

Esta explicacion geométrica la veremos prácticamente meneando en direccion vertical un tubo de caucho tendido en el suelo, ó una simple sogá.

En los puntos A, A₁, A₂... la altura es nula, por ser nula la densidad, y va creciendo hasta los puntos de máxima densidad A₁', A₂'... y A₁"', A₂"'...

Nótese que siempre λ , ó la longitud de la onda, es constantemente igual, con tal que sean constantes la velocidad V y el tiempo T: $\lambda = VT$: el caracter esencial de la propagacion es, por lo tanto, la *periodicidad de la vibracion* y la *constancia de la velocidad* de la misma propagacion.

La propagacion del sonido en el aire á 0° es de 332^m8 por segundo, y á 26°6 es de 347^m5: de modo que la velocidad crece á razon de 6 dm. por grado de calor, por crecer la elasticidad de las moléculas aéreas en esta misma proporcion, segun se calienten más y más: la velocidad es mayor al traves de los líquidos y mayor al traves de los sólidos.

Cuando la propagacion es en capas esféricas, como sucede en el sonido al aire libre, la intensidad va disminuyendo; pero persisten siempre constantes la misma longitud de la onda y la velocidad de su propagacion.

La sucesion de la porción condensada de las ondas es para el tímpano del oído una sucesion de golpes, como lo es para las capas aéreas: y, como la sensacion de cada golpe, por más que se apague enseguida en el oído, dura lo bastante para que llegue antes el segundo golpe, el efecto es sentirse el sonido como un todo continuo, al modo que la vista percibe como continua la sucesion de gotas que forman la vena líquida, aunque ésta en sí esté realmente constituida por infinidad de gotas físicamente distintas y separadas, segun lo enseñan los físicos y se demuestra experimentalmente.



CAPÍTULO II

Cualidades del sonido: intensidad, tono, timbre.

Sonidos musicales y ruidos.

6. INTENSIDAD.

SA sabemos que en el vacío no se oye como sonido la vibracion de un cuerpo, y que el sonido se debilita, cuando se oye en lo alto de las montañas. En efecto, conforme aumenta la densidad del aire, aumenta también el sonido; pero, se entiende de la densidad del aire en el seno del cual se origina el sonido, no del aire donde se oye. Así tirando un cañonazo en un monte, lo oiran igualmente el que se encuentre en el valle á una distancia del cañon, por ej., de 300^m, y el que esté en otro monte á la misma distancia de 300^m del cañon, aunque en el valle, el aire sea mas denso que en el monte; y al revés tirando un cañonazo en el valle, se oirá lo mismo á 300^m en el valle y á 300^m monte arriba. Pero, el cañonazo del valle será mas intenso que el cañonazo del monte, por ser mayor la densidad en el valle que en el monte.

La intensidad del sonido varía en razon inversa del cuadrado de la distancia: es decir, que aumentando la cantidad de aire, que se pone en movimiento al propagarse el sonido, como el cuadrado de la distancia al foco sonoro, la intensidad del sonido ha de disminuir naturalmente en la misma proporcion.

Sea en torno del foco sonoro una esfera de aire de 1^m de rádio: otra capa de aire del mismo espesor, cuyo rádio sea de 2^m, contendrá cuatro veces más de aire que la primera esfera, otra de 3^m de radio tendrá nueve veces más, otra de 4^m diez y

seis veces más. Aumentando la distancia, aumenta la cantidad de materia que ha de moverse. Por lo tanto, debe disminuir en la misma proporción la intensidad del sonido, hasta llegar á un punto en el cual dejará de oírse.

Es verdad, que para la voz humana basta una distancia conveniente en que se puedan oír los interlocutores, pues de ordinario la comunicación social nada más necesita; y en el caso de necesitarse, para eso se ha inventado el teléfono, que lleva las vibraciones sonoras en forma de electricidad á la distancia que se quiera.

La intensidad es, por otra parte, proporcional al cuadrado de la amplitud ($ACB + BCA$) de la vibración, fig. 3.

