

las que así modificadas imprimen movimientos idénticos á la corriente comunicada por el alambre conductor, con una velocidad semejante á la de la electricidad, y así las vibraciones de la voz y las palabras se reciben casi instantáneamente á considerables distancias en otra trompetilla semejante que se la aplica á la oreja el que escucha el mensaje.

El fonógrafo es un cilindro de metal montado con un eje sobre dos chumaceras, una de las cuales es una tuerca adonde corre como tornillo el eje movido por un manubrio para dar al cilindro un movimiento lento de vaiven de derecha á izquierda y vice versa, á la vez que el mismo manubrio le imprime un movimiento rotatorio. Este cilindro está todo surcado con una línea espiral algo profunda que le da el aspecto de un carrete de hilo. A este se le cubre con una hoja de estaño de  $\frac{1}{8}$  de milímetro de espesor, la cual sirve para recibir las impresiones que dejan las vibraciones producidas por los sonidos. En la parte superior del aparato hay un anillo de metal adonde se afirma una lámina flexible de talca, á la cual está pegada la estremidad de un muellecito de acero ó de latón, de modo que sirve de mango á un pequeño y angosto cincel cuya punta termina sobre el estaño precisamente sobre los huecos de la línea espiral del carrete.

Para usar del fonógrafo descrito, se habla, ó canta, ó toca un instrumento lo más cerca posible del disco vibrante de talco, á la vez que con el manubrio se dan sus dos movimientos al carrete cilíndrico, y los sonidos dejan por medio del cincelito, impresas vibraciones finísimas sobre el estaño.

Vuelto hácia atrás el cilindro hasta el punto de partida, se vuelve á poner en movimiento directo con la misma velocidad, y las marcas de las vibraciones producen movimientos iguales en el cincel que las produjo, y éste obrando entónces como un pequeño martillo sobre el disco de talco, lo hace sonar y repite las palabras, el canto y las sonatas ántes tocadas, y emite los gritos de los animales que se imitaron, y aún el chifido de los pájaros.

Este pequeño, sencillo y prodigioso aparato, debido al genio inventivo del americano Edison, demuestra á la evidencia la causa vibratoria de los sonidos en todas sus variedades, y está llamado, con los perfeccionamientos que se le procuran, y que sin duda llegará á obtener, para prestar servicios eminentes á la humanidad.

El micrófono, es otro pequeño aparatito compuesto de una tablita con una pinta para unir la con un alambre telegráfico conductor. Sobre la tablita hay un pequeño cilindro de carbon en equilibrio, el que recibe y comunica al alambre actuado por una pila voltaica, las vibraciones sonoras, aún las más débiles, así es que isócronamente y á una considerable distancia se oyen con claridad las pisadas de una mosca, el tic-tac de un reloj de bolsa, y en fin, los sonidos más ténues.

El fotófono, es un aparato telegráfico en el cual no es la electricidad sino la luz la que conduce el sonido.

Para obtener esto se colocan dos espejos fronteros, el uno en la estación de envío y el otro en la de recepción del mensaje, guarnecidos ambos con un apéndice de metal selénio. Establecida entónces la percepción de la luz reflejada del espejo emisor al receptor, se habla en el primero y se escuchan las palabras en el segundo.

He dado aquí una idea, aunque vaga del fotófono, porque siendo una invención tan reciente, aún no he tenido la oportunidad de verlo, y sólo lo describo conforme lo he visto descrito.

El fotófono demuestra un hecho importante en la física armónica y es: que las vibraciones del sonido pueden modificar á las de la luz, por ser ambas producidas por el movimiento ondulatorio y vibratorio del Armónico y por consecuencia, que este fluido universal, así como es convertible en gravídeo, en calorídeo, en electrídeo y magnetídeo, puede también por sólo el efecto de su movimiento vibratorio, cambiarse en lumídeo el sonido, así como en toda la multitud de los imponderables existentes en la economía metamórfica de la Naturaleza; y por lo tanto, se percibe ya la posibilidad de un medio de comunicarse entre sí los seres inteligentes que puedan existir en los diferentes planetas, en la futura y más perfecta civilización.

Los sonidos se dividen en súbitos y vibratorios.

Los súbitos son aquellos producidos por conmociones violentas, como las del trueno, que ponen en movimiento al Armónico el que como es inelástico, incompresible ó inalterable, reacciona esas sacudidas repentinas sobre la materia ponderable, á la cual actúa mecánicamente de un modo metamórfico, según es la intensidad del ruido.

