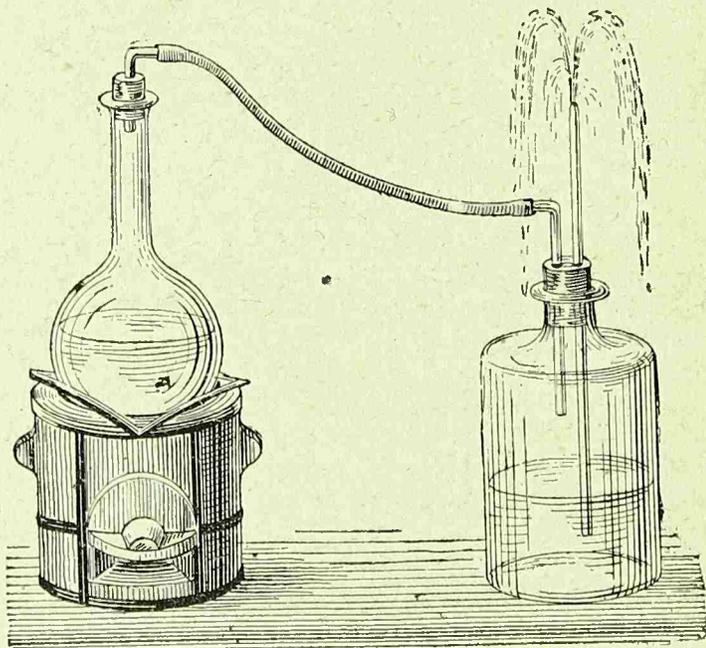


FIG. 19. — Dilatación de los gases.

crystal de boca ancha, lleno de agua hasta las dos terceras partes, se le pone un tapón de caoutchouc de dos taladros. Por uno de los taladros se le introduce un tubo recto que penetra en el agua y cuya extremidad exterior termina en punta. Por el otro taladro penetra otro tubo encorvado en ángulo recto, pero que no se sumerge en el agua. Este tubo se pone

en comunicación con un globo de cristal lleno de aire. Una vez dispuesto así el experimento, se calienta el globo, el aire que contiene se dilata, ejerce presión sobre el agua y salta un chorro de este líquido por la punta del tubo recto.

11. El calor, como ya dije, tiene también por efecto sobre los cuerpos, hacerlos cambiar de estado.

Si colocamos un pedazo de plata en un crisol y elevamos la temperatura hasta  $1000^{\circ}$ , la plata pasa al estado líquido. Un pedazo de hielo pasa al estado líquido á una débil temperatura,  $0^{\circ}$ , y al estado gaseoso á la temperatura de  $100^{\circ}$ . Y este mismo vapor enfriado vuelve á pasar al estado líquido y aun puede pasar al estado sólido si el enfriamiento es suficiente. Esto también es efecto del calor, pues el frío no es más que una de las formas del calor. Un cuerpo está frío ó caliente comparado con otro de mayor ó menor temperatura que aquél.

Esto lo podemos comprobar sencillamente. Supongamos tres vasos : uno con agua caliente, otro con agua á la temperatura ordinaria y otro con agua helada. Metemos la mano derecha en el agua caliente y la mano izquierda en

el agua helada. Si al cabo de cinco minutos introducimos las dos manos en el vaso que tiene agua á la temperatura ordinaria, la mano derecha experimentará una sensación

de frío y la mano izquierda sentirá calor. Luego vemos que esa agua puede ser fría ó caliente según con la que se compara.

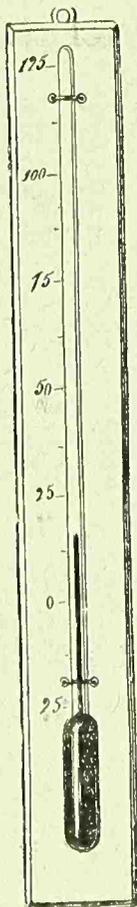


FIG. 20. — El Termómetro.

12. El instrumento que nos sirve para medir la temperatura de los cuerpos se llama *termómetro* (fig. 20) y consiste en un tubo capilar de vidrio cerrado por la parte superior y unido en la inferior á un receptáculo esférico ú ovoide. El recipiente y parte del tubo están llenos de mercurio ó de alcohol. El instrumento está fijo en una plancha de madera donde se halla la graduación. En algunos termómetros la graduación está en el mismo tubo.

Para la construcción del termómetro se escoge el mercurio, porque no entra en ebullición sino á una temperatura muy elevada, porque es de todos los líquidos el que se dilata más regularmente, y porque se pone violenta-

mente en equilibrio de temperatura con los cuerpos ambientes. El alcohol se emplea porque no se congela á ninguna temperatura natural conocida. Sólo artificialmente se ha logrado congelarlo á una temperatura extremadamente baja.

El termómetro fué inventado á fines del siglo XVI y algunos le atribuyen la invención á Galileo <sup>1</sup>.

El punto 0 del termómetro ordinario lo determina el momento de la licuación del hielo y el punto 100 la ebullición del agua.

*Experimento núm. 14. —*

Para la primera parte de la graduación se hace uso de un aparato que consiste en un vaso cilíndrico de metal terminado por un cono en su parte inferior. El vaso está sostenido por

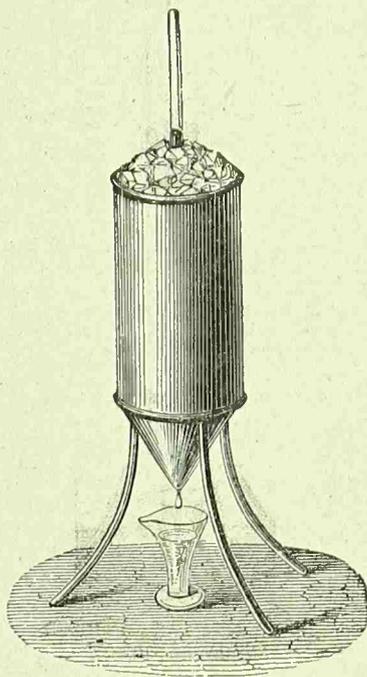


FIG. 21. — Aparato para el 0°.

1. Galileo, nació en Pisa en 1564, murió en Florencia en 1642. Fué el verdadero fundador de la física experimental. Afirmó en una obra célebre que publicó en 1632 el movimiento de la Tierra y la inmovilidad del Sol, lo que le valió su denunciado al tribunal de la Inquisición en Roma. Descubrió las leyes del péndulo é inventó el anteojo que lleva su nombre.

un tripié, y el cono está taladrado. Se llena el vaso con trozos de hielo en los que se sumerge el termómetro. El mercurio se contrae y comienza á bajar. En el punto en que se detiene se marca 0.

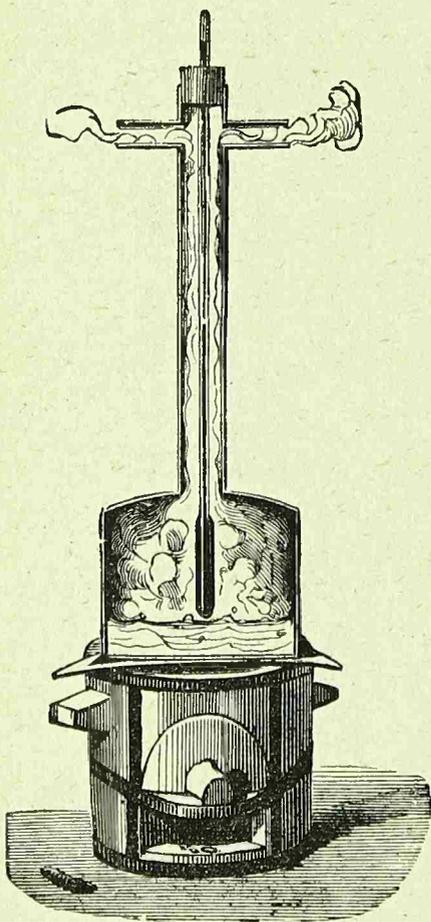


FIG. 22. — Aparato para el 100°.

*Experimento núm. 15.*  
— En seguida se lleva el termómetro á un vaso cerrado donde hay agua en ebullición, teniendo cuidado de que el termómetro no se sumerja en el agua caliente sino que únicamente esté rodeado por el vapor. El mercurio se dilata y comienza á subir, y en el punto en que queda estacionario se marca 100.

(En México el agua hierve á 92°8, lo que se debe á que nuestra ciudad está situada á 2,265<sup>m</sup> de altura sobre el nivel del mar).

Después el espacio comprendido entre esos dos puntos se divide en 100 partes iguales que se llaman *grados*. Hay tres escalas termomé-

tricas : la del centígrado, la de Reomur y la de Farenheit. La del centígrado está dividida en 100 partes iguales, la de Reomur en 80 y la de Farenheit en 212.

El 0 del Farenheit se obtiene sumergiendo el termómetro en una mezcla de hielo y clorhidrato de amoniaco, que produce un frío muy intenso. El 0 del centígrado y del Reomur corresponde á los 32° Farenheit.

En México usamos el termómetro centígrado. El de Farenheit está muy generalizado en Inglaterra y en los Estados Unidos del Norte.

La temperatura media anual en México es de 15°,4, lo que hace templado y agradable nuestro clima.

En los Observatorios Meteorológicos se emplean unos termómetros llamados de *máxima* y de *mínima*, que sirven para conocer la mayor y menor temperaturas ocurridas en un día

El de máxima es de mercurio, y el de mínima es de alcohol. Ambos tienen unos índices de esmalte que permanecen indicando, respectivamente, la temperatura más alta y la temperatura más baja ocurridas en el transcurso de 24 horas. La hora de mayor frío es

125168

á la salida del sol, y la de mayor calor se verifica entre 1 y 2 en invierno y entre 3 y 4 en verano.

CUESTIONARIO.

¿Qué cosa es el calor? ¿Qué efectos produce el calor en los cuerpos? ¿Qué clase de instrumento es el termómetro y cómo se construye? ¿Cuántas escalas termométricas hay? ¿Cuál es la temperatura media anual en la ciudad de México?

## CAPÍTULO IV.

La luz. — Cuerpos luminosos y opacos. — Propagación de la luz. — La descomposición de la luz. — La reflexión y la refracción. — El arco iris.

---

*Aparatos y útiles sencillos para la verificación de la parte experimental de este capítulo.*

Un fotómetro de Rumford. Diez velas. Un prisma de cristal. Una cuba con agua. Un disco de Newton.

---

13. La luz es el agente que produce en nuestra retina el fenómeno de la visión. La parte de la Física que se ocupa de estudiar los fenómenos luminosos se conoce con el nombre de *Óptica*.

De la misma manera que para el calor, se considera en los fenómenos de luz la teoría de la *emisión* y la teoría de las *ondulaciones*. En esta última teoría se admite que las moléculas de los cuerpos luminosos están animadas de un movimiento vibratorio infinitamente rápido que comunican al *éter* propagándose este movimiento en forma de ondas luminosas, de

igual modo que el sonido se propaga en forma de ondas sonoras.

La única diferencia consiste en la velocidad : las vibraciones *luminosas* son mucho más rápidas que las que engendran el *calor* y el *sonido*.

Cuerpos luminosos son aquellos que emiten luz como el sol, las estrellas, los cuerpos en ignición.

Los cuerpos diáfanos ó transparentes son aquellos que dejan pasar fácilmente la luz y á través de los cuales se distinguen los objetos ; por ejemplo, el vidrio, los gases, el agua.

Los cuerpos translúcidos son aquellos que dejan pasar la luz pero que no permiten apreciar la forma de los objetos ; como el papel de china, el vidrio apagado, el papel aceitado.

Los cuerpos opacos son aquellos que no permiten pasar la luz ; tales son la madera, los metales, las piedras, etc.

Se da el nombre de *medio* á todo espacio lleno ó vacío en el cual se produce un fenómeno. El aire, el agua, el vidrio, son medios en los cuales se propaga la luz. Un medio se llama homogéneo cuando tiene en todas sus partes la misma composición y la misma densidad.

*En todo medio homogéneo la luz se propaga en línea recta.*

Esto se observa fácilmente al entrar un haz de rayos solares en un cuarto débilmente iluminado.

14. *La intensidad de la luz varía en razón inversa del cuadrado de la distancia.*

Se demuestra esta ley con los fotómetros. El más sencillo es de Rumford. Se compone de una hoja de papel sostenida verticalmente, y frente á la cual hay una varilla de madera.

*Experimento núm. 16.* — Poniendo una vela á una distancia cualquiera de la varilla, se ve que es necesario poner cuatro velas á una distancia doble y nueve velas á una distancia triple para que las sombras proyectadas por la varilla sobre el papel tengan igual intensidad <sup>1</sup>.

Cuando se hace pasar un haz de rayos solares por la *almendra* de un candil, se observa la producción de siete hermosos colores.

En los gabinetes de Física se hace este mismo experimento con prismas de cristal y con prismas de sal gema.

En Óptica se entiende por prisma todo

---

1. Véase "Cien Experimentos de Óptica" por Luis G. León.

medio transparente terminado por dos caras planas que forman ángulo.

Los prismas triangulares son los que se emplean ordinariamente.

*Experimento núm. 17.* — Si en la puerta de una habitación á obscuras (fig. 23) practicamos un pequeño agujero para hacer pasar

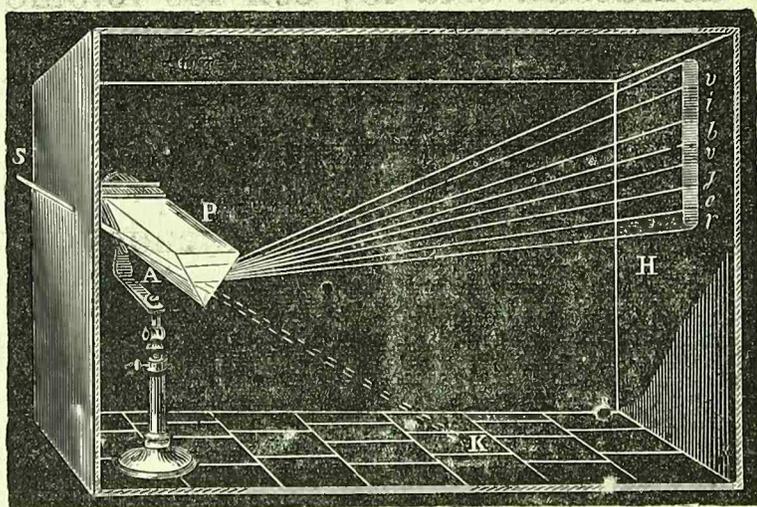


FIG. 23. — Descomposición de la luz por el prisma.

un haz de luz solar que vaya á atravesar un prisma de cristal y recibimos los rayos refractados en una pantalla, observamos que la luz blanca del Sol se ha descompuesto en los siete colores siguientes : *rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta.* — Estos siete colores forman lo que se llama el *espectro solar* y no ocupan todos el mismo espacio. El violeta es el que más se extiende y el anaranjado el que ocupa menor lugar.