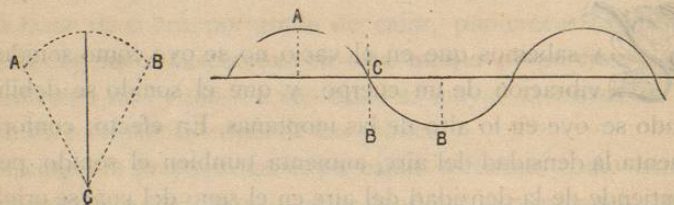


Figura 3

Es decir, que será tanto más intenso el sonido de una cuerda en la cítara, en la guitarra, etc., cuanto más se separe la cuerda de su posición normal: lo cual en estos instrumentos y en el piano se obtiene con la mayor fuerza en los dedos, en la pulsación del arco, de la tecla. La razón es, porque hay mayor cantidad de aire vibrante, siendo mayor la amplitud de la vibración y de la onda.

De aquí también se deduce, que si adaptamos al cuerpo vibrante un cuerpo sonoro, la cantidad de aire vibrante será mayor, de manera que, comunicándose al cuerpo adicional las vibraciones y comunicando éste las propias, en él originadas, al aire circundante, es muy natural que el sonido sea más intenso.

Tal es el oficio de las cajas de resonancia en los instrumentos de cuerda, sin las cuales apenas se oírían muchos de ellos. La materia de la caja debe ser de madera muy elástica, para que reciba las vibraciones y las devuelva multiplicadas al aire que le rodea.

En el órgano de la voz son verdaderas cajas de resonancia toda la caja torácica, por lo que se dijo *latera et pectus* entre los antiguos oradores, la tráquea, la faringe y la boca, la cual puede tomar varias formas originando las distintas vocales.

De modo que la cantidad de materia vibrante aumenta la intensidad del sonido, como ya dijimos del aire más denso, y aquí lo vemos en la teoría de las cajas de resonancia.

Pero también hemos visto que la mayor cantidad de aire, que ha de ir moviendo en su trascurso el impulso ondulatorio, hace que vaya disminuyendo poco á poco la intensidad del sonido hasta apagarla del todo. La materia vibrante aumenta la intensidad; la materia trasmisora se la reparte y la hace disminuir en cada punto.

En la voz la intensidad pende del esfuerzo en emitir el aliento, y por tanto de la fuerza de los pulmones, además de la cavidad torácica ó caja de resonancia que puede ser mayor ó menor, y finalmente de la mayor ó menor amplitud de la vibración en las cuerdas vocales. Estos tres elementos hacen que sea más fuerte la voz de un bajo que la de un tiple, porque el bajo tiene laringe más amplia y mayores cuerdas vocales, como que las notas bajas requieren mayor amplitud en la vibración.

La cavidad torácica resuena más en las notas bajas, por ser dichas notas de mayor amplitud; y ordinariamente los bajos tienen más desarrollados el pecho y los pulmones, que no los tiples.

De la intensidad depende en el habla el *tono intensivo*, y, por lo tanto, el elemento rítmico principal de la poesía: su gran influjo en la corrupción de las lenguas lo veremos en el *Silabario*.

También depende de la diversa intensidad de los armónicos el timbre de las vocales, como luego veremos.

7. TONO

Pende del número de vibraciones en un tiempo dado, es decir, de la rapidez de las vibraciones, como puede notarse en la sirena, en la cual, conforme va aumentando la rapidez, los silbidos se suceden con mayor velocidad y el tono va elevándose cada

vez más. La duración es la misma para cada vibración pendular, y se halla por la fórmula $\delta = \frac{1}{n}$, donde n = número de vibraciones en la unidad de tiempo.

El viento al silbar por las rendijas de una ventana produce un sonido, que sube de tono conforme crece en fuerza, es decir en velocidad, por sucederse en mayor número las vibraciones en la unidad de tiempo.

Pitágoras llegó ya á conocer que para que varias cuerdas de igual calidad y tensión den una nota fundamental, su octava, su quinta y su cuarta, es menester que sus longitudes respectivas sean como 1 es á 2, 2 es á 3 y 3 es á 4.

