

CAPÍTULO PRIMERO

LAS SENSACIONES TOTALES DEL OÍDO Y SUS ELEMENTOS

I. Reducción de las ideas á una clase de imágenes y de las imágenes á una clase de sensaciones.—Enumeración de las principales clases de sensaciones.—Lo que significa la palabra sensación.—Distinción entre la propiedad del cuerpo exterior que provoca la sensación y la sensación misma.—Distinción entre la sensación en bruto y la posición aparente que la conciencia le atribuye.—Distinción entre la sensación y el estado del nervio ó de los centros nerviosos.—Caracteres propios y primitivos de la sensación.

II. Clasificación de las sensaciones según Gerdy, Mueller, Longat y Bain.—Su comodidad práctica y su insuficiencia científica.—En qué difieren las sensaciones clasificadas de los demás hechos igualmente clasificados.—Nosotros no disgregamos los elementos de las sensaciones.—Las ciencias físicas y fisiológicas no pueden disgregar estos elementos, sino solamente las condiciones de las sensaciones totales.—Las sensaciones parecen irreductibles á otros datos más simples.—La psicología parece, con relación á ellas, lo que la química es respecto á los cuerpos simples.

III. La psicología es, con relación á ellas, lo que la química era en relación á los compuestos químicos antes del descubrimiento de los cuerpos simples.—Análisis de las sensaciones del sonido.—Diversas clases de sonidos.—

En apariencia, son irreductibles una á otra.—Rueda de Savart y sirena de Helmholtz. Sonido musical.—La sensación continua se compone, pues, de sensaciones elementales sucesivas.—Caso de los sonidos muy graves.—Podemos entonces disgregar las sensaciones elementales sucesivas.—Cada una de ellas tiene una duración y pasa de un mínimo á un máximo de intensidad.—Casos de sonidos musicales cualesquiera.—Experiencia de Savart.—Número enorme de las sensaciones elementales que se suceden en un segundo para formar la sensación total de un sonido agudo.—Este número crece á medida que el sonido se hace más agudo.—En este caso las sensaciones elementales dejan de ser disgregadas por la conciencia.—Aspecto que debe tomar la sensación total.—Lo toma en efecto.—Los caracteres de grave, agudo, alto, bajo, extenso, afinado, unido, vibrante, que encontramos en la sensación total, se explican por la ordenación de las sensaciones elementales.

IV. Continuación del análisis de las sensaciones del sonido.—Explicación de la sensación de intensidad.—Explicación de la sensación del timbre.—Descubrimiento de Helmholtz — Explicación de la sensación de ruido.—Construcción de todas las sensaciones totales de sonido por medio de las sensaciones elementales de sonido.—Análisis de la sensación elemental de sonido.—Se compone de un mínimo, de un máximo y de una infinidad de intermediarios.

I. De reducción en reducción, hemos llegado al hecho primitivo y en apariencia irreductible, del cual todas las demás, imágenes é ideas, no son sino las repeticiones más ó menos transformadas y disfrazadas. Se trata de la sensación, y antes de definirla, es decir, de mostrar su naturaleza, conviene designarla, es decir, disgregarla y hacerla renacer en el montón de hechos en que está comprendida.—Cuando un instrumento cortante se introduce en nuestra carne, sufrimos, y este dolor, considerado en sí y enteramente solo, es una

sensación propiamente dicha. Hay un gran número de hechos semejantes, aunque distintos por la especie y el grado. Tales son las sensaciones de contacto, de presión, de cosquilleo, que ordinariamente se revelan en nosotros cuando un cuerpo exterior toca de cierto modo determinadas partes de nuestro cuerpo; tales son las sensaciones de temperatura que se producen, cuando un cierto grado de calor se añade ó quita á nuestra temperatura propia; tales las sensaciones de actividad muscular, así denominadas, porque nos advierten de la tensión ó el relajamiento de nuestros músculos; tales son, finalmente, las sensaciones provocadas en nosotros por las partículas líquidas de un objeto que gustamos, por las volátiles de una cosa que olemos, por las vibraciones del aire que hieren nuestro aparato acústico, por las de la luz que hieren nuestro aparato óptico, y que se llaman de ordinario sensaciones de sabor, de olor, de sonido y de color.