Fácilmente se demuestra que estos siete colores constituyen la luz blanca.

*Experimento núm. 18.* — Si en lugar de recibir sobre una pantalla los rayos que salen de un prisma los recibimos sobre otro prisma colocado en sentido inverso, se obtiene en la pantalla la luz blanca del Sol.

Puede también demostrarse por medio del disco de Newton.

*Experimento núm. 19.* — Consiste este aparato en una rueda de cartón que puede girar alrededor de sí misma por medio de una manivela. En la rueda hay pegadas tiritas de papel con los siete colores del espectro. Imprimiendo á la rueda un rápido movimiento de rotación, parece blanco ó á lo menos gris. Esto depende de que el ojo recibe á la vez la impresión de los siete colores.

Más sencillamente puede hacerse el experimento poniendo el disco sobre un trompo de resorte.

15. Se da el nombre de reflexión de la luz al cambio de dirección que sufre un rayo lumi-

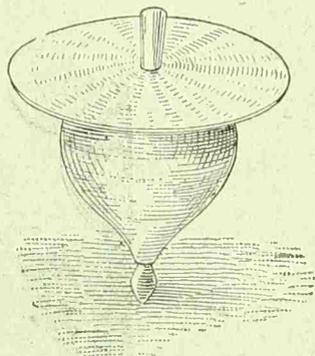


FIG. 24. — El disco de Newton.

noso al chocar contra una superficie pulida. El rayo que partiendo del manantial luminoso va á dar á la superficie pulimentada, se llama *rayo incidente*, y el que sale del punto de incidencia en distinta dirección se llama *rayo reflejado*. Si consideramos la normal á la superficie levantada desde el punto de inci-

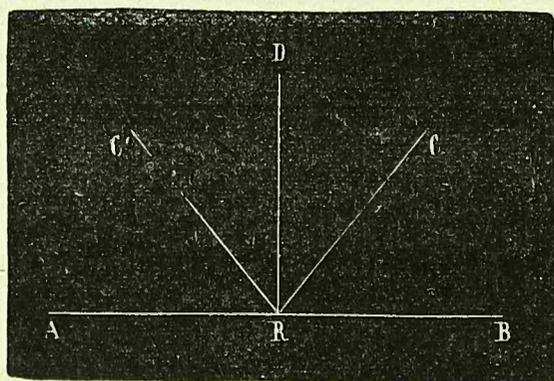


FIG. 25. — La reflexión de la luz.

dencia, se forman dos ángulos : uno entre el rayo incidente y la normal llamado *ángulo de incidencia*, y otro entre el rayo reflejado y la misma normal llamado *ángulo de reflexión*. Se demuestra experimentalmente en Física la siguiente ley :

*El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.*

Ejemplos de reflexión son las imágenes producidas en los espejos ó en la superficie de las aguas tranquilas, la producción de imá-

genes en una pantalla por medio de la linterna mágica. Si la luz no se reflejara, sólo tendríamos luz en nuestras habitaciones cuando entraran directamente los rayos del Sol; pero resulta que un rayo que cae sobre la pared de enfrente se refleja y entra por nuestro balcón, este rayo reflejado vuelve á reflejarse sobre la pared, de aquí sobre el techo, y así con los demás rayos, de tal manera que la luz se *difunde* por toda la pieza. Esta luz no es directa, se llama *difusa*.

16. Hasta aquí he considerado que la luz permanece en un mismo medio; pero si consideramos que cambia de medio, pasando por ejemplo, del aire al agua, ó del agua al vidrio, etc., entonces se produce un fenómeno que se llama *refracción* y que consiste en la desviación que experimentan los rayos luminosos al pasar oblicuamente de un medio á otro. El rayo incidente es el que parte del manantial luminoso y cae sobre la superficie de separación de los dos medios, y rayo refractado el que sufre la desviación. Son dos las leyes de la refracción; pero me limitaré á decir que si el medio es más denso, el rayo refractado se acerca á la normal, y si el medio es menos denso se separa de la normal.

Si suponemos un rayo luminoso CB, que pase del aire al agua, en lugar de seguir dentro del agua la dirección BE se acerca á la normal y sigue la dirección BD.

Al meter oblicuamente un bastón en un

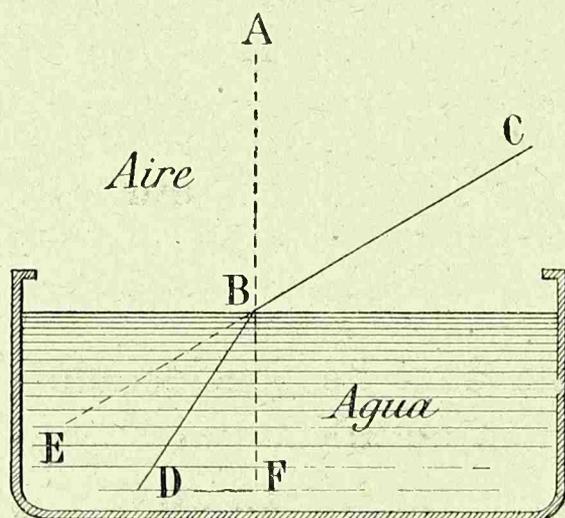


FIG. 26. — La refracción de la luz.

estanque, el bastón parece quebrado; este es un fenómeno de refracción.

Otro fenómeno de refracción muy curioso es el que se llama *espejismo*, y que hace creer á las caravanas del desierto que pronto llegarán á un oasis, pues parece que los árboles se retratan en un lago, dependiendo solamente el fenómeno de la refracción de los rayos solares al atravesar capas atmosféricas de distinta densidad.

El conocido meteoro luminoso del *arco iris* es también un fenómeno de refracción.

Los rayos del Sol atravesando las gotas de lluvia se descomponen en sus colores elementales y se reflejan en seguida de tal modo que se pinta en el cielo un vasto arco de círculo llamado *arco iris*.

## CUESTIONARIO.

¿Qué es la luz? ¿Qué son cuerpos luminosos, transparentes, opacos? ¿Cómo se propaga la luz en un medio homogéneo? ¿Cómo está formada la luz blanca? ¿Qué clase de meteoros son el espejismo y el arco iris?

## CAPÍTULO V.

Descubrimiento de la electricidad. — Cuerpos buenos y malos conductores. — Electroscopios. — Las máquinas eléctricas. — La botella de Leyden.

---

*Aparatos y útiles sencillos para la verificación de la parte experimental de este capítulo.*

Una barra de lacre y otra de cristal. Un pedazo de franela, una mascada de seda y una piel de gato. Un electróforo. Un electroscopio de hojas de oro. Una botella de Leyden. Unas hojitas de oro volador.

---

17. Seiscientos años antes de Jesucristo, el filósofo griego Tales había notado la propiedad que tiene el ámbar cuando se le frota de atraer los cuerpos ligeros, propiedad debida al desarrollo del fluido eléctrico.

Como dicha propiedad se notó por primera vez en el ámbar, que en griego se llama *electron*, de aquí vino la palabra electricidad.

Á fines del siglo XVI, Guillermo Gilbert, médico de la reina Elizabeth, de Inglaterra, aventuró la opinión de que el ámbar amarillo era una variedad del imán natural y partiendo

de esta base estableció los primeros elementos de la electricidad.

Otto de Guéricke <sup>1</sup>, burgomaestre de la ciudad de Magdeburgo, ya conocido por la invención de la máquina neumática, fué el inventor de la primera máquina eléctrica <sup>2</sup>.

*Experimento núm. 20.* — Si se toma una barra de lacre y se frota contra un pedazo de paño, se ve que adquiere la propiedad de atraer cuerpos ligeros, como pajitas ó pedacitos de papel. Los niños se entretienen en hacer el siguiente experimento.

*Experimento núm. 21.* — Colocan las extremidades de una hoja de cristal sobre dos libros de igual altura y frotando con un pedazo de paño la parte superior del cristal, se ve que éste atrae á unos muñequitos de papel que hayan sido colocados debajo. Esta atracción es debida á un agente físico llamado *electricidad*, cuya presencia se manifiesta también por apariencias luminosas, conmociones violentas, descomposiciones químicas y otros muchos fenómenos notables.

---

1. Otto de Guéricke. Nació en 1602 y murió en 1686, físico y astrónomo prusiano. Inventó la máquina neumática. Fué el primero en anunciar que se podía predecir la vuelta de los cometas. Construyó la primera máquina eléctrica.

2. Para más pormenores ver "Cien Experimentos de Electricidad y Magnetismo" por Luis G. León. (Librería de Ch. Bouret.)

El calor, la presión, las acciones químicas, el magnetismo y el frotamiento son causas que desarrollan electricidad; pero sólo me ocuparé de la electricidad causada por el frotamiento.

Se dice que un cuerpo está electrizado cuando posee la propiedad de atraer los cuerpos ligeros ó de producir efectos luminosos.

18. Muchos cuerpos al ser frotados con un pedazo de paño ó una piel de gato adquieren esta propiedad por medio del frotamiento; entre ellos citaré el lacre, la resina, el ámbar, el vidrio, el azufre y la ebonita. Un cuerpo sólido puede también ser electrizado á causa del frotamiento con un líquido ó un gas. En efecto : el movimiento del mercurio en el vacío barométrico electriza el vidrio, y si en un tubo en el cual está hecho el vacío se encierran unos globulitos de mercurio, éstos se vuelven luminosos al agitar el tubo en la obscuridad. En cuanto al frotamiento de un sólido con un gas, se observa que cuando se dirige una corriente de aire sobre una barra de resina ó de vidrio, se electrizan estas sustancias.

Á primera vista parece que el frotamiento no desarrolla electricidad en ciertas sustancias, como por ejemplo los metales, pues si se frota una barra metálica y se acerca á cuerpos ligeros

no los atrae. Pasa precisamente lo contrario : los metales son muy buenos conductores de la electricidad, y esto mismo hace que el fluido se difunda por toda su masa para perderse por el suelo, después de atravesar nuestro cuerpo.

Pero si aislamos la barra metálica por medio de un mango de vidrio y la frotamos, vemos que sí atrae á los cuerpos ligeros, pues esta es una propiedad general de la materia.

*Experimento núm. 22.*

— Para conocer si un cuerpo está electrizado nos valemos de un aparatito muy sencillo (fig. 27) llamado péndulo eléctrico,

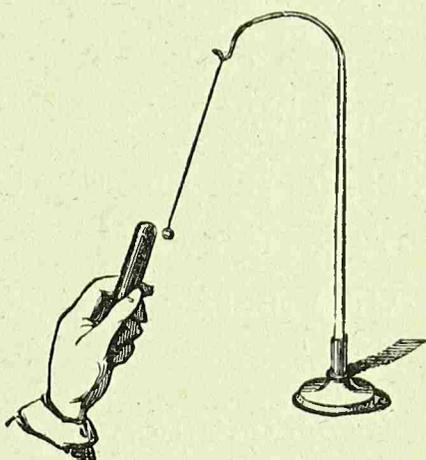


FIG. 27. — El Péndulo eléctrico.

que consiste en una columnita de cristal terminada en la parte superior por una pieza metálica encorvada que sostiene un hilo de seda terminado en una bolita de médula de saúco. Al acercar al péndulo un cuerpo electrizado la bolita es primero atraída, y apenas hay contacto, rechazada; pero observamos que si se frota una barra de lacre ó de resina por una sola extremidad, y se acerca al péndulo la extremidad no frotada, la bolita no

es atraída ni rechazada, sino que permanece inmóvil. Esto indica que la electricidad no se ha repartido por toda la masa de la barra, ó en otros términos que el lacre y la resina *no son buenos conductores de la electricidad*. En cambio si se frota una barra de hierro por una extremidad y se presenta al péndulo por la otra, la bolita es atraída, lo que demuestra que la electricidad se repartió por toda la masa del cuerpo. Los metales son, pues, *buenos conductores de la electricidad*.

Otra cosa muy curiosa tengo que hacer notar.

*Experimento núm. 23.* — Si después de que la bolita del péndulo ha sido rechazada al hallarse en contacto con una barra de vidrio electrizado, se acerca una barra de resina, se observa una fuerte atracción, y si después de que la bolita ha sido rechazada por la resina, se acerca el vidrio, la bolita es atraída con fuerza. Es decir, que un cuerpo rechazado por el vidrio es atraído por la resina, y recíprocamente, un cuerpo atraído por el vidrio es rechazado por la resina.

Según la teoría de Symmer, todo cuerpo posee simultáneamente las dos electricidades, la del vidrio y la de la resina. Cuando están en

cantidades iguales estas dos electricidades, neutralizándose mutuamente, forman lo que se llama electricidad natural ó *fluido neutro*. El frotamiento de dos cuerpos uno contra otro tiene por efecto separar estas dos electricidades, acumulando la vítrea ó del vidrio sobre uno, y la resinosa sobre el otro.

Hay, pues, que reconocer, según esta teoría, dos electricidades de naturaleza diferente : una que se desarrolla sobre el vidrio y otra que se desarrolla sobre la resina. La primera se llama *electricidad positiva*, y la segunda *electricidad negativa*.

Hay que advertir, sin embargo, que ni el vidrio se electriza siempre positivamente, ni la resina se electriza siempre negativamente. La clase de electricidad depende del cuerpo frotador. Según una serie de experimentos ejecutados en la Sociedad Mexicana « Alejandro Volta » y sugeridos por la señorita Elisa Allande, podemos asentar los siguientes hechos :

Siempre que se frota el vidrio pulimentado con seda ó con lana se electriza *positivamente*; pero si el vidrio se frota con piel de gato se electriza *negativamente*.