Leyes:

1. El número de vibraciones de una cuerda es inversamente proporcional á su longitud: así las cuerdas vocales, menores en el niño que en el adulto, producen en aquel sonidos de una octava más elevada que en éste.

2. El número de vibraciones es inversamente proporcional á su grosor ó diámetro.

3. Es inversamente proporcional á la raíz cuadrada de la densidad de la cuerda.

De estas leyes pende la elevación de las diversas voces en los niños, mujeres y hombres y en cada individuo. Las mismas cuerdas vocales las puede cada uno modificar dentro de ciertos límites por medio de los músculos del aparato de la laringe, y así puede emitir la voz más ó menos atiplada, grave, pastosa, etc., etc., y subir ó bajar de tono, lo que constituye el canto.

El número de vibraciones, ó sea el tono, de una nota cualquiera se halla por medio de la sirena, poniéndola al unísono con la nota dada y viendo el número de vibraciones que en el mismo aparato queda registrado, porque á cada tono corresponde un número de vibraciones determinado, el mismo en todos los cuerpos.

Que la mayor velocidad de las vibraciones y la materia vibrante en menor cantidad sean causas de elevarse el tono, se ve claramente en los instrumentos de viento, en los que para elevarlos basta estrechar la boca y enviar la columna de aire más coartada, pero con mayor velocidad; y cuanto más estrecho sea el

tubo sonoro, más alto resulta el sonido, por ej., en el cornetín de órdenes respecto del helicon. Por lo mismo se requieren buenos pulmones para los instrumentos de tono más elevado, por la mayor vehemencia con que se ha de lanzar el aire por un estrecho tubo para que la velocidad sea mayor.

Del tono pende en el lenguaje el *acento tónico*, y es interesante sobre todo para el estudio del timbre, en que consiste la esencia de las vocales.

8. TIMBRE

La armonía de la música moderna, que tanto nos deleita, es uno de tantos inventos de nuestros tiempos, es poco menos que de ayer, y fuera de Europa enteramente desconocida. Y con todo, existía ya en la naturaleza: casi todos los sonidos son una pura armonía, son, no simples sonidos, sino acordes completos ó series de notas armonizadas.

Antes no se sabía por qué el violín tenía un timbre tan distinto de la flauta, por qué cada uno de nosotros tenemos nuestra voz, tan distinta de la de los demás. Pero ya se ha averiguado: ese timbre ó color de cada instrumento, de cada voz, de cada sonido en la naturaleza, y, lo que es más, de cada vocal en el habla, débese á las notas que forman el acorde, que he dicho existe en los sonidos que á nosotros nos parecen simples.

Cuando vibra un cuerpo sonoro, no solo vibra en toda su extensión, por ej., la prima en la guitarra; sino que se divide en sus partes alícuotas, cada una de las cuales tiene su vibración especial y proporcionada á su longitud. Por manera que el sonido que nosotros percibimos, y se llama *fundamental*, es debido á la vibración de toda la cuerda; pero como las partes alícuotas de la cuerda, que se llaman *vientres*, y la dividen por puntos relativamente fijos, que no vibran y se llaman *nodos*, vibran al mismo tiempo dando notas acordes y armonizadas con la nota fundamental por ser partes proporcionales de la cuerda total, estas notas parciales, que por lo dicho se llaman sonidos *armónicos*,

dan un color ú otro á la fundamental, es decir, le comunican el *timbre* propio de la *prima* de la guitarra.

Los varios sonidos armónicos se añaden, pues, al sonido fundamental, para formar el sonido total *compuesto*, y estos armónicos, distintos en los distintos instrumentos, son los que los caracterizan, los que constituyen el timbre ó color propio de cada uno de ellos.

Sonido *simple* es el que no tiene armónicos, como por ej. el del diapason y áun el de la flauta y el de la vocal *u*; los sonidos de la naturaleza son generalmente *compuestos*, es decir que tienen *armónicos* y por consiguiente *timbre* propio.

