

veces estando el ejército acampado hacia señal el general para que todo se pusiese en silencio sin que nadie se moviese; entonces un cierto soldado se echaba en el suelo, y unia el oido con la tierra; pasado un breve intervalo se levantaba, y decia muchas veces que á tal distancia poco mas ó menos venian tropas enemigas en marcha, lo cual se hallaba cierto.

TEOD. — Yo no me admiro de eso, porque muchas veces se ha hecho otra esperiencia para el mismo intento, pero aun mas admirable: en el *journal des Savans* he leído yo que un general para conocer si la caballería enemiga venia cerca mandó poner en tierra un tambor, y sobre él un dado, y que cuando la caballería venia cerca se sentia temblar el dado sobre el tambor; así no es mucho que ese soldado percibiese el movimiento de la caballería, porque el mismo temblor que se comunicaba por la tierra, y hacia temblar el dado, podia mover el aire de los oidos, de suerte que se percibiese aquel estruendo.

SILV. — Ahora bien, decidme: ¿de qué nace ser un estruendo fuerte ó remiso?

TEOD. — Digo que ser el sonido mayor consiste en que dentro de un determinado espacio las partículas del aire movido sean mas en número, ó tengan movimiento mas fuerte; de aquí nace que el sonido de un tiro de cañon es á mucha distancia cada vez mas remiso, porque el movimiento cada vez es mas tenue y debil: por la misma razon la voz de un hombre hace un sonido grande; pero si juntáremos cuarenta hombres todos á hablar ó cantar, hacen un

estruendo mayor, porque son mas las partículas de aire que se mueven, y es mas fuerte el movimiento.

EUG. — Esperaba yo que dijéreis que ser grande el sonido consistia en moverse las partículas del aire mas aceleradas en las vibraciones.

TEOD. — No: eso hace el sonido mas agudo: yo os explicaré eso, y ya que sois apasionado á la música tratemos de la música filosóficamente.

EUG. — Vamos, que atenderé con gusto.

§ IX.

Trátase de la música, y se explica como se forma el eco y otras curiosidades acerca del sonido.

TEOD. — Consonancia es una mezcla de dos ó mas sonidos, de que resulta á los oidos suavidad y dulzura: la disonancia por el contrario es un agregado de sonidos desproporcionados y desapacibles al oido. Las mismas voces mezcladas de un modo hacen consonancia, y mezcladas de otro hacen disonancia. La razon física y verdadera de esto procede de que en nuestros oidos, ademas de otros órganos que hay, tenemos una piel estendida y tensa sobre un hueso, lo que llaman los anatómicos *tímpano*, que quiere decir lo mismo que tambor: este tímpano tiene consigo una propiedad, y es, que unas veces se estira, otras se afloja mas, conforme á los diversos sonidos que recibe, y esto es preciso, porque si no fuese esta mudanza no oiríamos mas que un tono solamente. La razon es, porque en un tambor

si no hubiere mudanza en la piel, de cualquier suerte que le toqueis siempre se oye el mismo tono mas ó menos fuerte, pero siempre el mismo tono.

ERG. — Lo propio sucede en el clave, en el violín etc., siempre la cuerda da el mismo tono, bien sea que la toquen con fuerza, ó que la toquen suavemente.

TEOD. — Luego si nuestro tímpano estuviese siempre de la misma suerte, cualquier sonido que viniese de fuera habia de mover el tímpano de la misma suerte; y como el movimiento del tímpano es el que da movimiento al otro aire que está de la parte de adentro, siempre se oirá allá el mismo tono. Por esta razon cuando oimos un sonido mas agudo y alto se estira mas el tímpano, y cuando oimos un sonido mas bajo ó grave se afloja. Esto creo que lo entendeis.

ERG. — Con facilidad; mas antes que pasemos adelante, decidme, ¿qué es lo que hace que un sonido sea mas agudo que otro?

TEOD. — Sonido agudo llamo yo aquel que está en tono mas alto, como los tiples y contraltos; y sonido grave aquel que está en tono mas bajo. Habeis advertido que muchos juzgan que lo mismo es tono mas alto y mas agudo que sonido mas fuerte y recio; y es engaño, porque una campana grande tiene voz mas fuerte que un pajarito, y el pajarito tiene voz mucho mas alta y aguda que la campana.

SILV. — Bueno es que estemos libres de ese error.

