

igual caso y no faltará de seguro quien ignore la causa de tales fenómenos y otros muchos que nos proponemos explicar en estas sencillas nociones, puramente prácticas de física, con el fin de contribuir á que se generalicen unos conocimientos que tanto se prestan al desarrollo moral del niño, objeto principal de la enseñanza.

La naturaleza , dice Sturm, es un libro abierto á todos los hombres, nadie puede excusarse de leer en él porque habla una lengua inteligible á todos , y en este libro grande y sublime es donde se muestra mas claramente el Padre comun del universo.

Seis basta este punto radica si en la época en que vivimos tratamos de demostrar la importancia que tiene el estudio de las ciencias naturales, entre las cuales puede decirse ocupa un lugar preminente la física, ó sea el estudio de los fenómenos que nos presenta la naturaleza; fenómenos sorprendentes algunas veces y curiosos siempre, que impresionan nuestros sentidos desde los primeros instantes de nuestra existencia y que de seguro cautivarán mucho más nuestra atención, si no estuviéramos tan acostumbrados á presenciarlos ó si en nuestra infancia nos hubieran dado á conocer algunas de las causas de tales fenómenos. Porque la física de jupon libre en la atmósfera toma la forma esférica? Porque ciertos insectos pueden sostenerse en el techo en una posición invertida? Porque las células de la industria se agitan en la columna de la forma de un prisma triangular? Cuestiones son estas que algunos hallarán hasta triviales por los estudios especiales á que han podido dedicarse, pero no todos se encuentran en

NOCIONES PRELIMINARES.

La física, según Ganot, tiene por objeto el estudio de los fenómenos que se manifiesta en los cuerpos terrestres orgánicos sin modificar su substancia.

Cualquier cambio que experimenta un cuerpo se llama fenómeno, y si este cambio no hace sufrir ninguna alteración á la naturaleza del cuerpo, el fenómeno se llama físico. La caída de una piedra, por ejemplo, el agua convertida en hielo por la falta de calor, la ruptura de un cristal al chocar contra otro cuerpo duro, son otros tantos fenómenos físicos.

Todo lo que ocupa un lugar en el espacio ya sea sólido, líquido ó gaseoso, se llama *cuerpo* y las partes esencialmente pequeñas, resultado de la división de un cuerpo, se llaman partículas ó *moléculas*: los granos de harina son pues las moléculas que proceden del trigo; la tinta encarnada que usamos algunas veces para escribir ó el color azulado que notamos en el agua de la aplanchadora, son las moléculas infinitamente pequeñas de la materia colorante del carmin ó del indigo. Podríamos todavía considerar cada grano de harina di-

vidido en cien mil partes que si bien serian imperceptibles á nuestra vista no por esto deberíamos negar la existencia de tan diminutas fracciones ó elementos de que están formados los cuerpos y que han recibido el nombre de *átomos*.

Los cuerpos se nos presentan ó en estado sólido como son las piedras, los metales, las maderas que conservan por sí mismos la forma que les ha dado la naturaleza ó el arte ; estado líquido, como el agua, el vino, y el aceite que, léjos de tener forma propia, se amoldan á la de los vasos que los contienen ; y estado gaseoso ó aeriforme á causa de la analogía que tienen con el aire ; cuerpos en extremo sùtiles y ligeros ; como el oxígeno ácido carbónico y ázoe componentes del aire ; el hidrógeno el cloro, etc. Todos los gases, salvo algunas escepciones son invisibles.

Propiedades generales de los cuerpos.

Los cuerpos ya sean sólidos, líquidos, ó gaseosos, poseen ciertas propiedades que por ser comunes á todos ellos, se llaman propiedades generales ; siendo las principales la extension, la impenstrabilidad, la divisibilidad, la porosidad, la comprensibilidad, la elasticidad, la inercia y la pesantez.