Los armónicos en los sonidos musicales tienen entre sí y con el sonido fundamental una relación muy sencilla, por eso forman un *acorde*, están armonizados y suenan gratamente al oído.

Esta relación sencilla es de 1 : 2; 2 : 3; 3 : 4; 4 : 5; etc.: quiere decir que el número de vibraciones de los sonidos simples ó armónicos componentes—número que, como hemos visto, constituye el tono ó altura—tiene una relación sencilla con el número de vibraciones del sonido fundamental. Siendo el fundamental de n vibraciones, el primer armónico consta de $2n$ vibraciones, el segundo de $3n$, etc.

Estas relaciones del número de vibraciones de cada armónico con el fundamental, por ser tan sencillas, producen agrado y armonía en el oído.

Tocando el do_1 del violoncello, esta nota do_1 es la fundamental que todos oyen; pero el timbre especial de este do_1 en el violoncello, que todo el mundo distingue del do_1 en el piano, es efecto de varios armónicos, que un oído ejercitado puede en parte percibir.

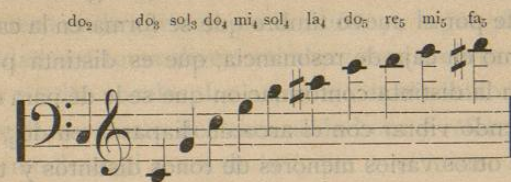
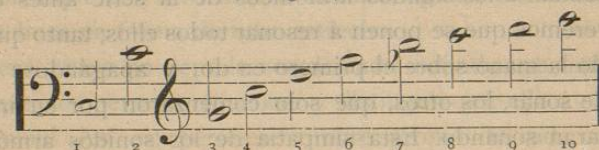
Estos armónicos son : 1) el sol_2 , ó sea la quinta de la escala mas elevada, ó sea la duodécima sobre el do ; 2) el mi_3 , ó la tercia mayor de la doble octava, ó sea la décima séptima del do_1 ; 3) menos claramente se oyen el do_2 y 4) el do_3 , por confundirse fácilmente con el do_1 , del que son doble y tercera octava.

La relación entre el número de vibraciones de estos armónicos y el número de vibraciones del fundamental do_1 es sencilla, como se ve.

Así en la gama de los físicos, si do_1 es la unidad 1, la quinta es $\frac{3}{2}$, y su octava es 3; la tercia es $\frac{5}{4}$, cuya doble octava es 5; la octava y doble octava de la fundamental son 2 y 4; de suerte que la serie de las relaciones de los armónicos es 1, 2, 3, 4, y 5, orden sencillo y natural.

En algunos instrumentos no existe esta relación sencilla para algunos armónicos y por eso dan ruidos, nó sonidos del todo musicales, como por ej., en las campanas, vasos de vidrio, membranas y tambores.

Serie armónica de cualquier sonido musical compuesto, cuyos armónicos varían por la intensidad:

Figura 4.^aFigura 5.^a

La figura 5.^a, de HELMHOLTZ, tiene en la serie numérica los múltiplos de la fundamental, en vibraciones.

La diversa intensidad de los armónicos distingue el timbre de los cuerpos sonoros: de modo que el timbre de dos instrumentos puede distinguirse por ser en uno mas intensos tales armónicos y serlo otros en el otro instrumento.

La diferencia *de fase* no influye, según parece, en el timbre, sino solamente el número é intensidad de los armónicos, como lo ha probado muy bien HELMHOLTZ. Fase es la posición relativa de las ondulaciones del fundamental y de cada armónico. Quiere decir, que la forma resultante, ó sea la suma algebraica de las formas ondulatorias componentes de un sonido compuesto, no influye en el timbre.

He indicado ántes gráficamente la ondulacion procedente de un sonido simple con una onda pendular; la ondulacion de un sonido compuesto tiene que resultar de la suma algebraica de las ondulaciones de cada sonido armónico y de la del sonido fundamental. De aquí que la forma de cada sonido compuesto varíe segun los armónicos, y por esta razon se creía ántes que el timbre consistía en esta diversa forma de la ondulacion.

