

V.

FISICA ELEMENTAL

APLICADA

A LOS USOS DE LA VIDA

POR

Mr. Gillet-Damitte.

Teste aprobado por el Consejo Universitario de este
Distrito, y traducido del Frances

POR

Anibal Capriles.



COCHABAMBA

Enero de 1874.

IMPRENTA CATOLICA.

FISI CA ELEMENTAL

APLICADA

A LOS USOS DE LA VIDA

53(84)

FOR

Fisica

M. G. G. G. G.

Teste aprobado por el Consejo Universitario de este
Distrito y traducido del Francés

FOR

Andal Capriles



COCHABAMBA

Enero de 1874

IMPRESA CATOLICA

FISICA:

NOCIONES PRELIMINARES.

LA FISICA (*) es una parte de las ciencias naturales que se ocupa de las propiedades de los cuerpos y de los fenómenos o cambios diversos que los modifican sin alterar su naturaleza. Una propiedad es v. g. la dureza, y fenómenos son la congelacion del agua y la incandescencia del hierro enrojecido por el fuego.

El estudio de esta ciencia deberá tener por último resultado llenarnos de admiracion por las obras del Criador e inspirarnos un profundo reconocimiento hácia él cuyas inagotables bondades preservan al hombre de mil peligros y le socorren en todas sus necesidades, gracias a su activa providencia.

CUERPOS Y MATERIA.—Se llama *cuerpo* una porcion cualquiera de la materia, v. g. una piedra, un grano de arena o de polvo, una burbuja de aire, &c.; y *materia* es todo lo que impresiona nuestros sentidos, todo lo que se puede ver, oír, gustar, palpar o tocar. Los cuerpos estan formados por la agregacion o

* La palabra *fisica*, propiamente hablando, significa *ciencia de la naturaleza*. La naturaleza comprende todas las cosas creadas por Dios y que nos rodean por todas partes.

combinacion de particulas muy pequeñas que se denominan *moléculas* o *átomos*.

ESTADOS DE LOS CUERPOS.—Se presentan los cuerpos en la naturaleza bajo uno de estos tres estados: el *sólido*, el *líquido* o el *gaseoso*.

Llámanse *sólidos* cuando no se puede desprender una sola de sus moléculas sin romperlos; así, los metales, las piedras, la madera, &c., son cuerpos sólidos. Se dicen *líquidos* cuando sus moléculas se deslizan y cambian fácilmente de lugar, como el agua, el vino, y el aceite. I *gaseosos* cuando se presentan bajo la forma de un vapor tan sutil que nuestros sentidos no pueden frecuentemente percibirlos en ese estado, tales son por ej. el aire que respiramos, el vapor que sale de un vaso donde el agua está en ebullicion y esa especie de humo que hace saltar el corcho de una botella de cidra o de cerveza. Comunmente toman los gases el nombre de *fluidos aeriformes*, por que se presentan bajo la forma del aire. Un líquido vuelto gaseoso se llama *vapor*.

Sucede que un mismo cuerpo, el agua por ej., puede pasar sucesivamente por los tres estados; así, el *hielo* es un sólido, el *agua* es un líquido y el *vapor de agua* es un cuerpo gaseoso.

Un cuerpo es *simple* o *elemental* cuando contiene una sola especie de materia: el hierro, el cobre, la plata, el oro, el azufre, &c. son cuerpos simples porque si se procura descomponerlos, no se encuentra sino un solo elemento. Por el contrario, es *compuesto* cuando contiene muchas especies de materia: el acero, la madera, el agua, el aire, son cuerpos compuestos; entre estos, el acero contiene fierro, azogue y un poco de carbon.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS CUERPOS.—Cualquiera que sea la clase a que pertenezcan los cuerpos, tienen ciertas propiedades que les son comunes y que por esta razon se llaman *generales*. Las mas importantes son: la *extension*, la *impenetrabilidad*, la *divisibilidad*, la *porosidad*, la *densidad*, la *compresibilidad*, la *elasticidad*, la *movilidad*, la *inercia* y la *atraccion*.

EXTENSION.—No se puede comprender la extension, sin concebir antes la idea del espacio, de esta inmensidad en cuyo seno existen los cuerpos. La *extension* de un cuerpo es pues la porcion que ocupa en el espacio, limitado por las tres dimensiones, *longitud*, *latitud* y *profundidad* o *espesor*. La *forma* o *figura* de un cuerpo, varia segun la disposicion de las superficies que lo limitan, y estas segun la disposicion de las lineas que las cir-

cundan; de aqui esa variedad de formas en los cuerpos en los cuales, sin embargo, subsisten siempre las tres dimensiones espresadas. El *volùmen* de un cuerpo es lo que ordinariamente se llama su tamaño o su grosor, el cual depende del tamaño de sus dimensiones. Sean dos bolas de cobre de igual grosor, hueca la una y la otra llena, ambas tendrán el mismo volùmen puesto que tienen las mismas dimensiones; pero la bola llena o masiza tendrá una masa mucho mas grande que la que esta vacía; por consiguiente la *masa* de un cuerpo es la suma de sus moléculas.

IMPENETRABILIDAD.—La *impenetrabilidad* es la propiedad en virtud de la cual todo cuerpo excluye a los demas del lugar que ocupa en el espacio. Una consecuencia de esta propiedad es el choque de dos cuerpos que se mueven en sentidos opuestos, choque que si se opera en los caminos de fierro, es seguido frecuentemente de estragos. Hai ciertos cuerpos como el azucar y la creta que humedecidos con agua parecen dejarse penetrar; pero esto sucede únicamente porque el liquido se introduce en los pequeños intersticios, sin penetrar sus moléculas. Del mismo modo cuando se hunde un clavo en un pedazo de madera, no se hace otra cosa que retirar o desalojar las fibras de esta,

sin que el clavo ocupe el mismo lugar que ocupan las moléculas.

DIVISIBILIDAD. — Llámase *divisibilidad* la propiedad que tienen los cuerpos de poder ser divididos hasta lo infinito, al menos por el pensamiento, en partes cada vez mas pequeñas. He aqui un ejemplo notable de divisibilidad: 5 centigramos de color rojo o carmin, coloran 15 kilógramos de agua, lo que manifiesta que el cuerpo colorante se ha dividido en tres millones de partes por lo menos.

POROSIDAD. — La *porosidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de contener poros, esto es intervalos mas o menos grandes entre sus moléculas. Fácil es ver los poros de la esponja, del corcho i de otras maderas, pero no siempre es posible percibirlos con claridad en la mayor parte de los cuerpos; sin embargo, todos los cuerpos son mas o menos porosos, aun aquellos cuyos poros se hallan demasiado comprimidos. Si se llena de agua una bola de oro, cuya abertura esté cerrada con un tornillo, y se la golpea para aplastarla, se vé salir inmediatamente como una especie de rocío por los poros del metal. En las *destiladeras*, filtra el agua por los poros de la piedra desprendiéndose de las materias impuras. Las burbujas de aire que

se escapan de un pedazo de azucar arrojado al agua, provienen de que introduciéndose esta en los poros del azucar, desaloja el aire que contienen. El fenómeno de la descomposicion y putrefaccion de los huevos espuestos al aire libre, es igualmente debido a la porosidad de sus cáscaras; para conservarlos frescos, basta embaruizarlos con una capa grasosa o empaparlos en cal apagada, lo que los preserva de la influencia atmosférica.

DENSIDAD.—Un cuerpo es *denso*, cuando sus poros comprimidos por la proximidad de las moléculas, hacen, que bajo un pequeño volúmen encierre el cuerpo una gran masa. La *densidad*, opuesta a la porosidad, es la relacion de la masa al volúmen; bajo un mismo volúmen, siendo la masa mas grande, la densidad será mayor: así, un litro de mercurio pesa tres veces y media mas que un litro de agua, luego el mercurio tiene mas densidad que el agua, puesto que contiene, tres i media veces mayor número de moléculas.

COMPRESIBILIDAD.—La *compresibilidad* es aquella propiedad que tienen los cuerpos de disminuir de volúmen cuando se les hiera o se les comprime. Esta propiedad es una consecuencia de la porosidad, pues ella, no tiene lugar sino en tanto que las

moléculas de un cuerpo son susceptibles de aproximarse las unas a las otras y formar un volumen menor; por consiguiente la compresibilidad de un cuerpo está en razon de los vacios o poros que contiene. En ciertos cuerpos, como los metales es menos sensible esta propiedad, pero no por eso es menos evidente: un martillazo dado a un metal lo hace mas compacto. Sometidos a la accion del volante, el oro, la plata y el bronce, disminuyen de volúmen, al tiempo de ser sellados, pero su masa es la misma. Entre todos los cuerpos, los liquidos son los que tienen menos compresibilidad, y los gases los que la tienen mas.

ELASTICIDAD.—Cuando se comprime un cuerpo, se advierte en él una resistencia mas o menos grande, y si la compresion cesa, se le vê tomar su forma primera, con la misma o menor perfeccion; esto resulta de la *elasticidad* que es la propiedad que tienen los cuerpos de recobrar su forma o su volúmen primitivo. Si se tira una correjuela de goma elástica y se la suelta en seguida por cualquiera de sus extremos, vuelve al instante sobre sí misma; de igual modo, un arco tirante se afloja en cuanto se suelta la cuerda; un hilo torcido se destuerce luego que se le abandona a sí mismo; y una boia que cae so-

bre la tierra dura o sobre una piedra, rebota inmediatamente. Batiendo los metales al frio se les comunica un acrecentamiento de elasticidad, se les *templa*. Para templar el acero, no hai mas que introducirle en el agua fria despues que ha sido fuertemente calentado.

MOVILIDAD. — Todos los cuerpos son susceptibles de ser trasportados de un lugar a otro de ser movidos. La *movilidad* es pues la propiedad que tienen los cuerpos de cambiar de lugar en el espacio; luego el *movimiento* es el estado de un cuerpo cuyas diferentes partes cambian de situacion en el espacio: así, un carruaje tirado por un caballo está en movimiento; las aspas de un molino deviento en el acto de jirar lo estan igualmente. Ningun cuerpo está en reposo absoluto, y así los cuerpos del globo terrestre parecen estar en reposo los unos con relacion a los otros, se hallan, en realidad trasportados en el espacio, siguiendo el doble movimiento de la tierra sobre sí misma i al derredor del sol. Cuando se le supone a un cuerpo privado de movimiento, se dice que se encuentra en el estado de *reposo*. Los cuerpos por sí mismos, no pueden darse movimiento, ni alterar en nada el que han recibido.

INERCIA. — La impotencia de los cuerpos

para modificar su estado de reposo o de movimiento se llama *inercia*. Es en virtud de esta propiedad que un cuerpo en movimiento no podrá pasar jamás al estado de reposo; no obstante hay ciertas causas capaces de alterar el movimiento dado a un cuerpo, estas causas son: 1.ª el frotamiento; 2.ª la resistencia de algunos medios, como el aire y el agua; 3.ª la pesantez. Por efecto del frotamiento es que una bola de marfil, lanzada sobre un villar cubierto de paño, rueda menos tiempo que sobre una superficie dura y pulida. En la maniobra de una lancha es la resistencia del agua la que aniquila el vigor de los remeros; del mismo modo que la carrera del mejor caballo encuentra una considerable resistencia en el aire que su cuerpo desaloja a cada pase.

Supuesto que el movimiento no es mas que un efecto, no podrá ser producido sino por una causa, siendo, por otra parte, inertes por naturaleza todos los cuerpos: esta causa se llama *fuerza*. Las fuerzas son pues todas aquellas causas que hacen pasar a un cuerpo del estado de reposo al de movimiento; notaremos entre otras, la acción de los músculos en el hombre y los animales, la pesantez, la tensión de los vapores y ciertos efectos eléctricos. Se dá

generalmente el nombre de *potencia* a la fuerza que tiende a producir el movimiento, y el de *resistencia* a la que contribuye a impedirlo. Cuando dos o mas fuerzas solicitan a un cuerpo en sentidos opuestos, se destruyen y se dice que el cuerpo está en reposo. La *velocidad* es el espacio recorrido en la unidad de tiempo; el segundo es la unidad de tiempo que ordinariamente se emplea.