Siempre que se frota el lacre con lana ó

piel de gato se electriza *negativamente*; pero si se frota con seda el lacre se electriza *positivamente*.

19. Es conveniente recordar la siguiente ley física :

*Las electricidades del mismo nombre se rechazan, y las de nombre contrario se atraen.*

Hay muchos aparatos fundados en la electricidad por frotamiento : pero me concretaré á describir la máquina de Ramsden que existe en casi todos los gabinetes de Física.

Se compone (fig. 28) de un disco circular de vidrio que se puede hacer girar por medio de una manivela. El disco al girar frota entre dos pares de cojines de cuero rellenos de crin y cubiertos con un polvo dorado llamado vulgarmente *oro musivo* (bisulfuro de estaño  $\text{SnS}^2$ ). Frente al disco hay dos cilindros huecos de latón unidos anteriormente por una barra del mismo metal y aislados por medio de columnas de vidrio. Los conductores tienen unos arcos metálicos que abrazan al disco y que presentan puntas metálicas. Estos arcos en forma de herradura se llaman *peines*. Los cojines se comunican por el suelo por medio de una cadena.

Al frotar el disco contra los cojines se elec-

triza positivamente; esta electricidad descompone por influencia la electricidad neutra de los conductores, atrayendo por las puntas la

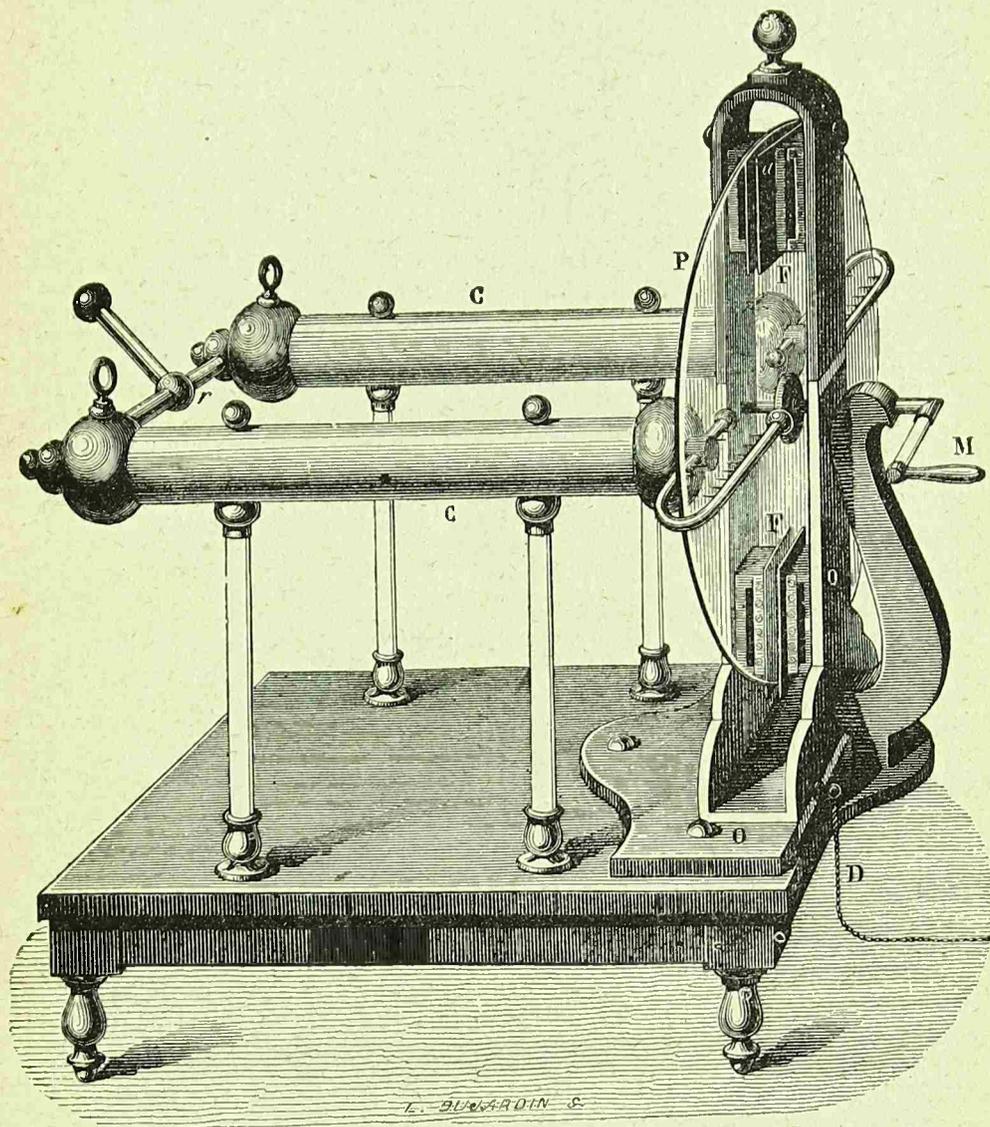


FIG. 28. — Máquina de Ramsden.

electricidad negativa y dejando á los conductores cargados de electricidad positiva.

Los cojines se electrizan negativamente; pero como están en comunicación con el suelo,

se pierde constantemente por la cadena el fluido de que se cargan.

20. El aparato que se presta mejor para demostrar los variados efectos de la electricidad, es un condensador conocido con el nombre de *botella de Leyden* (fig. 29).



FIG. 29. — Botella de Leyden.

Consiste en una botella de cristal forrada en el fondo y hasta la mitad de la altura con una hoja de estaño que constituye la *armadura exterior*. Interiormente se llena con hojas de oro volador que forman la *armadura interior*.

La botella está tapada con un corcho lacrado, el cual se encuentra atravesado por una varilla de latón en forma de gancho y terminado por una esferita de la misma sustancia.

Cuando se acerca la esferita á la máquina eléctrica cargada, salta una chispa entre el conductor y la botella, y si después se acerca el dedo á la esferita, teniendo la botella por la armadura exterior salta otra chispa y se experimenta una conmoción tanto más fuerte cuanto mayor es la carga de la botella.

Cuando Musschenbroek<sup>1</sup> hizo por primera vez, en la ciudad de Leiden, el experimento, le produjo tal efecto la conmoción que escribió á Reomur diciéndole que no la repetiría *ni por todo el reino de Francia*. Por supuesto que la sorpresa superó á la sensación.

## CUESTIONARIO.

¿Cómo se manifiesta el agente físico llamado *electricidad*?  
¿De dónde viene este nombre? ¿Cómo puede desarrollarse la electricidad? ¿Qué cuerpos son los que conducen mejor la electricidad? ¿Cuál es el condensador que mejor se presta para las experiencias de electricidad estática?

---

1. Pierre von Musschenbroek, físico holandés, nació en Leiden en 1692 y murió en la misma ciudad en 1761.

## CAPÍTULO VI.

La meteorología. — Diversos meteoros. — La atmósfera. — Los vientos regulares y los vientos variables. — El anemómetro y la veleta.

---

*Aparatos y útiles sencillos para la verificación de la parte experimental de este capítulo.*

Tres velas. Un mapamundi. Un modelo de veleta y uno de anemómetro Robinson.

---

21. La meteorología es la parte de la Física que tiene por objeto el estudio de los fenómenos que se verifican en la superficie y en la atmósfera de la tierra.

La etimología de la palabra *meteoro* (elevado, que sucede en el aire) limitaría el estudio de la meteorología á los fenómenos que ocurren en las altas regiones de la atmósfera, pero teniendo el suelo y las aguas tan grande influencia en la masa gaseosa que nos rodea, es imposible separar su estudio del de la atmósfera por más que la meteorología sea en realidad la ciencia de los fenómenos atmosféricos.

Los fenómenos que se producen en la atmósfera se llaman *meteoros* y se dividen en *aéreos, acuosos, eléctricos y luminosos*.

Antes de hablar de meteoros, debo dar alguna idea de la composición de la atmósfera.

La atmósfera ó masa gaseosa que rodea á la Tierra por todas partes, se compone principalmente de los gases nitrógeno, oxígeno y argón<sup>1</sup> mezclados en la relación de 79 partes del primero por 21 del segundo y 0,9 del tercero, poco más ó menos. Tiene también el aire una muy corta cantidad de gas ácido carbónico, y una cantidad variable de vapor de agua, aparte de otras substancias que no deberé por ahora mencionar. El oxígeno es el elemento de vida; el nitrógeno, aparte de otras funciones, desempeña la muy importante de disminuir la poderosa energía del oxígeno. Si el aire atmosférico estuviera constituido por oxígeno puro, las combustiones serían muy rápidas, las oxidaciones muy profundas y nuestros pulmones se cansarían muy pronto.

El hombre y los animales absorben constan-

---

1. Gas descubierto últimamente por los Sres. Raleigh y Ramsay.

temente oxígeno y exhalan ácido carbónico; esto tiende á viciar el aire; pero las partes verdes de las plantas bajo la acción de los rayos solares absorben ácido carbónico, detienen el carbón necesario para sus tejidos, y exhalan oxígeno, verificándose así uno de los fenómenos más hermosos de equilibrio de la naturaleza.

22. Los vientos son corrientes aéreas más ó menos rápidas, que tienen por causa diferencias de temperatura y por consiguiente de densidad entre regiones atmosféricas vecinas. Si el aire que está en contacto con el suelo se calienta, se hace más ligero y sube; entonces las masas laterales se precipitan para ocupar el lugar del aire que se dilató. Por otra parte si una masa de vapor que ocupa una región elevada se condensa súbitamente para convertirse en lluvia, tiende á formarse un vacío y el aire se precipita al lugar ocupado por la nube.

Hay un experimento muy curioso de Franklin para demostrar que cuando dos masas de aire á distinta temperatura se ponen en contacto, se establece una corriente inferior de la parte fría á la caliente, y una superior de la caliente á la fría.

*Experimento núm. 24.* — En una pieza caliente se coloca una vela en la base y otra en la parte superior de la puerta que comuniquen con una pieza menos caliente. Se abre la puerta y desde luego se ve la flama de la vela inferior dirigirse hacia la pieza caliente y la

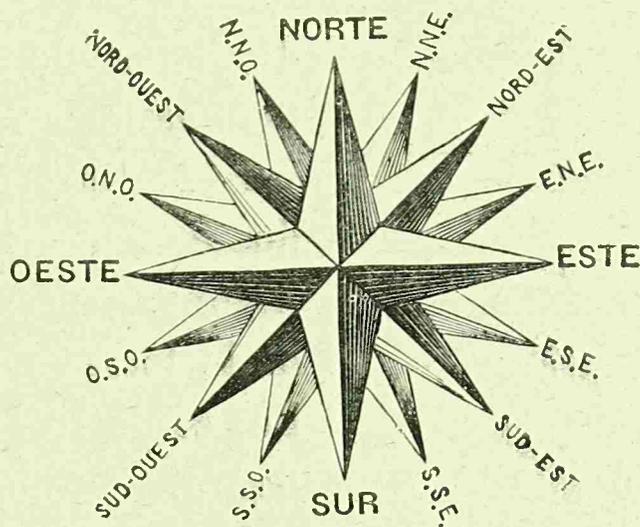


FIG 30. — Los vientos principales.

flama de la vela superior dirigirse hacia la pieza fría.

Los vientos soplan en todas direcciones, pero se distinguen ocho principales: Norte, Noreste, Este, Sureste, Sur, Suroeste, Oeste y Noroeste. (fig. 30). Los marinos distinguen 32 direcciones ó rumbos que marcan en forma de estrella, sobre un círculo llamado *rosa de los vientos*.

La dirección de los vientos se estima por

medio de veletas, y la velocidad con unos instrumentos llamados *anemómetros*.

23. La veleta consiste en una varilla de metal que puede girar libremente dentro de

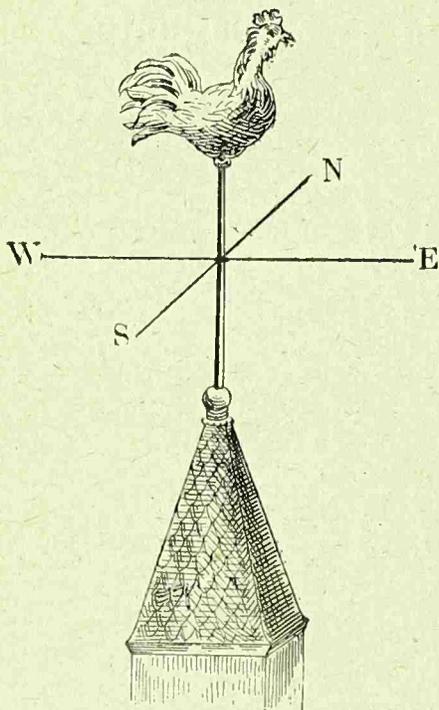


FIG. 31. — La veleta.

un tubo y que lleva en la parte superior unas láminas en forma de hojas de libro y una aguja para indicar la dirección de donde sopla el viento. Algunas veces se les da la forma de un gallo, como lo indica la figura.

Uno de los anemómetros más usados es el de Robinson que

consiste en una varilla que puede girar dentro de un tubo. En la parte superior tiene dos varillas en ángulo recto, y cada brazo lleva una media esfera de metal, sobre las que ejerce su acción el viento. La varilla lleva en su parte inferior un *contador* para apreciar la velocidad con que sopla el viento.

En México seguimos la siguiente clasificación para los vientos :

0. Calma.....	De 0 <sup>m</sup> á 0 <sup>m</sup> 50 por segundo
1. Débil.....	0 <sup>m</sup> 50 á 4 <sup>m</sup>
2. Moderado.....	4 <sup>m</sup> á 7 <sup>m</sup>
3. Fresco.....	7 <sup>m</sup> á 11 <sup>m</sup>
4. Fuerte.....	11 <sup>m</sup> á 17 <sup>m</sup>
5. Violento.....	17 <sup>m</sup> á 28 <sup>m</sup>
6. Huracanado ...	30 <sup>m</sup> y mucho más.

