

respecto de la superficie de la piedra, porque inclina mas hácia *e* que hácia *i*.

EUG. — Ahora ya comprendo la razon por que no ha de volver por la misma linea, y es porque da en la piedra oblicuamente, y no por la linea perpendicular.

TEOD. — Por lo mismo ha de reflectir por una linea que incline tanto hácia la superficie de la piedra *i*, quanto la linea por donde cayó inclinaba hácia la superficie *e*, para que queden iguales los ángulos; y como esta linea va á parar al medio, hácia allá ha de ir la bola despues de reflectir, y por la misma razon la bola *d* ha de reflectir hácia el medio, y así todas se han de juntar.

EUG. — Lo he entendido: el cuerpo convexo espere las bolas y el cóncavo las junta; pero es de admirar como en todos estos casos va siempre apareciendo el principio que quedó establecido, esto es, que el ángulo de la linea por donde la bola reflectia era igual al ángulo que hizo la linea por donde cayó.

TEOD. — Ese es el *principio* en que se funda todo lo que tengo dicho: de ahí nace el reflectir la bola por la misma linea si cayere perpendicularmente; y si cayere oblicuamente, mudar de linea, y buscar otra que tenga tanta inclinacion hácia la superficie del lado de allá, como tenia la linea por donde cayó respecto de la superficie del lado de acá.

EUG. — Ahí está en resumen la razon de todas las leyes que habeis explicado; ¿y qué os parecen á vos, mi doctor, estas cosas?

SILV. — A mí me parece muy bien que os que-

breis las cabezas por divertirlos con estas leyes de reflexion.

EUG. — En donde hallo mi instruccion allí tengo la diversion mas gustosa: aunque no he tenido estudios, no me considereis de espíritus tan flojos que me disguste el aprender solo porque cuesta algun trabajo.

TEOD. — Si no os conociese con paciencia bastante para estas cuestiones, bien podia omitirlas, porque aunque son precisas para la inteligencia de muchas que se siguen, con todo no son precisas para otras cosas con que nos podiamos entretener; mas juzgué conveniente preparar el camino para la respuesta de muchas preguntas que me habeis de hacer en adelante sobre varias materias.

SILV. — Tambien á mí me debeis ese concepto, Teodosio, de que no tratariais estos puntos tan dificultosos, á no ser muy conducentes para esplicarse y entenderse muchos efectos naturales.

TEOD. — Vamos ahora á tratar del roce.

EUG. — Espero que con lo que direis entenderé qué viene á ser el roce en física.

§ IX.

Trátase del roce y del movimiento vibratorio.

TEOD. — Cuando un sólido se mueve ya es por entre un fluido, como el agua, el aire, ya por otro sólido; en ambos casos halla cierta resistencia

que es bueno examinar, mas por ahora no hablaremos sino del roce de un sólido con otro sólido. Advertid que hay dos especies de roce que llamamos del primero ó del segundo género. El roce del primer género es *cuando la misma parte movil va correspondiendo sucesivamente á diversas partes de otro cuerpo*, como cuando se lleva un fardo arrastrando por el suelo. El roce de segundo género es *cuando un cuerpo va rozando sobre otro*, como cuando una bola va sobre un plano liso. El roce del primer género es mucho mas fuerte que el del segundo, como muestra la esperiencia. Si quitando las ruedas, quisieramos arrastrar el coche, ¿cuanto mas costará á los caballos? En muchas partes se usa de unos carros sin ruedas que suelen llamar rastras, y sirven para llevar fardos ó pipas, etc.; y son como el rejado de un carro afirmado sobre dos maderos que son los que arrastran. La sencillez de este carro, que tiene una sola cuerda atada al yugo de los bueyes, es la que hace su utilidad: sirve para pequeña carga, y los maderos, como siempre han ido arrastrando por la calle, se dejan llevar con facilidad: cuando la carga es mayor las ruedas alivian mucho, porque pasa el roce á ser del segundo género.

EUG. — Yo sé una esperiencia constante que prueba lo que acabais de decir. Cuando se baja una montaña empinada mudan los cocheros el roce del segundo género en el primero; y para que el coche no cargue demasiado sobre los caballos atan la una ó las dos ruedas, de modo que no puedan rodar, sino solo dejarse arrastrar: con esta industria no

puede precipitarse el coche, porque el peso le hace ir arrastrando, á lo que tambien ayudan los caballos; pero en bajando la cuesta dejan las ruedas libres.