ATRACCION.—La *atraccion* es la propiedad mediante la cual, todos los cuerpos y todas las moléculas tienden a aproximarse entre sí. La atraccion toma diferentes nombres segun las circunstancias en que obra: la que tiene por efecto unir las moléculas de los cuerpos se llama *atraccion molecular*; esta misma, toma el nombre de *cohesion* cuando las moléculas que une son de una sola naturaleza, y en el caso contrario se denomina *afinidad*. Si la atraccion se ejerce entre la tierra y los cuerpos que se hallan en su superficie, se llama *pesantez*. Finalmente la *atraccion celeste* o *gravitacion universal* es aquella que obra entre masas enormes, situadas a distancias considerables, como entre la tierra y el sol. Esta atraccion es la que con eterna armonia, mantiene los mundos

en sus perpetuos movimientos.

PROPIEDADES PARTICULARES DE ALGUNOS CUERPOS.—Entre las propiedades particulares de los cuerpos sólidos, se encuentran principalmente la *dureza*, la *tenacidad*, la *ductilidad* y la *maleabilidad*. Una propiedad especial de los líquidos es la *capilaridad*.

DUREZA.—La *dureza* es esa resistencia que opone un cuerpo a la separacion de sus moléculas. Los cuerpos duros destrozau y rayan a los demas, y dificilmente se dejan romper y rayar; el hierro que rompe y que raya la piedra es mas duro que ella; el diamante que raya todos los cuerpos es mas duro que todos ellos. Se llaman cuerpos *blandos* a los que parecen no tener elasticidad, como la cera y la tierra gredosa; y *frágiles* a aquellos que facilmente se dejan romper, como el vidrio. Hai ciertos cuerpos duros en los cuales sucede lo propio, v. g. el diamante y el acero templado.

TENACIDAD.—La *tenacidad* es la resistencia que oponen los cuerpos sólidos a su ruptura o aplastamiento, cuando se les estira o se les carga de peso. De todos los sólidos, el fierro es el que tiene mas tenacidad: un hilo de este metal de 2 mili-

metros de diámetro, puede sostener hasta 249 kilogramos, entre tanto que otro igual de cobre, no sostiene sino 175.

DUCTILIDAD Y MALEABILIDAD.—Llámanse cuerpos *ductiles*, a los que se dejan fácilmente estirar en hilos, y *maleables* a aquellos que pueden ser aplastados en láminas muy delgadas: tales son las propiedades llamadas *ductilidad* y *maleabilidad*. Hai metales que se dejan estirar en hilos mas delgados que un cabello: por ej. el platino que es un metal blanco, es tan ductil y suministra hilos tan finos que en mil metros de longitud apenas pesan 5 centigramos.

CAPILARIDAD.—*Tubos capilares* son ciertos tubos muy finos que tienen, por decirlo así, el diámetro de un cabello. Si se sumerge uno de estos tubos, abierto por uno de sus extremos, en un liquido capaz de mojar, en el agua por ej., esta sube en su interior y se eleva a mayor altura que el nivel de su depósito; proviene este fenómeno, de que la atracción entre el agua y el vidrio es mayor que la pesantez de aquella. Tal es la propiedad de los líquidos llamada *capilaridad*.

Por efecto de la capilaridad se vé subir el aceite en las mechas de las lámparas, empaparse un pedazo de azúcar a

penas tocado al agua, mojarse y disolverse una porcion de cal absorviendo el agua que la humedece por debajo, subir la savia de los árboles desde la raiz hasta las hojas para descender otra vez; en fin, es tambien debida a la capilaridad la propagacion de la humedad hasta en las mas altas habitaciones, en los edificios situados en las cercanias de un estanque, de una pradera o de un rio; las hornillas o provisiones de leña que se hacen para evitarla, lejos de esto, no hacen mas que preparar de nuevo la ascension del liquido, porque evaporan el agua contenida en los poros de las paredes como en los tubos capilares.

DE LA PESANTEZ.

La *pesantez de los cuerpos* o la *gravedad*, es esa especie de atraccion en cuya virtud cae a la tierra un cuerpo que se halla libre. La pesantez de un cuerpo está en razon de su masa; por eso, aquel cuya masa sea dos veces mas grande que la de otro, será atraido dos veces mas; de aquí se sigue que la tierra infinitamente mas grande que los cuerpos de su superficie, los obligará a caer siempre que no esten sostenidos.

Como todos los cuerpos siguen esta ley, todos ellos son *pesados* e igualmente atraídos por la tierra; el hecho de que no todos caigan con la misma rapidez es debido únicamente a la resistencia del aire; por eso una bala de plomo cae mas pronto que una de corcho, lo que quiere decir que este es menos denso que aquel. En el vacío, todos los cuerpos caen con igual velocidad.

PESO.—El *peso* de un cuerpo, es el esfuerzo con que tiende hacia la tierra. Es preciso no confundir la pesantez con el peso: la pesantez, es una fuerza general y común a todos los cuerpos, mientras que el peso solo depende de la cantidad de materia que pueden contener. Es tanto mas considerable el peso de un cuerpo, cuanto mayor es el número de sus moléculas, de manera que la diferencia de estas, bajo un mismo volúmen, determina la diferencia de peso entre los cuerpos: así, una bala de plomo contiene mas cantidad de materia que otra de corcho de igual volúmen; por consiguiente, la primera tiene mas peso que la segunda. Finalmente, se aprecia el peso de un cuerpo, por el esfuerzo que se necesita para sostenerlo.

VERTICAL.—Obrando sin cesar la pesantez sobre todos los cuerpos, tiende a ar-

rastrarlos hácia un punto único que es el centro de la tierra. La línea recta que siguen al caer los cuerpos se conoce por medio de la *plomada*, instrumento sencillo, compuesto de un hilo en cuyo extremo se halla pendiente un pedazo de plomo; este instrumento indica la dirección de la pesantez, denominada *vertical*. Toda vertical, es perpendicular a la superficie de las aguas tranquilas. Los carpinteros y albañiles, hacen uso de la plomada para saber si el maderamen o las paredes de un edificio no se alejan de la vertical.

CAIDA DE LOS CUERPOS.—Los cuerpos, durante su caída, no conservan la misma velocidad, lo que quiere decir que obrando sobre ellos la gravedad de una manera *continua*, les imprime a cada instante un nuevo grado de velocidad.

La ciencia ha demostrado esta verdad por ciertos hechos generales, que son: 1.º cuando un cuerpo cae, al cabo de dos segundos su velocidad es doble de la que tenía al principio; a los tres segundos se triplica, a los cuatro se cuadruplica, y así sucesivamente; de aquí esta primera ley: “La velocidad de un cuerpo que cae, se aumenta proporcionalmente al número de

instantes recorridos desde el principio de su caída."

2.º Un cuerpo que cae libremente desde un lugar elevado, recorre $4^m 9$ en el primer segundo; ahora bien, suponiendo que un cuerpo caiga durante 6 segundos, se encontrará el espacio recorrido, multiplicando $4^m 9$ por el cuadrado de 6 que es 36, lo que dá $176^m 4$; de aquí la segunda ley. "Los espacios recorridos, aumentan como los cuadrados de los tiempos empleados en recorrerlos. Es por esto que un cuerpo en movimiento, cuando encuentra un obstáculo en su caída, ejerce sobre él un esfuerzo tanto mas poderoso cuanto mayor es la velocidad con que camina. Aun los cuerpos pequeños, al caer de una grande altura, pueden adquirir una velocidad extraordinaria y producir formidables choques; razou, por la que se exige que los obreros que trabajan en las minas de ulla, tengan siempre cubierta la cabeza con un casco. Un plano inclinado, modera la caída de un cuerpo; sin embargo, su acción no es menos violenta que la de los cuerpos que se precipitan siguiendo la vertical: así, una piedra que rueda desde lo alto de una montaña, estrellá y destroza cuanto encuentra a su paso. Y es grande impru-

dencia, correr descendiendo un declive, o lanzarse a caballo o en carruaje por la falda de una montaña.

CENTRO DE GRAVEDAD.—Se dice que un cuerpo está en *equilibrio*, cuando se conserva sin caer en su misma posición. El punto que es necesario fijar para mantener el equilibrio, se llama *centro de gravedad*; en él, parece reunirse la pesantez de todas las moléculas, para ejercer sobre el cuerpo una sola y única presión.

FUERZA CENTRIFUGA.—Cuando se imprime un movimiento de rotación a una piedra colocada en una honda y se suelta en seguida uno de los hilos que la retienen, la piedra, lanzada bruscamente en el espacio, sigue una línea recta, tangente al círculo descrito con la honda; el mismo fenómeno se reproduce siempre que un cuerpo en movimiento describe una curva, porque en tal caso está sometido a la acción de una fuerza que tiende a alejarlo del centro de rotación, esta fuerza se llama *fuerza centrífuga*. Si en la misma honda se dá a la piedra una velocidad trip'e, la fuerza centrífuga se hace también 3 veces 3 o 9 veces mayor.

DEL PENDULO.—Se llama *pendulo*, todo cuerpo pesado que se halla libremente suspendido del extremo fijo de un hilo o de una

Los movimientos de *vaiven* que el péndulo ejecuta cuando se le aparta de su posición vertical, se llaman *oscilaciones*. Este instrumento dá la medida de la intensidad variable de la pesantez, por el número de oscilaciones que ejecuta en la unidad de tiempo.

EMPLEO DE LAS FUERZAS.—La masa o el conjunto de pesos y de cargas, presenta en los usos de la vida dificultades que es necesario vencer. Con este objeto se emplean diferentes máquinas, de las que las mas importantes son: el *plano inclinado*, la *polea simple*, y la *compuesta*, las *ruedas dentadas*, la maquina llamada *gato*, la *rosca*, el *torno*, el *cabestante*, la *càbria*, y el *moton*.

PLANO INCLINADO.—El *plano inclinado* es una máquina mui sencilla, compuesta de planchas sólidas, o de una escala colocada, de manera que su inclinacion sea muy suave. Sirve con mucha ventaja para cargar objetos pesados en los carruajes de acarreo, o para trasportarlos a pares elevados; tambien sirve para descargar cuerpos macizos sin sacudimientos ni peligro alguno. Efectivamente, la experiencia de todos los dias, prueba que el plano inclinado, economiza esfuerzos que seria necesario emplear para llevar los cuerpos sin su auxilio.

PALANCA.—La *palanca* (fig. 1.ª) es un

tronco o vara, B C, inflexible, recta ó curva, hecha de madera o de fierro, y que se mueve al rededor de un punto fijo E, llamado *punto de apoyo*.

Es preciso considerar tres cosas en la palanca: la resistencia, la potencia y el punto de apoyo. La *resistencia* A es el peso que se quiere levantar. La *potencia* B es el esfuerzo que hace la mano que sostiene la palanca. El *punto de apoyo* E es el sitio en que esta se *apoya* para levantar la carga. Se llaman *brazos de la palanca* las dos longitudes que parten desde el punto de apoyo hasta la potencia o la resistencia.

Hay tres especies de palancas.

Trátase de levantar una gran piedra con el auxilio de una *barra de fierro*: para esto, se introduce la barra B C debajo de la piedra A, se toma un punto de apoyo E sobre un cuerpo colocado cerca de la piedra, esto es si la palanca no tiene un codo o curvatura, he ho esto, se ejerce una presión en el extremo B de la barra; mientras el punto de apoyo esté mas próximo a la piedra, mas fácil será levantarla, por que el brazo B E de la palanca en el cual se halla la potencia, es mas largo que el brazo E C en el que se halla la resistencia. Si el brazo de la potencia fuese por ej. 5 veces mayor que el de la resistencia, para

que ambas fuerzas esten en equilibrio, seria necesaria una potencia 5 veces menor que la resistencia: de donde se sigue, que un monton de piedras, cuyo peso sea de 500 kilógramos, podrá ser levantado por una fuerza de cerca de 100 kilógramos. Esto ha dado origen a la siguiente ley de Arquímedes: "Las fuerzas estan en razon inversa de los brazos de la palanca." La barra de fierro que se acaba de explicar, en la que el punto de apoyo está entre la potencia y la resistencia, es una *palanca de primer jénero*.

En las tijeras, el punto de apoyo se encuentra en el tornillo, la resistencia en el cuerpo que se trata de cortar y la potencia en la fuerza de los dedos aplicados a los anillos que cierran. Mientras el punto de apoyo esté mas pròximo a la resistencia, será menor el esfuerzo empleado para cortar un objeto. Es por esta razon que la podadera de los jardineros, compuesta de dos hojas o láminas cortas movidas por dos brazos largos, tiene bastante fuerza para cortar de un solo golpe, ramas mui fuertes, con solo el esfuerzo de los dedos. Las tijeras son, todavia una palanca de *primer jénero*.