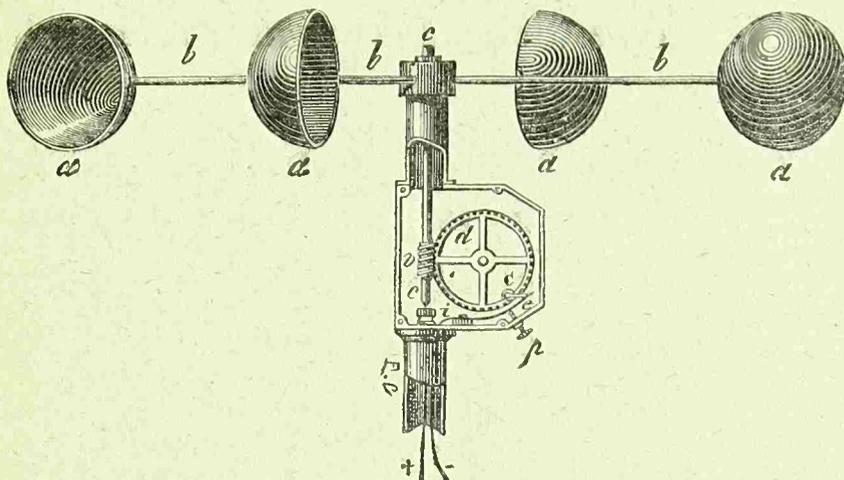


FIG. 32. — El anemómetro de Robinson.

Los vientos se dividen en regulares, periódicos y variables.

24. Vientos regulares son aquellos que soplan todo el año en una dirección constante. Estos son los *alisios* que soplan constantemente de Noreste á Suroeste en el hemisferio boreal, y de Sureste á Noroeste en el hemisferio austral. Reinan en ambos lados del Ecuador hasta una latitud de 30°.

Estos vientos alisios tienen la siguiente causa : En la zona tórrida la Tierra está muy caliente con motivo de la casi perpendicularidad de los rayos solares; el aire se dilata,

disminuye de densidad y sube, lo que obliga al aire de las inmediaciones á precipitarse hacia el ecuador. Así es que en realidad hay dos corrientes : una inferior, fría, que se dirige de los polos al ecuador, y una superior, caliente, que se dirige del ecuador á los polos. Si la tierra estuviera inmóvil los alisios se producirían exactamente de Norte á Sur; pero como gira de continuo al rededor de su eje, los vientos se inclinan hacia el Oeste.

Se observa sin embargo, cerca del ecuador una zona de 5 á 6 grados, donde los vientos soplan con marcada lentitud y á veces son nulos; esa zona se llama de las *calmas* y es muy temida por los buques de vela.

Los vientos periódicos son aquellos que soplan regularmente en la misma dirección, en las mismas estaciones, y á las mismas horas del día; por ejemplo, los monzones, el *simoun* y la brisa.

Se llaman monzones, vientos que soplan seis meses en una dirección y seis meses en otra. Se les observa principalmente en el golfo de Bengala, en el mar de las Indias y en el mar de China, dirigiéndose de Abril á Octubre, de Noreste á Suroeste, y de Octubre á Abril, de Suroeste á Noroeste.

El *simoun* es un viento quemante que sopla en los desiertos de Asia y África. Está caracterizado por su elevada temperatura y por las arenas que arrastra consigo. Cuando sopla ese viento, terror de las caravanas, se oscurece el cielo, se seca la piel, se acelera la respira-

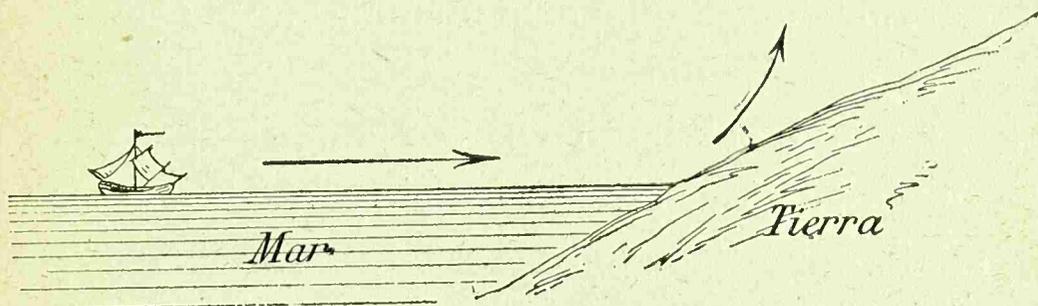


FIG. 33. — Explicación de la Brisa.

ción y se siente una sed atroz. Generalmente sopla de Abril á Junio.

La brisa es un viento gratisimo que sopla en las costas. Durante el día va del mar hacia la Tierra, y durante la noche de la Tierra hacia el mar.

La causa de este viento es que calentándose durante el día la Tierra más que el mar, el aire en contacto con la Tierra se eleva y se desarrolla una corriente que viene del mar. En la noche la Tierra se enfría más que el mar, y se produce en la atmósfera el fenómeno anterior, pero en sentido contrario. La brisa del mar comienza poco antes que salga el Sol,

aumenta hasta las tres de la tarde, decrece, y se cambia en brisa de la Tierra poco después de la puesta del Sol.

Vientos variables son aquellos que soplan ya en una dirección, ya en otra, sin regla alguna.

En México los vientos dominantes son los del Norte, y la velocidad media es de 5 á 6 metros por segundo.

Cuando el viento corre 2 metros por segundo se llama moderado; si corre 10, fresco; si 20, fuerte, si es de 25 á 30, tempestuoso; y si de 30 á 50, huracán.

La dirección del viento se mide por medio de la veleta, la velocidad por medio del anemómetro.

#### CUESTIONARIO.

¿De qué trata la Meteorología? ¿Cómo se clasifican los meteoros? ¿Cuál es la composición de la atmósfera? ¿Qué son los vientos, y cuáles son los principales? ¿Cómo se aprecia la fuerza y la velocidad del viento?

## CAPÍTULO VII.

**El rocío. — La teoría de Wells. — Forma de las gotas de rocío. — La helada. — Peligros que puede causar en las plantas.**

---

*Aparatos y útiles sencillos para la verificación de la parte experimental de este capítulo.*

Un frasco con hielo. Dibujos con las formas de cristalización del agua.

Recomiéndese á los alumnos observar en la mañana temprano las gotas de rocío en las hojas de las plantas.

---

25. El rocío es el depósito más ó menos abundante de gotitas de agua que se ve por la mañana en todos los objetos expuestos al aire libre y principalmente en la superficie de los vegetales.

El fenómeno del rocío empieza desde la puesta del Sol, pero es más intenso en la segunda mitad de la noche.

Dos circunstancias favorecen principalmente la formación del rocío : la pureza del cielo y la tranquilidad del aire.

El rocío es causado por el vapor atmosférico

que se condensa, y se deposita en gotitas sobre los cuerpos durante la noche.

*Experimento núm. 25.* — Colóquese un vaso lleno de hielo y cuya superficie exterior esté muy seca. Á poco rato se ve la parte exterior cubrirse de un abundante rocío, resultado de la condensación del vapor de agua del aire.

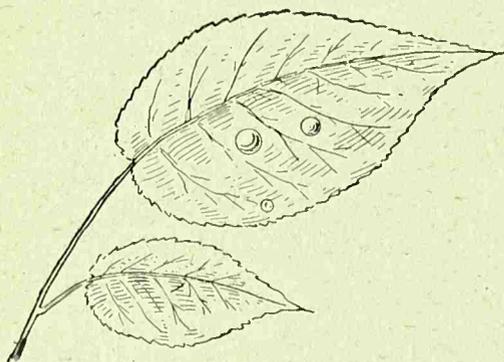


FIG. 34. — Gotas de rocío.

Algunos físicos notables han opinado que las gotitas de agua que aparecen en las ho-

jas de los vegetales son también causadas por la exhalación de la misma planta.

La teoría más aceptada acerca de la causa que produce el rocío es la de Wells.

Como los cuerpos situados en la superficie del suelo y el suelo mismo no reciben durante la noche el calor del sol, se enfrían por radiación, y su temperatura es menor que la de las capas de aire que los rodean. La capa de aire en contacto con el suelo se enfría también y parte del vapor de agua se condensa, y se deposita sobre la superficie de los cuerpos, de la misma manera como

se forman gotitas líquidas en la superficie exterior de un vaso lleno de agua más fría que el aire.

Las gotas de rocío son perfectamente esféricas y al descomponer la luz blanca del Sol presentan preciosas irisaciones.

26. Cuando en una noche tranquila la temperatura del suelo baja á menos de  $0^{\circ}$ , el vapor de agua contenido en el aire no pasa al estado líquido, sino que se deposita sobre los cuerpos en forma de blancos cristalitos, puesto que la temperatura de congelación del agua es  $0^{\circ}$ . Esta congelación es á lo que se llama *helada*; pero hay que hacer notar que la cristalización ocurre directamente en la superficie de los cuerpos enfriados, sin que hubieran aparecido antes gotitas de rocío.

El fenómeno de la helada es frecuente en las mañanas de Otoño y Primavera, principalmente en Abril y Mayo, cuando son muy temidas por los agricultores, á causa de los terribles efectos que producen en los retoños de las plantas, en las yemas y en las flores de los árboles frutales.

En las mañanas de invierno se observan los vidrios de los balcones cubiertos por un depósito cristalino, debido á la condensación y

aun solidificación del vapor de agua de la pieza sobre el vidrio frío.

Este es un fenómeno semejante al rocío.

Tanto el rocío como la helada son meteoros acuosos.

#### CUESTIONARIO.

¿Qué clase de meteoro es el rocío? ¿Cuál es la teoría de Wells? ¿En qué consiste la helada y cuándo es más frecuente?

## CAPÍTULO VIII.

**La lluvia. — Su causa. — Las nubes. — Diversas formas de estos meteoros. — La clasificación de Pöey. — Cómo se mide la lluvia. — Los pluviómetros.**

---

### *Aparatos y útiles.*

Un modelo de pluviómetro. Dibujo de nubes. Cuadros estadísticos de la lluvia en México. Curvas pluviométricas.

---

27. La lluvia es la caída de gotas de agua que provienen de la condensación, en las altas regiones de la atmósfera, de los vapores que se elevan de la Tierra. Algunas veces la lluvia no es producida por las nubes que vemos flotar en el aire, sino que se produce en el mismo momento de la condensación de los vapores, adquiriendo las gotas mayor tamaño, según que caen de mayor altura.

Bajo la influencia de los rayos solares se desprenden constantemente de la Tierra y de las aguas, vapores que se elevan en la atmósfera á causa de su fuerza elástica y de su menor densidad; estos vapores van encon-

trando capas de aire más y más frías, hasta que llega el momento en que se condensan en gotitas infinitamente pequeñas, que constituyen las nubes.

Las nubes presentan aspectos extremadamente variados. En los crepúsculos de estío se observan agrupaciones vaporosas de fantásticas formas que producen hermosísimo espectáculo.

La clasificación más sencilla y más conocida de las nubes es la del físico inglés Howard, quien las dividió en cuatro especies principales : *cirrus*, *cúmulus*, *stratus* y *nimbus*.

Los *cirrus* son pequeñas nubes blanquecinas que parecen lana cardada. Es cuando vulgarmente decimos que el cielo está aborregado. Son las nubes más elevadas, y como deben estar á temperatura muy baja se les considera formadas por agujitas de hielo ó copitos de nieve. Generalmente la aparición de los *cirrus* indica que va á cambiar el tiempo.

Los *cúmulus* son nubes hermosísimas que aparecen cerca del horizonte, semejando inmensas bolas de níveo algodón, amontonadas unas sobre otras. Son muy comunes durante el verano : aparecen por la mañana y se

disipan por la tarde. Si por el contrario, siguen agrupándose, y aparecen algunos *cirrus*, hay que temer lluvia ó tempestad.

Con frecuencia aparecen en el otoño unas

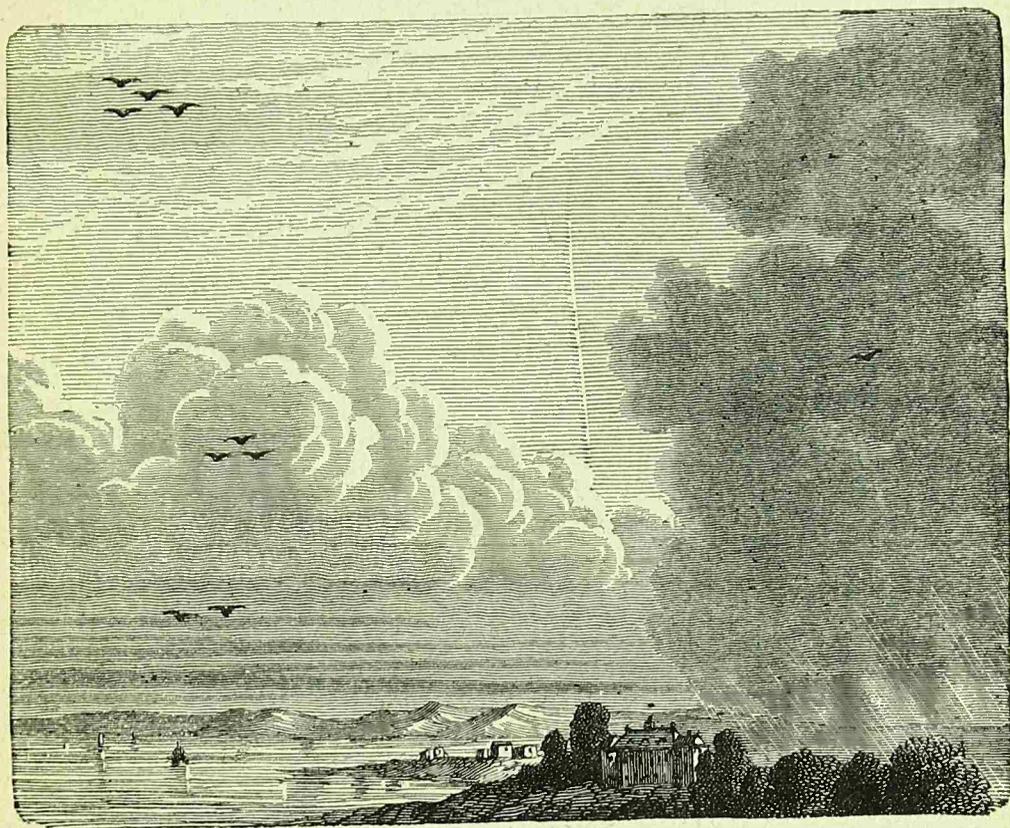


FIG. 35.

nubecitas horizontales, en forma de líneas paralelas de brillantes colores, á la salida y puesta del sol. Estas nubes se llaman *stratus*.