Hay sin embargo, en el trueno, un fenómeno que hasta ahora no había recibido explicación satisfactoria, y es: que además de los ecos terrestres y los de las nubes, que reflejan el sonido primitivo y único del rayo, se suceden de éste repercusiones prolongadas que muchas veces aumentan de intensidad y cambian de timbre. Esto consiste en que la conmoción primera se repite en las ondas sonoras del Armónico, produciendo en este fluido movimientos anormales, hasta que éstos se extinguen en los normales de sus corrientes, actuando siempre sobre la materia ponderable.

Los sonidos vibratorios son aquellos en los cuales permaneciendo por más ó ménos tiempo la causa que los produce, el Armónico, por sus mismas intrínsecas cualidades entra en movimientos de vaiven, produciendo vibraciones, que agradan al oído, y ondas sonoras de diversas amplitudes.

Estas vibraciones pueden dividirse en tonales, armoniosas y melodiosas, constituyendo todas ellas á la música.

Las vibraciones tonales, son las que producen un tono más ó ménos grave ó agudo, al cual lo perciben las orejas acostumbradas, de modo que ellas conocen la nota ó tono producidas por el ruido de un coche, el de una catarata, ó el de un cañonazo, así como el de la voz de los individuos al emitir la palabra hablada.

Las vibraciones armoniosas del sonido son aquellas que reunidas forman un conjunto de notas agradables, tanto en la sucesión de unas en otras, cuanto en la reunión de dos ó más notas, componiendo un solo sonido; así es que en el gusto y arreglo teórico-práctico de los sonidos musicales, con todas las cadencias armoniosas, están la melodía y el arte del compositor de música, sugeto no obstante su extremada variedad y originalidad, á reglas precisas de tonos, timbres, tiempos, sucesión cadenciosa, intensidad y acordes.

En la combinación de todos estos requisitos, que bien logrados constituyen la belleza y melodía de la música, hay una parte que toca al genio y gusto del compositor, la cual está encomendada á las reglas del arte; pero hay otra principal que tiene su origen en la Naturaleza por la constitución admirablemente armoniosa de los movimientos vibratorios y ondulatorios del fluido universal, de los cuales, como pertenecientes á la física voz, aunque sucintamente á ocuparme.

Los sonidos musicales dependen grandemente del grado de placer que dan



al oído ejercitado, pero sobre todo, bien construido; mas este grado de placer, qué podría suponerse inherente al organismo fisiológico, no es ni con mucho sólo una manera peculiar de sentir del sensorio humano, pues los sonidos musicales tienen relaciones morfológicas con la extensión, forma y velocidad de las corrientes del fluido universal Armónico, cuyas relaciones se hacen perceptibles por los diversos fenómenos del sonido.

En efecto: se percibe con la vista que en las cuerdas sonoras, cuando están tirantes, hay vibraciones que dan á ellas según su diámetro y longitud, y el peso que las restira, movimientos ondulatorios visibles. Pero estas vibraciones no forman de la cuerda un sólo arco vibrante, sino varios que corresponden á los sonidos armónicos que agradan al oído, y que en efecto se perciben. Por ejemplo: si á una cuerda suficientemente larga y tirante, se le da un impulso transversal con el dedo, se perciben cuatro sonidos, dos más vigorosos, el fundamental y la octava, y dos más débiles, la tercia y la quinta. Y nótese que estos cuatro sonidos son el acorde perfecto que más complace al oído.

Mas como la cuerda tirante es independiente de la oreja, y sin embargo presenta fenómenos que agradan al oído, es indispensable concluir: que la causa de los sonidos musicales reside fuera de éste, y que el placer que se siente al escucharlos, es una coincidencia con los fenómenos físicos y acústicos de la armonía.

Para demostrar el que los sonidos musicales son el resultado de vibraciones de las cuerdas cuyo número en un tiempo dado, está en igualdad de tensión y diámetro, en razón inversa de la longitud de éstas, se han inventado tres instrumentos que hacen perceptibles el número de vibraciones para cada sonido.

El primero de estos instrumentos es la sirena, inventada por Cagniard Latour. El segundo, es la rueda dentada que lleva el nombre de Savart, su inventor. El tercero, es el método gráfico de Duhamel.

Estos aparatos están descritos en todas las obras de física, por lo que yo no los describo en obsequio de la concisión, pero debo advertir: 1° Que siendo el oído el que en definitiva juzga de los sonidos y de sus tonos, muy bien puede juzgar que un sonido es un poco más alto ó un poco más bajo, y entónces el número de las vibraciones resulta solamente aproximativo. Y 2° Que siempre hay considerable dificultad, aún en oídos bien ejercitados, para obtener el unísono, en cuya dificultad influye mucho la diversidad de los timbres productores del sonido.