TEOD. — De aquí se infiere la razon de una cosa que pocos advierten: fuera de Portugal los carros tienen por lo comun como las ruedas de los coches, rayos que dan vuelta alrededor del eje: en Portugal (como no sea en la provincia de Alentejo) estan las ruedas sujetas y aseguradas al eje⁴, y este es el que da vuelta; pero así hace mayor resistencia en los carros que la que hacen las ruedas libres de los coches alrededor del eje: la que hacen los carros es increíblemente mayor que la de los coches, porque el roce es tanto mayor quanto el grueso del eje escede al del eje de los coches: ademas de esto, estando sueltas las ruedas cuando el coche da vuelta, puede una rueda andar mas aprisa que la otra, puede una ir adelante cuando la otra anda hácia atras; nada de esto puede suceder en las ruedas fijas en el eje. Por esta razon me persuado á que con las ruedas sueltas los mismos bueyes podrian llevar doble carga si el eje la sufriera.

EUG. — Admirome de que siendo la diferencia tan notoria se use de unos carros tan poco cómodos.

TEOD. — No es esto sin fundamento: en paises en que hay muchas bajadas son mejores nuestros carros, porque la dificultad del roce en el eje impide al carro para que no se precipite sobre los

⁴ Lo mismo sucede en Galicia, Asturias y montañas, así de Leon como de Santander.

bueyes cuando bajan, y así se suple la diligencia de atar las ruedas. Es Portugal un país montuoso, fuera de la provincia de Alentejo, y por esto se usan entre nosotros en los carros ruedas, que entran fijas y de cuadrado en los ejes; en países llanos son más cómodos los carros de ruedas sueltas. Vamos ahora á las leyes del roce de primer género, que es este de que hablamos.

I^a *La resistencia del roce se aumenta en razon del peso que oprime al cuerpo movil contra el que está fijo.*

La razon es, porque no siendo los dos cuerpos matemáticamente lisos, cuando un cuerpo arrastra sobre otro entran las prominencias del uno en las cavidades del otro, y hasta que salen, ó venciendo los montecillos ó arrasándolos, no puede el movil seguir su linea; pero cuanto mayor sea el peso del movil más entran sus prominencias en las cavidades del plano en que roza, y más cuesta vencer las prominencias que á cada punto se ofrecen; luego cuanto mayor sea el peso del movil, mayor será la resistencia del roce. Por esto se untan los carros con sebo, pues con él se disminuye mucho el roce, porque se llenan muchas cavidades, y la escabrosidad de la superficie es menor; además de esto las partículas del sebo como menudos globos van rodando, y sirven como pequeños rodillos, así como se emplean grandes para llevar piedras. Para trasportar sin peligro piezas grandes y de hechura delicada, como son estatuas de piedra, etc., se valen de tablas lisas y sebo, haciendo deslizarse la tabla en donde va la estatua sobre la que está en el ter-

reno. Veamos si esta resistencia sigue exactamente la razon del peso.

EUG. — ¿Vais á hacer esperiencias? Bueno, esto es lo que más me gusta.

TEOD. — Pongamos un cilindro horizontal, cuyo eje montado sobre dos horquillas tenga una vara de hierro con su péndulo: las oscilaciones hacen andar el eje hácia una y otra parte: ato una cinta ó venda por debajo, y arrojándola sobre el cilindro ya cuelgo un peso, ya otro que sea mayor, y observo cuantas oscilaciones hace el cilindro echándole siempre desde una altura. Se observa con bastante exactitud que el número de las oscilaciones corresponde al peso en orden inversa, esto es, que doble peso da la mitad de las oscilaciones.

II^a *La resistencia del roce se aumenta muy poco por razon de la superficie.*

Pruébese con la esperiencia, porque si en la máquina precedente pongo una cinta ancha ó bien estrecha, si es el peso el mismo no por eso disminuye notablemente el número de las oscilaciones: la razon es, porque si es mayor el número de las partículas que rozan, como el peso sea el mismo se reparte por mayor número, y es menor la fuerza con que cada una oprime la superficie.