En el *carreton de una rueda*, el punto de apoyo se encuentra en el eje de la rueda, la resistencia en el peso que se lleva y la potencia en las manos que sujetan los mangos.

del carretón. Un obrero que arrastre un peso cualquiera, en uno de estos carretones, se aliviará de la carga asentandola cuanto sea posible cerca de la rueda y sujetando los mangos por sus extremos. Una palanca como esta, en la que se halle la resistencia al medio, el punto de apoyo en un extremo y en el otro la potencia, será una *palanca de segundo género*.

— Cuando se hace uso de una *pinza* o *alicate*, la resistencia se halla en el cuerpo sujetado, la potencia en la mano que cierra los brazos de la pinza y el punto de apoyo en el resorte destinado a apartarlos. En este caso como en los otros, para acrecentar la potencia, es indispensable alejar la mano del punto de apoyo. Una palanca de esta especie, en la que la potencia está entre el punto de apoyo y la resistencia, es una *palanca de tercer género*. No se la emplea con frecuencia; sin embargo nuestro brazo es una palanca de esta naturaleza.

POLEA.—La *polea* (fig. 2) es una rueda, sea de madera, de hierro o de cobre, cuyo contorno tiene un hueco destinado a recibir una cuerda; por su centro la atraviesa una varilla denominada *eje*, sostenida por dos brazos soldados en la parte superior: tal es la *polea simple*. Sirve para levantar cuerpos que, amarrados a

un extremo de la cuerda, sufren el impulso de un hombre o de un animal que tira del extremo opuesto. Siendo igual al peso del cuerpo la resultante de las dos tensiones en ambos extremos de la cuerda, la fuerza de tracción no será sino la mitad del peso. Con la polea se saca ordinariamente el agua de los pozos.

POLEA COMPUESTA.—La *polea compuesta* es un conjunto de poleas que tiene por objeto suspender cargas considerables, empleando menos esfuerzo que con la polea simple.

RUEDAS DENTADAS.—Las *ruedas dentadas*, son ciertas ruedas guarnecidas de dientes que se engranan con los dientes de otras ruedas, jirando de este modo las unas con el auxilio de las otras. Su objeto es acelerar o retardar un movimiento dado, por que no todas tienen el mismo número de dientes.

CRIC O GATO.—El *cric o gato* es una máquina de madera, en cuyo interior se halla una rueda dentada vertical que se engrana con un piñon igualmente dentado, el cual se adapta a una palanca en forma de manubrio. Si el brazo del manubrio es igual a 5 veces el radio del piñon, una fuerza aplicada a dicho manubrio, podrá levantar un cuerpo 5 veces mayor que ella, lo que no podría hacer por si sola. Por esto, los albañiles se sirven del cric o gato para levantar montones de piedras.

ROSCA.—La *rosca* sirve con gran ventaja; sea para ejercer una fuerte presión sobre los cuerpos, como la rosca de aprensar de los viñadores o el tornillo de los herreros, sea también para fijar las cerraduras o los objetos de carpintería. El *paso de la rosca* es el espacio que existe entre dos filetes consecutivos del tornillo. La *tuerca* es una pieza pequeña, ahuecada de tal modo que pueda recibir el paso de la rosca y ajustarla.

TORNO.—El *torno* empleado especialmente para extraer montones de piedra de las canteras, se compone de un cilindro horizontal, en el que se envuelve una cuerda, y de una gran rueda fija en uno de los extremos del cilindro: esta rueda sirve de palanca y se mueve por la acción de un hombre puesto en uno de los peldaños del torno. Los efectos de esta máquina son tanto más poderosos, cuanto más grande es la rueda.

CABESTANTE.—El *cabestante* es un aparato casi igual al torno, con la diferencia de que el cilindro, perpendicular al plano en que se halla colocado, es movido por cuatro barras o palancas dispuestas en forma de cruz. Su uso es más común cuando se trata de arrastrar cargas muy pesadas.

CABRIA.—La *câbria* o *grua*, se compone de un torno y de una polea. El objeto del

torno es aumentar el efecto de la polea, de modo que se pueden levantar las cargas mas pesadas sin grande esfuerzo. Los carpinteros y albiñiles la emplean con frecuencia para suspender piezas de talla, de madera o de piedra.

MOTON.—El *moton*, que resulta de la combinacion de un cabestante y de poleas, sirve para elevar masas de fundicion de gran peso que descansan en seguida sobre estacas destinadas a ser introducidas en el suelo y en las que se apoyan los edificios, como en las pilastras de un puente.

MEDIDA DE LOS PESOS.—Puesto que el peso de los cuerpos es una cantidad, puede muy bien ser medido. Medir el peso de un cuerpo, es compararle con el peso de otro cuerpo conocido, tomado por unidad. El instrumento empleado con este objeto, se llama *balanza*.

Las balanzas mas usadas, son: la *balanza ordinaria*, la *horizontal* y la *báscula*.

BALANZA ORDINARIA.—La *balanza ordinaria* (fig. 3.ª) es una palanca de primer género y de brazos iguales. La palanca A B, se mueve al derredor del eje de suspension C; dos platillos D, E se hallan suspendidos de sus extremos; y una aguja llamada *fil*, oscila juntamente con ella. Para que una balanza

Buena debe reunir las condiciones de *sensibilidad* y *exactitud*.

Es sensible o delicada, cuando estando el fiel en equilibrio, facilmente se desvia al menor peso añadido a uno de los platillos; y es exacta, cuando indica el peso de un cuerpo con toda exactitud, lo cual sucede siempre que los brazos de la palanca son iguales. Se comprueba la exactitud de una balanza, cambiando de platillos los pesos y los cuerpos pesados; si entonces no se altera el equilibrio, puede ser reputada exacta o justa.

BALANZA HORIZONTAL.—La balanza horizontal que es tambien una palanca de primer jénero, no es mas que una modificacion de la anterior; difiere sobre todo en que tiene dos platillos movibles unicamente sostenidos por discos horizontales. Esta cómoda disposcion permite, en las pesadas del comercio por menor en que su uso es mas frecuente, levantar la mercancia en el mismo platillo.

BASCULA.—La *báscula* es tambien una palanca, pero de brazos desiguales en la proporcion de 1 a 10. Por esta razon, para saber el peso de un cuerpo, es necesario multiplicar por 10 los pesos colocados en el platillo: así, para pesar 50 kilògramos de azúcar, es indispensable aumentar 5 kilògramos en di-

cho platillo. Semejante disposicion hace que se puedan pesar enormes masas sin necesidad de manejar grandes pesos; por eso es, que este instrumento tiene mas uso en el comercio por mayor.

PESO ESPECIFICO.—Es muy util conocer el peso especifico de los cuerpos, es decir, saber si tal sustancia pesa mas que tal otra bajo el mismo volumen. El peso *especifico* de un cuerpo es el resultado de la comparacion de su peso, con el peso de otro cuerpo tomado por unidad; el *agua destilada* es el término de comparacion para los sólidos y los líquidos, y el aire para los gases. Cuando se dice que el hierro pesa 7, debe entenderse que, bajo el mismo volumen pesa tanto como el agua cuyo peso se calcula en 1; del mismo modo, cuando se dice que el espíritu de vino o de alcohol pesa 0,79 céntimos, debe entenderse que pesa 21 céntimos menos que el agua, cuyo peso se estima en 100 céntimos o 1.

El peso especifico de los cuerpos, sean sólidos, líquidos o gaseosos, es proporcional a su densidad; por consiguiente, determinar el peso especifico de los cuerpos, es dar a conocer sus densidades relativas o lo que es lo mismo, las cantidades de materia que encierran, comparandolos bajo el mismo volumen y en iguales circunstancias.

AREOMETROS. — Los instrumentos llamados *areómetros* no se pueden conocer sin el auxilio de las balanzas que dán las densidades o las diferencias de densidad de los diversos líquidos. El *pesa licores*, instrumento muy usado en el comercio de los líquidos, se compone de un tubo lleno en su parte inferior de un poco de mercurio o de algunos granos de plomo, y de una rama o vástago superior dividido en grados. Sumergido este instrumento en un líquido cualquiera, se hunde tanto mas, cuanto mas ligero o menos denso es el líquido, y tanto menos cuanto es mas pesado o denso. Si se hace esta operacion en un vaso lleno de aguardiente, marca el *pesa licores*, 20°, y 35° en un vaso de espíritu de vino o de alcohol del comercio; de donde se saca que el espíritu de vino es con 15° mas ligero que el aguardiente a 20°.

PRESION ATMOSFERICA. — Se llama *atmósfera* la masa de aire que rodea la tierra, formando en torno suyo como una especie de costra o capa de 70 kilómetros de altura poco mas o menos.

El *aire*, es ese fluido que respiramos y en medio del cual vivimos; es el principio necesario para la vida del hombre, de los animales y de las plantas. El aire no es un cuerpo simple, está formado por la combinacion de

dos elementos gaseosos e invisibles que son el *oxígeno* y el *ázo*. El primero, hace el aire vital, pero agotaria rápidamente la vida, sino estuviera neutralizado por el *ázo*; y si este estuviera solo, ni los hombres, ni los animales podrían existir.

El aire es *compresible* y *elástico*. Cuando se le comprime por medio de un pequeño instrumento llamado *estabon de aire*, se le puede reducir a un volúmen cinco a diez veces menor; pero inmediatamente que la presión cesa, recobra su volúmen primitivo, lo que quiere decir que también es elástico.

La elasticidad del aire, lo mismo que su compresibilidad, se comprueban por medio de un instrumento muy usado, esto es, por el *fuelle* que sirve para avivar el fuego. El aire se introduce en él, por una válvula llamada alma del fuelle. Cuando se aproximan las ramas o alas de este utensilio, la válvula cierra la abertura, de manera que la presión obliga al aire a salir por el tubo dirigido hacia la hoguera o fogón.

Dado un volúmen de aire, se hará seis veces mas pequeño, si la fuerza de compresión se hace seis veces mayor. Este hecho observado por Mariotte, fué, por el mismo, formulado así: "El volúmen del aire está en razón inversa de las presiones que sufre." Ley,

que se aplica igualmente a todos los gases, cuya compresibilidad es su propiedad mas notable.

El aire es tambien *rarificable* o *dilatable*, lo que se prueba aproximando al fuego una vejiga medio llena de aire: se vé entonces aumentarse el volúmen de la vejiga y inflarse cada vez mas. Si, en seguida, se la espone al frio, tomará su primera forma por la condensacion del aire que encierra.

Tanto las moléculas del aire como las de los otros gases, tienen una *fuerza de expansion* indefinida; al menos en razon a que despues de haberse dilatado y estendido en un espacio 10, 100, 1000 veces mayor, ejercen todavia cierta presion contra las paredes de los vasos en que se hallan contenidas.

PESANTEZ DEL AIRE. — Si se pesa un frasco de vidrio, primero vacio y despues lleno de aire, en la segunda vez tendrá mas peso que en la primera, de donde se sigue que el aire es *pesado*; pero su peso varia por efecto de su pureza, de su temperatura o de cualquiera presion. Efectivamente, el aire caliente es mas ligero que un aire frio de igual volúmen, y un aire comprimido es mas pesado que otro que no lo está. Un litro de aire seco a la temperatura de 0° (hielo derretido) y bajo una presion de 76 centímetros de

mercurio, (1) pesa 1 gramo 3 decigramos, supuesto, que el litro de agua pura, pesa 1,000 gramos; por consiguiente, el aire, pesa cerca de 770 veces menos que un volûmen igual de agua.

Galileo, célebre físico, descubriendo la pesantez del aire, hizo constar que el agua, en un cuerpo de bomba vacío de aire, no puede elevarse a más de 10.^m 35 encima de su nivel, y demostró que este fenómeno era debido únicamente a la pesantez del aire cuya presión obliga al líquido a elevarse en el tubo vacío hasta que el peso de su columna equilibre dicha pesantez. Su discípulo Torricelli, habiendo reflexionado sobre este hecho, dedujo de él que el mercurio que pesa 13 y media veces más que el agua, debía suspenderse 13 y media veces menos, es decir a 0.^o 76, lo que en efecto se verificó. Con este objeto tomó un tubo de 0.^m 76 de longitud, cerrado por uno de sus extremos; lo llenó de mercurio y tapando el orificio abierto, lo sumergió en una cubeta llena del mismo líquido; en ese estado,

(1) Una columna de mercurio de esta altura guarda equilibrio con la presión atmosférica. Si esta columna tiene por base un décimetro cuadrado, pesa 103 hil. 3, al nivel del mar y en un tiempo tranquilo; pues la presión atmosférica sobre la superficie de la tierra, es igual a tantas veces 103 hil., 3, cuantos centímetros cuadrados contiene esta superficie.

destapó el orificio y vió descender el mercurio por el tubo, hasta que despues de algunas oscilaciones se mantuvo a una altura vertical media de 0,76 encima del nivel de la cubeta. La elevacion del mercurio varia efectivamente: disminuye a medida que alejándonos del nivel del mar, nos elevamos a grandes alturas, sea en las montañas o en los valles, y disminuye aun mas, cuando amenaza una lluvia o tempestad (1); por el contrario, la columna aumenta cuando el tiempo está tranquilo.

