

tente en una membrana muy estirada sobre una caja cilíndrica adornada en torno de cascabeles ó de plaquitas de metal (fig. 359). Se sostiene este instrumento con una mano, y con la otra se le golpea ó se escurren los dedos por la superficie de la membrana, resultando una vibración rítmica de ésta y de los sonidos producidos por la agitación de los cascabeles.

El *tambor ó caja militar* se compone de un cuerpo ó de una caja de latón ó de metal, cubierta en sus dos extremos por dos pieles tirantes y sujetas con aros que se aprietan más ó menos con un sistema de cuerdas puestas por fuera de la caja. La piel superior, la cual se golpea con los *palillos*, es más recia que la inferior, la cual entra en vibración por efecto de la masa de aire cilíndrica interna. Debajo del tambor hay dos cuerdas de intestinos, aplicadas contra la piel; al vibrar golpean la membrana y dan al sonido un timbre particular (fig. 360).

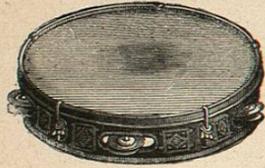


Fig. 359.—Pandereta

Puédense construir tambores cuyos sonidos forman un acorde musical á la terciá, á la quinta y á la octava, para lo cual basta darles dimensiones homólogas en razón inversa de los números 1, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{2}$, 2, es decir, proporcional, por ejemplo, á los números 30, 24, 20 y 15. Como se ve, es la ley de las vibraciones de las columnas de aire encerradas en las cajas de los tambores.

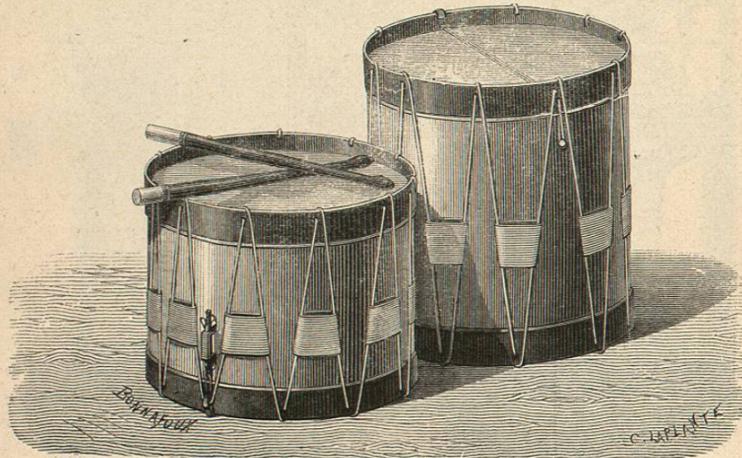


Fig. 360.—Tambores militares europeos

Los *timbales* (fig. 361) son una especie de tambores, con una sola membrana, la cual está sujeta á una caja metálica de forma hemisférica: la caballería los usaba mucho en otro tiempo. El timbalero llevaba este doble tambor á uno y otro lado detrás del pomo de la silla de su caballo, y lo tocaba golpeándolo con unos palillos terminados en dos muñequillas, “lo cual le hace despedir un sonido más agradable que si lo golpearan con palillos de tambor.” Se han introducido estos instrumentos en las orquestas, pero cuidando de acordarlos ó templarlos á la terciá ó á cualquier otro intervalo musical, á cuyo fin se los construye de varios tamaños y estirando más ó menos las pieles que producen las vibraciones sonoras.