Varios de estos nombres son ambiguos, y las palabras sabor, olor, sonido, color, calor, designan tan pronto una propiedad más ó menos imperfectamente conocida de los cuerpos próximos, de las partículas líquidas ó volátiles, de las vibraciones aéreas ó luminosas, como la especie bien conocida de las sensaciones que estos cuerpos, partículas y vibraciones, excitan en nosotros. Pero la distinción es fácil de hacer; porque la propiedad pertenece á la cosa y no á nosotros, en tanto que la sensación nos pertenece á nosotros y no al objeto. El zumo de limón tiene un sabor ácido; esto significa que posee una propiedad desconocida, capaz de despertar en nosotros una sensación muy conocida, la del sabor ácido. Esta hoja de

papel es de color blanco; esto significa que en virtud de su contextura particular, esta hoja de papel, una vez iluminada, puede despertar en nosotros la sensación del color blanco.—Otras dos distinciones menos fáciles no son menos necesarias. Cuando experimentamos una sensación, nosotros la situamos; referimos cierto dolor, cierta impresión de calor, tal sensación de contacto á la mano, á la pierna, en tal ó cual sitio del cuerpo, cierta sensación de olor en el interior de la nariz, de sabor en el paladar, en la lengua ó en la parte posterior de la boca. Pero, como se verá más adelante, es esta una operación ulterior engendrada por la experiencia; un grupo de imágenes se ha asociado á la sensación para atribuirle esa posición; este grupo le dá una situación que ella no tiene, y de ordinario la coloca en la extremidad del nervio cuya acción la provoca. A veces aún, una segunda operación superpuesta la coloca más lejos; los sonidos y los colores, que no son sino sensaciones, nos parecen hoy situados, no en nuestros órganos, sino lejos, en el aire ó en la superficie de los objetos exteriores; el lector verá, en el examen de la percepción externa, cómo la educación de los sentidos produce este retroceso aparente. Mientras tanto, debe, para comprender bien la sensación, separarla de este acompañamiento, dejar á un lado todos los apéndices que el tiempo viene á soldar con ella. Considerarla simple y en bruto.—Finalmente, es preciso distinguirla, al menos provisionalmente, del estado del nervio y de los centros nerviosos que, por su conmoción, la hacen nacer. En verdad, este estado es su condición suficiente y necesaria, pero no es seguro que sea la misma cosa que ella;

á primera vista, difiere de él, y ciertamente no la conocemos en el mismo grado que á él ni del mismo modo. Porque se la percibe directamente, de modo completo, en el instante mismo, mientras que él es visto indirectamente, de modo completo y muy tarde; ha sido necesario una infinidad de investigaciones anatómicas y fisiológicas para enseñarnos que la sensación depende de él; todavía hoy ignoramos completamente en qué consiste; si es una vibración propagada, una corriente eléctrica, un cambio químico ú otra cosa enteramente distinta. El rigor del método exige, pues, que en este momento le dejemos á un lado para estudiar primeramente la sensación aislada. De este modo circunscrito, es ese primer fenómeno interno, conocido sin intermediario, acompañado de imágenes asociadas que le asignan un lugar, excitado por un cierto estado de los nervios y de los centros nerviosos, estado desconocido y que de ordinario es provocado en nosotros por el contacto de los objetos exteriores.

II. He aquí un hecho de importancia capital, porque sus variantes y sus ordenaciones forman la trama de todos nuestros conocimientos. Cuando consideramos de cerca una de nuestras concepciones, la de una planta, un animal, un mineral, siempre hallamos que los hilos primitivos de que está tejido, son sensaciones y nada más que sensaciones; más adelante se verá la prueba. Pero ya se tiene si se recuerda que nuestras imágenes no son más que sensaciones renacientes, que nuestras ideas no son sino imágenes que han venido á ser signos, y que así la trama elemental subsiste