BAROMETRO. — El *barómetro* (2) sirve para medir la presión atmosférica, para obtener indicios probables de lluvia o buen tiempo y para medir las alturas.

Este instrumento consiste en un tubo de vidrio de 80 centímetros poco mas o menos; la parte superior del tubo está cerrada, y la inferior, que comunica con una pequeña cubeta de mercurio o azogue, se halla abierta. El mercurio comprimido por el peso del aire se sostiene en el tubo a una altura media de 76 centímetros; la causa de este hecho es que la columna de mercurio pesa tanto como el aire sobre la cubeta.

(1) Entonces decimos que el *aire está pesado* cuando mas valdria decir lo contrario, puesto que el mercurio desciende en el tubo de Torricelli.

(2) Palabra que significa *medida de la pesantez*.

Cuando el aire se hace mas *liso* o menos denso, lo que sucede siempre que ha de llover, probablemente por que las nubes interceptan una parte de la presión atmosférica, entonces descende el mercurio, el barómetro *baja*; entre tanto que si el aire se hace mas *pesado*, como cuando vá a hacer buen tiempo, asciende el mercurio, el barómetro *sube*. Para conocer la medida de estas variaciones, se halla fijo el tubo en una planchuela señalada con divisiones, que indican mas o menos, las elevaciones del mercurio y el tiempo correspondiente a cada una de ellas. La altura mayor a que puede subir el mercurio indica *buen tiempo*, y la menor a que baja, manifiesta lluvia fuerte o tempestad.

BOMBAS. — Todo el mundo conoce los servicios que prestan las bombas a las necesidades de la vida: su acción resulta de la pesantéz atmosférica. Las mas útiles son: la *bomba aspirante*, la *impelente*, y la *bomba para incendios*.

BOMBA ASPIRANTE. — En esta bomba, la mas generalmente usada, es preciso considerar: 1.º el *cañon* o *tubo de aspiracion* D (fig. 4) que sumerjido en el agua parece *aspirarla*, razon por la que toma ese nombre; su altura no debe pasar de 10^m, 33; 2.º el *cuerpo de bomba* E que se levanta por encima del

suelo y cuya estremidad está provista de un conducto de hierro o de plomo destinado a espeler el agua; 3.º el *piston B*, pequeño cuerpo redondo, asido a un vástago o varilla que se adapta a su centro y que le imprime un movimiento de arriba abajo y recíprocamente; 4.º las *válvulas*, en número de dos, una de ellas colocada en la juntura del cuerpo de bomba y del tubo de aspiracion, y la otra en el piston A B; se abren ambas de abajo arriba.

Cuando el piston descende a la estremidad del cuerpo de bomba, las dos *válvulas* se cierran, por la presion de aquel la una, y la otra por la del aire. Ahora bien, supongamos que por un impulso de la palanca T se levanta el piston produciendo el vacio por debajo, inmediatamente el aire contenido en el tubo de aspiracion, saldra por la *válvula S* para ocupar dicho vacio; si de nuevo se baja el piston, este aire comprimido levantará, en virtud de su elasticidad, la *válvula S'* para salir por su abertura. Semejante juego, repetido muchas veces por el movimiento de la palanca, dará por resultado, desalojar todo el aire contenido en la bomba, aire que se disipará en la atmósfera; entonces, el agua que habia comenzado a subir desde los primeros golpes

del piston, sube mas y mas, levanta en virtud de su elasticidad las válvulas y, como el aire, se escurre fuera del cuerpo de bomba, hasta que el piston la pone al nivel del orificio.

Con este aparato, empleado en las casas y jardines, es fácil procurarse agua con prontitud y sin fatiga. En los casos en que se quiera economizar el cañon de metal, se podrá remplazarle con un cañon de madera de álamo negro o de aliso, madera, que ademas de ser mui barata, tiene la propiedad de no podrirse facilmente en el agua.

BOMBA IMPELENTE.—En esta bomba el piston está lleno, y el cuerpo de bomba sumergido directamente en el agua; la parte inferior de este se halla guarnecida de una válvula que se abre de abajo arriba y que comunica con un cañon lateral de ascension por medio de otra válvula que se abre de adentro afuera. Cuando se suspende el cuerpo de bomba, lleva consigo el agua mediante la válvula inferior; si el piston se baja entonces, rechazando el líquido, cierra esta última válvula, de manera que comprimida el agua abre la otra válvula y se escurre por el cuerpo de bomba, efectuándose esto cada vez que el piston desciende. La bomba impelente se usa de ordinario para regar las calles y

los jardines.

BOMBA PARA INCENDIOS. — Esta, pertenece al jénero de las impelentes. Se compone principalmente de dos cuerpos de bomba cerrados en un cajon de metal lleno de agua; los pistones están dispuestos de tal modo que al movimiento de la palanca, sube el uno mientras baja el otro. El tubo de ascension contiene un recipiente lleno de aire; este aire comprimido por el juego de los pistones, tiene por objeto resistir la impulsión del agua, manteniendo así la continuidad del surtidor que es una tripa de cuero. Las personas que manejan la cadena se ocupan de llenar de agua el cajon, donde están los cuerpos de bomba. Es indispensable que la cubierta de este cajon esté llena de agujeros, a fin de impedir que las inmundicias se introduzcan junto con el agua; es tambien necesario que los pistones, engrasados ordinariamente, sean revisados de tiempo en tiempo y limpiados del unto que ha podido acumularse en ellos.

Hallándose manejadas estas bombas por brazos vigorosos, movidos, como en una campaña, por la voluntad firme, prudente y llena de abnegacion de los sapadores-bomberos; cuan bellos y propicios resultados han producido cada vez que ha sido necesario extinguir las llamas de un incendio!

SIFON.—El *sifon* es un tubo de vidrio o de hoja de lata, encorvado y de ramas desiguales; sirve para trasegar los líquidos, sin mover los vasos en que se hallan contenidos. Su efecto solo es debido a la presión atmosférica que obra en sus dos estremidades; porque siendo menor el peso del líquido encerrado en el brazo mas corto, se destruye el equilibrio y se escurre dicho líquido por el brazo mas largo.

Para obtener este efecto, hay varios modos de disponer el sifon: 1°. se sumerge la rama corta en el vaso que se quiere vaciar y en seguida se aspira el aire por el extremo de la otra rama; 2°. se llena el sifon de líquido y tapando momentaneamente ambos orificios, se sumerge la rama corta en el vaso cuyo líquido se quiere trasegar.

Cuando se quiere vaciar un líquido v. g. el vino, sin enturbiarlo ni remover el tonel en que se halla, el uso del sifon es excelente. Tambien, por medio de sifones de madera y de metal, se puede vaciar un estanque de agua o desviar el curso de una corriente.

MAQUINA NEUMATICA.—La máquina neumática inventada por Otto de Guéricke, es un aparato con el cual se aspira el aire contenido en un recipiente aplicado y perfectae

mente unido a un platillo denominado *platina*. Dos cuerpos de bomba, provistos de pistones o émbolos que se mueven con el auxilio de un manubrio y de una rueda dentada, sirven para rarificar el aire contenido en dicho recipiente y hacer en él, el vacío hasta donde sea posible. Hechos científicos de grande importancia en Física y Química, han sido demostrados con el auxilio de esta máquina.

MAQUINA DE COMPRESION.—La máquina de compresion se emplea para condensar el aire y los otros gases; lo cual se efectua en un recipiente, tambien con la ayuda del cuerpo de bomba y de los émbolos. Para fabricar las aguas gaseosas no hai mas que comprimir con este instrumento, el ácido carbónico en vasos llenos de agua.

PRESION DE LOS LIQUIDOS.—Las presiones que sufren los líquidos, las transmiten completamente y en todos sentidos. Así, practicando cuatro agujeros puestos en un tonel lleno de agua y ejerciendo en uno de ellos una presión de 40 kilogramos, los tres restantes harán saltar el agua con la misma fuerza, a menos de que no se aplique una presión igual en cada uno de ellos.

Dado un vaso de una forma cualquiera,

la presión que ejerza un líquido sobre su fondo, será igual al peso de una columna del mismo líquido, que tenga por base el fondo del vaso y por altura su profundidad. Este principio, demostrado con el auxilio de un aparato descubierto por Haldat, sujirió la idea de ejercer fuertes presiones con solo una pequeña cantidad de agua.

EQUILIBRIO DE LOS LIQUIDOS.—Encerrados los líquidos en vasos que se comunican entre sí, se ponen a un mismo nivel, es decir, que en todos los vasos se elevan a la misma altura y tienden siempre a subir en los unos cuanto han bajado en los otros. Para esto, tómense cuatro vasos de vidrio que se comuniquen entre sí: el agua, vertida en uno de ellos, tomará el mismo nivel en los demás.

El principio del equilibrio de los líquidos, ha dado lugar a numerosas e importantes aplicaciones. Desde luego, el *nivel de agua* sirve para determinar la diferencia de las alturas de dos puntos situados en un terreno inclinado. La estructura de este instrumento es muy sencilla: consta de un tubo casi de un metro de longitud, encorvado en ángulo recto en sus dos extremos, en cada uno de los cuales lleva un tubo de vidrio lleno de agua colorada; el rayo visual que pa-

sa por ambas superficies del agua, determina la línea horizontal, y de aquí se deduce la diferencia de las alturas.

En ciertos lugares en que se han hecho escavaciones mas o menos profundas, se ha conseguido sacar una cantidad de agua, que se ha elevado hasta tomar el nivel de su depósito situado ya en las entrañas o en las cimas de una montaña. Tales son los llamados *pozos artesianos*, conocidos desde la antigüedad y cuyo nombre les viene de haber sido practicados en la provincia de Artois.

Si se coloca un receptáculo de agua en un paraje elevado y se hace correr el líquido por medio de una cañería hasta una fuente inferior, al tiempo de salir el agua por el orificio estrecho del cañon, se elevará hasta el nivel de su depósito; y no es otra la causa de los surtidores de agua y de las fuentes públicas.

La presión del agua, debida a las *compuertas* de sus depósitos, juntamente con la velocidad de su caída sobre una rueda motriz, le comunican a dicha rueda una fuerza capaz de hacer correr un molino y aun las máquinas de fabricar jéneros.

Finalmente este gran principio del equilibrio de los líquidos, ha dado origen a una

utilísima operacion de desecamientos agrícolas.

CONDICIONES PARA EL EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS FLOTANTES. — Ciertos cuerpos, sumergidos en un líquido, se suspenden en lugar de hundirse: así, la madera y el corcho, sumergidos en el agua, se levantan inmediatamente para flotar en la superficie, del mismo modo que el humo que se levanta en el aire y los globos que suspenden a los aeronautas mas allá de las nubes. Todos estos fenómenos, contrarios, al parecer, a las leyes de la pesantez, no son sin embargo, mas que una consecuencia de esas mismas leyes, y se esplican por un principio antigüamente formulado por el célebre Arquímedes.

PRINCIPIO DE ARQUÍMIDES. — “Todos los cuerpos sumergidos en un fluido (líquido, vapor o gaz) pierden una parte de su peso, igual al peso del fluido que desalojan.” La demostracion de este principio se hizo por medio de la *balanza hidrostática*. La disminucion del peso de los cuerpos sumergidos es debida al exeso de la presion de abajo arriba, sobre las presiones contrarias que ejerce el líquido sobre la superficie de dichos cuerpos.