El tambor es un instrumento muy antiguo y muy difundido, con diferentes formas,

lo mismo en las naciones civilizadas que en las salvajes. El *tamboril*, usado en las poblaciones rurales de muchos países, es un tambor alto y angosto que el músico toca con una mano, acompañándose con una pequeña flauta, la *dulzaina*. Una de las for-

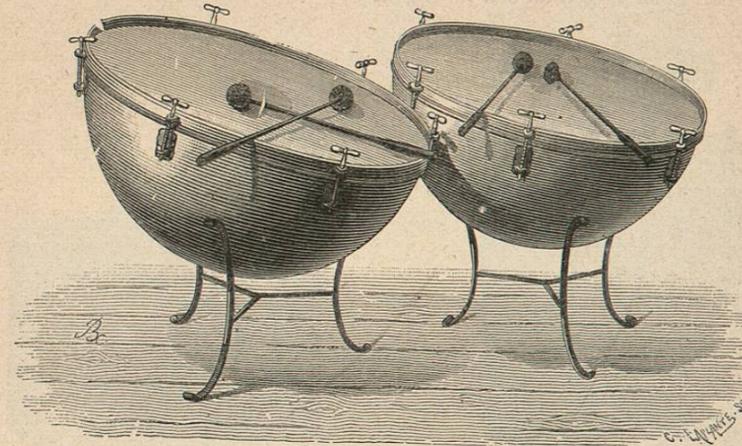


Fig. 361.—Timbales de orquesta

mas más originales del tambor es la del tamboril japonés: llámase *hing-ku* y se toca con dos palillos; este instrumento se coloca sobre un doble pie, para que el suelo no intercepte sus vibraciones.

CAPÍTULO III

LOS INSTRUMENTOS DE CUERDA

I

LOS INSTRUMENTOS DE CUERDA EN LA ANTIGÜEDAD

Los instrumentos de cuerda se conocen desde remotísima época. Nadie ignora que David tocaba el arpa ante el arca sagrada de los hebreos, y que los sonidos que de ella arrancaba eran bastante melódicos para impedir que el demonio atormentase á Saúl. ¿Era esta arpa el hazur, el kinnor ó el nebel representados en las figuras 362, 363, 364 y 365? Lo cierto es que se trataba de instrumentos compuestos de una caja sonora de madera ó de metal, que tenía por objeto reforzar los sonidos de las cuerdas tendidas en una de sus caras. El arpa usada por David debía ser un instrumento portátil, puesto que aquél danzaba y cantaba sin dejar de tocarla.

Las liras ó cítaras de los antiguos griegos eran instrumentos análogos á los de los hebreos. Estas liras, que servían principalmente para acompañar las voces de los rapsodas ó de los poetas, se reducían á cuatro, cinco, siete, nueve ó más cuerdas tendidas, que comunicaban sus vibraciones á los soportes ó cajas de varias formas á que estaban sujetas y luego á las masas de aire contenidas en sus cavidades. Pulsábanse las cuerdas

con los dedos ó con el *plectrum*, varilla de marfil ó de madera bruñida que el músico tenía en la mano derecha.

¿Quién inventó la lira? Mercurio, Apolo, dicen los antiguos, que no consideraban digno de más noble origen un arte tan encantador. ¿Pero Orfeo, tocando la lira, no do-

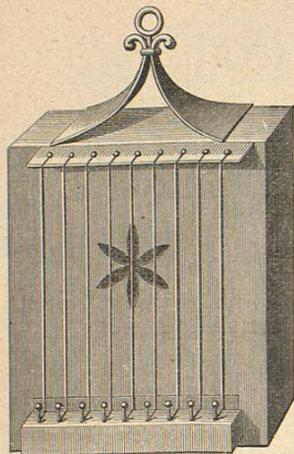


Fig. 362.—Hazur ó ascir de los hebreos

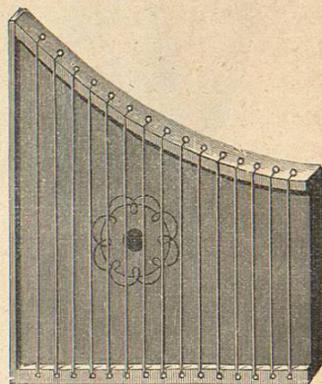


Fig. 363.—Nebel

mesticó las fieras, enterneció á los árboles y las rocas, amansó al Cancerbero y hasta conmovió al inexorable Plutón, cuando sacó de los infiernos á su Eurídice? Dejemos, sin embargo, á un lado la fábula, por ingeniosa y galana que sea, y limitémonos á re-