más ó menos disfrazada en todos los órdenes de nuestro pensamiento.—Estos hilos primitivos son de especies diversas. Hace mucho tiempo, conforme al método ordinario, se han distribuido las sensaciones en clases y sub-clases, con más ó menos fortuna, primeramente según la clase de servicio que nos prestan, enseguida según las circunstancias particulares en que nacen y según el lugar en que las imágenes asociadas las sitúan, finalmente, conforme á las semejanzas bastante burdas que la observación internas halla en ellas (1).—Se ha formado una primera familia con las que denotan los diversos estados del cuerpo sano ó enfermo, y que son menos elementos de conocimientos que estimulantes para la acción; se las ha denominado sensaciones de la vida orgánica, y según el aparato, ó la función que las provoca, se las ha dividido en géneros y especies; aquí, el esfuerzo, la fatiga y diversos dolores determinados por el estado de los músculos, de los huesos y de los tendones; un poco más lejos el agotamiento nervioso y los sufrimientos nerviosos determinados por el estado propio de los nervios; en otra parte las angustias de la sed y el hambre determinadas por el estado de la circulación y de la nutrición; allá, la sofocación y un cierto estado enteramente opuesto de bienestar determinados por el de la respiración; de otro lado aún, las sensaciones de frío y de calor, determinadas por un estado general de todos los órganos; y de otro lado, finalmente, otras, como las sensaciones digestivas, determinadas por el esta-

(1) Gerdy, *Physiologie des sensations et de l'intelligence*.—Bain, *Senses and Intellect*, 87, 250.

do del tubo digestivo.—Al lado de esta familia, se ha formado una segunda cuyos primeros géneros tienen conexión con los últimos de la precedente; comprende las sensaciones que no nos enseñan nada sobre la salud ó enfermedad de nuestro cuerpo, y que son menos estimulantes para la acción que elementos de conocimiento. Se las llama sensaciones de la vida intelectual, y según los órganos especiales que las provocan, se las divide en sensaciones del olfato, del gusto, del tacto, del oído y de la vista. En cada uno de estos géneros se han introducido especies. En las sensaciones del gusto se han distinguido los sabores (1) relacionados con las sensaciones alimenticias, capaces, según el estado del estómago, de provocar el apetito ó la repugnancia, y los sabores, propiamente dichos, divisibles á su vez en varios grupos, los del amargo, el dulce, el salado, el alcalino, el ácido, el astringente. En las sensaciones del olfato, se han distinguido de igual modo los olores enlazados á las sensaciones respiratorias, compuestas ó mezcladas de una sensación de frescura ó de ahogo, y los olores, propiamente dichos, divisibles á su vez en perfumados, infectos, picantes, étereos, etc. Clasificaciones semejantes intervienen en la distribución de las sensaciones de los demás sentidos; y se las encontrará algo diferentes, según los diversos autores (2).

Pero estas diferencias importan poco, porque así no se llega más que á una especie de revista;

(1) *Relishes*, distinguidos de los *tastes*.—Bain, *Senses and Intellect*.

(2) Véanse los *Manuels de Physiologie*, de Longet; de Mueller, de Carpenter, de Todd y de Bowman.

se ha hecho un casillero cómodo, provisto de casillas, donde se halla fácilmente la sensación que se quiere considerar; no se ha hecho nada más. No se sabe en qué consiste la sensación en sí misma; si se considera una, por ejemplo, la del olor de rosa, se la encuentra comprendida en la especie de los olores perfumados con la del lirio, violeta, almizcle, y otra infinidad. Pero, distinguiéndola siempre de las demás, no se puede decir en qué difiere de ellas; se vé vagamente que es más fuerte que la de la violeta, menos fuerte que la del lirio; á esto se reduce nuestro conocimiento. No podemos enumerar y precisar sus elementos como cuando se trata de dos especies minerales ó vegetales; no tenemos aquí elementos comparables, capaces de adicionarse ú orientarse los unos con relación á los otros, como el tamaño, la forma, la posición, el número; las propiedades matemáticas y geométricas, que sirven de fundamento á las ciencias físicas, nos faltan.—Y, por otra parte, los puntos de vista, según los cuales se forman las ciencias morales nos faltan también. No tenemos para nada en este punto los elementos comunes, imágenes, representaciones, ideas generales, á las cuales se reducen las diversas invenciones humanas y las diferentes combinaciones sociales. Estamos en el punto céntrico del conocimiento, especie de nudo central entre el tronco infinitamente ramificado, y la raíz infinitamente ramificada que encierra en su estrecha cavidad del origen de las fibras que en lo alto, en lo bajo, por su multiplicación y su ordenación, constituyen la planta entera.—Pero, justamente porque nuestras sensaciones son los elementos de que se compone el resto, no podemos descompo-

nerlos como lo demás; no hallamos elementos. Podemos mostrar cómo formamos con ellas las imágenes, las representaciones, las ideas generales, cómo con ellas formamos las nociones de magnitud, de posición, de forma, de número; pero ¿de qué se forman ellas mismas?, no lo sabemos.