En los instrumentos que llevan caja de resonancia el timbre total pende de los armónicos que se producen en esta caja, la cual refuerza los del sonido del instrumento unos más, otros menos.

Las vocales, conviniendo en el sonido laríngeo, se distinguen precisamente por el nuevo timbre que se forma en la cavidad de la boca, como en caja de resonancia, que es distinta para cada vocal, segun la distinta conformacion que se le dé para emitirlas.

Si, haciendo vibrar con el arco un diapason en do_2 , le ponemos al lado otros varios menores de tonos distintos y tales que correspondan á los sonidos armónicos de la série ántes dicha, luego veremos que se ponen á resonar todos ellos; tanto que áun poniendo la mano sobre el primero en do_2 y apagándose y cesando de sonar, los otros, que solo comenzaron por su influjo, continuaran sonando. Esta simpatia de los sonidos armónicos con el fundamental, ó sea entre sonidos, cuya relacion es sencilla, se llama *resonancia por influencia*.

Por la misma razon, tocando la cuerda de un violin, resuena la de otro, si está exactamente al unísono con ella.

Si, sonando libremente el diapason do_2 , lo colocamos sobre una caja de madera elástica, el sonido antes apenas perceptible del diapason crece y toma además un color especial, un timbre. Aquí la caja resuena como antes los diapasones secundarios, por influencia: la caja hace que los armónicos del do_2 suenen en ella, unos más y otros menos, y la suma total de armónicos, unos mas otros menos intensos segun sea la caja, da por resultado el timbre con que ahora suena el diapason, que sin la caja era un sonido simple sin timbre y muy poco fuerte.

El fenómeno de la resonancia lo tenemos en la voz humana ó en otro cualquier sonido, cuando resuena en un lugar cerrado

y á propósito. Cuando hablamos en una caverna, toma nuestra voz un timbre profundo. Cuando aplicamos al oido de los niños un caracol marino, les decimos que el sonido que perciben es el del mar, y no es otra cosa más que la resonancia que en él producen las ondas sonoras que mueven todo el aire que nos rodea: pues, continuamente el aire es á manera de un oceano, bien que aéreo, en el cual se cruzan y entrechocan infinidad de ondas sonoras, procedentes de todos los cuerpos en movimiento que producen algun sonido.

Pero, el fenómeno de la resonancia es sobre todo interesante en la formacion de las vocales. Así como nuestra voz toma un timbre profundo en una caverna, así el sonido formado en la laringe resuena en la cavidad de la boca, y, segun dispongamos esta cavidad, así toma diverso timbre: esos timbres no son otra cosa más que las vocales. La *o*, por ej., es el sonido laríngeo con un timbre *hueco*, efecto del ahuecar la boca y reforzarse en ella ciertos armónicos; al revés de la *i*, que es el mismo sonido laríngeo, bien que con otro timbre distinto, agudo, efecto del disponer la boca en forma de tubo estrecho.

Pero ¿acaso no tiene la voz de cada individuo su timbre propio, que nos permite reconocer y distinguir por ella á cada hijo de vecino? Así es; pero ese timbre propio de cada cual es el timbre del sonido laríngeo propio de cada individuo, como efecto, que es, de los armónicos del mismo sonido laríngeo, y que penden del grandor, contextura, etc., de cada laringe, distinta segun la constitucion de todo el organismo en cada persona, segun el sexo, la edad, el temperamento, etc.

La voz de cada hombre tiene su timbre; pero en cada voz ese timbre se modifica en parte y toma otro color específico en la boca al pronunciar cada una de las vocales, sin dejar del todo su timbre propio laríngeo ó sea su metal de voz.

El sonido formado en la laringe tiene su timbre propio, segun las leyes de las cuerdas vibrantes, pende de su longitud, grosor, elasticidad, elementos que influyen en la formacion de nodos y vientres, que producen los sonidos armónicos.