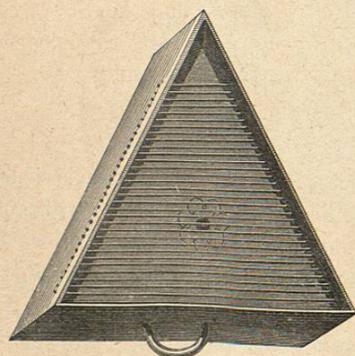


Fig. 364.—Kinnor



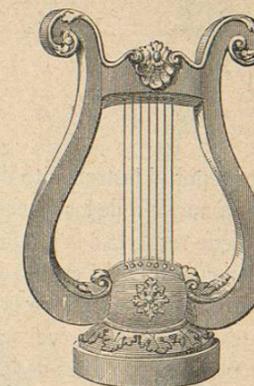
Fig. 365.—Arpa de los hebreos

cordar que los griegos estudiaban la lira, no sólo como artistas y poetas, sino también como físicos, porque conocían las relaciones de los intervalos sonoros y de las longitudes de las cuerdas, leyes cuyo descubrimiento se remonta á Pitágoras.

Pasemos ya á los instrumentos modernos, cuya construcción está basada en las vibraciones de las cuerdas sonoras y que, así como los antiguos, son instrumentos com-

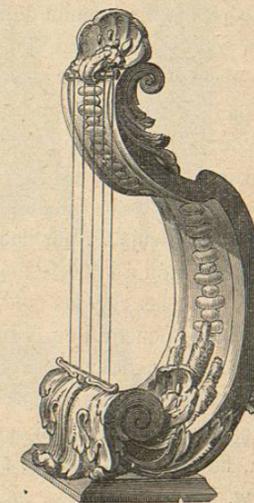
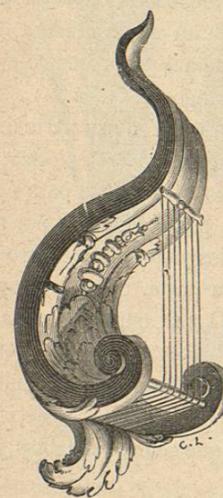
puestos, puesto que los sonidos de las cuerdas, muy débiles cuando aislados, se refuerzan por medio de cajas en las cuales entran simultáneamente en vibración el aire y las paredes.

Los dividiremos en tres clases, con arreglo al modo de poner en vibración las cuer-



Figs. 366 y 367.—Instrumentos de cuerda de los antiguos: liras pentacorda y heptacorda

das: colocaremos en la primera los instrumentos de *arco*, cuyo tipo es el *violin*; en la segunda, los instrumentos en que se pulsan las cuerdas, ya con un dedo ó bien con una púa de madera ó de pluma; el tipo de esta serie será el *arpa* ó la *guitarra*, y por úl-



Figs. 368 y 369.—Liras ó cítaras de los antiguos

timo, la tercera serie comprenderá los instrumentos cuyas cuerdas entran en vibración por el choque de un martillo; éstos son los de teclas, y su tipo el *piano*.

Claro está que se podría hacer otra clasificación, distinguiendo entre los instrumentos cuyas cuerdas tienen longitudes fijas y cada una de las cuales no emite más que un sonido, y aquellos en que se las puede acortar como se quiera, siendo susceptibles de variar, ya de un modo limitado, ó bien indefinidamente, los sonidos que se pueden sa-

car de ellas en una misma pieza musical. Podríamos asimismo dividir los instrumentos de cuerda con arreglo á la naturaleza de las substancias que los componen, á los timbres que sus sonidos ofrecen al oído, etc. Pero todas estas divisiones sólo atañen indirectamente á la cuestión de que debemos tratar. Lo que nos proponemos es mostrar los principios de la acústica musical en que está basada la construcción de cada tipo de instrumento.

II

EL VIOLÍN

Empecemos por el instrumento de música más perfecto, por el violín.