Los *nimbus* son gruesas nubes sombrías que interceptan la luz del sol y que adquieren algunas veces una extensión considerable. Los

*nimbus* anuncian siempre lluvia abundante y generalmente tempestuosa.

Esta clasificación ya no se usa. El sabio Andrés Pöey, que dirigió por mucho tiempo el Observatorio Meteorológico de la Habana, dividió á las nubes en los tipos siguientes :

Cirrus.....	Nube rizada.
Fracto cirrus.....	Nube en fajas.
Cirro stratus.....	Nube estratificada.
Cirro cúmulus....	Nube empedrada.
Pallio cirrus.....	Capa nevosa.
Globo cirrus.....	Nube globular nevosa.
Cúmulus.....	Nube montañosa.
Pallio cúmulus...	Capa lluviosa.
Globo cúmulus...	Nube globular tempestuosa.
Fracto cúmulus...	Nube ventosa.

La *Comisión Internacional de Nubes* ha propuesto una nueva clasificación que empieza á generalizarse.

28. Las nubes son de gran importancia en el estudio de la Meteorología y proporcionan á los agricultores la bienhechora lluvia.

Para que se produzca la lluvia se necesita que las capas de aire que rodean á la nube tengan una temperatura inferior á la de la nube. Otra condición que parece necesaria es la existencia de dos capas de nubes superpuestas. Según ha observado Mason en sus viajes en globo, esa condición es forzosa, pues

sucede que una nube aunque sea de lluvia no se precipita si no tiene otra nube superior.

29. Lo que vulgarmente llamamos *sereno* no es sino la condensación del vapor de agua atmosférico, lo que pasa es que la nube que lo produce es tan ligera que aparentemente el cielo está limpio. Los países que están situados á la orilla del mar ó de los lagos son los que reciben mayor cantidad de lluvia. Esto se comprende fácilmente; la evaporación que se verifica en esas masas líquidas es tan abundante, sobre todo en los climas cálidos, que la aglomeración de nubes es muy grande, y á menos que un viento fuerte no las arrastre consigo, la nube se desprende en forma de lluvia en aquel mismo punto.

En los Observatorios meteorológicos hay unos instrumentos llamados *pluviómetros* que sirven para medir la cantidad de agua de lluvia que cae anualmente en un lugar.

El modelo del Observatorio Central se com-

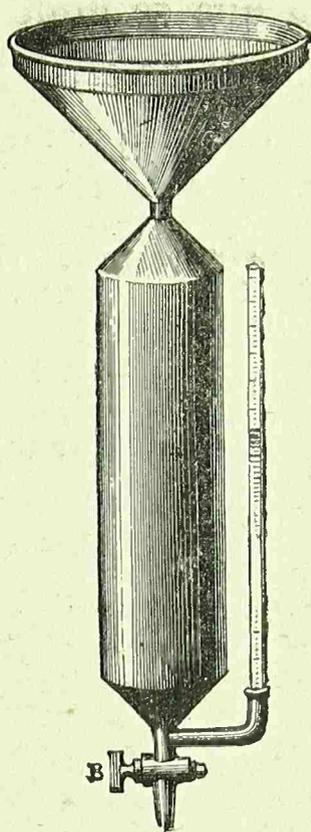


FIG. 36.  
El pluviómetro.

pone de un bote de hoja de lata cubierto por un embudo cuya boca tiene 20 centímetros de diámetro. En el interior del bote hay un cuartillo donde se recibe el agua de lluvia, la que se mide después en una probeta graduada de cristal que acompaña al aparato.

30. Hay otros pluviómetros llamado *sregistradores* en los que una pluma entintada va marcando sobre un cilindro, que se mueve con un mecanismo de relojería, la hora en que comenzó la lluvia, la hora en que terminó y la cantidad de agua caída.

#### CUESTIONARIO.

¿En qué consiste la lluvia? ¿Cómo se produce? ¿Cómo se han clasificado las nubes? ¿Por medio de qué instrumento se mide la cantidad de lluvia caída en un lugar?

## CAPÍTULO IX.

**El rayo. — Los experimentos de Franklin. — La electricidad en la atmósfera. — Muerte de Richmann. — El electroscopio de Saussure. — El pararrayo.**

---

### *Aparatos y útiles.*

Un pequeño modelo de pararrayo. Una barra de lacre para producir pequeñas chispas. Un electrómetro de Saussure. Dibujos de chispas rectilíneas, ramificadas y sinuosas.

---

31. El rayo es la descarga eléctrica que se verifica entre dos nubes tempestuosas cargadas de electricidades contrarias ó entre una nube y la tierra.

Franklin,<sup>1</sup> notable físico americano que residía en la ciudad de Filadelfia, fué el primero que ideó demostrar por medio de experimentos, la identidad del rayo con la electricidad, y al efecto, en el mes de Junio

---

1. Benjamín Franklin, célebre estadista americano, economista, diplomático y físico, nació en Boston en 1700, murió en 1790. Entre otras invenciones se le debe la del pararrayo. Fué uno de los hombres que más contribuyeron al progreso de la civilización de América. Tomó una parte activa en la independencia de los Estados Unidos.

de 1752 hizo, acompañado de su hijo, el famoso experimento del papelote, obteniendo chispas de considerables dimensiones.

En el rayo hay que estudiar dos fenómenos distintos : el *relámpago* y el *trueno*.

El relámpago es el resplandor más ó menos vivo producido por la chispa que estalla entre dos nubes ó entre una nube y la Tierra. Después de un cierto tiempo, que depende de la distancia á que se halla la nube del observador, se escucha un ruido que unas veces es una detonación brusca, y otras un fragor sordo y prolongado. Este ruido es el trueno.

Fácilmente se comprende por qué la percepción de la luz y del sonido no son simultáneas. La luz recorre 308,000 kilómetros por segundo, mientras que el sonido recorre apenas 340 metros por segundo, aproximadamente.

Así pues, es relativamente fácil calcular, con cierta aproximación, la distancia á que se encuentra una nube tempestuosa. Tan pronto como se ve la luz se empieza á contar el tiempo con un reloj hasta que se escucha el trueno, y después se multiplica el número de segundos por 340 metros, que es, como ya dijimos, la velocidad del sonido.

Muy variable es la forma y la coloración de los relámpagos. Aquélla es generalmente sinuosa, y ésta es blanquecina, purpúrea y algunas veces verdosa.

32. Haciendo saltar la chispa eléctrica entre los polos de una máquina de Wimshurst es

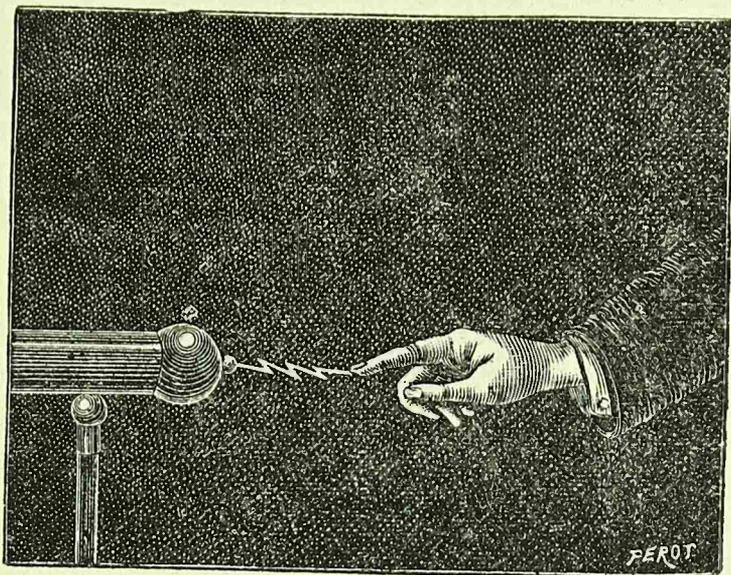


FIG. 37. — La chispa eléctrica.

posible ver (separando cada vez más los conductores) las distintas formas que la chispa afecta.

El 11 de Abril de 1900 obtuve en el gabinete de Física de la Escuela Normal dos fotografías de la chispa eléctrica, y puede verse en las positivas las ramificaciones tan numerosas que adquiere una chispa que á primera vista parece única. En otra fotografía se ve muy bien la forma de zig-zag.

Iluminando unos tubos de Geissler <sup>1</sup> con una máquina eléctrica ó con un pequeño carrete de Ruhmkorff <sup>2</sup> se observan las coloraciones de algunos relámpagos que saltan en capas enrarecidas de la atmósfera.

33. En algunas noches tranquilas se observan relámpagos por el horizonte, sin que se escuche el ruido del trueno. Se cree que esos relámpagos son producidos por nubes situadas abajo del horizonte, hallándose á una distancia tan grande de nosotros que es imposible percibir el ruido del trueno.

El rayo cae siempre sobre los objetos más cercanos á la nube y que sean mejores conductores. Se observa, efectivamente, que el rayo cae sobre los edificios elevados, los árboles y los cuerpos metálicos. Es, pues, una imprudencia guarecerse debajo de los árboles durante una lluvia de tempestad, principalmente si el árbol es buen conductor de la electricidad, como el encino.

---

1. Geissler, fabricante de instrumentos de Física en Bonn, Prussia.

2. Enrique Ruhmkorff, nació en Alemania en 1803; fué empleado de la casa Chevalier de Paris, donde se hizo un experimentador notable y construyó un gran número de aparatos. Su carrete le valió el gran premio de 50 000 francos, fundado para recompensar al autor del descubrimiento más importante referente á las aplicaciones de la electricidad.

El rayo deja á su paso un olor particular que se compara al del azufre ó al del fósforo. Se cree que este olor es debido á un cuerpo que resulta de la condensación del oxígeno del aire bajo la influencia de la descarga eléctrica, el cual ha recibido el nombre de *ozono*.

Un rayo puede causar efectos en extremo desastrosos; puede matar hombres y animales, fundir los metales, inflamar las materias combustibles, y despedazar los cuerpos malos conductores de la electricidad.

Para preservarse de los efectos destructores del rayo, Franklin ideó en 1755 un aparato que todos conocemos: el *pararrayo*.

El pararrayo consiste en una barra de fierro terminada en punta y que permite la salida de la electricidad del suelo, contraria á la electricidad de la nube tempestuosa. Es decir, que si cerca de un edificio pasa una nube cargada de electricidad negativa, el pararrayo deja escapar por su punta la electricidad positiva del suelo.

34. En un pararrayo tenemos que distinguir la varilla y el conductor.

La varilla es una barra de fierro terminada en punta, que se coloca en la parte más elevada del edificio que se trata de defender;

generalmente tiene 8 ó 9 metros de altura y debe terminar por una punta de cobre rojo

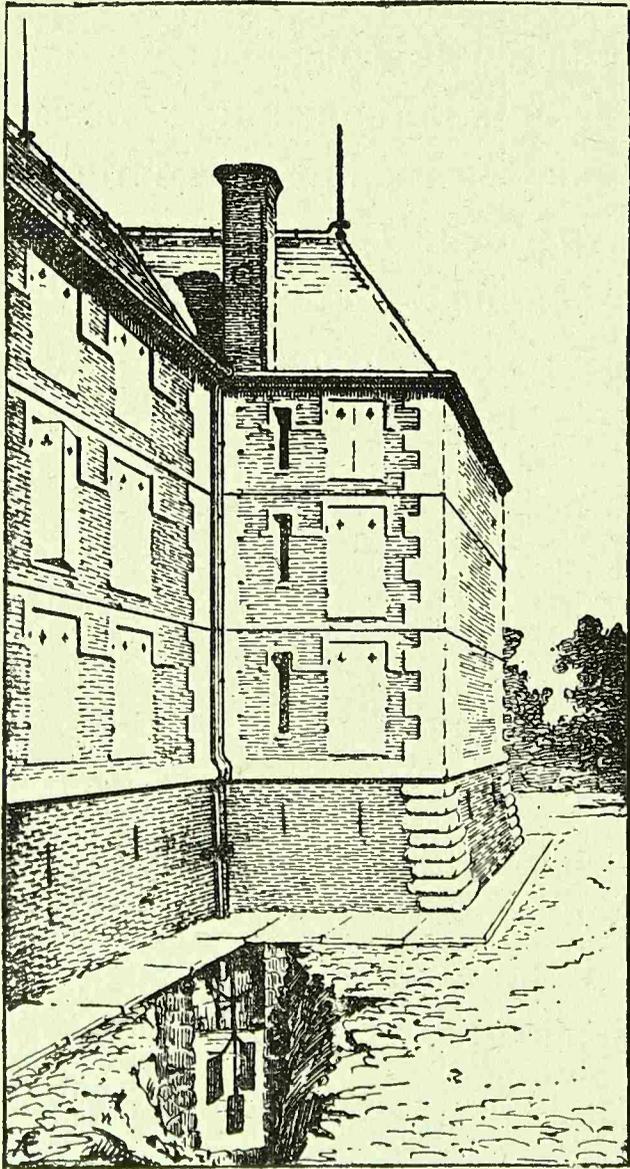


FIG. 38. — El pararrayo.

ó de platino, tanto porque estos metales conducen muy bien la electricidad, cuanto porque no se oxidan fácilmente.

El conductor consiste en un haz de alambres

de cobre que parte de la extremidad de la varilla, sigue á lo largo del muro, y va á dar á un pozo profundo lleno de cisco de carbón.

El espacio que un pararrayo protege es de un radio igual á la altura de la varilla, de manera que una varilla de 9 metros de altura defiende un círculo de 18 metros de diámetro. Cuando el edificio es muy grande y conviene bajo todos puntos de vista preservarlo de los efectos del meteoro eléctrico que estoy considerando, hay necesidad de poner muchos pararrayos, como se ve en nuestra Ciudadela.

Muchas son las causas que contribuyen á la existencia de la electricidad de la atmósfera: el frotamiento de las masas de aire unas con otras, la evaporación de las aguas en la superficie del globo, los fenómenos de la vegetación, etc.