De aqui resulta que un cuerpo sumergido en un líquido se hunde hasta desalojar un

volúmen de líquido cuyo peso sea igual al suyo; por consiguiente, se sumerjirá tanto mas cuanto menos denso sea el fluido, o bien porque el cuerpo flotante tenga un peso mas considerable; el fierro por ej. flota sobre el mercurio, pero en el agua se sumerje facilmente, porque esta tiene menos densidad que aquel. Sin embargo, en cualquier líquido se pueden hacer flotar todos los cuerpos sólidos, dándoles un volúmen relativamente superior a su peso. Sobre este último principio reposa la construcción de los navios y bajeles, merced al cual, como lijeros esquifes, surcan los lagos y los rios, o como inmensos edificios se presentan en los mares llevando en su interior enormes pesos.

Es en virtud del mismo principio que algunos hombres intrêpidos se elevan a la region de las nubes, por medio de los globos *aereostáticos*.

Para que un cuerpo cualquiera, un globo aereostático por ej., se levante en los aires, es necesario que la totalidad de su peso, es decir, del peso del globo, del gaz que lleva, de los cordeles, de la barquilla y los viajeros, sea menor que el peso del aire desalojado.

Hai dos clases de globos aereostáticos. Los globos de *mongolfier*, así llamados por su

inventor Montgolfier, que estan llenos de un aire caliente suministrado por una estufilla colocada en la abertura del globo, la cual hace que, mediante la dilatacion, el peso del aire encerrado sea menor que el del aparato. I los *globos aereostáticos*, propiamente dichos, que se inflan con el gaz hidrógeno, cinco veces mas ligero que el aire. Estos globos están completamente cerrados; solo una válvula de resorte, colocada en la parte superior del globo, permite al aereonauta abrirlos a su voluntad, mediante una cuerda que comunica con la barquilla; con este auxilio puede dejar escapar una parte del gaz, sea con objeto de descender o para impedir que una considerable expansion de dicho gaz, a causa de la rarefaccion de las capas superiores de la atmósfera, rompa la cubierta del globo.

DEL CALORICO.

Se llama *calórico* la causa que produce la sensacion del calor. El calórico es considerado por los Fisicos como un fluido en extremo sutil y esparcido en todas partes, en el aire, en la tierra, en las aguas, en fin en todos los cuerpos orgánicos e inorgánicos: ningun ser se halla, pues, desprovisto de calórico, y sin él nada podria subsistir.

Se llama *temperatura*, la mayor o menor

cantidad de calórico que reside en los cuerpos. Se dice que un cuerpo está *caliente* cuando produce en nuestros órganos la impresión del calor, y que está *frío* cuando sucede lo contrario. El frío no es pues otra cosa que la ausencia del calor.

CAMBIOS QUE EL CALÓRICO PRODUCE EN LOS CUERPOS.—El hielo, cuerpo *sólido*, sometido a la acción del calor, se disuelve y se hace *líquido*, y a su vez el agua se convierte en *vapor*, si el calor aumenta. Por el contrario, puesto el vapor en contacto con un cuerpo frío se convierte en agua y esta en hielo si el frío es competente. Esta sucesión de hechos tan frecuentes en los cuerpos, prueba que la intensidad o debilidad del calórico puede hacerles cambiar de estado y transformarlos de sólidos a líquidos, de líquidos a gaseosos y reciprocamente.

Estos fenómenos provienen de la fuerza de dilatación del calórico que tiende a separar las moléculas de los cuerpos en que se ha introducido; mientras tanto que su disminución las estrecha. En efecto, al calórico se debe la dilatación y aumento del volumen de los cuerpos; por eso una barra de hierro, sometida a un fuego vivo, se prolonga sensiblemente. El frío por el contrario contrae y disminuye el volumen de todos los cuerpos

sean sólidos, líquidos o gaseosos. Este doble fenómeno se llama *dilatacion y condensacion*.

TERMÓMETRO.—El *termómetro* es un instrumento que sirve para medir la temperatura: se compone de un tubo de vidrio cerrado por sus dos extremos, uno de los cuales termina en una ampollita; tanto esta como el tubo, contienen alcohol o espíritu de vino y algunas veces azogue. Se emplean estos líquidos porque son los mas sensibles a los cambios de temperatura.

Cuando se coloca el termómetro en un paraje caliente, se dilata el líquido que contiene y ocupa mas espacio en el tubo, o lo que es lo mismo, el termómetro *sube*, siguiéndose de aqui la mayor o menor *elevacion* de la temperatura; pero si se le pone en un lugar frio, ese mismo líquido se comprime y ocupa menor espacio, entonces el termómetro *desciende* y la temperatura es mas o menos *baja*. De este modo se puede medir el calor y el frio. Para graduar el termómetro se toman dos puntos fijos de temperatura, señalados, el uno por la disolucion del hielo y el otro por la ebullicion del agua, y se pone 0 en el primero y 100 en el segundo; el intervalo que media entre ambos se divide en 100 partes iguales llamadas *grados*.

Graduado de esta manera el instrumento, lleva el nombre de *termómetro centigrado*.

PODER RADIANTE DEL CALÓRICO.—Todos los cuerpos dispersos en el espacio tienden sin cesar a ponerse a una temperatura igual, en un equilibrio de temperatura, de suerte que el que la tiene mas subida la comunica al que la tiene menos. Este fenómeno tiene lugar no solo entre los cuerpos que están en contacto unos con otros, sino también entre los que se hallan distantes, en los que se verifica por una especie de radiación calorífica semejante a la radiación de la luz. Ella se opera en línea recta y en todas direcciones; y la propiedad que tienen los cuerpos de desprender rayos de calor en todos sentidos, se llama *poder radiante* o *de emisión*.

ABSORCION DEL CALÓRICO.—El calórico no penetra igualmente en todos los cuerpos, muchos de ellos lo *adsorven* y facilmente se dejan penetrar por él, tales son: las superficies deslustradas o rugosas, los colores empañados y particularmente el negro; el blanco produce un efecto contrario, es decir que dificilmente se deja penetrar. La propiedad que tienen algunos cuerpos de dejarse penetrar por el calórico, se llama *poder absorbente*.

REFLEXION DEL CALORICO.—Cayendo los rayos del calórico sobre una superficie compacta, como sobre un metal pulimentado o sobre un espejo, parecen no producir ningun efecto, pues ni el metal ni el espejo se calientan inmediatamente: esto proviene de que una superficie pulimentada, rechaza, o *refleja* los rayos que la hieren, siendo aun mayor la reflexion quanto mas oblicuos son los rayos. Si esa misma superficie se ennegrece, el *poder reflector* se cambiará en poder absorbente.

CONDUCTIBILIDAD DE LOS CUERPOS PARA EL CALÓRICO.—Si se toman, un pedazo de carbon y otro de fierro de espesor y longitud iguales, y luego se les calienta por uno de sus extremos hasta hacerlos enrojecer, será facil pasar la mano por el extremo opuesto del carbon, entre tanto que sera imposible hacer lo propio en el fierro; lo que quiere decir que no *conducen* el calórico del mismo modo, y puesto que el fierro quema la mano, es mejor *conductor* que el carbon. La *conductibilidad* de los cuerpos es, pues, la mayor o menor facilidad con que transmiten el calórico. No todos tienen la misma conductibilidad; los mejores conductores son los metales en general; pero la madera, el pelo, la seda, la lana, el algodón, los li-

quidos, los gaces y el aire sobre todo, son los peores conductores del calórico.

Para calentar las habitaciones se procura la radiacion del calórico por medio de estufas pintadas de color oscuro y cuyos cañones deben tener una superficie rugosa. Las estufas que calientan con mas rapidez son las de bronce; las de loza o ladrillo calientan con lentitud, pero se enfrian tambien mui lentamente.

En las chimeneas destinadas a reflejar y no a absorver el calórico, deben usarse materias blancas y pulimentadas, como son la loza y el cobre, en vez de esas materias negras o ennegrecidas que se emplean por aseo.

A causa de ser los ladrillos de tierra cocida mejores conductores del calórico que los entarimados hechos de planchas de madera, las habitaciones que tienen esto último son mas calientes que las que estan enladrillas.

Como el aire es un mal conductor, aquellas habitaciones cuyas puertas y ventanas esten duplicadas serán mas calientes, puesto que el aire no podra penetrar ya facilmente.

Los vestidos blancos son preferibles, en todas las estaciones, a los vestidos negros o de un color oscuro, por la sencilla razon

de que los primeros absorven poco el calor del sol en el estío, al paso que en invierno mantienen el calor natural del cuerpo porque su poder radiante es débil.

DILATACION. — Una propiedad del calórico es producir la dilatacion o aumento del volúmen de todos los cuerpos, sean sólidos, líquidos o gaceosos; el enfriamiento produce un efecto contrario. La experiencia, que manifiesta este doble hecho, demuestra tambien que cuando un cuerpo vuelve al grado de su temperatura ordinaria, recobra al instante su antigua longitud: luego la contraccion es igual a la dilatacion.

Cuando el agua caliente se enfria, disminuye de volúmen hasta el 4.º; pero si continúa la disminución de su temperatura, vuelve a dilatarse: de manera que en el cuarto grado su volúmen era menor que en cualquier otro, estaba en su *maximum de densidad*. En el momento de pasar al estado de hielo, la dilatacion del agua es aun mas considerable; y esta es la razon porque los hielos flotan en la superficie de los rios. Algunas veces esta dilatacion ocasiona la ruptura de los vasos en que se halla contenida el agua, raja las piedras mui porosas llamadas *pedras heladas*, y hasta destroza los vasos que conducen la

savia de las plantas, causando en su organización desórdenes que las hacen perecer.

Si en un camino de hierro de 100 kilómetros, se hallasen los rieles sin ninguna interrupción de otro metal, su prolongación, debida a la diferencia entre el invierno y el estío, sería cuando menos de 70 metros; a lo menos en atención a que en las mismas circunstancias, una reja de hierro de 100^m se prolonga 0,^m 07; semejantes cambios de longitud ocasionarían la curvatura de las barras o la ruptura de las soldaduras, sino se colocasen de distancia en distancia *compensadores* destinados a interrumpir su continuidad.

Los medios de compensación son aun mas indispensables para las barras de plomo y de zinc, cuyas dilataciones son casi triples de la dilatación del hierro. Si no se toma la precaución de dejar esos intervalos en los canales de los techos metálicos presentarán en estío enormes rebolladuras y en invierno desgarraduras considerables.

Para evitar estos efectos en las ruedas de los carruajes, se hace el círculo de fierro un poco mas pequeño que la rueda, se le calienta en seguida para obtener su dilatación, y se le coloca en el acto de sumerjirlo en el agua, a fin de que el enfriamiento lo ajus-

te perfectamente a las pinas de la rueda.

Una chimenea se compone de un fogon en el que arde el combustible, cuyos residuos se arrojan por un conducto llamado cañon de la chimenea. Dilatándose el aire del fogon, entra en el cañon junto con el humo, por lo que se precipita el aire frio sobre dicho combustible: de aqui proviene esa corriente inferior de aire frio, tan poderosa para la combustion, y que se siente estando cerca de una chimenea. La condicion necesaria para una buena chimenea, es que el aire frio pueda afluir a la hoguera con toda la presion exterior; pero en esta manera de calentarse, hai siempre una pérdida considerable de calor, lo que no sucede con una estufa.

FUSION Y VAPORIZACION.—En la dilatacion producida por el calorico, hai siempre un limite mas allá del cual, la atraccion molecular es impotente para retener a los cuerpos en su estado sólido o líquido; entonces tiene lugar un nuevo fenómeno llamado *fusion* si se opera en los sólidos, y si en los líquidos *vaporizacion*.

La *fusion* es el paso del estado sólido de un cuerpo, al estado líquido. Se ha observado que ciertos cuerpos, el plomo por ej. se funde siempre a 335° , y que durante la

fusion, se conserva en la misma temperatura hasta que quede fundido el último pedazo del metal. Tambien es evidente que el calórico absorbido por los cuerpos en que se opera esa fusion, no produce efecto alguno en el termómetro; igualmente es cierto que este calórico, de cualquiera manera que sea, se halla oculto, esto es *latente*. (1)

La *vaporizacion* es el tránsito de un cuerpo líquido al estado de vapor. Todos los líquidos, espuestos al aire libre y sometidos a cualquiera temperatura, ecsepto la del hielo, tienden siempre a transformarse en vapor: este fenómeno tiene lugar, o por *ebullicion* o por *evaporacion*.

Se llama *evaporacion* la lenta formacion de los vapores; y se dà el nombre de *ebullicion*, a su rápida y tumultuosa produccion.