Como en la mayoría de los de cuerda, hay que considerar en éste dos partes principales por lo que respecta á la producción de los sonidos: la una formada por el sistema de cuerdas que constituye el cuerpo *sonoro* inicial, el que entra directamente en vibración por efecto de la percusión, de la pulsación ó del frotamiento; la otra parte se compone de una caja hueca en la cual se apoyan las cuerdas y cuyo objeto es reforzar los sonidos, dándoles las cualidades de fuerza, suavidad y timbre peculiares del instrumento. Las paredes de la caja y la masa de aire contenida en ella contribuyen en cierto modo á lograr este resultado. Describamos ambas partes, así como el papel que desempeñan.

La caja sonora del violín se compone de dos tablas casi iguales A B, contorneadas como se ve en la figura 370 y sesgadas en su parte media, para dejar libre paso al arco en sus movimientos á derecha é izquierda. La *tabla inferior* es de madera dura y de grano homogéneo, por lo común de haya, así como las tablas laterales ó *costados*, que la reúnen en todo su contorno con la *tabla superior*; ésta es de madera ligera, de abeto ó de cedro, y está reforzada, en su mitad longitudinal y por dentro de la caja, con una chapa de madera CC en la cual se afianza el mango del violín.

La tabla de encima tiene á cada lado y casi á la altura XY de su parte más estrecha dos aberturas o llamadas *eses*. Entre éstas se pone el *punte c*, pieccecita de madera con dos pies, un tanto calada para disminuir su peso y que sirve para apoyar las cuerdas. Estas están sujetas, por una parte, al *cordal d*, pieza adaptada por medio de una cuerda y un botón á la parte más baja de los costados y que lleva cuatro agujeros á los cuales se atan las cuerdas con un nudo; y por otra parte, éstas se apoyan en la *cejilla g*, de donde penetran en el hueco del *clavijero D* y se enrollan en las clavijas. Entre la cejilla y el puente y debajo de las cuerdas está el *diapasón f*, pieza convexa de ébano unida al mango y que avanza por encima de la caja sin tocarla. Por último, entre las dos tapas del violín, y casi debajo del pie derecho del puente, es decir, al lado de la prima, hay una pieccecita de madera cilíndrica *a* que reúne las tablas y que se llama el *alma*.

Tal es la caja sonora del violín. El sistema de cuerdas cuya disposición acabamos de ver en el instrumento se compone de cuatro cuerdas de intestinos de longitud igual, pero de diferente grueso. La más gruesa, situada á la izquierda, está rodeada de un hilillo de cobre plateado, que da á los sonidos producidos por ella un timbre más robusto y más metálico. La más delgada se llama *prima*, y está á la derecha del diapasón ó del puente.

Dando más ó menos vuelta, en un sentido ó en otro, á las clavijas en que se enrollan las cuerdas, se las imprime una tensión que hace variar á beneplácito y gradual-

mente la altura del sonido fundamental, según las leyes conocidas de las vibraciones de las cuerdas sonoras. Por este medio se *templa* el instrumento, es decir, después de tomar con la segunda cuerda de la izquierda el unísono del diapasón que da el *la* (870 vibra-