Á fines de Septiembre de 1752 Le Monnier

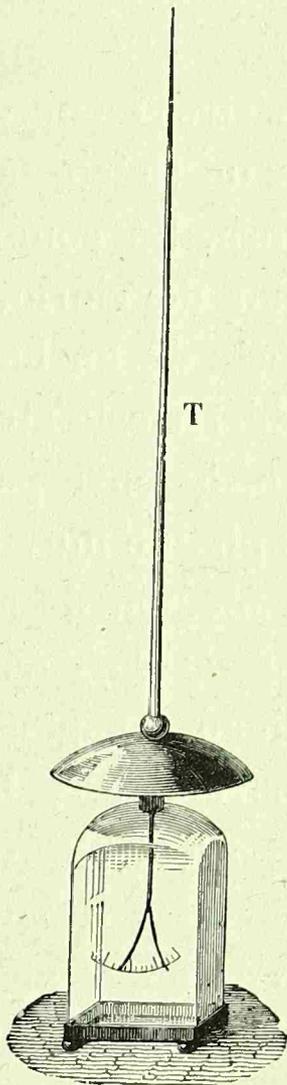


FIG. 39. — El electroscopio de Sausure.

hizo en Saint-Germain una serie de curiosas experiencias para estudiar la electricidad atmosférica.

M. De Saussure se servía en sus excursiones alpestres de un pequeño electroscopio de esferas de saúco, tal como el representado en la figura. Se compone de una campana rectangular de vidrio, cuya parte superior está cubierta de un barniz aislador. El centro de la cubierta está atravesado por un cilindro metálico, de cuya parte inferior penden dos hilos de platino muy finos terminados por esferitas de médula de saúco. El cilindro tiene arriba una varilla T de 60 centímetros de altura, terminada en punta. Para hacer más portátil el instrumento, la varilla puede dividirse en 3 partes. Sobre una de las caras de la campana está grabado un arco de círculo dividido en grados y que sirve para medir la separación de las esferas de saúco.

Sea cual fuere el instrumento empleado no se encuentra de ordinario ningún signo de electricidad en los lugares bajos dominados por árboles ó por edificios. En campo raso y aun en las mesetas elevadas sólo se obtiene divergencia en las esferas al levantar el electroscopio á algunos metros del suelo.

35. Los numerosos experimentos hechos por Saussure le demostraron que la tensión eléctrica de la atmósfera es tanto mayor cuanto más se eleva uno sobre la superficie del globo.

Un sabio ruso, el Sr. Richmann, quiso estudiar las descargas eléctricas por medio de un aparato de su invención, y al efecto, una vez que caía una tormenta se dirigió á su casa y esperó la llegada de un grabador que iba á dibujar las formas de las chispas. Desgraciadamente Richmann se acercó mucho á una bola metálica aislada que pendía del techo y recibió una descarga eléctrica que le privó de la vida. Al examinar su cadáver se le encontraron en la frente señales de una fuerte quemadura, otras dos en el lado izquierdo del pecho y varias manchas rojas y azules. El corazón se encontraba en buen estado, y la parte exterior del pulmón estaba morada y llena de sangre.

#### CUESTIONARIO.

¿Qué es el rayo? ¿Cuántos fenómenos lo constituyen?  
¿Cuál es la velocidad de la luz y cuál la del sonido?  
¿Quién inventó el pararrayo? ¿Cómo es este aparato?  
¿Qué espacio protege un pararrayo? ¿Hay siempre electricidad en la atmósfera?

## CAPÍTULO X.

### Aspecto, clima y producciones del Distrito.

---

36. El Distrito Federal, llamado así por ser la residencia de los Poderes de la Unión, está situado en la cuenca interna del Valle de México. Tiene una superficie de 1,200 kilómetros cuadrados y una población de 450,000 habitantes próximamente. Comprende la municipalidad de la Capital y las de las prefecturas de Xochimilco, Tlálpam, Tacubaya y Guadalupe Hidalgo.

Según las predicciones y creencias del pueblo Azteca, debían los Mexicanos fundar su población en el lugar donde vieran una águila parada sobre un nopal y devorando una serpiente.

Cuando por el año de 1325 los Aztecas ó Mexicanos huían de Chapultepec, molestados por las tribus enemigas, en dirección de Aco-colco, vieron al águila tal como lo indicaba la leyenda y entonces fundaron la Ciudad á la

que dieron el nombre de *Tenochtitlán* ó sea *nopal sobre piedra*. De hermosura incomparable y de clima encantador es el Valle de México; y al observarlo desde algún punto elevado el alma se extasía y se inunda de placer.

El Valle se halla limitado al Norte por la Sierra de Pachuca; desde ésta hacia el Sur se extiende la Sierra de Sotula que limita por el Poniente los planes de San Javier; la línea divisoria sigue hacia el Poniente por el Cerro de Aranda, lomeríos de España y otras eminencias, limitando al Valle por el Oeste y Suroeste las cadenas de Monte Alto y Monte Bajo que se unen con el Monte de las Cruces. La Sierra de Ajusco limita al Valle por el Sur separándolo del exuberante Estado de Morelos. La hermosa Sierra Nevada con los Volcanes eternamente blancos, el Popocatepetl y el Ixtacihuatl, limita al valle por el Oeste, separándolo de las campiñas de Puebla.

Cinco lagos existen en el Valle y son : Xochimilco, Texcoco, San Cristóbal, Xaltocan y Zumpango.

Pocos é insignificantes son los ríos que riegan el Valle y entre ellos citaré los de San Buenaventura y Churubusco, la Piedad y Consulado.

México, capital de la República, es la primera de nuestras ciudades, por su importancia comercial é industrial, por su número de habitantes, por sus edificios públicos, por sus establecimientos de Instrucción, y por su importancia política.

Entre sus edificios más notables citaré la Catedral, el Palacio Nacional, el Museo Nacional, la Biblioteca de S. Agustín, las Escuelas Preparatoria, Normal de Niñas y la de Varones, el Colegio Militar, situado en el cerro de Chapultepec, y el Teatro Nacional.

Actualmente se construyen preciosas casas particulares en el Paseo de la Reforma.

Encuéntranse en los alrededores de la Ciudad de México risueñas y pintorescas poblaciones que se ven muy concurridas los domingos de verano. Dichas poblaciones son : San Ángel, Mixcoac, Coyoacán, Tacubaya, Guadalupe Hidalgo y Azcapotzalco.

37. Se da el nombre de *clima* al conjunto de condiciones meteorológicas á las cuales está sometido un lugar en el transcurso de un año, como la temperatura media, la humedad atmosférica, los vientos, la presión barométrica, la pureza del cielo.

El clima de México es, en lo general, agra-

dable y benigno. Muchas son las opiniones acerca de sus condiciones sanitarias; pero se cree, y con fundamento, que una vez terminada la magna obra del desagüe, México será uno de los lugares más sanos del mundo.

Algunas veces el calor es extremado en el verano, lo mismo que el frío en invierno, pero la temperatura media del aire es de 15°4 centígrados.

La industria de los habitantes consiste principalmente en la agricultura y fabricación de papel, loza y tejidos de seda, algodón y lana; dedícanse también al comercio y á las artes.

Respecto á producciones, las principales del Distrito son : maíz, cebada, trigo, arvejón y frijol, preciosas flores, que se ven aun en el invierno, sabrosas frutas, maderas de construcción y plantas medicinales.

#### CUESTIONARIO.

¿Dónde está situado el Distrito Federal, cuál es su superficie y cuál su población? ¿Cómo está dividido?  
¿Cuáles son sus límites? ¿Cuáles sus lagos y ríos? ¿Á qué se da el nombre de clima? ¿Cómo es el clima de México?  
¿Cuál es la industria de sus habitantes?

Enséñese á los alumnos un mapa del Distrito Federal y algunos productos de su agricultura y de su industria.

## CAPÍTULO XI.

### Caracteres principales de los articulados.

#### *Insectos.*

38. El distinguido naturalista Cuvier dividió á los numerosos individuos que forman el reino animal en cuatro grandes grupos que llamó *tipos* y son : vertebrados, articulados, moluscos y radiados ó zoófitos.

Voy únicamente á ocuparme de los articulados.

Estos animales están caracterizados por la ausencia de esqueleto interior, y por presentar su cuerpo dividido en anillos articulados entre sí, que llevan el nombre de *metámeros*.

Si se observa con atención una mosca, un ciempiés, un alacrán, se verá que su cuerpo está formado por muchos anillitos articulados unos con otros. Con excepción del sentido de la vista, los demás sentidos están poco desarrollados en estos animales.

Tienen cuando menos seis extremidades y en algunos éstas se encuentran también articuladas.

Hay, sin embargo, articulados que carecen de extremidades, como las lombrices.

En los articulados — ó anillados como también se les llama — se presentan las cuatro especies de respiración.

El escorpión respira por pulmones, el cangrejo respira por branquias, las arañas de patas largas respiran por tráqueas y las sanguijuelas respiran por la piel.

Las branquias son unas láminas membranosas ó tubitos ramificados que presentan aquellos animales que viven habitualmente en el agua.

Las tráqueas son unos tubitos cilíndricos situados dentro del cuerpo de ciertos animales, y que comunican con el aire exterior por medio de unos agujeritos llamados *estigmas*.

La sangre de los articulados puede ser verdosa, roja ó rosada; pero lo más general es que sea blanca.

El aparato circulatorio y el digestivo son muy sencillos en estos animales.

Comúnmente la boca de los articulados está formada de varias piezas : las superiores reciben el nombre de *mandíbulas*, y las inferiores se llaman *maxilas*.

La mayor parte de los animales de este tipo

llevan en la parte anterior de la cabeza unos como cuernitos llamados *antenas*, que, según unos naturalistas, son órganos del olfato, y según otros, son órganos del tacto.

El tipo de los articulados se divide en dos subtipos; *Artrópodos* y *Gusanos*.

Los Artrópodos son animales que tienen el cuerpo anillado, compuesto de metámeros desiguales y provisto de extremidades articuladas.

Los Gusanos son animales que tienen el cuerpo anillado; compuesto de metámeros iguales; unos no tienen extremidades y los que las tienen no las presentan articuladas.

Los Artrópodos se dividen en cuatro clases: *Insectos*, *Miriápodos*, *Arácnidos* y *Crustáceos*.

Los gusanos forman tres: *Anélidos*, *Helmin-  
tos* y *Rotíferos*.

39. Sólo deberé ocuparme de los insectos.

Estos animales que forman la clase más numerosa del reino animal, están caracterizados por tener el cuerpo dividido en tres partes distintas: la cabeza, el tórax y el abdomen.

La cabeza está casi toda ocupada por los ojos; lleva además las antenas y los órganos manducadores.

El tórax lleva las alas que pueden ser dos ó cuatro, y las patas, que son siempre seis.

Encuétrase dividido el tórax en tres anillos que reciben los nombres de *prototórax*, *mesotórax* y *metatórax*.

El prototórax, que es el inmediato á la cabeza, nunca lleva alas, pero sí el primer par de patas; el mesotórax lleva el segundo par de patas y un par de alas, y el metatórax lleva el tercer par de patas, y el segundo par de alas, si el insecto tiene cuatro.

Cada pata consta de cuatro partes que reciben sucesivamente los nombres de cadera, muslo, pierna y tarso.

El abdomen es la parte posterior y más voluminosa del cuerpo de los insectos. Consta de muchos anillos y presenta á ambos lados los estigmas para la respiración.

Unos insectos se alimentan con substancias sólidas y otros con substancias líquidas. Los primeros tienen la boca formada por labios, mandíbulas y maxilas; los segundos tienen ya un chupón móvil, ya una larga trompa arrollada en espiral.

Los insectos tienen dos estómagos, pero carecen de hígado. El aparato circulatorio es muy sencillo, y la respiración la verifican por

tráqueas. El sentido más desarrollado en los insectos es el de la vista. Algunos tienen los ojos compuestos, es decir, formados por muchas facetitas planas y exagonales, á cada una de las cuales va á dar una ramificación del

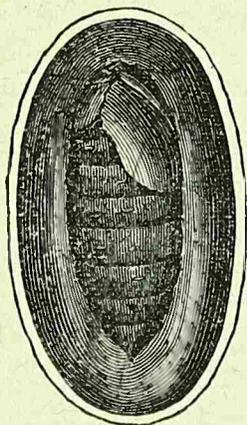


FIG. 40.

nervio óptico, lo que les permite ver en muchas direcciones á la vez.

Todos los insectos son ovíparos, es decir, se reproducen por medio de huevos, y la mayoría presentan el curioso fenómeno de la metamorfosis. Al salir del huevo el insecto presenta la forma de un gusano, entonces recibe el nombre de *larva* ú *oruga*. Al cabo de cierto tiempo pasa al estado de *crisálida* ó *ninfa*, quedando envuelto, ya en la piel seca de la larva, ya en un estuche ó capullo que ella teje á su rededor. Entonces permanece en quietud completa y no se preocupa por alimentarse. Al fin sale el animal de su envoltura, ya completamente formado. Algunos no pasan por todas estas distintas fases, y entonces se dice que su metamorfosis es incompleta.

40. Linneo dividió á los insectos en tres grandes secciones, fundándose en el número

de alas ó en la ausencia de estos órganos. Á los de cuatro alas les llamó *tetrápteros*; á los de dos alas les llamó *dípteros*, y á los que carecían de alas les dió el nombre de *ápteros*. Esta clasificación subsistió por mucho tiempo; pero después se vió que el número de alas ó la ausencia de éstas no era carácter suficiente para colocar

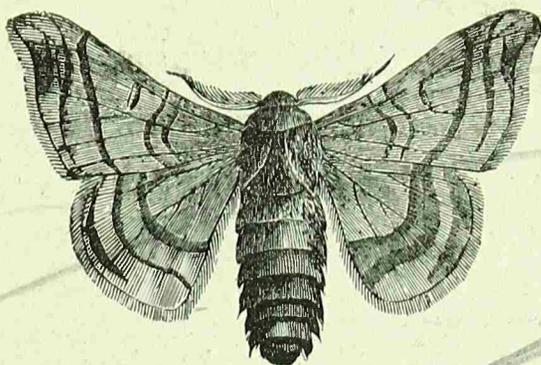


FIG. 41.

en un mismo grupo á insectos totalmente diversos. En la clasificación moderna los insectos se dividen en dos secciones.

1.<sup>a</sup> Los que se alimentan con substancias sólidas.

2.<sup>a</sup> Los que se alimentan con substancias líquidas.

Los primeros forman *tres órdenes* :

*Coleópteros*, que tienen cuatro alas : las superiores en forma de estuches córneos, y las inferiores plegadas transversalmente.