TEOD. — Respondiendo, pues, Eugenio, á vuestra pregunta digo, que el sonido mas agudo consiste en

que las vibraciones del aire sean mas frecuentes, y el sonido grave al contrario, en que sean mas pausadas. Ya dije que el sonido consistia en el movimiento trémulo del aire, causado por el movimiento trémulo del cuerpo sonoro, v. g. de la cuerda del instrumento. El movimiento trémulo ya sabeis que es lo mismo que movimiento vibratorio, ó movimiento que consta de vibraciones; porque la cuerda temblando va hácia una parte, de allí vuelve hácia otra, despues vuelve otra vez á la parte contraria hasta aquietarse; estas idas y vueltas se llaman vibraciones: y de camino es preciso saber que estas vibraciones ó temblores nacen de la elasticidad de la cuerda, ó de la fuerza con que estendiéndola y moviéndola con el dedo hácia un lado se restituye á su estado natural; por eso estando sueíta de una parte no se estiende, y dejándola no se restituye, ni tiembla, ni hace sonido alguno. Decimos ahora que cuando estas vibraciones fueren mas breves y mas frecuentes será el sonido mas grave, y el tono mas alto, y cuando fueren mas pausadas será el sonido mas grave, y el tono mas bajo.

ERG. — Yo estoy acostumbrado á no dar crédito á nada sin experiencia.

TEOD. — No me desagrada. Llegaos á un clave, descubridle, é id sucesivamente tocando todas sus teclas, y observareis con los ojos un temblor sensible en las cuerdas que hacen tono mas grave; pero cuanto mas fueren subiendo de tono menos se percibirá su temblor, á causa de ser tan veloz, que la vista ya no le alcanza. Mas: poned la mano en la

garganta, é id levantando varios tonos sucesivamente, y vereis que en los tonos mas graves es el temblor mas sensible; pero en los mas agudos es mas rápido y acelerado. Haced esperiencia, pues la soledad del sitio da libertad para todo.

EUG. — Teneis razon, no hay duda que se conoce bien grande diferencia.

TEOD. — Reparad, Eugenio, en ese puerco que anda pastando: sensiblemente se percibe con los oídos el temblor y las vibraciones del sonido de su gruñido, porque gruñe en un tono bajísimo.

EUG. — Así es; mas dadme la razon, ¿por qué la misma cuerda apretándola mas hace un sonido mas agudo?

TEOD. — Es porque apretándola mas resiste mas á quien la quiere mover hácia el lado; y como resiste mas, tambien hace mas fuerza para restituirse; por consiguiente cuando la dejaren ha de restituirse con mas fuerza, y hacer sus vibraciones mas ligeras y aceleradas; y así resulta el sonido mas alto y agudo. Por lo contrario, si aflojáremos la cuerda ya no resiste tanto cuando la mueven hácia el lado; y así no se restituye con tanta fuerza, y hace las vibraciones mas despacio, y el sonido es mas grave.

EUG. — Aun pregunto mas: ¿y cuál es la razon por qué cuanto mas corta es la cuerda mas alto es el sonido?

TEOD. — Es la misma, porque cuanto mas corta es la cuerda, estando igualmente tiesa resiste mas á quien la mueve hácia el lado, y se restituye con mas fuerza; y como hace las vibraciones mas cortas, es

el sonido mas agudo: la misma razon sirve para la diferencia de dos cuerdas apretadas con fuerza igual, é iguales en lo largo, las que cuanto mas gruesas son, mas grave es el sonido, porque se restituyen y tiemblan mas despacio.

EUG. — Ya sé en qué consiste el sonido grave y agudo: vamos ahora á mezclar uno con otro, y saber la razon por qué unas mezclas son agradables á los oídos y otras no.

SILV. — Antes que pasemos á eso, decidme vos, Teodosio, ¿y cómo se pueden oír á un mismo tiempo dos sonidos? El aire ó tiene vibraciones mas breves, ó tiene vibraciones mas pausadas; de este modo uno de los dos sonidos se puede oír, y no ambos juntos.

TEOD. — Reparad, Silvio: unas partículas del aire movidas por la voz mas gruesa tiemblan con vibraciones mas pausadas; pero otras partículas del aire movidas por la voz mas fina tiemblan con vibraciones mas breves, y como las unas van mezcladas con las otras, todas entran juntamente por los oídos, y de este modo se perciben ambos tonos. Y satisfaciendo á la pregunta de Eugenio digo, que todas las veces que el tímpano recibe sonido mas agudo se estira mas, y cuando recibe sonido mas grave se afloja; pero cuando vienen dos sonidos juntos se está moviendo continuamente, y estirándose mas para recibir las vibraciones del sonido mas agudo, ya aflojándose para recibir las vibraciones del sonido mas grave: cuando las vibraciones concuerdan y hieren al mismo tiempo en el tímpano, entonces las recibe juntamente, y en cier-

to modo descansa ; pero cuando las vibraciones discordan , es preciso que el tímpano esté estirándose y aflojándose alternativamente. De aquí nace que siendo dos veces unísonas, como las vibraciones de una se arreglan con las de la otra hacen una armonía agradable, porque el tímpano descansa, y recibe las vibraciones de dos voces como si fuesen de una sola.