III^a *La resistencia del roce sigue la razon de la escabrosidad de las superficies.*

Bien escusada es la razon de esta ley por ser evidente: no obstante, es preciso advertir que tal vez por pulir demasiado las dos superficies se aumenta el roce, por cuanto en virtud de la cohesion de las partículas de la materia cuando dos superficies se

tocan mucho se pegan, como sucede en dos vidrios mojados, ó dos chapas de laton bien pulidas.

IV^a *La resistencia del roce crece segun la velocidad.*

Esta ley es muy importante y muy clara, porque si cuesta arrastrar un movil por un plano, haciendo que en un minuto encuentre con mil prominencias en la escabrosidad del plano, y que las venza, mucho mas habrá de costar que este mismo movil en el mismo tiempo halle y venza dos mil; pero arrastrando el movil con doble velocidad encontrará doblado número de prominencias; por consiguiente siendo dupla la velocidad, tambien será dupla la resistencia del roce.

Esto se confirma con la esperiencia: pongamos el cilindro horizontal, y montado sobre dos horquillas; trabajará en virtud del péndulo anejo á su eje: hagámosle una canal profunda, de forma que llegue á la mitad de su grueso, y echemos la cinta con el peso de que hablamos arriba, ya sobre el cilindro grueso, sobre esta canal profunda, veremos que cuanto mas delgado sea el cilindro oprimido con los pesos de la cinta, mayor es el número de las vibraciones por ser menor el roce. De aquí proviene que las ruedas pequeñas de los coches retardan mucho el movimiento por ser pequeñas, y cuanto mayores son menos la retardan, porque tienen que dar muchas vueltas alrededor de su eje, mientras las ruedas grandes dan una sola; y cuanto mas se aumente el número de vueltas en un mismo tiempo, mas se aumenta la velocidad; pero advierto que tal vez por ser grande la velocidad salta, dejando en claro mu-

chas prominencias, y por esto no crece exactamente la resistencia tanto como se aumenta el roce.

EUG. — ¿Qué decís á todo esto, Silvio, no tengo razon entusiasmándome por la fisica?

SILV. — En efecto, y lo que puedo aseguraros es que con razon ó sin ella os entusiamais de veras.

TEOD. — Ahora quiero daros algunos principios que os sirvan si quereis ser músico, así como os he dado para arquitecto y otros oficios.

SILV. — ¿No lo digo yo? tan extraordinario es el maestro como el discípulo; vamos andando ¿y qué vienen á ser estos principios?

TEOD. — Versan sobre el movimiento vibratorio de los sólidos, y ya era tiempo que hablásemos de ello porque hasta ahora solo nos hemos mirado los cuerpos movidos, de modo que sus moléculas mudaban en masa simultáneamente. Ocioso es que os esplique qué es un movimiento vibratorio ó una vibracion, puesto que hablando de la elasticidad os dije que se designaba con este nombre la agitacion, ó por mejor decir las idas y venidas sucesivamente mas cortas de un cuerpo que se habia doblado como la ballena ó vuestra espada. Así como hemos dicho que hablando con rigor todos los cuerpos son elásticos, así podemos decir tambien que todos son susceptibles de movimientos vibratorios; mas en los de poquísima ó poca estension estos movimientos no son sensibles á la simple vista. No podeis dudar que la hoja de vuestra espada es elástica y notais claramente las vibraciones de sus extremos, mas haced por ver las de la parte por donde encorvais el

acero, probablemente no percibireis semejante movimiento.

SILV. — En esto no cabe la menor duda.

EUG. — Por lo menos para mí es clarísimo.

TEOD. — Nuestro oído es un medio idóneo para apreciar las vibraciones de los cuerpos, porque estas se comunican al aire que vibra á su vez, y él nos las comunica al oído; pero tiene este medio sus límites, y cuando hablemos de las vibraciones del aire, que son lo que se llama sonido, ya veremos todo lo que hay que decir sobre el particular. Esta cuerda de guitarra, ó este alambre no tienen, ahora que se hallan en su estado natural, ni la apariencia de elasticidad; pero yo las pongo tirantes á lo largo, ¿veis como se prolongan? dejo de tirar; ya han vuelto á recobrar su longitud primitiva. Ya veis que estos cuerpos son elásticos; desde el momento que uno hace esfuerzos para dividirlos, tirándolos con cierta fuerza de tracción. Cuanto mas tenaz es un cuerpo, mas elástico se vuelve con los esfuerzos de tensión que sobre él se hagan: el hierro, el cobre, las cuerdas de tripa, etc., son excelentes cuerdas de instrumentos. Para apreciar las vibraciones de las cuerdas ó sus sonidos, hay un instrumento muy sencillo que os voy á enseñar llamado *sonómetro* ó *monocordio* porque no tiene mas que una cuerda. Ahí tenéis esta caja de madera delgada como la de la guitarra con un agujero en la tapa. Aquí arriba se fija esta cuerda de tripa, que se pone vertical y tirante por este peso que tiene al otro extremo, el cual puede ser de media libra, de una, de cuatro onzas, en una palabra variable segun se quiera; luego es-