En las obras de física se ha tratado de dar á las notas musicales un origen numérico alicuota y así se dice: 1° Que los sonidos agradables al oído se dan por notas cuyas vibraciones son producidas por números alicuotas. 2° Que estos sonidos constan de períodos asimismo alicuotas, por manera, que cuando un período concluye, bien subiendo ó bien bajando en la escala, se repite la misma série de sonidos, aunque más graves ó más agudos según se recorre la escala. 3° Que hay dos especies de escalas: la diatónica y la cromática, la primera que consta de siete sonidos: *do, re, mi, fa, sol, la, si*, de los cuales *do, re, mi*, y *sol, la, si*, distan entre cada dos sonidos un espacio, al que se da el nombre de tono, á la vez que entre *mi* y *fa*, y entre *si* y *do* de la octava, hay espacios la mitad más pequeños, por lo que se les llama semitonos. 4° Que la escala cromática se compone de las siete notas dichas y de cinco adicionales, las que se acomodan, dividiendo por mitad á los espacios dobles ó tonos; consecuentemente, produciendo un semitono, entre *do* y *re*; entre *re* y *mi*; entre *fa* y *sol*; entre *sol* y *la*; y entre *la* y *si*. 5° Que estas notas inter-

medias reciben los nombres de las diatónicas, con el agregado de sostenidos al subir, y de bemoles al bajar.

Una vez determinados los detalles anteriores, en que la teoría va acorde con la práctica del oído, se ha tratado físicamente de determinar el número de vibraciones correspondientes á cada sonido de la gama ó escala, para lo cual, no habiendo un sonido fundamental absoluto, sino solamente relativo, no ha podido tampoco determinarse un número de vibraciones absolutas, para el do fundamental de la gama; por lo cual se ha adoptado para éste el número 1 y el 2, para las vibraciones de la octava. Así es que la escala diatónica la dividen los físicos del modo siguiente, según el orden fraccional de las vibraciones.

## ESCALA DIATÓNICA.

Notas..... do, re, mi, fa, sol, la, si, do.

Número relativo de vibraciones...  $1 \frac{9}{8} \frac{5}{4} \frac{3}{2} \frac{5}{3} \frac{15}{8} \frac{15}{4} 2$

## ESCALA CROMÁTICA.

Notas..... do, re, mi, fa, sol, la, si, do.

Número relativo de vibraciones...  $1 \frac{9}{8} \frac{5}{4} \frac{3}{2} \frac{5}{3} \frac{15}{8} \frac{15}{4} 2$

Intervalos.....  $\frac{9}{8} \frac{5}{4} \frac{3}{2} \frac{5}{3} \frac{15}{8} \frac{15}{4}$

Confieso francamente que no entiendo la anterior división de las vibraciones de las escalas diatónica y cromática, ni mucho menos el cómo se concilian estos números convencionales con el gradual ascenso y descenso de la escala cromática.

Por otra parte, conociendo yo por experiencia, lo celosos que son los profesores de música del privilegio de su práctica y de su oído, dejo tanto á los físicos como á los músicos, en quieta y pacífica posesión del divino arte, y sólo por un principio de mi íntimo convencimiento, paso á exponer mi teoría armónica, dejándola por lo que ella pueda valer, ante el juicio analítico del mundo científico, y sobre todo, de la posteridad.

## Teoría armónica de los sonidos musicales.

Ya tengo expuesto, y en mi concepto demostrado: 1° Que el fluido universal Armónico en todos sus movimientos, sólo exhibe resultantes variadas del movimiento perpétuo de contracción y expansión, dado á dicho elemento, por el Criador, en su tercer acto creativo de la Naturaleza.

2° Que en todos los movimientos armónicos hay ondulaciones producidas por la fuerza elemental y vibraciones producidas por la permuta de las esferas inertes ó inalterables.

3° Que de este modo, de las corrientes opuestas gravida y calorida, verticales, así como de las eléctricas Oeste y Este, y de las magnéticas Norte y Sur, horizontales, resultan las vibraciones armónicas de la luz, constituyendo al movimiento especial é imponderable: el humido, el cual, como metamórfico, sólo se hace perceptible en la materia ponderable por medio de los ojos, es decir: por los órganos de la visión en los seres organizados para percibirlo.