Extension. Cuando nos paramos á contemplar la longitud de una calle, lo alto y ancho de un edificio, ó las pulgadas cúbicas de un pedazo de madera, nos formamos idea de la extension y bien puede decirse que esta propiedad es la primera que nos presentan los cuerpos, siendo imposible considerar ninguno de ellos por pequeño que sea destituido de las tres dimensiones, longitud, latitud y profundidad.

Impenctrabilidad. El lugar en que está sentada una persona no puede ser ocupado por otra á menos que aquella se levante, porque á causa de la Inpectrabili-

dad, dos ó más cuerpos, no pueden simultáneamente ocupar un mismo lugar en el espacio. Cuando inmergimos en un líquido un cántaro, notamos un ruido particular debido al aire que sale para ceder el lugar que ocupaba al líquido; á veces sucede que el aire interior de una botella, por ejemplo, ofrece una resistencia tenáz y hace derramar el líquido que tratamos de introducir bruscamente en ella por medio de un embudo.

Cuando introducimos un clavo en la madera, hay penetrabilidad aparente; porque en realidad no hay tal penetrabilidad y si un cambio de posición de las moléculas á causa de la presión que en ellas ejerce el clavo; una cosa análoga sucede con ciertas aleaciones metálicas y en la mezcla de ciertos líquidos; si se llena un vaso de agua hasta el borde, podemos echar en él algunas gotas de alcohol sin notar aumento en el líquido.

Divisibilidad. Es la propiedad que tienen los cuerpos de poderse fraccionar en partes tan sumamente pequeñas que el tacto más exquisito no sabría apreciar, ni el ojo más delicado podría descubrir. El diamante, y otros cuerpos pulimentados, nos presentan una superficie enteramente fina á pesar de poseer una infinidad de sulcos debidos al frote del esmeril ó de los polvos del mismo diamante que han servido para darles pulimento. La bola de jabón con la cual juega el niño está formada por una película tan tenue, que según un sábio calculador se necesitarían diez mil de dichas películas para obtener el espesor de un milímetro.

La hilera puede darnos un hilo de metal tan delgado, que una onza de oro podría presentarnos indicios de este metal en una longitud de mas de ciento treinta leguas. El gusano de seda fabrica su capullo con un hilo, del cual son necesarios ciento cuarenta metros para pesar cinco centigramos. Los millones de animales infusorios que podrían depositarse sobre la cabeza de un alfiler, el aroma de las flores, el olor del almizcle y el

manzanillo de Africa, cuyas emanaciones han ocasionado á muchos centenares de metros de distancia la muerte á varios viajeros, son pruebas irrecusables de la gran divisibilidad de la materia.

Porosidad. Todos los cuerpos por compactos que nos parezcan encierran una infinidad de pequeños vacíos ó intersticios llamados poros; vacíos ó intersticios que si bien los descubrimos facilmente en la piedra pomez, en el corcho, en las esponjas; no sucede lo mismo en otros cuerpos que poseen poros tan sumamente pequeños que se hacen invisibles al microscopio; pero no por eso es menos cierta esta propiedad general, como lo prueba la dilatacion y contraccion que sufren todos los cuerpos y el dejarse penetrar estos por los líquidos segun lo demuestran varios ejemplos. Los académicos de Florencia para averiguar si el agua podia disminuir de volúmen, tomaron una esfera de oro, hueca, y despues de haberla llenado de agua y cerrado herméticamente, la sugetaron á una fuerte presion y vieron con sorpresa sobre la superficie de la esfera, unas pequeñas gotitas en forma de rocío que habian pasado á través del metal á causa de su porosidad.

Otro experimento muy curioso al que se ha dado el nombre de lluvia de plata prueba la porosidad de las maderas y de las pieles. Se toma al efecto un tubo de cristal y se cierra uno de sus extremos con un tapon hueco de madera, dentro del cual se pone mercurio y colocando luégo el otro extremo del cilindro en el recipiente de una máquina á propósito para extraer el aire, se hace el vacío en el cilindro y cae el mercurio en forma de lluvia pasando á través de los poros de la madera, á causa de la presion atmosférica que se ejerce en la parte exterior del cilindro y por lo tanto sobre la superficie del mercurio.