tas pinzas que son tambien movibles, fijan la cuerda por abajo. Aquí al lado hay esta escala que gradua las diferentes longitudes de la cuerda comprendida desde el punto fijo hasta el de las pinzas. Dispuesta esta cuerda como lo acabo de hacer, vais á ver que es susceptible de dos modos de vibraciones. Hago por separar de su direccion rectilinea la cuerda cogiéndola por el medio, y la abandono de repente á sí misma.

EUG. — En efecto vése como pasa rápidamente de un estado de curvatura al otro opuesto. Y tambien son isocronas estas oscilaciones disminuyendo rápidamente, llegando pronto la cuerda á recobrar su direccion primitiva y á quedar en reposo. Y me ha parecido que la cuerda era mayor en el centro en tanto que oscilaba.

TEOD. — Es porque entonces ya no podiais distinguir bien sus oscilaciones que eran sumamente rápidas. Toda la porcion de cuerda que os parecia mas gruesa se llama *vientre* de la cuerda y los puntos fijos *nudos*. ¿Teneis bien presente el sonido y modo de vibrar de esta cuerda?

EUG. — Sí, ha vibrado de un lado á otro; esto es, ha dado oscilaciones transversales y cierto sonido que no os esplico pero que lo podré comparar con otro.

TEOD. — Pues voy á poner las pinzas mas arriba y hago la misma operacion.

EUG. — El sonido es mas agudo ó mas alto y las vibraciones no son tan perceptibles.

TEOD. — Ahora pongo una cuerda mas gruesa.

EUG. — Da menos vibraciones, y el sonido es bajo.

TEOD. — Ahora voy á poner la primera cuerda y las pinzas á la misma distancia, pero el peso que determina la tension de la cuerda será menor.

EUG. — Tambien da menos vibraciones, y el sonido como el precedente es bajo.

TEOD. — ¿Qué consecuencias sacareis de todo lo que acabais de presenciar.

EUG. — Que la longitud, diámetro y tension de la cuerda influyen en sus vibraciones.

TEOD. — ¿Qué decís, Silvio, de esta lógica?

SILV. — Que es excelente.

TEOD. — Y con todo, no la ha estudiado: bien se ve que le es natural. En efecto, es así, Eugenio, y esta influencia tiene tambien sus leyes que me contentaré con haceros saber, bien que casi ya podriais adivinarlas. *I^a Cuando las cuerdas son iguales en diámetro y tension, el número de sus vibraciones en tiempos dados está en razon inversa de las longitudes.*

II^a Cuando las cuerdas son iguales en longitud y tension, el número de vibraciones en tiempos dados está en razon inversa de los diámetros.

III^a Cuando las cuerdas son iguales en diámetro y longitud, el número de sus vibraciones en tiempos dados está en razon directa de las raices cuadradas de las tensiones ó pesos que las producen.

Fácilmente concebireis lo que acontece en las de una cuerda, considerando que la fuerza que la tiene en tension, esto es, el peso, es la verdadera potencia que determina las vibraciones y que esta po-

tencia debe poner en movimiento todas las moléculas de la cuerda, esto es, su masa entera. Luego, si la potencia es la misma, cada molécula tendrá menos velocidad cuanto mayor sea la masa, y si la masa es la misma, las velocidades deben ser como las raices cuadradas de la potencia como sucede con el péndulo. Para apreciar las vibraciones nos valemos como he dicho del sonido, el cual es tanto mas alto, ó agudo cuanto mas rápidas son, y tanto mas bajas ó graves cuanto mas lentas. ¿Vos sabeis música, Eugenio?

EUG. — Un poco sé y punteo la guitarra.