El timbre laríngeo importa poco para el estudio del lenguaje, pues todos y cada uno de los hombres podemos, con nuestro

timbre propio y *metal* de voz, emitir todas las vocales. Ese metal de voz ó timbre laríngeo no podía tomarse como elemento específico de las voces en cuanto signos del habla, pues no es fácil imitarlo, y cada cual no tiene más que el suyo propio.

El elemento específico es el que se obtiene en la cavidad oral. Todos podemos obtener sonidos de timbres variados, es decir, todos podemos emitir varias vocales.

9. SONIDOS MUSICALES Y RUIDOS

Todo sonido cuyas vibraciones sean regulares, isócronas, de igual duración, es un *sonido musical*, que agrada al oído.

Cuando las vibraciones no son regulares, isócronas, producen lo que se llama *ruido*.

Las vocales son sonidos musicales; las consonantes son ruidos.

Todos los sonidos musicales están caracterizados por la uniformidad, la regularidad y la constancia de las vibraciones periódicas é isócronas del cuerpo sonoro y, por consiguiente, de las ondas aéreas, que transmiten estas vibraciones al oído. Por el contrario, un ruido es producido (1), ya por una mezcla de sonidos discordantes y confusos, ya por una gran brevedad en la duración de un sonido único, brevedad que no permite al oído apreciar su altura.

Varios sonidos musicales combinados de modo que agraden al oído, es decir, con arreglo á las leyes de la armonía, no forman un ruido; pero nada se parecería más al ruido que la mezcla de los sonidos musicales, resultantes de todos los instrumentos musicales de una orquesta, que tocasen á la vez en todos los tonos sin ritmo, sin armonía y sin medida, como suelen hacerlo á veces al afinar los instrumentos antes de comenzar la función. Todas las vibraciones, coexistentes de este modo en el aire, contrariándose de mil maneras posibles, producen la más endiablada cacofonía.

(1) *Guillemín.*

De aquí que se suela decir, que *ruido* es un sonido, cuyo tono ó altura no se puede determinar, ya porque realmente no existe nota alguna que *dé el tono*, por decirlo así, á dicho ruido, no existe sonido fundamental del cual los demás sean sonidos armónicos, ya también por la gran brevedad de la conmoción sonora.

En este último caso la dificultad es relativa, y así se puede á veces distinguir algún tono ó altura: por ej. arrojando sucesivamente al suelo siete tablitas de dimensiones convenientes y distintas, se oyen las siete notas de la gama; mientras que cada una de por sí solo produce un ruido.

En el lenguaje los sonidos consonantes son ruidos, ya puros, ya mezclados con el sonido musical laríngeo; solas las vocales son puros sonidos musicales.

Si pudiéramos apreciar por medio de la vista las vibraciones del aire que apreciamos por el oído en forma de sonidos, nos veríamos envueltos en un océano tempestuoso. El oleaje, que nos admira en el mar, es muy poca cosa en comparación con el que se efectúa en las capas aéreas, que rodean á una banda de música ó á un coro de cantores. El sonido más bajo que se percibe consta de 30 ó 40 vibraciones por segundo y el más alto de 4000. Cada sonido de cada instrumento y de cada voz comunica al aire, no solo esas vibraciones, sino las infinitas de los armónicos de que constan. ¿Qué oleaje no producirán 50 voces armonizadas, ejecutando un *presto*? Y todas esas olas se entrelazan sin confundirse y rizan las capas aéreas en grecas complicadísimas, imposibles de imitar por el más experto dibujante.

Y cada una de esas líneas de la greca viene á calcarse, por decirlo así, en el tímpano del oído, y de allí se trasmite por los huesecillos del oído medio al oído interno, al caracol, donde infinidad de fibrillas nerviosas se hallan diseminadas terminando en los *órganos de Corti*, especie de teclado, cuyas teclas se bajan, ó mejor vibran por influencia, cada cual al presentarse un tono musical. Al llegar á dicho caracol un sonido, se bajan las teclas correspondientes á los armónicos que forman el timbre de dicho sonido, y la conmoción nerviosa se transmite al cerebro, donde se convierte en percepción sensible. ¡Cuántas teclas no bajarán y cuántas fibras nerviosas no vibrarán en solo un segundo

á impulso de las infinitas oleadas sonoras, que nos llegan al oído cuando asistimos á un concierto!