Parece, pues, que escapan á la ciencia; y en efecto, cuando se lee los libros que de las sensaciones tratan, no se aprende casi mas de lo que ya se sabía; terminada la lectura, se las vé bien alineadas en el espíritu; esto es todo. Si nos hemos instruído, es por otra parte, en fisiología y en anatomía, por el conocimiento de los aparatos, órganos y movimientos de que las sensaciones dependen. Aun con las esperanzas más vastas no se descubre en el horizonte más que un conocimiento mas extenso de estos aparatos, de estos movimientos y de estos órganos; quizás algún día, si el microscopio llega á tener mayor potencia, cuando la teoría de la electricidad, la química orgánica y la física molecular hayan dado algún gran paso, los experimentadores disgregarán en un nervio las diversas fibras primitivas definirán exactamente su movimiento interno, explicarán la estructura de los centros nerviosos, precisarán el cambio de estado que la acción del nervio provoca en ellos.—A lo mejor, y suponiendo la ciencia completa, se entrevé una fórmula matemática capaz de resumir en una ley las diversas posiciones y relaciones de todas las partículas nerviosas.—Pero estos progresos, por grandes que se les imagine, nada añaden á nuestra noción de las sensaciones; nos ilustran acerca de sus condiciones, y no acerca de ellas. Defínaseme el movi-

miento molecular producido en los glosofaríngeos y este otro movimiento molecular que, de rechazo, se desarrolla en los centros nerviosos cuando una disolución de azúcar ó de coloquíntida pasa por mi lengua y la parte posterior de mi boca; no por eso quedará más instruído sobre la naturaleza de la sensación de lo dulce y lo amargo. Sabré las circunstancias en que nace; no conoceré sus elementos, ni aún si los tiene. A lo más, encontraré quizás alguna ley que una el aumento del amargo con el desarrollo de determinada forma del movimiento molecular, semejante á la ley que hace crecer la agudez de los sonidos con el número de las vibraciones trasmitidas al nervio auditivo.

La cosa es bastante más visible todavía si se compara entre sí, no ya dos sensaciones diferentes del mismo sentido, sino las sensaciones de dos sentidos distintos, aun cuando se produzcan por la misma causa exterior, por ejemplo, el cosquilleo de la piel y el sonido producido por las mismas vibraciones del aire, la sensación de dolor y el círculo luminoso producido por la misma compresión del ojo, las sensaciones de luz brillante, de sonido sibilante, de golpe ó picazón, producidas por la misma electricidad aplicada á los mismos sentidos. Cada uno de éstos forma un dominio aparte: ni el olor, ni el sabor, ni el color, ni el sonido, ni la sensación del contacto pueden reducirse una á otra, y en cada sentido hay varias esferas no menos separadas unas de otras, el sabor salado, el amargo y el azucarado, como el azul, el rojo y el amarillo, como las sensaciones de calor, de presión, de cosquilleo, parecen igualmente irreductibles entre sí.—El único dato in-

trínseco que se encuentra común á todas estas esferas tan profundamente distintas, es el grado de intensidad; cada sensación es capaz de más y de menos; es un grado en una magnitud; el olor, el sabor, el sonido, la claridad, la presión, pueden ser más ó menos fuertes. Lo mismo pasa con los grupos secundarios comprendidos dentro de los principales; toda sensación especial, la del amargo, del cosquilleo, del azu', tiene un máximo y un mínimo, más allá de los cuales cesa ó entra en otra especie.—Pero cada una de ellas es una especie de cuerpo simple, que capaz en sí mismo de aumento y de disminución, no se deja reducir á ninguno de los otros. Hay sesenta y más en química; hay bastantes más, en determinado sentido, el olfato, por ejemplo, ó el gusto; porque casi no hay materia volátil olorosa que no forme un tipo aislado; al lado de la sensación que provoca, puede ponerse á veces dos ó tres, todo lo más, como el olor del ajo y el del vapor de arsénico junto al del estaño; así las especies son innumerables y los géneros casi ninguno; en este respecto, contad los olores de las plantas perfumadas de un jardín, y de los gases desagradables de un laboratorio de química.—De suerte, que al comienzo de la psicología estamos obligados, parece, á poner un número muy grande de datos mutuamente irreductibles, como los cuerpos simples en química, las especies animales en zoología, las vegetales en botánica, pero con la desventaja particular de que en química, en botánica, en zoología, las diferencias y las semejanzas están constituidas por elementos homogéneos y precisos, el número, la fuerza y la forma, mientras que en las sensaciones, no pu-

diendo ser aislado ningún elemento semejante, estamos reducidos á la afirmación simple de algunas semejanzas groseras y á la afirmación seca de diferencias indefinibles en número indefinido.