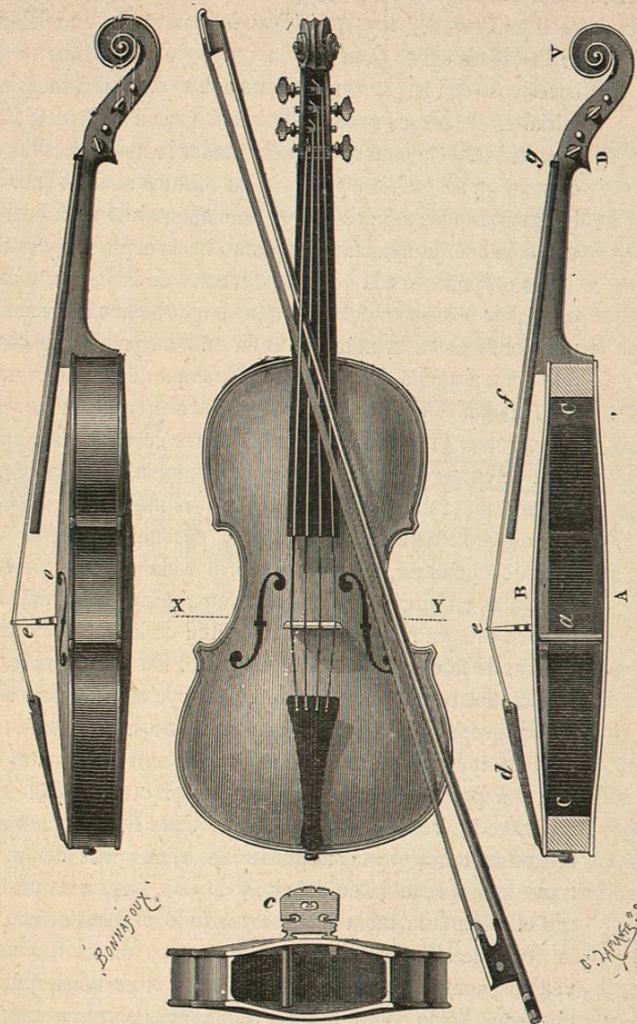


Fig. 370.—Violín: cortes longitudinal y transversal y vista de frente y de lado

ciones por segundo), se estiran las cuerdas de modo que den las notas siguientes, de quinta en quinta:

4. ^a cuerda ó bordón.	sol
3. ^a cuerda.	re
2. ^a cuerda.	la
1. ^a cuerda ó prima.	mi

Cuando está ya templado el violín, se le toca sosteniéndolo entre la barba y la clavícula izquierda y apoyando el mango en la mano izquierda, de modo que se pueda aplicar los dedos perpendicularmente sobre las cuerdas á distancias de la cejilla que va-

rían según el tono de los sonidos que se hayan de producir. Con la mano derecha se coge el arco, con el cual se frota las cuerdas requeridas, apoyándolo en ellas con más ó menos fuerza y siempre en dirección paralela al plano del puente, es decir, perpendicular á la longitud misma de las cuerdas.



Fig. 371.—Diapasón del violín

Las figuras 371 y 372 indican los puntos en que deben aplicarse los dedos sobre cada cuerda, para que éstas emitan los sonidos sucesivos (con sus sostenidos y bemoles) de una escala cuya tónica inicial es el *sol* más grave. Claro está que en lugar de pasar de una cuerda á otra (lo cual se hace sin mudar la mano de sitio, sin soltar el mango), se podrían producir los mismos sonidos (por lo menos los sonidos más agudos que el fundamental de cada cuerda) sobre una sola cuerda avanzando la mano hacia el puente y poniendo los dedos en puntos cada vez más distantes de la cejilla, y así lo hace ostensible el aspecto del diagrama en que hemos representado estas posiciones hasta la mitad de cada cuerda, punto que corresponde á la octava aguda del sonido fundamental de cada una de ellas.

Añadamos ahora algunas palabras acerca del modo cómo vibra el instrumento cuando el arco frota las cuerdas. Esta varilla, provista de crines tirantes y dadas de colofonia, agita la cuerda como lo haría una rápida sucesión de choques más ó menos ligeros, que, según que se baje ó se suba el arco, desvían la cuerda de su posición de equilibrio, y le imprimen, á cada uno de los brevísimos intervalos en que se la deja libre, una serie de oscilaciones cuya rapidez está en relación con la longitud de la parte vibrante, con la tensión de la cuerda y con su diámetro. De estos sonidos múltiples é isócronos resulta uno formado, como ya sabemos, no sólo por la nota principal, sino por todos sus armónicos.

Si la cuerda entrara sola en vibración entre sus puntos de apoyo, que son por una parte el puente y por otra la cejilla, ó el dedo que hace las veces de tal, el sonido sería flojo, sin amplitud y sin brillantez. Pero, gracias al puente, las vibraciones de la cuerda se transmiten á la tabla de debajo, y de ésta, ya por los costados ó ya por el alma, á la tabla inferior y á todo el instrumento. Además, la masa de aire contenida entre estas dos tablas desempeña á su vez un papel importante á causa de las vibraciones que se le comunican. Actúa como un tubo reforzante de gran sección y escasa profundidad, lo cual explica que refuerce todos los sonidos emitidos por el instrumento, aunque en la serie indefinida de los sonidos del violín haya siempre algunos que resuenen con más fuerza y amplitud que los otros.