EUG. — Pero cuando las voces no son unísonas, v. g. cuando canta el alto con el contrabajo en consonancia, á que los músicos llaman *octava*, ¿ qué acontece ?

TEOD. — Entonces descansa menos el tímpano, porque como unas vibraciones son mas apriesa, otras mas pausadas, muchas veces discordan ; pero de dos á dos vibraciones se arreglan, y hieren juntamente el tímpano; de suerte que mientras la voz del contralto hace dos vibraciones en el aire, hace una la voz del contrabajo, y en cuanto el bajo hace diez, hace el alto veinte, etc. ; y así de dos á dos siempre concuerdan, y como concuerdan descansa entonces el tímpano. Por tanto regla general, cuanto mas frecuentemente se arreglan las vibraciones del sonido grave con las del sonido agudo, mas veces descansa el tímpano ; y cuantas mas vibraciones hubiere discordes, mas trabaja estirándose y aflojándose con suma velocidad, y en este trabajar del tímpano es en lo que está la disonancia que nos molesta los oídos.

SILV. — Todo eso está muy bien ideado ; mas todo es fingido por la imaginacion. ¿ Quién averiguó jamas, ó, cómo probais vos, que cuando una

voz está en octava de la otra hace la mas alta dos vibraciones, mientras la otra hace solo una?

TEOD. — Con una esperiencia clara : dejadme señalar aquí con el lapiz en un papel unas líneas para que me entendais mejor (Fig. 85). Estas dos líneas

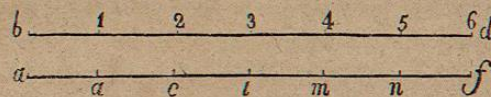


Fig. 85.

af, *bd* supongo que son dos cuerdas del mismo largo y grueso, é igualmente tirantes : si las tocaren harán sonido unísono ; aquí queda probado al mismo tiempo que en el sonido unísono todas las vibraciones concuerdan y se ajustan, porque siendo estas cuerdas iguales en el largo, grueso y tensura, esto es, igualmente apretadas, tambien se han de restituir á un tiempo, y hacer vibraciones iguales y á un tiempo ; ni hay razon para que una se apresure mas que la otra. Pasemos adelante. Si nosotros, estando estas misma cuerdas en un tono, pusiéremos el dedo sobre una bien en el medio, v. g. en *i*, la mitad de la cuerda *if* queda en octava respecto de la otra entera *bd* : así lo prueba la esperiencia ; mas vamos ahora á mostrar como esta mitad de la cuerda cuando la tocan hace dos vibraciones en cuanto la otra cuerda entera hace solo una. Para evitar confusion aquí señalo otras dos cuerdas (Fig. 86), de las cuales una tenga doble largo respecto de la otra. Ya mostré que cuanto mas corta era la cuerda mas de

prieta se restituia, y hacia sus vibraciones mas breves; luego siendo esta cuerda *mn* la mitad de la

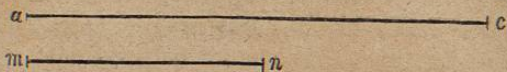


Fig. 86.

otra, ha de hacer las vibraciones en la mitad del tiempo en que la grande hace las suyas; y así en cuanto la grande hiciere una vibracion hará la pequeña dos.

EUG. — Ya veo el fundamento de ese vuestro sistema, y estoy pasmado viendo lo que puede averiguar la industria humana. Pero ya que estamos metidos en esta materia, esplicadme brevemente las otras consonancias y disonancias, porque soy curioso, y es materia esta que jamas pensé me esplicasen filosóficamente.

TEOD. — Despues de la *octava* la mayor consonancia que hay es la que llaman *quinta*, que es la que hace *ut* con *sol*: esta consiste en que la voz mas alta hace tres vibraciones en cuanto la voz mas baja hace dos, y pruébase con la esperiencia de las cuerdas unisonas (Fig. 85); porque si pusiésemos el dedo en una y en otra, de suerte que una tenga tres palmos de largo v. g. y otra dos, hacen la consonancia de *quinta*; de aquí se infiere, que si la cuerda cuanto mas larga es mas tiempo gasta en las vibraciones, teniendo la cuerda mayor tres palmos, gastará tres instantes v. g. en una vibracion, y por consiguiente en dos gastará seis; vamos ahora á la cuer-

da mas pequeña: esta tiene dos palmos, gastará pues dos instantes en una vibracion, y en dos gastará cuatro instantes, y en tres gastará seis; y como seis instantes son los que gasta la cuerda mayor en dos vibraciones solamente, síguese, que mientras la pequeña hace tres vibraciones hace la grande dos, y así de tres en tres vibraciones de la cuerda pequeña se juntan y concuerdan las vibraciones de ambas cuerdas, y descansa el tímpano. Pero como las vibraciones no se juntan de dos en dos como en la *octava*, por eso la *quinta* no es consonancia tan grata.