III. Sin embargo, las sensaciones tienen elementos, y vamos á asegurarnos de ello mediante diferentes ejemplos. Cada cual sabe que en un acorde hay dos sonidos, que en un color ordinario hay varios colores; es preciso adelantar un paso y ver si las sensaciones de sonido, de color y las demás que nos parecen simples, no están á su vez compuestas de sensaciones más simples.—La psicología se halla hoy frente á sensaciones que se creen simples, como la química en su principio se hallaba ante los cuerpos que juzgaba simples. En efecto, interior ó exterior, la observación, en su primera etapa, no percibe más que compuestos; su labor consiste en descomponerlos en sus elementos, mostrar las diversas agrupaciones de que los mismos elementos son capaces, y formar con ellas los diversos compuestos. El químico prueba que combinando con una molécula de nitrógeno, una, dos, tres, cuatro, cinco moléculas de oxígeno, se forma el protóxido de azoe, el deutóxido de azoe, el ácido azotoso, el ácido hipo-azótico, el ácido azótico, cinco sustancias que, para la observación vulgar, nada tienen de común, y que, sin embargo, difieren so'lo por el número de moléculas de oxígeno que comprende cada una de sus partes. El psicólogo debe buscar si uniendo cierta sensación elemental con una, dos ó tres ó mas sensaciones elementales, acercándolas en el tiempo,

dándoles una duración más larga ó más corta, comunicándolas una intensidad mayor ó menor, llega á formar estos grupos de sensaciones que percibe la conciencia vulgar, y que, irreductibles para ella, no difieren, sin embargo, sino por la duración, la proximidad, la magnitud y el número de sus elementos.

Ahora bien, hay un grupo de sensaciones en el cual la reducción puede ser completa; son las del oído, y de estas se puede en buena razón deducir las demás; la solución parcial alcanzada indica la solución general que se logrará.—En apariencia, las especies de sonidos son muy numerosas, y la observación ordinaria distingue en ellas muchas cualidades que parecen simples. Dos sonidos producidos por el mismo instrumento pueden ser el uno más agudo, el otro más grave. Dos sonidos igualmente graves ó agudos tienen timbres diferentes, si son producidos el uno por un violín, el otro por una flauta. Dos sonidos igualmente graves ó agudos y del mismo timbre, pueden ser más ó menos fuertes ó intensos. Dos sonidos pueden ser el uno musical, el otro no musical, es decir, que el uno es una sensación continua, y cuyas partes todas son semejantes entre sí, en tanto que el otro es una sensación discontinua y compuesta de partes desemejantes. Finalmente, este último género contiene muchas especies que parecen irreductibles entre sí; estampidos, crepitaciones, rechinamientos, zumbidos, murmullos, y que es forzoso designar por el cuerpo y la condición exterior que los produce; sonido de un martillo, de un vidrio, de un pedazo de madera, del papel al arrugarlo, etc.—En este gran montón, se distinguen dos cualidades capaces de grados; la

intensidad y la agudez; en este respecto, los diversos sonidos forman una escala; en todos los demás, están superpuestos, vagamente aproximados los unos á los otros, como los olores y los sabores, sin que nadie pueda decir en qué consiste esta aproximación; por ejemplo, el timbre, como el ruido, es cosa que no se define. El mismo sol tocado con la misma fuerza por un clarinete, una flauta, un violín, una bocina, un piporro, adquiere, según los diversos instrumentos, un carácter especial; es más penetrante en el violín, más brillante en la bocina, más dulce en la flauta, más áspero en el clarinete, más ahogado en el piporro. Pero todos estos adjetivos no le definen; indican solo alguna analogía lejana entre nuestra impresión total é impresiones de otra naturaleza; son simples etiquetas literarias, como los nombres que empleamos hablando de los colores, cuando decimos que el del heliotropo es fino, el del lirio abundante y rico, el del almizcle penetrante, etc. Estos epítetos expresan algo de nuestra sensación, pero muy poco; en todo caso, no nos expresan las sensaciones elementales de que está formada nuestra sensación.