TEOD. — Pues suponed que tal cual está la cuerda del monómetro la hago vibrar, y que el sonido que da en el punto por ejemplo se llama *ut*; ahora subo las pinzas hasta la mitad de la distancia que habia entre 4 y 8 y hago vibrar; el sonido que da se llama tambien *ut*, pero como es ocho puntos mas alto se llama *octava aguda*, y corresponde á velocidades dobles. Si en vez de subir la pinza al punto 8 la hubiese subido hasta el 3, el sonido hubiese sido otro, dicho *sol*, y así es como se puede hacer toda la escala.

EUG. — ¿Y todas las cuerdas pueden dar todos los sonidos posibles?

TEOD. — Alto ahí, Eugenio, si la cuerda es muy fina, solo dará sonidos graves prolongándola mucho y teniéndola muy floja, lo cual acarrearía muchos inconvenientes; si la cuerda es gruesa es muy difícil hacerla vibrar si es cortá y esta muy tirante. Ved ahí porque en todos los instrumentos de cuerda ponen muchas al lado las unas de las otras de dife-

rente diámetro. A mas de las vibraciones transversales parece que las cuerdas tirantes tienen otras vibraciones á lo largo, como serpenteando, que se llaman longitudinales, y los sonidos que producen son agudos. Podreis apreciar estas vibraciones pasando á lo largo de la cuerda los dedos en tanto que vibra. Coged esta crin, tiradla cogida con los dientes y los dedos de una mano, hacedla vibrar, y luego pasad por ella de arriba abajo el dedo.

EUG. — En efecto parece un poco torcida.

TEOD. — Este efecto pues lo debe á sus vibraciones longitudinales.

TEOD. — Ahora me ocurre haceros otro experimento no menos curioso sobre las cuerdas vibrantes. Pongamos el monocorde horizontal : ahora coloco estos puentecillos de papel encima de la cuerda, y notad que los blancos corresponden á unas divisiones que yo supongo en la cuerda anotadas en la caja del monocorde, y los negros entre los blancos : hecho esto hago vibrar la cuerda con este arco de violin.

EUG. — Curioso es el experimento : los puentecillos de papel negro han saltado y caido, mientras que los blancos no se han movido de su lugar. ¿Y de qué depende este efecto ?

TEOD. — De que los puntos donde se hallan los puentecillos blancos son los *nudos* de vibracion ; esto es, puntos donde la cuerda, vibrando, divide espontáneamente sus vibraciones, y los puntos que han lanzado los puentecillos negros son los *vientres* de la cuerda que moviéndose han hecho caer aquellos. Con esta figura que os trazo en la pizarra

lo vereis claramente. Sea A (Fig. 122.) la cuerda en

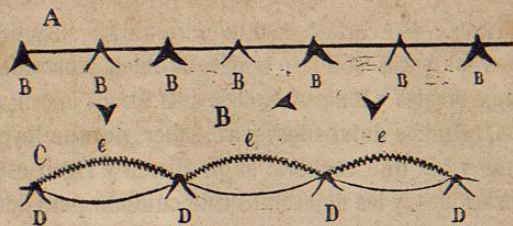


Fig. 122.

su estado natural BBBBBBB los puentecillos, C la cuerda en vibracion, DDDD los puntos ó *nudos de vibracion*, EEE los vientres, ¿veis por lo tanto como se quedan fijos los puntos DDDD y en ellos los puentecillos blancos, y como vuelan los correspondientes á los vientres ?

EUG. — Lo comprendo claramente.

TEOD. — Pues esto es lo que hace toda cuerda : cuando vibra se divide espontáneamente en puntos que no vibran, que estan quietos, que dividen las vibraciones y vientres, que oscilan dando á la cuerda la figura que acabais de ver. Análogo es lo que sucede en las varas metálicas, y vamos á practicar-lo : aquí tengo esta que está aplanada, y pongo encima un poco de arena como quien la empolva, la hago vibrar rascándola con un arco. ¿Veis como se mueven por líneas curvas hácia ciertos puntos ? sigo vibrando.

EUG. — Mirad, Silvio, como se han amontonado en ciertos puntos y al fin ya no se mueven, sin duda se hallan en los nudos de vibracion, y en tanto que

se han movido han andado las curvas de los vientres.