10. LO QUE DISTINGUE ESENCIALMENTE LOS SONIDOS.

El timbre es más que una cualidad de los sonidos, es la esencia específica, que los distingue unos de otros. Cada objeto tiene su sonido propio, es decir con su propio timbre, que puede sonar más ó menos intensamente, en un tono ó en otro.

Por manera, que la intensidad y el tono son cualidades del sonido; el timbre constituye su misma esencia.

En el lenguaje cada sonido con su timbre propio expresa una idea: las vocales y consonantes de diverso timbre expresan ideas diversas; las que no se distinguen en el timbre expresan la misma idea, como veremos luego.

¿En qué se distinguen *a, b, k, d, s, r, i, l*, etc.? En que tienen distinto timbre, y por eso son sonidos esencialmente distintos. En cambio, *t y d, p y b, k y g, rr y r*, solo difieren en la intensidad ú en otra cualidad, pero nó en el timbre: son sonidos idénticos esencialmente, y por lo mismo en el lenguaje tienen el mismo valor ideal.

El timbre, por consiguiente, es el que especifica los sonidos del lenguaje: de aquí su importancia. Sin timbre, todos los cuerpos sonarían lo mismo, tendrían todos un solo é idéntico sonido; bien que podrían variar accidentalmente, por el grado de intensidad y por la elevación. El lenguaje en tal caso no podría existir, porque la intensidad y el tono solo sirven en el habla para la euritmia ó estética y para expresar los afectos y emociones del que habla; solo el timbre, ó la variedad de las voces, sirve para expresar las ideas.

Pero, de hecho el sonido simple, sin timbre, es una concepción teórica; todos los sonidos tienen su timbre, debido á la complejidad de los sobretonos ó á la composición de varios sonidos, ya de por sí complejos. Al sonar una cuerda, además del sonido fundamental, debido á las vibraciones de la cuerda que oscila en toda su longitud, las partes alícuotas de la misma cuerda tienen

su oscilación particular y, por consiguiente, su particular sonido. Estos sonidos, armonizados con el fundamental por ser de partes alícuotas de la misma cuerda, dan por resultado el sonido complejo que percibimos, y cuyo tono ó elevación es el del sonido fundamental y el de los sobretonos, que responden todos á la mayor ó menor velocidad con que la cuerda vibra; pero su timbre, su esencia propia, que hace distinguir el sonido de esa cuerda del de las demás cuerdas y del de los demás instrumentos, debe ser únicamente á los sobretonos ó sonidos parciales de las partes alícuotas.

Cuando esos sonidos parciales no se armonizan con el fundamental, la discordancia es la causa de que el sonido total sea menos agradable y de que lo llamemos ruido.

Sonido musical es aquel, cuyos sobretonos forman un acorde con el fundamental, tales son las *vocales*; *ruido* es aquel, cuyos sobretonos forman con él una discordancia.

Esta discordancia puede ser mayor ó menor, puede llegar á ser insensible al oído, aunque de hecho exista. Las *consonantes semisonoras* contienen un elemento musical, el elemento laríngeo; pero no dejan de ser ruidos, porque contienen otro elemento discordante, el elemento oral. Las *consonantes insonoras* son puros ruidos.

El timbre pende, por consiguiente, en segundo lugar, del número de los sobretonos y de la energía de los mismos. La energía de los cinco ó seis primeros armónicos en la nota de un piano causa la diferencia que en ella notamos, respecto de la misma nota dada por una trompeta, donde predominan los más altos. En la flauta el fundamental ahoga, por decirlo así, á los armónicos, por ser débiles en demasía. En el clarinete, por el contrario, los sobretonos son muy abundantes. La nota de un violín tiene muy distinto timbre, cuando se arranca ó pulsa con el dedo, que cuando se hiere con el arco; el golpe de un martillazo, la explosión de un tiro, el chirrido de la carreta, el zumbido del viento, el chasquido de un latigazo, el estampido del cañon, el bramido del oleaje, el murmurio de un arroyo, el rugido del leon, el ladrido del perro, son todos sonidos que distinguimos por sus diferentes timbres, los cuales dependen de diversas causas.