La porosidad en las piedras se presenta de un modo más ó ménos evidente. Si echamos un pedazo de creta

dentro de un vaso que contenga agua, se ven salir unas burbujas, debidas al aire que estaba contenido en los poros de dicha sustancia, desalojados de dichos poros que se han llenado de líquido; podria suceder que segun la dureza de la piedra al ser esta echada en el líquido no se notarán burbujas; pero el tenerla inmergida más ó ménos tiempo en el agua y con mayor ó menor presion, nos probaria su porosidad; pues cuando se rompe una piedra que ha permanecido mucho tiempo en el agua y á bastante profundidad se encuentra húmeda hasta en su interior. Hay quien supone que una botella de cristal cerrada herméticamente y bajada al fondo del mar á una profundidad de 400 metros se ha sacado al cabo de algun tiempo llena de agua sin notar en la misma ninguna hendidura.

Las aguas contienen á veces sustancias terrosas que van dejando depositadas en ciertos cuerpos á medida que pasan á través de ellos y de ahí esas petrificaciones animales y vegetales que nos dan otra prueba de la porosidad.

Con la humedad, las cuerdas y las telas formadas con productos vegetales se contraen; las vigas, puertas y ventanas se dilatan, nuestra piel se cubre algunas veces de sudor; fenómenos todos debidos á la porosidad que tiene varias aplicaciones dignas de ser conocidas. Para hendir las piedras basta practicar en ellas ranuras en las cuales se colocan de trecho en trecho cuñas de madera seca, que remojadas luego con agua caliente ésta penetra en sus poros, la madera se dilata y la piedra se hiende por dura que sea.

En la construccion de embarcaciones y en otros muchos casos conviene dar cierta curvatura á la madera, lo que se consigue dilatando por un lado los poros de la madera por medio del calor y comprimiéndolos del otro con la humedad.

Conviene á veces separar de los líquidos ciertas sus-

tancias extrañas que mantienen en suspension y esto se consigue por medio de unos aparatos llamados filtros, bastante porosos para dejar pasar las moléculas de los líquidos y reteniendo la materia extraña que se hallaba mezclada con ellos. Las aguas inútiles para la economía, pueden hacerse potables filtrándolas con piedras porosas ó haciéndolas pasar al través de capas compuestas de cantos rodados, arena y carbon molido. Para clarificar los jarabes y licores se usan una especie de mangas de forma cónica fabricadas con una tela llamada fieltro.

Los habitantes del estado de San Salvador deben gran parte de su riqueza á la porosidad del terreno compuesto de cenizas volcánicas, donde domina la piedra pomez.

A causa de la porosidad pueden obtenerse sobre la madera dibujos en relieve, cuyo procedimiento consiste en comprimir fuertemente una parte de la superficie de la madera, y esta parte comprimida vuelve á recobrar su primitivo nivel colocando la madera en el agua.

Para entretener el fuego encendido se cubre de ceniza cuya porosidad dando paso á cierta cantidad de aire impide que aquel se apague. A veces conviene disminuir la porosidad de ciertos cuerpos á fin de darles mayor duracion y por eso se pintan ó se doran los muebles y otros objetos.

Compresibilidad. Es la accion por medio de la cual pueden reducirse los cuerpos á un menor volúmen aparente. La misma cantidad de materia existe en una esponja ántes de comprimirse que despues de haberla reducido á una octava parte de su forma primitiva. En general, los cuerpos son tanto más compresibles, cuantos más poros poseen; por eso es muy evidente esta propiedad en el corcho, la médula del sauco, el papel y las telas.