EVAPORACION.—Cada vez que un cuerpo se evapora, hai cierta produccion de frio debida a la absorcion del calórico latente que posee el líquido o los cuerpos que le rodean. La evaporacion empieza siempre por las capas superiores, y mientras es mas rápida, el enfriamiento es mas sensi-

(1) Llámase *calórico latente* la cantidad de calor que posee un cuerpo sin influir en el termómetro; este calórico es independiente del llamado *sensible* o *radiante* en el que sucede lo contrario.

ble. El vapor formado se esparce en el aire, lo que se efectúa de una manera uniforme hasta que el aire saturado de vapor no se renueva, en cuyo caso la evaporación del líquido será completa, y tanto mas ligera, cuanto mas alta sea la temperatura.

Como produce la evaporación cierto enfriamiento en un líquido espuesto al aire libre, será peligroso permanecer al aire con una camisa empapada en sudor, o no cubrirse inmediatamente despues de salir de un baño.

En virtud del mismo principio se podrá conservar fresca una bebida envolviendo el frasco que la contiene con un lienzo mojado y para enfriarla mas presto, le bastará colgarla de ua arbol a fin de aumentar la corriente del aire.

Para refrescar las habitaciones en los fuertes calores, no hai mas que colocar en las ventanas ramas mojadas de arboles.

Es tambien el aire ajitado o el viento el que seca los caminos, el empedrado de las calles y la ropa de las labanderas.

EBULLICION.—Cuando un líquido está en *ebullicion*, sus capas inferiores son las primeras en trasformarse en vapor. La ebullicion de la agua pura, bajo la presión or-

dinaria de la atmósfera, tiene lugar a 100° encima de cero del termómetro centígrado; pero esa misma ebullición sobre una alta montaña, se efectuará a 100° menos, y el agua podrá disiparse sin coser los alimentos. Lo contrario sucedería en las profundidades de una mina, en donde siendo mas fuerte la presión atmosférica, la ebullición solo podría efectuarse a una temperatura superior a 100°.

PRESION DEL VAPOR.—La presión del vapor (1) es la medida de su fuerza elástica. Elevando la temperatura y la presión, se puede aumentar esta fuerza cuando se quiere. Para esto, tómese un vaso cilindrico de metal, de paredes bastante dobles, herméticamente cerrado y guarnecido de una *válvula de seguridad* de una fuerza calculada y conocida; llénese de agua este vaso y caliéntesele hasta el grado de tensión que se quiere producir; el efecto de esta fuerza, hecha ya muy poderosa, hará escapar el vapor por el orificio de la válvula, cuyo peso limitará a la vez la fuerza elástica del

(1) Un volumen de agua reducida a vapor, ocupa un espacio 720 veces mayor: de manera que un litro o un decímetro cúbico de agua, podrá ocupar en estado de vapor 720 decímetros cúbicos. De aquí se puede juzgar de la fuerza expansiva del vapor.

vapor y la temperatura del vaso. Este aparato es la *marmita de Papin*, que ha dado origen a las admirables *máquinas de vapor*.

CONDENSACION.—La *condensacion* de los cuerpos sólidos en jeneral, es la disminucion de su volúmen producida por la baja de temperatura; respecto del gaz y los vapores, es el paso de su estado aeriforme, es decir, de su estado de gaz o de vapor, al estado líquido. Una pequeña disminucion de temperatura basta para condensar el vapor de agua; pero, para producir este efecto en los gases, es algunas veces indispensable, la accion simultanea de una fuerte presion y de una temperatura mui baja.

SOLIDIFICACION.—Se llama *solidificacion* la transicion de un cuerpo líquido al estado sólido. Si esta transicion se opera por efecto de una temperatura mui baja, hai *congelacion*; pero si tiene lugar a una temperatura ordinaria, hai simplemente *solidificacion*. I se dice que hai *cristalizacion*, cuando al solidificarse algunos cuerpos, como los metales, afectan formas geométricas.

DESTILACION.—No todos los líquidos, sometidos a una presion atmosférica de 0,76, entran en ebullicion a la misma temperatura. El alcohol, v. g., hierye a 78°, 4, mien-

tras tanto que el agua solo hierva a 100°; por consiguiente, la primera sustancia se volatilizara antes de la ebullicion de la segunda. El arte del volatizador está fundado en la propiedad que tienen los líquidos de volatizarse a diferentes grados: así calentando a 79° solamente una combinacion de agua y de espíritu de vino, se obtendrá la separacion de ambas sustancias. El aparato en que se recoje el líquido que se ha volatilizado, se llama *alambique*.

APLICACION DEL VAPOR.—El ingeniero frances Salomon de Caus, habiendo indicado a principios del siglo 17, la fuerza expansiva del vapor, fué tambien el primero que concibió la idea de emplearla como *fuerza motriz*. Un poco mas tarde, otro ingeniero frances, Papin, indicó la construccion de esas máquinas en que regulada la potencia del vapor, se halla sometida a la voluntad del hombre y obedece al solo movimiento de su mano. Conocidos son los inmensos servicios que este hermoso descubrimiento presta hoy dia a la navegacion, a las industrias y a los caminos de hierro.

MAQUINAS DE VAPOR.—Las *máquinas de vapor* son todos aquellos aparatos en que el vapor se emplea como *fuerza motriz*.

Toda máquina de vapor se compone in-

dispensablemente: 1.º de una *caldera* destinada a transformar el agua en vapor; 2.º de un *cilindro hueco* o cuerpo de bomba, de metal, vertical u horizontal, guarnecido de un *piston* al que imprime el vapor un movimiento de vaiven; 3.º de un *arbol de asiento* que jira sobre su eje por el movimiento que le comunica el piston.

La caldera es un gran cilindro de palastro que comunica por su parte inferior con otros dos cilindros mas pequeños, llamados *hervideros*. Calentada el agua por el fuego de la hornilla, entra en ebullicion en los hervideros y se produce el vapor; este, atravesando la caldera, pasa al cilindro hueco o cuerpo de bomba, en el cual imprime al piston un movimiento alternativo de arriba-abajo; un aparato llamado *gaveta*, conduce en seguida el vapor de una a otra parte del piston, hasta que despues de haber producido su efecto, lo arroja a la atmósfera en que se disipa, o bien aun condensador o recipiente lleno de agua fria, donde al cabo se condensa.

El vastago del piston dá movimiento a un balancin, y este al árbol de asiento por medio de una correa y de un manubrio. El movimiento del árbol de asiento está regulado con la ayuda de una gran rueda de

fundición llamada *volante*. Dicho movimiento, ocasionado por el engrane del árbol de asiento con una rueda que engrana con otra rueda dentada, o bien por una correa circular, es la causa del movimiento de la maquinaria, de las fabricas, de las locomotoras de los caminos de hierro y de las hélices o ruedas de los buques de vapor.

Las precauciones de seguridad se refieren al nivel del agua y a la fuerza del vapor: si el nivel del agua de la caldera está muy bajo habrá mayor desprendimiento de calor en la parte descubierta, y por consiguiente mayor dilatación; pero si dicho nivel está más alto ya no tendrá lugar el vapor; y en ambos casos será de temer una ruptura de la caldera. Para determinar el nivel del agua se emplean el *silvato de alarma* i el *flotador indicador*, *las llaves* i el *tubo indicador*. La excesiva tensión del vapor se evita por medio de la *válvula de seguridad* o por medio del *manómetro*.

Pueden clasificarse las máquinas de vapor: 1.º por su empleo; 2.º por el juego simple o compuesto del pistón; 3.º por la manera con que sale el vapor; 4.º por la tensión del vapor y la fuerza de la máquina.

Máquinas *fijas* son las que funcionan sin cambiar de lugar; y se llaman *movibles* a

las que se trasladan juntamente con los cuerpos que llevan consigo.

Se dicen de *doble efecto*, cuando el vapor produce los dos movimientos del piston; y de *simple efecto*, cuando no opera sino el descenso de este piston, cuya ascension se efectúa con la ayuda de un contrapeso colocado en el otro extremo del balancin.

Las máquinas sin *condensador* son las que arrojan el vapor a la atmósfera; y las de *condensador*, aquellas en que saliendo el vapor del piston, pasa a un recipiente lleno de agua, en el cual se condensa.

Llamanse de *baja presión* las máquinas en que la tension del vapor, no pasa de $1\frac{1}{4}$ atmósferas (una atmósfera es la tension del vapor a 100°); de *media presión*, cuando dicha tension se halla entre $1\frac{1}{4}$ y 4 atmósferas (temperatura, entre 100° y 138° , poco mas o menos); y de *alta presión*, cuando es superior a 4 atmósferas. La fuerza de una máquina se espresa por *caballos de vapor*: y se dice por ej. una maquina de 25 caballos. Un caballo de vapor, representa el esfuerzo necesario para levantar 75 kilogramos sin interrupcion de movimiento un metro de altura por segundo.

MAGNETISMO.

Bajo el nombre de *magnetismo* se designan los fenómenos de atracción y repulsión que ejerce el imán sobre ciertos cuerpos llamados *sustancias magnéticas*.

Los imanes son *naturales* o *artificiales* según que la naturaleza o el arte les presta esa propiedad.

IMAN NATURAL.—La *pedra de imán* o el *imán natural* es un mineral compuesto de hierro y de oxígeno, es un óxido magnético: posee la propiedad de atraer principalmente el hierro y el acero.

IMANES ARTIFICIALES.—Los *imanes artificiales* son aquellas sustancias magnéticas que, atraídas por un imán natural, pueden adquirir todas sus propiedades. Las principales de esas sustancias son: el hierro, el acero, el níquel y el cobalto; pero el acero templado es el que más se emplea con este objeto. Hai dos polos en las estremidades de toda barra imantada: el polo austral y el boreal. Para imantar una sustancia magnética de una manera estable, no hai más que frotarla con un cuerpo imantado; mas para una imantación pasajera basta el efecto de las corrientes eléctricas.

ATRACCION MAGNETICA.—Aproximando los polos del mismo nombre de dos barras imantadas, se efectuará una repulsion, y habrá atraccion si los polos son de nombre diverso. Estas atracciones y repulsiones se verifican a pesar de las distancias y al travez de todos los cuerpos.

AGUJA IMANTADA, BRÚJULA.—Colocando un iman móvil, libremente suspendido, sobre un plano horizontal, se vé que la tierra obra en él, dirijiendo siempre uno de sus polos hácia el Norte y el otro hácia el Sud. Esta propiedad ha dado lugar a la construccion de la aguja imantada y al descubrimiento de la brújula.

La *aguja imantada* es una pequeña barra mui liviana que se adelgaza del centro a cada polo; este centro se halla guarnecido de un engaste de ágata que descansa sobre un pivote bien afilado, merced al cual tiene tanta movilidad.

La *brújula* no es mas que una aguja imantada encerrada en una caja y cuyo pivote se halla en el centro de un cuadrante que representa la rosa náutica o de los vientos. Como la aguja determina la direccion del N. y la del S., es facil deducir de hay, el camino que debe seguirse para llegar a un lugar dado; especialmente los navegau-

tes se sirven de la brújula para caminar en la vasta estension de los mares.

DE LA ELECTRICIDAD.

La *electricidad* es un fluido incoercible e imponderable, es el principio de ciertos fenómenos de atracción y repulsión, de luz y conmoción, de composiciones y descomposiciones químicas que se verifican en los cuerpos bajo la influencia de ciertas causas. Así: frotando un lacre con un pedazo de paño, adquiere el lacre la propiedad de atraer los cuerpos livianos; el mismo fenómeno tiene lugar por la frotación de la resina con una piel de gato: todo esto es debido a la electricidad.

FUENTES DE LA ELECTRICIDAD. — La fuente mas ordinaria de la electricidad es la frotación de ciertos cuerpos, como el vidrio, la resina, el lacre &c., con la lana u otras sustancias. Los metales mismos pueden electrizarse cuando están aislados por materias adecuadas. El contacto y las acciones químicas tambien producen electricidad.

DOS ESPECIES DE ELECTRICIDAD. — Hai dos especies de electricidad: la *vítrea* o *positiva* causada por la frotación del vidrio con la lana, y la *resinosa* o *negativa* que se desarrolla por la frotación de la resina

con una piel de gato. Las electricidades del mismo nombre se repelen y las de nombre contrario se atraen. Estos fenómenos se operan en razon directa de la intensidad de las electricidades y en razon inversa del cuadrado de las distancias.