Felizmente, los físicos y los fisiólogos, dando impulso á sus investigaciones han adelantado las nuestras, y sus descubrimientos acerca de las ondulaciones y los nervios nos permiten hallar lo que buscábamos.—Provoca la sensación del sonido, la conmoción del nervio acústico extraordinariamente excitado por la vibración del aire exterior; además se nota efectivamente que eligiendo conmociones todas exactamente semejantes se provocan sensaciones de sonido todas exactamente semejantes. Tal ocurre con la sirena de Cag-

niard Latour ó de Helmholtz y con la rueda de Savart; cuando esta rueda gira en un movimiento uniforme, sus dientes, igualmente distantes, tocan sucesivamente al pasar una hoja metálica y esta sucesión regular de sacudidas semejantes, despierta en nosotros una sucesión regular de sensaciones semejantes. Ahora bien, en tanto que la rueda gira con bastante lentitud, las sensaciones, por ser discontinuas, son distintas; y cada una de ellas por ser compuesta es un ruido. Pero si la rueda gira con velocidad suficiente, *una sensación nueva aparece*, la de un sonido musical. Entre restos de ruidos que persisten aún y continúan siendo distintos, se desprende como un fenómeno de especie distinta; entre las diversas sensaciones elementales, que constituían cada ruido, hay una que la operación ha separado; en adelante esta no es ya distinta de la *sensación elemental semejante* que la sigue en cada uno de los ruidos sucesivos. *Todas estas semejanzas forman ahora juntas una prolongada sensación continua*; sus límites mútuos se han borrado; la experiencia, como un análisis químico, ha separado una sensación elemental del grupo complejo en que estaba incluida, para unirla á una sensación elemental absolutamente semejante y formar un compuesto nuevo, la sensación de sonido musical (1).

Pero, si entre los sonidos musicales se elige uno muy grave, por ejemplo, la octava inferior del órgano, se percibe que las sensaciones ele-

(1) Mueller, II, 273 y 462. Se ve por la rueda de Savart que es necesaria y suficiente una segunda sensación elemental para producir esta separación y formar el compuesto nuevo.

mentales, aunque formando entonces un todo continuo, lo cual es necesario para que el sonido sea musical, permanecen, sin embargo, distintas hasta cierto punto (1). «Cuanto más bajo es el sonido, mejor distingue en él el oído las vibraciones sucesivas del aire». Está todavía muy próximo á un murmullo, es decir, á un simple ruido. En él se distinguen las sensaciones elementales; se reconoce que cada una de ellas comprende un crecimiento y un descenso, es decir, un aumento y una disminución de intensidad; se pueden observar los límites de cada uno de ellos; límites solo á medias borrados. Si se la compara con la sensación elemental correspondiente de un sonido más agudo, ocupa mayor espacio en el tiempo. Además su máximo ó hinchamiento está más alejado en el tiempo del máximo ó hinchamiento de la siguiente. La sensación total está así compuesta de moléculas más gruesas y de máximas más espaciadas. En este respecto, es lo que se llama un sonido abierto ó grave. Percibimos en él la sensación elemental cuyas distintas combinaciones bastan para explicar todas las sensaciones del sonido.

Consideremos primeramente los sonidos musicales. Se sabe por la acústica que un sonido musical tiene por condición una serie uniforme de vibraciones del aire; que cada una de estas vibraciones tiene determinada amplitud y dura cierta fracción de segundo; que cuanto más disminuye su amplitud y más corta es su duración, más agudo llega á ser el sonido. Todas las analogías muestran que en este caso, como en el del soni-

(1) Helmholtz, *Conférences scientifiques de Bonn (Revue des Cours scientifiques*, 10 de Febrero de 1866), página 78.