TEOD. — Acertasteis, Eugenio, así ha sucedido, pues las varas sólidas, tienen también vibraciones transversales y longitudinales. Los físicos hacen varios estudios detallados para saber porque leyes, cómo y de qué manera se producen y rigen estas vibraciones, y les dejaremos este cuidado para decir solamente que cuando las varas sólidas vibrantes son curvas, los nudos de vibración se acercan y los sonidos son más graves. A esto se debe el instrumento de los físicos que se llama diapason (Fig. 423.) el cual consiste en una varilla de acero encorvada sobre sí misma, algo más allá del paralelismo de las dos ramas que pueden fijarse y tenerse derechas sobre un pie que se halla en su curvatura.

EUG. — Haced bien en explicarme este instrumento, porque más de una vez he visto al músico mayor de mi regimiento valerse de él para buscar el tono de sus instrumentos, lo cogía por el pie; introducía entre las dos ramas y cerca de su curvatura, un pedazo de hierro un poco más grueso que la separación de las ramas, de modo que tenía que hacer alguna fuerza para sacarlo; luego lo sacaba con empuje brusco y se oía un sonido al principio poco perceptible, pero que aumentaba mucho poniendo el diapason encima de un contrabajo. Hecho todo lo cual arreglaba



Fig. 423.

el tono de sus instrumentos por el sonido del diapason. Y en efecto el sonido era grave.

TEOD. — Todo lo que acabáis de decir es efectivamente lo que se practica, y el paso brusco del pedazo de hierro, siendo más grueso este que el espacio que separa las ramas, las aparta con violencia, las hace vibrar, y de aquí el sonido que resonando en la caja del contrabajo, es más perceptible por razones que á su tiempo vereis, y es más grave de lo que sería el de la barra recta, tan solo porque estando encorvada sus puntos ó nudos de vibración están más cerca.

EUG. — ¿Qué hora da vuestro reloj?

TEOD. — No es tarde, aun tenemos tiempo de acabar este punto esta tarde, y ya que el sonido del reloj nos ha interrumpido voy á deciros por que imita su campana perfectamente el sonido de una campana de iglesia. Ya veis que representa al exterior un cuadro, donde hay pintada una aldea y el campo: en el campanario de la aldea una muestra de su reloj, y cuando dan las horas se oye un sonido grave como si realmente fuese una campana de iglesia. Con todo no hay aquí dentro ninguna campana.

EUG. — Cuidad de explicarme su mecanismo, porque es otra de las cosas que quiero saber.

TEOD. — Es muy sencillo este sonido, está producido por un hilo de hierro encorvado en espiral, fijo por su centro y herido á poca distancia de su punto fijo. Su forma hace que sus nudos de vibración estén muy cerca, de aquí su sonido grave y que tanto se parece á una campana oída de un poco lejos. Va-

mos ahora á hacer algunos ensayos en pedazos de

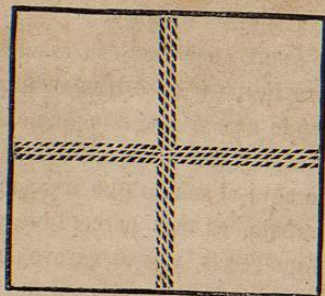


Fig. 124.

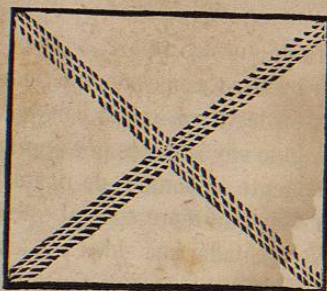


Fig. 125.

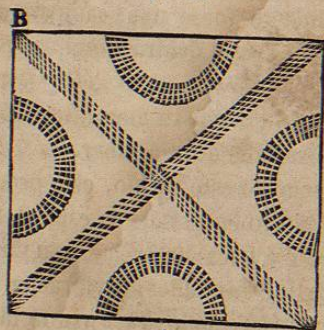


Fig. 126.

madera; tomemos este y frotémosle con el arco: este pedazo es cuadrado y está fijo por el centro; froto cerca uno de sus ángulos, pero antes quiero poner arena encima para que veamos su modo de vibrar ¿ois un sonido grave? y ved como se arregla la arena (Fig. 124.). Rasquemos ahora por el medio de uno de sus lados; ya se arregla de otro modo la arena (Fig. 125.). Hagámoslo de otro modo: paso el arco por este punto que llamaré B (Fig. 126.), y toco ligeramente con

esta otra chapa el punto A: ved como forma la arena cuatro curvas. Tomemos ahora una chapa circular fijémosla por el centro; tóquese por el punto A (Fig. 127.), y hagámosla vibrar por el punto B; la arena se acumula en el centro y hace seis rayos. Si toco la chapa por el borde y la hago vibrar muy cerca de este punto; ved como forma la arena una linea modal y un círculo (Fig. 128.).