También se aprecian otras diferencias sutiles solo en razón del timbre; y así podemos distinguir un instrumento de otro de su misma especie, como conocemos también fácilmente por el timbre ó *metal de voz* á diferentes personas (1).

Hay timbres *ténues*, formados por pocos armónicos, por ej. el de una flauta, y *crasos* ó *nutridos*, los que son abundantes en armónicos, por ej. el del clarinete.

Los hay *agudos*, por predominar los sobretonos mas elevados, como el de la trompeta y el clarín; y *graves* por predominar los sobretonos mas bajos. Los tubos estrechos tienen timbre mas agudo que los anchos, los cortos mas agudos que largos.

Entre las vocales, *i* es el timbre mas agudo, *u* el mas grave, como veremos, y las demás en este orden:

u, e, a, e, i

Entre los ruidos los hay de timbres mas distintos todavía: *percusivos* ó producidos á golpes, como el de un martillazo; *explosivos*, como el estampido del cañón; *fricativos* ó de frotamiento, como el del violín; *soplados* ó de corriente, como el de un silbato cualquiera y los del órgano; *pulsados*, *trinados*, *tremolados*, etc.

Entre las consonantes existen toda esta variedad de timbres: *explosivas* y *fuertes* son *k, p, t*, *explosivas* y suaves *g, b, d*, *soplada* ó *silbante* la *s*, *fricativas* la *f*, la *j* española, *trinada* la *r*, *pulsada* la *l*, *percusivas* contra un cuerpo duro las *t, d*, *golpeadas* contra el paladar *k, g*, *golpeadas* entre los labios *p, b*, *gangosas* y *nasales* *m, n*, etc.

Los sonidos *compuestos* se distinguen de los *complejos* en que los sonidos componentes no son todos armónicos de un solo fundamental, como sucede en los *complejos*; sino de varios fundamentales, cada cual con sus armónicos. Si todos los componentes son sonidos musicales y se armonizan entre sí, el sonido compuesto resultante es musical, como por ej. en un acorde dado en el piano, ó en una pieza de orquesta ó de banda. Si

(1) Cfr. R. ROBLES. *Ensayo de Fonética general*.

alguno de los componentes es ruido, ó aunque sean todos musicales si no se armonizan entre sí, el sonido compuesto resultante será ruido en sí y físicamente. Con todo, á veces por predominar el elemento sonoro, ese ruido es agradable y hasta puede ser un sonido sensible musical.

Tal es el sonido de la flauta, que necesariamente va acompañado de un soplo mas ó menos sensible debido á la embocadura, y el del violín, que lleva consigo el carraspeo del roce entre el arco y la cuerda: apenas existirá en la naturaleza un sonido puramente musical. Las cosas todas son relativas: con tal que sensiblemente el sonido resulte agradable, podemos tenerlo y lo tenemos por musical. Al revés, los ruidos mas broncos y estentóreos, el del tambor, el del platillo, no solo dan base y no disuenan en la banda, sino que tocando aisladamente una serie de estos instrumentos, que esten en diverso tono formando la gama, resultan musicales por la relacion tonal. Tal sucede, como ya tengo dicho, dando contra el suelo con una serie de tablitas de conveniente tamaño para que resulte la gama.

CAPÍTULO III

Los sonidos en el lenguaje y en la música.

11. ENTONACION Ó ALTURA

EN la notacion de la música europea los elementos acústicos que principalmente poseen signos propios son la *entonacion*, la *cantidad*, el *ritmo* ó *compas*, la *melodía*, los *acordes*, la *armonía*, el *timbre*.

La *entonacion* ó altura de los sonidos es, sin duda alguna, el elemento mas esencial de la música, pues todos los demás la presuponen y no hacen más que caracterizar sus varias modificaciones: esta entonacion se nota en Europa por medio de *notas*