*Ortópteros* enen t;i también cuatro alas;

apergaminadas las superiores y en forma de abanico las inferiores.

*Neurópteros*; éstos tienen cuatro alas membranosas y reticuladas.

La segunda sección forma *cuatro órdenes*.

*Himenópteros*. Cuatro alas membranosas veteadas, siendo las inferiores más pequeñas que las superiores.

*Lepidópteros*. Cuatro alas cubiertas de polvito ó escamas coloreadas.

*Hemípteros*. Cuatro alas; las superiores se presentan á menudo en forma de medios élitros.

*Dípteros*. Dos alas; teniendo unas piececitas móviles llamadas balancines que reemplazan á las alas que faltan.

En este orden se incluyen actualmente los insectos desprovistos de alas, los cuales tienen las patas traseras muy largas y fuertes, organizadas para el salto.

Ni la ley lo exige, ni podría yo en una obrita como ésta extenderme mucho en un asunto tan vasto y precioso como el de los insectos. Voy únicamente á ofrecer un ejemplo de cada uno de los siete órdenes que he mencionado.

Ejemplo curioso de los coleópteros es el

*escopetero* que vive debajo de las piedras ó de las hojas secas, y que debe su nombre á la propiedad singular que tiene de segregar, cuando se le molesta, por las glándulas de la parte posterior del abdomen, un vapor que al salir produce una detonación y un resplandor. El líquido al volatilizarse despide un olor muy parecido al del ácido nítrico, y como éste, enrojece el papel de tornasol, y causa ardores en la piel.

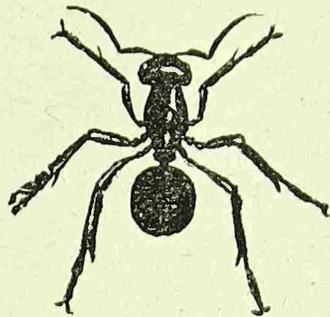


FIG. 42.

La *luciérnaga* pertenece también al orden de los coleópteros.

Citaré al *grillo* como ejemplo de *ortóptero*.

Su nombre viene del chirrido cri-cri, que se escucha en las calles y en el campo, en las húmedas noches de verano. Es un animal muy tímido, nocturno, que á menudo se introduce en las casas y torpemente da á conocer su presencia con su agudo chillar.

Entre los *neurópteros* citaré las *libélulas* que nosotros llamamos *caballitos del diablo*.

Son insectos de colores vivos que revolotean cerca de las aguas cristalinas

Las *hormigas* pertenecen al orden de los *himenópteros*. Viven las hormigas en socie-

dades compuestas de machos, hembras y obreras. Los machos y las hembras tienen alas, pero las obreras carecen de ellas.

Nada tan interesante como observar el movimiento y actividad que reina al rededor

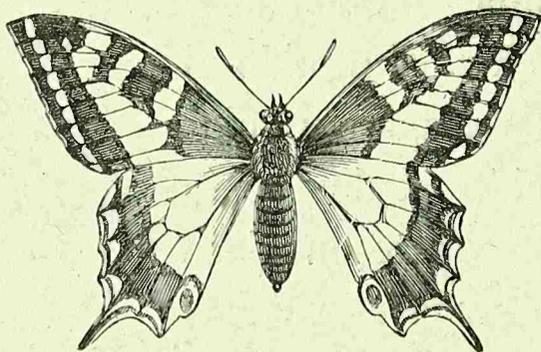


FIG. 43.

de un hormiguero; y estos insectos nos dan ejemplo de constancia y laboriosidad.

La abeja es también un insecto himenóptero.

Los *lepidópteros* son vulgarmente llamados *mariposas*. Son insectos chupadores, tienen la trompa arrollada en espiral, cuatro alas cubiertas de escamitas brillantes, y pasan por metamorfosis completas.

El gusano de seda, que presta servicios tan útiles á la industria, es un lepidóptero, lo mismo que la palomilla que destruye nuestra ropa y revolotea en las noches al rededor de la vela.

Los *hemípteros* tienen las alas desnudas, y son de metamorfosis incompleta.

Voy á poner un ejemplo que aunque repugnante es muy conocido : *la chinche*. Tiene alas rudimentarias, su cuerpo es deprimido y su color rojizo. Resiste extraordinariamente

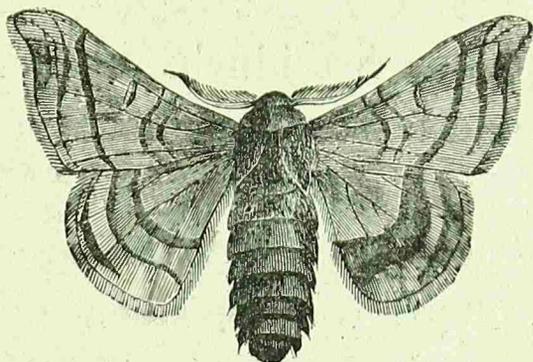


FIG. 44.

el hambre y el frío; pero tan pronto como halla la menor oportunidad se sacia de sangre y aumenta considerablemente de volumen.

Es un insecto muy tenaz. No basta meter las patas de la cama en vasijas llenas de agua para resguardarse de los ataques de insecto tan inmundo, pues viendo que no puede salvar el obstáculo se sube al techo y se deja caer sobre la cama para atacar á la persona que duerme allí tranquilamente.

Los *dípteros* forman el último orden de los insectos. Tienen generalmente dos alas y á veces ninguna; son chupadoras de trompa

y presentan metamorfosis completas. El ejemplo más sencillo es la mosca común que tanto nos molesta en los calurosos días de Julio y Agosto.

La mosca deposita sus huevos en el estiércol ó en la basura.

Las moscas domésticas están sujetas á una enfermedad que les hincha el vientre y les causa la muerte sin remedio. Unos naturalistas creen que esta enfermedad consiste en una hipertrofia del tejido adiposo ó sea la grasa ó gordura, y otros creen que la causa reside en una planta criptógama que se desarrolla dentro del cuerpo mismo del insecto.

#### CUESTIONARIO.

¿Cómo dividió Cuvier á los animales? ¿Cuáles son los caracteres de los articulados? ¿Cómo se divide este tipo? ¿Cuáles son los caracteres de los insectos? ¿Cómo se clasifican estos animales?

---

Enséñese á los alumnos colecciones de insectos, haciéndoles ver los que son útiles y los que son perjudiciales á la agricultura.

En las excursiones que previene la ley, hágase que los alumnos recojan insectos y explíqueseles la manera de conservarlos.

## CAPÍTULO XII.

### La flor.

41. La flor es uno de los órganos de reproducción de las plantas. Cuando es completa consta de una cubierta exterior, generalmente de color verde, llamada *cáliz*; de otra envoltura de bellísimos colores, denominada *corola*; de los órganos masculinos ó *estambres* que forman el tercer verticilo de la flor, y de los órganos femeninos ó *carpelos* que ocupan el centro de la flor.

Entre los estambres y los carpelos se encuentran los nectarios, cuyo líquido azucarado liban los insectos

Flores *completas* son aquellas que se componen de cáliz, corola, estambres y carpelos; é *incompletas* las que carecen de alguno de estos cuatro verticilos.

Las flores que no tienen cáliz se llaman *monoclamídeas*, si no tienen corola se llama *apétalas* y si carecen de ambas cubiertas se llaman *desnudas*.

Una flor es *masculina* cuando, independientemente de la presencia ó falta de las envolturas, sólo lleva estambres; *femenina* cuando no posee más que carpelos; *hermafrodita* cuando tiene órganos masculinos y femeninos, y *neutra*

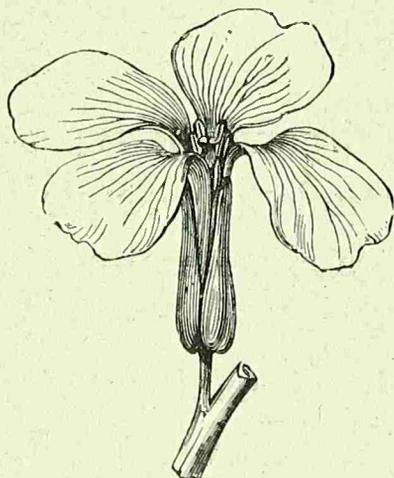


FIG. 45.

cuando carece de órganos sexuales ó si los tiene, son rudimentarios.

Es muy variado el color, tamaño y aroma de las flores, habiéndose observado que los países secos son más abundantes en plantas aromáticas que los húmedos. Algunas ve-

ces las flores están unidas al tallo por medio de un ramo que se llama *pedúnculo*; otras veces nacen directamente del tallo y entonces se les llama *sentadas*.

Las hojitas que forman el cáliz de una flor se llaman *sépalos*. Algunas veces estas hojitas se hallan separadas y entonces el cáliz se llama *polisépalo*; cuando las hojitas están reunidas el cáliz se llama *gamosépalo*.

Las hojitas suaves y delicadas que constituyen la corola reciben el nombre de *pétalos*.

En el pétalo hay que distinguir dos partes :

la superior plana y dilatada que se llama *lámina*, y la inferior estrecha y más ó menos larga que se denomina *unguícula*. Los pétalos pueden estar unidos ó separados; en el primer caso la corola recibe el nombre de *gamopétala*, y en el segundo se llama *polipétala*.

Tanto el cáliz como la corola puede ser regular ó irregular. Es regular cuando las hojas son iguales y están dispuestas simétricamente; es irregular en el caso contrario.

Los estambres ú órganos masculinos de la flor, constan de tres partes: *filamento*, *antera* y *polen*.

El filamento es un hilito cilíndrico; la antera un saquito membranoso, unas veces sencillo y otras formado de dos cavidades unidas por medio de un cuerpo que se llama *conectivo*.

El polen es un polvito amarillo encerrado en las cavidades de la antera. El polen es la materia fecundante de los vegetales. Cuando todos los estambres se reúnen en un solo haz se les llama *monadelfos*, si se reúnen en dos se les llama *diadelfos*, y si en tres ó más denominanse *poliadelfos*. Cuando falta el filamento se dice que la antera es *sentada*.

El carpelo consta de *ovario*, *estilo* y *estigma*.

El ovario es una cavidad cerrada en la que se encuentran los óvulos ó rudimentos de los granos, el estilo es un cuerpo cilíndrico que parte del ovario y sostiene al estigma, el cual es un cuerpecito glandular, globuloso, cilíndrico ó aplanado, que se encuentra cubierto de una substancia pegajosa, principalmente en la época de la fecundación.

Cuando falta el estilo se dice que el estigma es *sentado*.

El tercer verticilo de una flor completa, formado por la reunión de los estambres, se llama *androceo*, y la reunión de carpelos, que forman el cuarto verticilo, recibe el nombre de *gineceo* ó *pistilo*.

#### CUESTIONARIO.

¿Qué clase de órgano es la flor? ¿De qué partes está formada cuando es completa, y de qué partes cuando es incompleta? ¿Qué cosa es el polen?

---

Enséñese á los alumnos diversos ejemplos de flores para que describan sus distintas partes.

# ÍNDICE

---

## TERCER AÑO

Capítulos.	Páginas
I. Fuerzas. . . . .	9
II. Palancas. . . . .	36
III. Calor. . . . .	43
IV. Luz. . . . .	57
V. Electricidad. . . . .	66
VI. Meteorología. — Los vientos. . . . .	76
VII. El rocío y la helada. . . . .	85
VIII. La lluvia. . . . .	89
IX. El rayo. . . . .	95
X. Aspecto, clima y producciones del Distrito. . . .	104
XI. Caracteres principales de los articulados. Insectos.	108
XII. La flor. . . . .	119

## CUADROS MURALES

# PARA LECCIONES DE COSAS

---

Ya en nuestro boletín hemos anunciado la colección de cuadros para lecciones de cosas, cuya formación hemos encargado el reputado pedagogo mexicano D. GREGORIO TORRES QUINTERO. Venciendo las primeras dificultades que se nos ofrecían, hemos podido dar cima á las dos primeras series que fueron dedicadas á los *Vegetales* y á los *Animales*, compuestas de 40 cuadros impresos á varias tintas. Los asuntos de dichos cuadros no pueden dejar de ser muy interesantes, pues se refieren á

**El azúcar.** Planta y caña de azúcar. Raíz de Remolacha. Celinosa para la extracción del jugo. Decoloración por el negro animal. Pilón de Azúcar, Azúcar en terrones.

**El maíz.** La siembra, la pizca. Espiga de flores masculinas, Mazorca tierna, Espiga de flores femeninas, Mazorca, Utilización, etc.

**El pulque.** Tlachiquero extrayendo el agua miel. — Entregando el pulque en los establecimientos.

**El trigo.** Siembra, Siega, Trillando espiga, Flor, Molienda, Panificación.

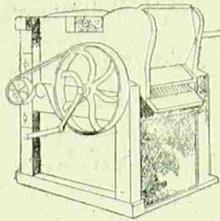
**El algodón.** Rama de algodouero, Semilla, Capullo, Animales nocivos, Cosecha, Despepitadora, Carda, Hilado, Tejido, etc.

**El papel.** Hilachas, Lavador, Prensa, Blanqueo, Máquina para hacer el papel.

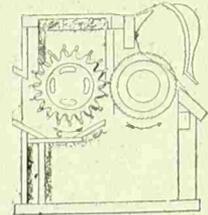
**El café.** Rama, Flor, Fruto, Despulpadora, Trilladora, etc.

El henequén. Plantel, Flor, Manufactura del henequén,  
Hilado, Tejido, Fabricación de cuerdas.