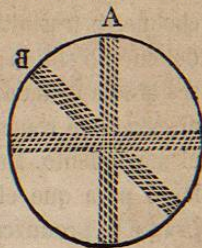


Fig. 127.

EuG. — Sumamente curiosas son estas observaciones.

TEOD. — Si practicásemos algunos tanteos sobre la piel de los tambores veriamos igualmente efectos semejantes; mas basta de este punto y digamos algo sobre la trasmision de las vibraciones, la cual las aumenta mucho con respecto al sonido: así veis que cuerpos sonoros de pequeñísimo volumen como las cuerdas, atadas á cuerpos huecos, de paredes elásticas resuenan simultáneamente y refuerzan los sonidos primitivos. Los físicos han experimentado que las vibraciones se transmiten de unos cuerpos á otros como el movimiento entre las bolas elásticas, y así habia de ser, puesto que lo que se transmiten es movimiento. Si considerais el cuerpo sólido que trasmite las vibraciones como herido en uno de sus cabos por una serie de pequeños choques, resultantes de las vibraciones del cuerpo primitivamente



Fig. 128.

conmovidó, concebireis fácilmente que el primer choque se transmitirá de punto en punto á lo largo del cuerpo sólido; de modo que la última molécula sea la sola agitada, habiendo vuelto todas las demas al estado de reposo despues de haber comunicado el movimiento. Mas si el cuerpo sólido es bastante largo para que el segundo choque del cuerpo vibrante se produzca antes que el primero haya sido transmitido hasta el otro cabo, concebís que habrá en el cuerpo conductor dos partes en movimiento, separadas por un intervalo de reposo, y que hasta podrá hallarse un gran número de estos intervalos iguales á lo largo del cuerpo conductor. Estos intervalos que harán como verdaderas ondulaciones se les da el nombre de *ondas sonoras*. Claro está que estas ondas serán tanto menores cuanto mas rápido el movimiento ó mas agudo el sonido. Estas vibraciones se transmiten mas fácilmente al traves de un cuerpo sólido que al traves del aire, y mas al traves de un cuerpo segun la direccion de sus fibras longitudinales. Si os colocais al extremo de una larga viga y aplicais á ella el oido, percibireis claramente el ruido de un alfiler que rasque con su punta al otro cabo de la viga. Tambien oireis los batidos de un reloj poniéndolo entre los dientes.

EUG. — Todo esto es muy cierto, yo lo he observado muchas veces.

SILV. — En medicina hacemos uso de un instrumento que se llama *estetoscopo* para oir el ruido del aire en los pulmones y el de la sangre que pasa por el corazon, aplicándole sobre diferentes partes del pecho, con lo cual no deja de sacarse partido para

saber qué especie de enfermedad se padece y en qué punto se halla.

TEOD. — Si os parece podemos dar por acabada la conferencia de esta tarde que bastante larga ha sido.

EUG. — Os aseguro que me ha parecido muy corta.

TEOD. — Los asuntos que restan para los dias siguientes os han de parecer mucho mas breves, porque son materias mucho mas fáciles y gustosas. Sabed que habeis pasado todo el mal camino de la física; las leyes de la mecánica, que por otra parte son muy esenciales para el conocimiento de todas las ciencias físicas, son algo pesadas hasta tanto que se ve su aplicacion desembarazada de lo abstracto del cálculo; pero con lo que precede nos hemos abierto ancho, apacible y llano campo para lo sucesivo. Ya os puedo asegurar que sabeis todo lo que hay que decir acerca de las leyes generales aplicables á los sólidos, líquidos y aereiformes: hasta ahora ya habeis visto sus aplicaciones á los sólidos con las modificaciones relativas á su estado; en lo sucesivo examinaremos los líquidos, y finalmente los gases. Vámonos un rato á paseo y acompañemos á Silvio hasta la carretera.

EUG. — Espero que no dejará Silvio de asistir mañana á la conferencia sobre los líquidos.

SILV. — Y no esperais en vano, porque hay mucho que decir, y hemos de pelearnos con Teodosio.