La impresion que reciben las medallas y la disminucion de volúmen que tienen despues de acuñadas de-

muestra la compresibilidad de los metales. En cuanto á los líquidos, si bien se ha dudado por mucho tiempo que fueran compresibles, la experiencia ha demostrado que, á fuerza de grandes presiones, pueden reducirse á cerca de las $\frac{19}{20}$ de su volúmen.

De todos los cuerpos, los gases son los más compresibles puesto que pueden reducirse á un volúmen ochenta y hasta cien veces menor del que ántes tenían. Una experiencia muy sencilla, prueba la facilidad como puede reducirse un gas á un menor volúmen aparente. Se toma un tubo de cristal de paredes bastante resistentes, cerrado por uno de sus extremos y por el otro se introduce un piston ó émbolo que cierra herméticamente; apesar de hallarse la cavidad del tubo llena de aire, podemos ir bajando el émbolo hasta reducir el aire á una octava parte de su volúmen primitivo sin poder conseguir por mucho que sea el esfuerzo, que el émbolo llegue á la parte inferior del tubo á causa de la impenetrabilidad del aire. Colocando un vaso boca á bajo en el agua, sube ésta hasta cierta altura en el interior de dicho vaso á medida que se va comprimiendo el aire; pero sin llegar el líquido á tocar el fondo del mismo donde podría estar pegado un papel y al sacar el vaso notaríamos que no se habria mojado. Si el vaso fuera muy grande, capaz de contener dentro á una persona, ésta podría bajar al fondo del mar y permanecer más ó ménos tiempo en él, respirando el aire contenido en el espacio de la campana que no habrá podido penetrar el líquido.

Elasticidad. Todos los cuerpos modificados en su forma ó en su volúmen, por una causa cualquiera, tienen la propiedad, cuando cesa la causa que obraba sobre ellos, de recobrar su primitivo estado, debido esto á la elasticidad que poseen. Esta propiedad se presenta de un modo muy evidente en el marfil, acero y en la goma elástica, cuyo cuerpo es á no dudarlo el que dis-

fruta de mayor elasticidad, si bien que despues de grandes presiones y prolongadas éstas por mucho tiempo, se llega á alterar su forma ó su volúmen primitivo.

Se conocen varios modos de probar la elasticidad de los cuerpos, tales son: primero, la presion, pues segun hemos dicho al tratar de la impenetrabilidad, el aire comprimido dentro un tubo de cristal disminuye de volúmen y ahora debemos añadir, que al cesar la presion el émbolo vuelve á subir por la tendencia que tiene el aire de recobrar su primitivo estado á causa de su fuerza elástica. Lo que decimos del aire en este caso es aplicable á los gases, que poseyendo en grado superlativo la propiedad de que venimos ocupándonos, se denominan fluidos elásticos: segundo, la torsion como es de notar en los hilos de cáñamo, de seda, etc.: tercero, por tirantéz segun se observa en las cuerdas de una guitarra, de un piano, ó en la piel de un tambor: cuarto, por flexion, ejemplo de ello las ramas tiernas ó flexibles de los árboles, ciertos bastones en los cuales nos apoyamos; cuyos objetos, lo mismo que muchos otros, pueden ser doblados hasta cierto punto, porque la elasticidad tiene sus límites: la hoja de papel se puede doblar ligeramente volviendo luégo á tomar su forma primera; pero si se fuerza, demasiado su elasticidad, toma un nuevo pliegue y no hace esfuerzo para volver á su primer estado. El arco encorvado por la tirantéz de un hilo al querer dilatarse las fibras de la parte interior y contraerse, las del exterior, hacen un esfuerzo capaz de arrojar objetos á bastante distancia y por esto ha servido este aparato y sirve todavía en algunos paises, como arma de guerra.

A la elasticidad debemos varias aplicaciones, de utilidad unas y de recreo ó pasatiempo las otras, muchas de las cuales entretienen agradablemente á la infancia. El mecanismo del reloj se mueve á impulso de un re-