CUERPOS CONDUCTORES Y CUERPOS NO CONDUCTORES DE LA ELECTRICIDAD.—No todos los cuerpos conducen igualmente la electricidad. Los *buenos conductores* son los metales, el agua salada o acidulada, el vapor de agua, la tierra, &c.; tambien es un buen conductor el cuerpo humano, a escepcion de la epidermis cuando la piel no está humedecida con agua acidulada. Los cuerpos *malos conductores* son, la resina, el vidrio, el azufre, la seda, la lana, el aire y los gaces secos; todos ellos sirven para aislar a los buenos conductores del suelo donde la electricidad desaparece, y por esta razon se llaman cuerpos *aisladores*.

ELECTRICIDAD DESARROLLADA POR LA FROTACION.—La frotacion de dos cuerpos sólidos o de dos partes de un mismo cuerpo, o bien de un sólido y un líquido, desarrolla la electricidad. Cuando se quiere producir grandes cantidades de electricidad estática, es decir de la que permanece en

los cuerpos sin cambiar de lugar, se hace uso de la *máquina eléctrica* que obra por medio de la frotación.

MAQUINA ELECTRICA.—La *máquina eléctrica* se compone de un platillo circular de vidrio P. (fig. 5°.) y de dos conductores aislados C C, que ordinariamente son dos cilindros de cobre reunidos en sus extremos R R por un travesaño del mismo metal y colocados sobre cuatro columnas de vidrio V. El platillo P se mueve con el auxilio de un manubrio y se roza con cuatro almohadillas de cuero, desenvolviendo en ellas la electricidad negativa y quedándose con la positiva. La primera se descarga a la tierra por medio de las columnas de vidrio, mientras que la segunda pasa a los conductores y se mantiene fija por la presión atmosférica.

ELECTRICIDAD DESARROLLADA POR INFLUENCIA—Un cuerpo se electriza por influencia cuando se encuentra cerca de una fuente eléctrica, bastando la sola presencia de esta para electrizarlo, sin que ninguna porción del fluido de la fuente pase a su masa. A este desarrollo de electricidad por influencia, se deben las propiedades de ciertos instrumentos que acumulan hasta las porciones más débiles de electricidad, como la

botella de Leiden.

BOTELLA DE LEIDEN.—Es una simple botella de vidrio llena de panes o láminas de oro. Una varilla metálica A (fig. 6.ª) pasa la tapa i llega hasta tocar el fondo de dichas láminas, y una lámina de estaño cubre el exterior de la botella, hasta sus dos terceras partes. Para cargar de electricidad este aparato, se le sujeta con la mano por la parte cubierta i se aplica el boton de la varilla en los conductores de una máquina eléctrica en acción; hecha esta operación, si se toca al mismo tiempo la varilla metálica i la plancha de estaño, se experimenta una conmoción mas o menos fuerte. Igual fenómeno se produce en muchas personas a la vez, cuando formando una cadena, la primera de ellas toca la varilla i la última el estaño.

Un conjunto de botellas de Leiden encerradas en una caja de madera i dispuestas de modo que se comuniquen sus varillas i sus láminas de estaño, se llama *batería eléctrica*. Con las descargas de estas baterías se producen efectos tan poderosos que se derriban hombres i animales.

ELECTRICIDAD DESENVUELTA POR EL CONTACTO DE LOS METALES.—Cuando se ponen en contacto dos metales de distinta naturaleza, como el zinc i el cobre, hai desar-

rollo de electricidad; la positiva se acumula en el zinc i la negativa en el cobre.

PILAS.—Se llaman *pilas* ciertos aparatos de diversas formas que sirven para desarrollar la electricidad, sea por el contacto de los metales o en virtud de las acciones químicas. Las dos estremidades de una pila en donde la tension eléctrica es mas poderosa se denominan *polos*. *Reñforos* son los dos hilos, ordinariamente de cobre, que llevan las corrientes eléctricas i que estan fijos, el uno en el polo positivo i en el negativo el otro.

El primer aparato de este jénero se llama *pila de Volta*, porque Volta fué su inventor; tambien se denomina *pila de columna*, porque los elementos de que consta estan dispuestos en forma de columna. Estos elementos son rodajas o discos de zinc i de cobre, intercalados de rodajas de paño acidulado. Ese es, jeneralmente el órden de su colacion; pero siempre se debe cuidar de concluir en el zinc si se ha principiado por el cobre.

Despues de Volta han se ensayado diversos jéneros de pilas, de las cuales las mas conocidas son las de dos líquidos, y entre estas la perfeccionada por Bunsen. Cada elemento de esta pila se compone de un va-

so de porcelana, dentro del cual hai un cilindro de zinc amalgamado, sin base o asiento; este cilindro contiene otro de tierra o de greda mas poroso, y en cuyo fondo se pone un pedazo de carbon, por ser un buen conductor: los dos liquidos empleados son el agua acidulada en el vaso de porcelana, y el ácido azótico en el de greda. Para obtener una pila poderosa, se hacen comunicar varios reóforos por medio de birrolas metálicas.

EFFECTOS DE LA PILA, LUZ ELECTRICA, GALVANOPLASTIA.—Diferentes efectos se ha conseguido de las corrientes de las pilas; algunos han recibido maravillosas aplicaciones, tales como el alumbrado eléctrico y sobre todo la galvanoplastia, con cuyo auxilio se pueden broncear, platear y aun dorar los metales, la madera y el hierro.

ELECTRO-MAGNETISMO.

Electro-magnetismo es la parte de la Física que se ocupa de las recíprocas acciones de las corrientes eléctricas sobre los imanes y de estos sobre aquellas.

IMAN ELECTRICO.—El *iman eléctrico* (fig. 7.^o) es una barra de fierro dulce, encurvada en forma de herradura, y cuyas dos

ramas F E están arrolladas en un mismo sentido con un hilo de cobre cubierto de seda. En cuanto se ponen los dos extremos del hilo M N en comunicación con los polos de una pila, se convierte el hierro en un imán tan poderoso que puede soportar considerables pesos, sujetados por la argolla de una plancha P que se le adapta; pero en cuanto se interrumpe la corriente el peso cae, porque cesa la imantación.

TELEGRAFOS ELECTRICOS.—Una de las aplicaciones más admirables del electromagnetismo, son los telégrafos eléctricos que sirven para transmitir el pensamiento a enormes distancias, en algunos minutos solamente, por medio de hilos metálicos aislados que parten de una pila a un electroimán.

Todo sistema de telégrafos eléctricos se compone de cuatro partes principales, a saber: 1.ª la pila que produce la corriente eléctrica; 2.ª los hilos conductores que comunican de una a otra oficina del telégrafo; 3.ª el manipulador que da las señales; 4.ª el receptor que las recibe. Cada oficina tiene un manipulador y un receptor.

Los telégrafos más usados son: el telégrafo de cuadrante, el telégrafo escribiente y el impresor.

El *telégrafo de cuadrante* de Brègnet fuè el primero que se empleó. Consta de un manipulador M^ol (fig. 8.ª) que lleva un cuadrante en cuya circunferencia están las letras del alfabeto, con una cruz al principio. Un manubrio mōvil jira en el cuadrante, siempre en el mismo sentido, y se fija sucesivamente en cada una de las letras que van a formar el parte telegráfico, y al final de cada palabra se fija en la cruz; de manera que la corriente se establece sobre la letra o el signo tocado por el manubrio. El receptor tiene un iman eléctrico que mientras dura la corriente, atrae una pequeña palanca engranada con una rueda dentada, y que la abandona en cuanto cesa. Esta rueda dentada, a medida que se producen las oscilaciones de la palanca, mueve en el cuadrante exterior una aguja que se fija en la misma letra que ha tocado el manubrio del manipulador.

El *telégrafo escribiente* de Morse, ofrece la ventaja de trazar el mismo, sobre un pliego de papel, todos los signos transmitidos. Cuando el manipulador hace pasar la corriente por el hilo de línea, el iman eléctrico del receptor atrae una de las estremidades de una palanca horizontal; mientras tanto la otra estremidad provista de un punzon,

se levanta; entonces, un movimiento producido por una serie de ruedas dentadas, hace pasar entre dos cilindros una tira de papel sobre la que el punzon imprime, conforme a los puntos o líneas, cuya disposición convencional representa las letras.

El *telégrafo impresor* de Hughes, presenta, respecto al anterior, la ventaja de que imprime letras en vez de signos. Un sistema de ruedas, igual en ambas estaciones, se mueve con la misma velocidad en virtud de un peso de 50 kilogramos; una de las ruedas tiene en relieve las letras del alfabeto, y las frota constantemente contra un rollo de papel impregnado de tinta. Además, un teclado que hai en cada oficina, indica una letra del alfabeto en cada una de sus teclas. Empujando una de ellas, pasa la corriente por el iman eléctrico y pone en contacto, en ambas estaciones, la tira de papel ordinario con una letra de la rueda impresora, que es la misma que la que fué señalada por la tecla.

OPTICA.

La *Optica* es la parte de la Física que se ocupa de la luz, de sus propiedades y de sus leyes.

Luz. — La luz, es ese fluido que pone el ojo

en relacion con los cuerpos luminosos como el sol, la luna, una bugia encendida, &c. No todos los cuerpos son luminosos por si mismos, pero se hacen tales cuando estan iluminados por otros cuerpos que despiden rayos de luz; y el hecho de que se distinguen todos los cuerpos de la superficie de la tierra durante el dia, es debido a que reflexan los rayos del sol. La noche se halla privada de esta circunstancia, salvo que la luna nos ilumine, merced a esa misma reflexion.

VELOCIDAD DE LA PROPAGACION DE LA LUZ.

—Es prodijiosa la velocidad con que la luz se propaga: la luz del sol nos llega en 8 minutos 13 segundos, lo que quiere decir que camina 30,000 miriámetros por segundo. La reflexion de la luz se hace en línea recta, mientras permanece en un medio diáfano y homogéneo, es decir, que tiene por todas partes el mismo grado y las mismas propiedades. Se dice que un medio es *diáfano* o *transparente*, cuando deja libre paso a la luz, como el agua clara, el vidrio, &c; y se llama *opaco*, cuando la intercepta, como la piedra, la madera &c.

REFLEXION DE LA LUZ.—Cuando un cuerpo opaco rechaza la luz, sin absorberla, se dice que hai *reflexion*. Este fenómeno se halla

sujeto a las siguientes leyes: 1.ª el ángulo de reflexion es igual al de incidencia; 2.ª los rayos incidente y reflejado estan en un mismo plano perpendicular a la superficie reflejante.

ESPEJOS.—Llamánse *espejos* las superficies pulimentadas que hacen ver por reflexion los objetos que se les presentan. Hai espejos metálicos y espejos de cristal; estos últimos que son los mas conocidos, se componen de una superficie de vidrio o cristal doble embarnizada en una de sus caras con una combinacion de estaño y de mercurio, llamada *alinde*; hê aquí toda la composicion de los hermosos espejos que adornan los salones.

Los espejos *cóncavo-esféricos* se usan para aumentar los objetos; y bajo ciertas condiciones se hacen de ellos espejos ustórios que sirven para concentrar los rayos calóricos en un punto dado, o bien para concentrar la luz y esparcirla luego a grandes distancias.

Los espejos *convexo-esféricos*, reflejan los objetos disminuyendo sus dimensiones.

REFRACCION DE LA LUZ.—Se llama *refraccion* la desviacion que experimentan los rayos luminosos, al pasar de un cuerpo diáfano a otro de diferente densidad. Entre

los numerosos y variados efectos de la refraccion, se pueden citar los siguientes: un cuerpo hundido en el agua parece estar mas elevado de lo que está en realidad, y un baston sumerjido hasta la mitad, parece que estuviera quebrado; finalmente, los astros parecen estar en el horizonte mas elevados de lo que estan realmente.

PRISMA.—Se llama *prisma*, en Optica, un cuerpo diáfano, comunmente un prisma triangular geométrico, de cristal, en el que descomponiéndose la luz por la refraccion, presenta, en una hoja de papel colocada por detras del prisma, los siete colores siguientes: *violeta, indigo, amarillo, azul, verde, anaranjado y rojo.*

ESPECTRO SOLAR.—Cuando un haz de luz solar penetra, en una cámara oscura, (fig. 9.^{ta}) por una estrecha abertura O y en seguida atraviesa por un prisma A B C, a cierta distancia se percibe una imàgen del sol, Y K, no ya redonda, sino elíptica y formada por los siete colores enumerados. Esta imàgen, obtenida por la descomposicion del haz luminoso se llama *espectro solar.*

LENTES.—Los *lentes* o *vidrios lenticulares*, son una de las mas bellas aplicaciones de las leyes de la refraccion. Se dir-

convergentes o *divergentes* segun que concentran o dispersan los rayos luminosos partidos paralelamente de un punto mas o menos lejano del lente, y que lo atraviesan refractandose.