EUG. — Todo va concordando con la esperiencia y con la razon. Vamos á esplicar la otra consonancia que llaman *tercera mayor*.

TEOD. — La *tercera mayor* es la que hace *ut* con *mi*; esta consiste en que la voz mas alta haga cinco vibraciones mientras la mas grave hace cuatro; y así solo se juntan despues de cinco vibraciones, y por consiguiente no es tan apacible consonancia como las dos precedentes: la prueba de esta verdad se hace con las cuerdas de la esperiencia anterior, dando á la mayor cinco palmos y á la menor cuatro. De las consonancias que faltan decimos lo mismo; y segun se juntan mas antes ó mas despues las vibraciones, es mayor la consonancia. Las disonancias por el contrario consisten en que de tal suerte se desigualan las vibraciones que no se juntan sino despues de mucho tiempo. El *tritono* v. g. consiste en que la voz mas alta hace cuarenta y cinco vibraciones, mientras la mas grave hace treinta y dos; y la *quinta falsa*, que es la peor de todas, consiste en

que la voz mas aguda haga sesenta y cuatro vibraciones, mientras la mas grave hace cuarenta y cinco; de donde se infiere, que solo despues de sesenta y cuatro vibraciones de voz mas alta es cuando descansa el tímpano, y entre tanto se mueve ciento y siete veces; unas para acomodarse á las vibraciones mas agudas, otras para recibir las vibraciones mas graves; por eso se molestan de tal suerte los oidos que los tapamos muy de priesa.

EUG. — Ahora ya sé la razon por que estando las voces en bella consonancia, si una se levanta un poco mas, desafina y hace disonancia; y es, porque como las vibraciones de una se apresuran mas, ya no concuerdan con las otras como antes, y así tiene el tímpano mucho mayor trabajo.

TEOD. — A mí me parecia que bastaba de música, porque ella es mas gustosa en la práctica que en la especulacion. Sentémonos aquí á la sombra de esta arboleda, y vereis, Eugenio, uno de los mas admirables ecos que hay por estos sitios.

EUG. — Sentémonos.

SILV. — Ahora que no hace viento se percibirá el eco con bastante distincion. Dejadme vocear, y oireis, Eugenio, un eco perfectísimo.

EUG. — No parece que pueda proceder esta voz que os responde sino de otro Silvio, que desde aquella parte os está hablando.

TEOD. — Reparad que otra segunda respuesta se oye á la mano izquierda, allá dentro de la arboleda.

EUG. — Teneis razon; pero esta voz es ya mas

cansada. Decidme, pues, Teodosio, ¿qué es este eco que nos responde?

TEOD. — El eco no es otra cosa que el sonido reflejo. Luego que se profiere alguna voz con vehemencia, se va comunicando el movimiento del aire de unas partes á otras: si acaso encontraren con algun cuerpo que no las esparza, han de reflectir hácia atras las partículas del aire, y vuelven á mover las otras antecedentes, y de este modo viene el sonido hasta nuestros oidos; y he aquí como volvemos á oír la voz despues de haberse pasado algun tiempo que la proferimos. Sucede al sonido con los sitios en que se forma el eco, lo mismo que á los rayos de luz y de color con los espejos; así como la reflexion hecha en los espejos nos hace creer que el objeto está allá adentro del espejo, tambien la reflexion del sonido hecha en la pared nos hace creer que desde ella nos responden.

EUG. — Si en esto consiste el eco le habiamos de oír á cada paso.

SILV. — Advertís bien, Eugenio, porque á cada paso hay paredes altas y otras cosas semejantes en que puede reflectir el sonido.

TEOD. — Muchas cosas son precisas para percibirse el sonido que reflecte: primeramente es preciso que haya bastante distancia entre el cuerpo de donde reflecte el sonido y nuestros oidos; porque si estuviéreis cuatro ó cinco varas v. g. distante de aquella pared profiriendo una voz, en brevísimo tiempo va hácia la pared y vuelve; y así cuando viene el sonido reflejo aun tenemos en los oidos el