## EL ALGODÓN



Despepitadora  
o desmotadora de algodón



Corte o sección de una despepitadora



Capullo



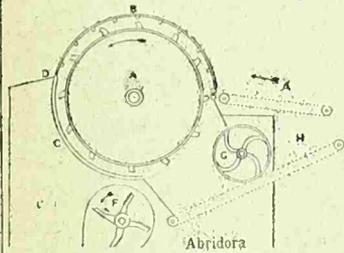
Semilla de algodón



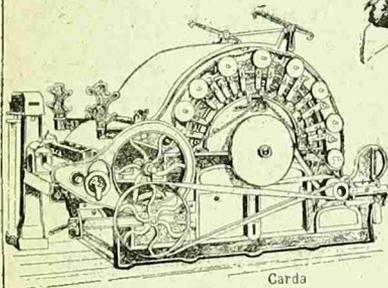
Bellota  
enferma



Mariposa nociva



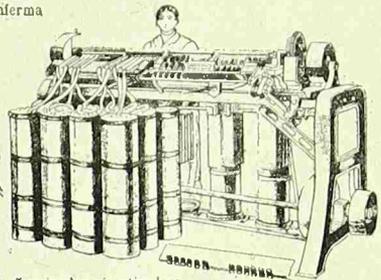
Abridora



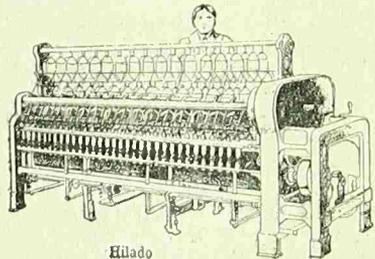
Carda



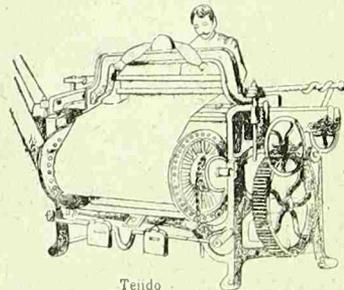
Rama de algodónero



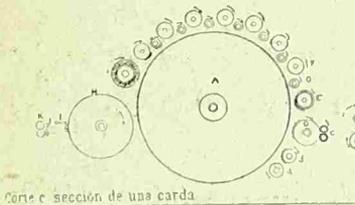
Laminadora o estiradora



Hilado



Tejido



Corte e sección de una carda

El arroz. Chapodando, cortando, aventado, Descascaradora,  
etc.

La cerveza. La cebada, Rama de lúpulo, Germinación,  
Extracción del mosto, Tostador, etc.

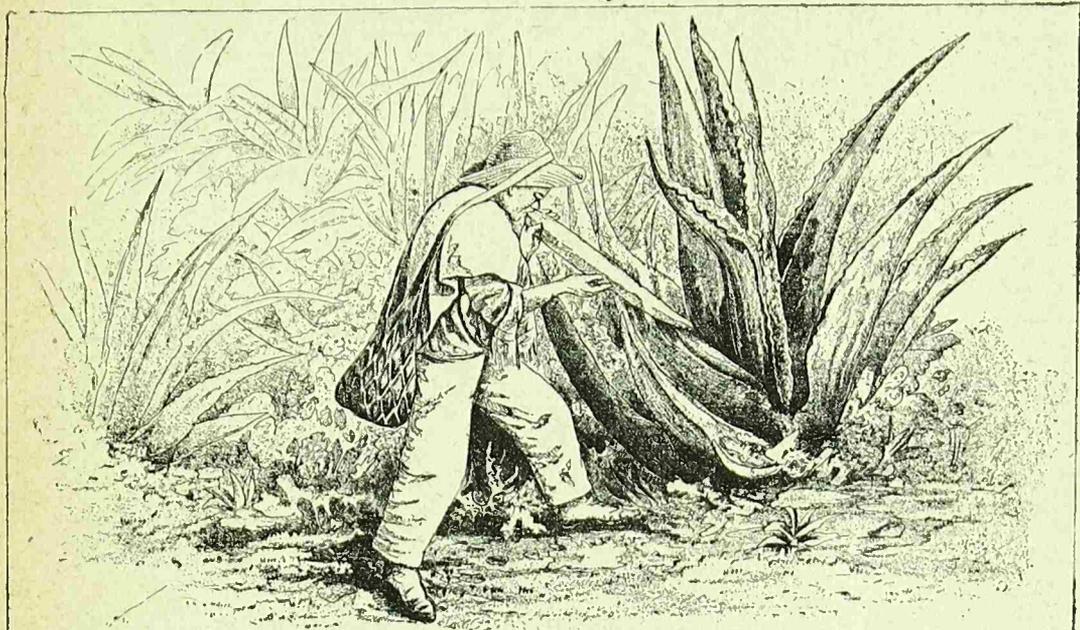
- Tabaco.** Plantío. Rama floral, Secadero, Obreros fabricando cigarros y puros, etc.
- Cacao.** Rama con flores y fruto, Fior, Mazorca, Tostador, Descascarillador, fabricación del chocolate, etc.
- Vainilla.** Vainilla con racimos de flores, Fecundación, Clasificación, etc.
- La vid.** Rama, Injertos, viñedo, vendimia, Fabricación y manipulación del vino.
- Jalapa y Zorzaparilla.** Rafz, plantío, preparación y cosecha.
- Añil.** Plantío, corte, manipulación del añil.
- El hule.** Higuera religiosa, hevea, coagulación del hule, Objetos de hule.
- La Quina.** Semillero y almáciga, Calisaya, Succirubra, Cascarilleros, etc.
- Cacahuete ó Higuerilla.** Planta, flor, fruto. Cosecha, manipulación.
- 

De la segunda Serie de los animales, tenemos publicados los cuadros siguientes :

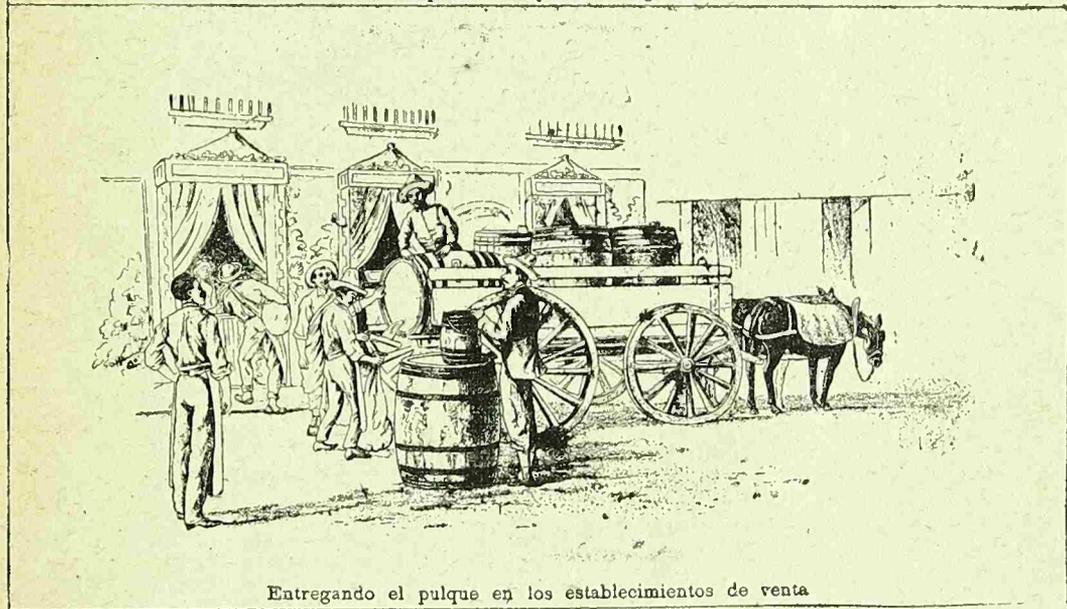
- El Toro.** Bueyes arando, bueyes tirando de una carreta. Lidia del toro. Matanza.
- Vaca.** La ordeña. La lechería: fabricación de la manteca y del queso.
- Caballo.** Trabajos del campo. En el paseo : coches y jinetes. Soldados de caballería mexicana. Vaqueros mexicanos lazando.
- Asno y mula.** Transporte de la leña y mercancías. El molino de café. Artillería de campaña.
- Cerdo y Jabalí.** Caza del Jabalí. Matanza del cerdo. Tocinera y salchichonera.
- Oveja y Cabra.** Trasquila de ovejas. Fábrica de tejidos de lana. Cabras en la montaña. Ordeña de la cabra.

Perro. Perro de San Bernardo. Perro de caza. Perros de tiro.  
Perro ratero. Perro de pastor. Perros sabios. Perro de  
Terranova. Perros de presa.

## EL PULQUE



Tlachihero extrayendo el aguamiel



Entregando el pulque en los establecimientos de venta

Gatos y sus congéneres. Gato doméstico. León africano.  
León mexicano (puma). Tigre asiático ó tigre real. Jaguar  
ó tigre americano.

**Palmípedas.** Ganso, pato, cisne, golondrino, gallareta, chaparro, zarceta. Caza del pato.

**Gallináceas.** Gallo y gallinas, incubadora y criadora artificiales, pintada, guajolote, pavo real, faisán dorado, faisán plateado, faisán negro ú hoco, codorniz mexicana, perdiz mexicana, chachalaca.

**Palomas.** Paloma mensajera, palomas domésticas, palomas silvestres.

**Saurios.** El caimán, diferentes modos en uso de cazarlo. Iguanas, escorpión, camaleón.

**Abejas.** La colmena, abeja obrera, la reina, el zángano. Extracción de la miel.

**Gusano de seda.** El gusano y su metamorfosis. Cría del gusano, veranamiento de los capullos.

**Piscicultura.** Pescado blanco, Juil, Pez colorado de fuente, Salmón, Pescado amarillito, Trucha salmonada, Salmón, Carpa, Bagre, Ponedero artificial, Caja flotante para peces de cría, Fecundación artificial, empaque de huevos para transporte. Caja flotante de incubación, Incubadora de surtidor, Frasco para transporte de pececillos, Salmones saltando una cascada.

**Pesca.** Bacalao, Pez volador, Huauchinango, Sardina, Platija, Caballo marino, Arenque, Tiburón, Raya, Esturión, Anzuelo, Anzuelo con cebo artificial, Nasa, Esparavel ó atarraya, Garlito, Arpón, Red, Pesca con anzuelo, Pesca con arpón, Pesca con red, Pesca con buitrón y nasa, Pesca con esparavel.

**La madreperla.** Pesca y abertura de las ostras.

**Esponjas y corales.** Pesca y preparación de las esponjas, Pesca del coral. Isla madreporica.

Cada cuadro, en hojas. . . . .	0 75
Restirado en papel granillo . . . . .	1 00

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL  
AREA DE SERVICIOS DE BIBLIOTECA  
Y DE APOYO ACADEMICO

FECHA DE DEVOLUCION

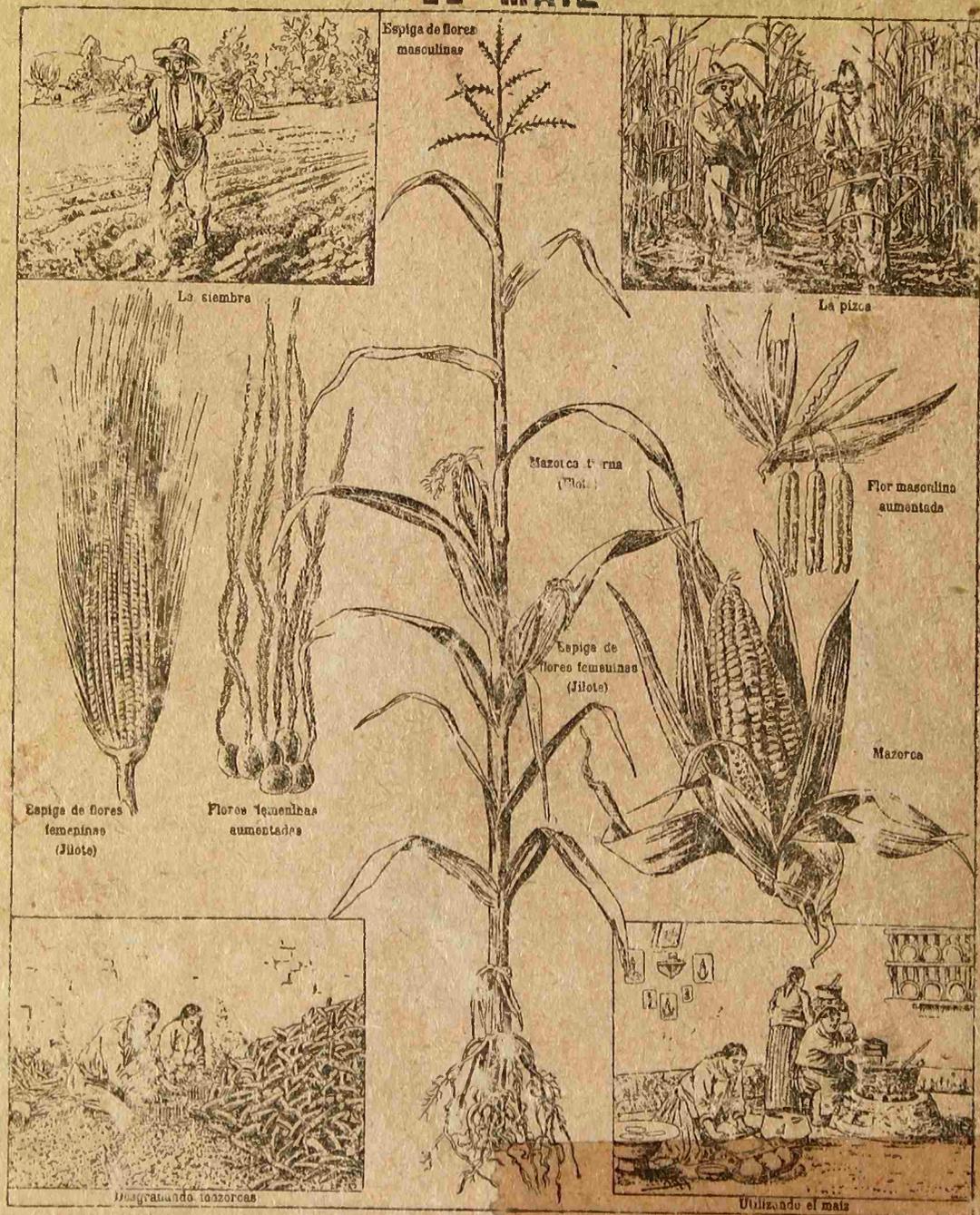
*El lector se obliga a devolver este material antes del  
vencimiento establecido por el último sello.*

LB1648 M6 L4.8 1913



125168

EL MAÍZ



En esta nueva colección cada cuadro de 0<sup>m</sup>50 x 0<sup>m</sup>60, va acompañado con una noticia explicativa; ya han salido á luz:

El pulque

El arroz

El henequén (2 cuadros)

El chocolate

El azúcar

La cerveza

El papel

El maíz

El trigo

El tabaco

Se publicarán otros cuadros.