ANTEOJOS.—La aplicacion mas comun de las propiedades de los lentes, son los *anteojos ordinarios*: comúense, de vidrios convergentes, o de vidrios divergentes; los primeros remedian el presbitismo que consiste en ver de cerca menos que de lejos, y los segundos, el miopismo que consiste en lo contrario.

TELESCOPIOS Y MICROSCOPIOS—Por medio de una precisa combinacion de las dos especies de lentes, se han obtenido: los *telescopios*, en que no se percibe directamente el objeto, sino su imágen reflejada en un espejo; el *microscopio compuesto* que hace visibles los objetos mas pequeños; los *gemelos* o anteojos de teatro; los *anteojos terrestres* y los *astronómicos*.

CAMARA OSCURA.—Se tiene el curioso experimento de la *cámara oscura*, encerrando cierto espacio de modo que solo penetre la luz por una abertura. Los rayos luminosos que parten de los dos extremos de un objeto, vienen a cruzarse en el orificio de la cámara, presentando de ese modo invertida la

imàgen en la parte opuesta. De ese modo se pintan todas las escenas exteriores cuyos rayos luminosos, pasando al travez de un lente colocado en la abertura de la càmara, vienen a fijarse sobre un espejo convenientemente inclinado. Este aparato sirve para los dibujantes que quieren calcar los paisages con toda exactitud.

DAGUERREOTIPO Y FOTOGRAFIA.—El *daguerreotipo* es un instrumento con cuyo auxilio se fijan, sobre una plancha metàlica, las imàgenes formadas por los lentes que convergen hàcia la càmara oscura. Se mejante resultado se obtiene por la propiedad que tienen el cloruro o el yoduro de plata, de eunegrecerse a la luz.

La *fotografia* es el arte de reproducir las imàgenes con la ayuda del daguerreotipo y de fijarlas sobre el vidrio. Por medio de la fotografia se pueden reproducir a centenares las copias de los retratos de las personas, de los edificios, lugares y aun gravados.

ACUSTICA.

La *Acùstica* es aquella parte de la Fìsica que se ocupa de los sonidos y de las vibraciones de los cuerpos.

PRODUCCION DEL SONIDO.—El *sonido* es la sensacion que percibe el òrgano del oido

cuya causa es la vibracion de algun cuerpo. Cuando se hiere uoa campana con un martillo, vibra inmediatamente, a causa del choque, cuyo efecto ha sido dar a las moléculas del metal un movimiento de vaiven que se comunica al aire y se trasmite de capa a capa hasta llegar a nuestros oidos. Se llaman *ondas sonoras*, las capas circulares de aire que rodean al cuerpo sonoro. Si se coloca debajo de la campana de la máquina neumática, una campanilla suspendida de un hilo, y se hace luego el vacio, no se percibirá ningun sonido por mas que se agite la campanilla: de aqui se sigue que la propagacion del sonido no se efectúa donde no hai aire.

-PROPAGACION Y VELOCIDAD DEL SONIDO-

Todos los sonidos, por diferentes que sean se propagan con la misma velocidad. La velocidad del sonido en el aire es de 340^m por segundo; mientras tanto que en el agua es de 1,450^m; y en los sólidos, especialmente en los metales, es mas rápida todavia. Por eso, un ruido que en el aire no se escucharia, se percibe perfectamente aplicando el oido a la tierra; sin embargo, la intensidad del sonido disminuye a medida que se aleja del centro de vibracion.

Este efecto, no obstante, puede ser nulo

en un tubo cilindrico, en donde cualquier sonido puede transmitirse a enormes distancias, sin gran pérdida de su intensidad; lo cual ha dado origen a las comunicaciones que, por medio de tubos acústicos, se establecen en algunas casas de un piso a otro. Las bocinas, formadas de un tubo largo, propagan y aumentan la fuerza de la voz; de igual modo que las cornetas que usan algunas personas sordas.

REFLEXION DE LOS SONIDOS, &C. — El *eco* es la repetición de un sonido, reproducido por el aire: tiene lugar cada vez que puesto el aire en vibración, vá a chocar contra un cuerpo que lo rechaza o lo refleja, formando así un ángulo de reflexión igual al de incidencia, como sucede con una bola que rebota.

INSTRUMENTOS DE MÚSICA. — Es preciso distinguir el sonido musical de un simple ruido: el primero tiene lugar cuando las vibraciones se suceden con rapidez y afectan el oído a intervalos iguales y periódicos; entre tanto que un simple ruido no llena estas condiciones.

Las vibraciones de las cuerdas han dado lugar a los instrumentos de cuerda. Se llama *do* la nota producida por la vibración de toda la longitud de una cuerda tirante.

Para obtener las otras seis notas, ha demostrado la experiencia que es necesario reducir la longitud en vibracion, del modo que sigue:

Longitud	D	$\frac{4}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{15}$
Notas	do	re	mi	fa	sol	la	si

El aire que contiene el tubo de un instrumento de viento, se divide en cierto número de partes iguales, y en virtud del soplo que se le da para tocar, cada una de estas partes se contrae o se dilata alternativamente, del mismo modo que una cuerda.

METEOROLOGIA.

La *Meteorologia* es la parte de la Física que estudia los fenómenos llamados *meteoros* que aparecen en la atmosfera: como las nubes, las nieblas, la lluvia, la nieve, el viento, el trueno, &c.

METEOROS ACUOSOS.—Los vapores que se levantan de la superficie de los mares y de los rios, como son mas lijeros que el aire, suben constantemente hasta cierta altura, en donde la frialdad de la atmósfera los concentra y aglomera manteniéndolos en ese estado sobre nuestras cabezas; estos vapores concentrados y dispuestos siempre unos debajo de otros a manera de capas, se llaman

nubes. Las *nieblas* o *brumas*, no son mas que *nubes* que no pudiendo elevarse, permanecen en la superficie de la tierra. Cuando se condensa el vapor de las *nubes*, se desprende y cae bajo la forma de gotas, lo que se denomina *lluvia*. Siendo excesiva la frialdad del aire por un tiempo nublado, la bruma de la superficie se transforma en pequeñas agujetas o carámbanos que cubren los árboles y se pegan a los vestidos: esta es la *escarcha* que a la salida del sol brilla por todas partes, como si el Criador hubiese engalanado con diamantes la naturaleza.

La *nieve* es el vapor de agua congelado en las altas rejones de la atmósfera. El *agua de nieve* proviene de una lluvia menuda que se congela al tocar una tierra muy fria. Se da el nombre de *sereno* o *relente* a las gotas de una lluvia muy fina que cae sin que haya *nubes* en el cielo. Finalmente, se llaman *rocío* a esas gotas condensadas en las plantas y los demas cuerpos, que se ven a la madrugada despues de una noche tranquila. Tanto el *sereno* como el *rocío*, son debidos al enfriamiento que produce la ausencia del sol: como la tierra se enfria mas pronto que el aire, facilmente se condensan los vapores formados antes de la desaparicion de aque! astro.

METEOROS AEREOS.—Los vientos no son sino columnas de aire que se mueven a causa del calor o frio de ciertas partes de la atmósfera. La coudensacion repentina del vapor contenido en el aire, es tambien otra causa notable de los vientos. Tanto esta como las anteriores, ocasionan un desalojamiento de masas fluidas, de donde resulta un vacio que el aire mas próximo tiende a llenar con mas o menos rapidez, lo que se denomina viento.

En atencion a los puntos de la rosa náutica, se distinguen cuatro vientos principales, a saber: 1.^o el viento norte, que rara vez ocasiona lluvia y que causa frio generalmente; 2.^o el viento sud, cálido, casi siempre cargado de vapores que, condensados en nubes, se desatan en lluvias; 3.^o el viento este, que llega despues de haber recorrido una vasta estension de tierra sin tocar los mares, que traslada un aire seco y que arrebatá las nubes causando de este modo perjuicios en los campos; este viento ademas, es cálido en estio, y frio cuando acarrea lluvia, especialmente en invierno; 4.^o el viento oeste, cargado de vapores por haber atravesado mares; rason por la que produce lluvias. Los vientos mui impetuosos son la causa de los huracanes, de las tempestades

y de las *trombas*.— Las ventajas de los vientos son las siguientes: renuevan el aire y lo purifican, preservándonos de una multitud de enfermedades; templan el calor de nuestros climas, dándonos una temperatura mas suave; e impeliendo las nubes de otras rejiones fertilizan nuestros campos, y si estos estan muy húmedos, facilitan la evaporacion.

El *trueno*, o mas bien el *rayo*, no es, como algunos creen, un cuerpo que rueda en el cielo y que algunas veces cae; es simplemente un efecto de la electricidad, una chispa que salta entre dos nubes o de una nube a la tierra, y la luz que produce esta chispa, se llama *relámpago*. El rayo, semejante a las chispas que se sacan de una máquina eléctrica, no difiere de ellas sino en la intensidad. Una nube eléctrica obra por influencia sobre los cuerpos que son buenos conductores y que estan próximos a ella; por esta razon, es peligroso hallarse, durante una tempestad, en un paraje elevado, como sobre una torre o una montaña, o bien refugiarse al pié de un árbol elevado; es igualmente peligroso tener abiertas las ventanas de las habitaciones o tocar las campanas de las Iglesias, durante esas circunstancias, porque la elec-

trinidad se precipita siempre hacia las
partes de aire.

Apoyado Franklin, en la propiedad de
que hacen los cuerpos que las
nubes porta, y en la conductibilidad de los
metales, concibió la idea de un rayo, que
tuviera a preservar los edificios de las
tormentas eléctricas del rayo. Este aparato se
denomina pararrayos. Consiste de una
barra o tubo de hierro, que se eleva a una
altura de treinta y cinco metros
de longitud, que termina en un
punto.

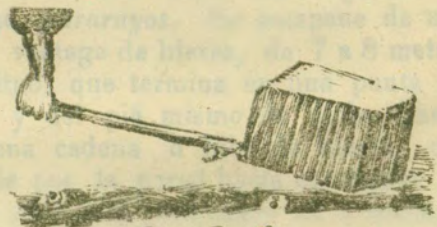


fig. 1. ∞



fig. 2. ∞



fig. 3. ∞



fig. 4. ∞

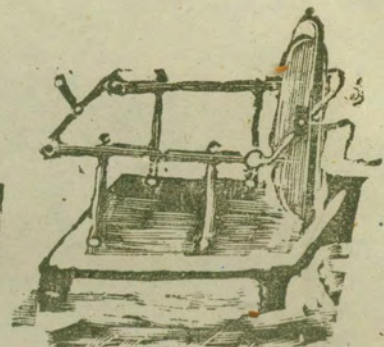


fig. 5. ∞



fig. 6. ∞



fig. 7. ∞

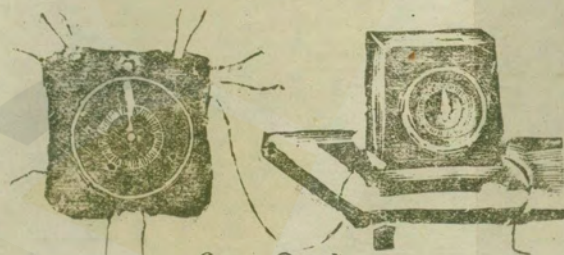


fig. 8. ∞

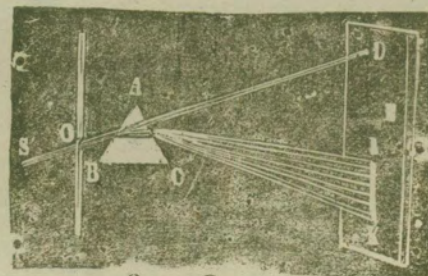


fig. 9. ∞

tricidad se precipita siempre hácia las corrientes de aire.

Apoyado, Franklin, en la propiedad de atracción que tienen los cuerpos que terminan punta, y en la conductibilidad de los metales, concibió la idea de un aparato, destinado a preservar los edificios de los desastrosos efectos del rayo: este aparato se denomina *pararayos*. Se compone de una barra o vástago de hierro, de 7 a 8 metros de longitud, que termina en una punta de platino, y del pié mismo de dicha barra, parte una cadena o hilo de hierro, que descende por la pared hasta sumergirse en un pozo o agujero practicado en el suelo, en el que desaparece el fluido eléctrico.

FIN.