Como se ve, las *esas* son útiles para transmitir al aire exterior las vibraciones de la masa de aire encerrada en la caja; sin ellas, los sonidos serían sordos. Savart, que ha estudiado detenidamente, haciendo una serie de experimentos célebres, los sonidos del violín, ha reconocido que esta masa de aire debe estar aislada por todos lados; si hacía aberturas en los costados, el sonido se tornaba cada vez más flojo á medida que aquéllas eran más anchas, de suerte que las vibraciones de las tablas separadas son insuficientes.

Las paredes de la caja sonora del violín y la masa de aire contenida en ella vibran al unísono, como lo ha comprobado Savart. Sin embargo, tomadas las dos tablas separadamente, deben dar dos sonidos que difieran casi en una segunda mayor. Más cerca del unísono, ocasionarían pulsaciones; más distantes, difícilmente se acordarían. Por lo demás, la tabla superior es la que vibra con más fuerza, y por esto es importante que la madera de que está formada sea fibrosa, elástica y ligera. La tabla inferior, que representa el fondo de un tubo cerrado, no necesita vibrar mucho, por cuya razón se la hace de madera más compacta, menos fibrosa y más pesada.

El alma del violín es una pieza esencial para la sonoridad y la calidad de los sonidos. Según Savart, su misión consiste en hacer verticales las vibraciones de la tabla. "Para ver confirmada esta opinión, perforó las dos tablas é hizo vibrar las cuerdas perpendicularmente á aquéllas, haciendo pasar el arco por las aberturas, con lo cual fué inútil ya el alma.", Refiriéndose M. Daguín á la opinión de Savart, le parece inexacta ó incompleta, siendo en nuestro concepto justas las razones que da en apoyo de su crítica. "En esta explicación, dice, no se concibe por qué ha de estar el alma debajo de un pie



Fig. 372.—Diapasón del violín: digitación para la primera posición

del puente y no en medio. Si se pusiera otra pieza cilíndrica, otra alma, debajo del otro pie, debería aumentar el efecto, cuando, por el contrario, ensordece el violín. Por otra parte, los costados ¿no producirían el mismo efecto que el alma? En virtud de estas consideraciones, creemos que se debe explicar el efecto del alma del modo siguiente: El objeto de ésta es dar al pie del puente un punto de apoyo, en torno del cual vibra repercutiendo su otro pie sobre la tabla. Si uno de los pies no se apoyara en un punto fijo, se levantaría mientras el otro se bajara, porque las cuerdas no actúan perpendicularmente á la tabla, pues el arco las agita con mucha oblicuidad, haciendo así que el puente se mueva en sentido transversal cuando no tiene punto fijo.,

Esta es también la razón de que el puente descansa por dos pies en la tabla. Tiene algunos calados porque, si su masa fuese mayor, las cuerdas sólo podrían comunicarle débiles vibraciones, disminuyéndose así la sonoridad del instrumento. Precisamente esto es lo que se hace cuando se ha de tocar *pianissimo*, y se anota entonces *con sordini*. La sordina aumenta la masa del puente, comunicando á los sonidos del violín, más velados entonces y más sordos, un timbre particular, cierto carácter de melancolía.

Savart, que ha estudiado mucho los instrumentos de cuerda, ha procurado explicarse la influencia de la forma del violín y de la naturaleza de la substancia de que está construída la caja, y él mismo ha construído un violín trapezoidal, de tablas planas y contornos rectilíneos, que tenía bastantes buenas cualidades, musicalmente considerado (fig. 373). Pero los violines de vidrio, de porcelana ó de metal que ha probado no valen nada.

Indudablemente, la ligereza específica de las tablas, la naturaleza fibrosa del abeto, y su elasticidad, son condiciones esenciales para la regularidad y amplitud de las vibra-