do muy grave, hay sensaciones elementales, y la experiencia científica viene á confirmar estas inducciones.—Sea una rueda de dos mil dientes que dá una vuelta en un segundo; dá dos mil golpes en un segundo, y por tanto, dos en una milésima de segundo; si la quitamos todos los dientes excepto dos contiguos, los dos golpes que dará al girar de nuevo no durarán más que una milésima de segundo (1). Ahora, estos dos golpes producen un sonido determinado y apreciable. Luego el sonido que emite en un segundo, cuando está provista de todos los dientes, comprende mil sonidos semejantes, sucesivos y perceptibles por la conciencia. En otros términos, la sensación total que dura un segundo está formada por una serie continua de mil sensaciones semejantes que duran cada una una milésima de segundo y que son todas *perceptibles por la conciencia*. Pero como se acaba de ver, cada una de ellas comprende por su parte al menos dos sensaciones elementales sucesivas, las cuales, *aisladas, no caen bajo la conciencia* y tienen necesidad, para ser perceptibles, de agregarse dos á dos en un todo. He aquí los elementos de la sensación que dura un segundo y los elementos de sus elementos.

Ahora, en el tránsito del grave al agudo, ¿que llegan á ser estas sensaciones elementales de que tenemos conciencia? Claro es que cada una de ellas dura menos tiempo cada vez y que su máximo está más y más próximo al de la siguiente; por esto debe ser cada vez menos distinta y concluiremos por no percibir ya en ella máximo ni mínimo; esto es lo que sucede: á medida que el so-

(1) Mueller, II, 273 y 462. Experiencias de Savart.

nido vasiendo más agudo, el número y la pluralidad que aparecían todavía, aunque velados, desaparecen y se desvanecen del todo: La conciencia ya no distingue aún vagamente las pequeñas sensaciones componentes; el sonido total parece uno y seguido.—Al propio tiempo, reviste una nueva apariencia; parece adelgazado y afilado. Es que las máximas más apretadas y las moléculas más cortas de la sensación ocupan menos tiempo, aunque en el mismo número. Por consiguiente, para la conciencia, nuestras sensaciones de sonido se disponen en pirámide; en la base están las de sonido muy grave, compuestas de sensaciones elementales más breves y de máximas más juntas; por esto los sonidos se denominan los unos más altos, los otros más bajos y se superponen en una escala.—De donde se vé que las cualidades de grave y agudo, de alto ó bajo, de amplio ó afinado, de vibrante ó seguido, por las cuales distinguimos los diversos sonidos de la escala, están constituidas por los grados de brevedad de la sensación elemental y por la de proximidad de sus máximas. En este punto, ya la cualidad se reduce á la cantidad.

IV. Redúcese también desde los demás puntos de vista.—Primeramente, en la intensidad, la reducción está enteramente hecha. Los diversos grados de fuerza ó de intensidad de la misma sensación de sonido son aquellos porque pasa desde su mínimo á su máximo, y sabido es que tienen por condición suficiente y necesaria los diversos grados de condensación de la onda aérea. Ahora bien, las matemáticas enseñan que en cada onda

elemental hay un mínimo y un máximo de condensación, lo que explica por qué en cada sensación elemental hay un mínimo y un máximo de intensidad. Además, las matemáticas enseñan que en las dos series de ondas producidas por dos sonidos emitidos al unísono, las condensaciones se suman y llegan á ser dos veces más intensas; lo que explica por qué en las sensaciones de sonido así producidas, las intensidades se suman y vienen á ser dos veces mayores. Luego, dada la ley que une la sensación elemental con su condición, se puede seguir la sensación elemental bajo todos sus aspectos y en todos sus grados, bastante mas allá del alcance de la conciencia, siguiendo mediante las matemáticas los cambios y los grados de su condición.

En segundo lugar, un análisis indirecto acaba de explicar, con el éxito más completo, esta cualidad indefinible que parecía resistirse á todos los esfuerzos del análisis directo; el timbre (1). Una misma nota emitida por diferentes instrumentos de timbre distinto, no es un sonido simple, sino un compuesto de sonidos, el principal de los cuales, el mismo para todos los instrumentos, es la nota fundamental, y los otros, variables según los diversos instrumentos, son notas suplementarias menos intensas, llamadas armónicas superiores, constituidas por vibraciones, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez veces más rápidas que las de la nota fundamental. Así, en el piano, se oyen fácilmente las seis primeras armónicas de cada nota, pero no la séptima y la novena. El violín, con el arco, dá más débilmente las seis

(1) Helmholtz, *Die Lehre von den Tonempfindungen*.