Pues bien: esas ondulaciones y vibraciones que afectan al sensorio humano de un modo, por medio de los ojos, lo afectan asimismo de otro modo por medio de los oídos. Pero como las vibraciones normales son tan ténues que no pueden ser percibidas por los oídos sanos (aunque es probable lo sean por los oídos irritados y enfermos, con la percepción de un ruido continuo penoso, así como á los ojos irritados les es penosa la luz), el oído sano sólo percibe los fenómenos acústicos resultantes de las corrientes anormales del Armónico, productoras de cambios ó metamórfosis en la materia ponderable.

Estas sensaciones especiales de los órganos del oído, se dividen en súbitas y prolongadas. Las primeras, afectan al oído de un modo molesto y á veces doloroso. Las segundas, produciendo vibraciones regulares, ponen al oído asimismo en vibración, y son tanto más agradables, cuanto mejor anuncian entre sí los diferentes sonidos que reunidos se escuchan, á los cuales se da el nombre de armonías y melodías musicales.

De este modo, por medio de las combinaciones experimentales, agradables al oído, de los sonidos musicales, se han ido distinguiendo por la humanidad progresivamente esos sonidos.

En un tiempo remoto sólo se conocieron los acordes perfectos de prima, tercia, quinta y octava, y á éstos probablemente estuvo reducida la lira de cuatro cuerdas.

Después se armonizaron los sonidos con dos períodos idénticos *do, re, mi, fa, y sol, la, si, do*. Pero entre estos dos períodos, susceptibles ambos de ser producidos á la vez por la lira de cuatro cuerdas dobles, habría una solución de continuidad en *fa y sol*.

Una vez en este estado el instrumento, ya fué sólo dar un paso en progreso el hallar la escala diatónica. Y este paso subsecuente fué el refundir los dos períodos en uno sólo, y la escala diatónica quedó constituida así:

Do, re, mi, fa, + sol, la, si, do.

Habiendo entre do y re, y entre re y mi, así como entre sol y la, y entre la y si, espacios dobles de los que median entre mi y fa, y entre si y do. De este modo fué dar otro paso en progreso el hallar la escala cromática poniendo otros sonidos intermedios en los espacios dobles, iguales á los espacios sencillos, á cuyos sonidos intermedios al subir se les dió el nombre de sostenidos, y al bajar el de bemoles, y la escala cromática quedó construida de este modo:

Do, do<sup>♯</sup>, re, re<sup>♯</sup>, mi, fa; fa<sup>♯</sup>, sol, sol<sup>♯</sup>, la, la<sup>♯</sup>, si, do.

Do, si, si<sup>b</sup> la, la<sup>b</sup> sol, sol<sup>b</sup> fa, mi; mi<sup>b</sup> re, re<sup>b</sup> do.

De aquí resultó que la escala cromática está compuesta de doce sonidos y el de la octava trece.

Ahora aparece este problema: ¿Han sido las escalas musicales, resultados de las indicaciones de la Naturaleza anunciadas por el órgano del oído á la humanidad, ó el hábito ha hecho que ésta encuentre gratos los sonidos de la gama, embellecidos por los compositores maestros del arte?

Sinceramente digo yo: que no me encuentro capaz de resolver este problema, por lo que sólo indicaré aquí algunos datos para que otro, más competente en música, lo resuelva.

Sin duda ninguna, la gama primitiva, es decir: el acorde perfecto de la primera, la tercia, la quinta y la octava, está en la naturaleza porque tanto las cuerdas tirantes nos dan con sus vibraciones naturales esos sonidos simultá-

neamente, cuanto los tubos sonoros los producen con sólo forzar el aire moviendo las vibraciones armónicas. Así es que tanto en los sonidos separados: do, mi, sol, do, como en su conjunto simultáneo, hay sensaciones agradables al oído, concordes con las corrientes fundamentales del Armónico.

Aún hay más: si un instrumento músico de ocho cuerdas tirantes, sobre una caja armónica, se halla templado con las siete notas diatónicas y la octava, todas en quietud, y con otro instrumento cercano y al unísono se suena el do fundamental, sin tocar para nada al primer instrumento, se ven vibrar en éste la primera, la tercera, la quinta y la octava, sin que las otras cuatro cuerdas manifiesten ninguna vibración.

En cuanto á la escala diatónica no tengo igual convencimiento de que estén fundados sus siete sonidos en los movimientos vibratorios del Armónico, por lo que á mi humilde juicio, si esta escala no es el resultado de la costumbre, puede ser una manera peculiar de sentir el oído humano los sonidos musicales diatónicos.

Empero, la escala cromática no sólo es el resultado de una exigencia artística para llenar los espacios ó tonos de los sonidos diatónicos, sino que de nuevo hallamos esta escala en las indicaciones de la Naturaleza y las exigencias del arte.

Dejando aparte, como objeto únicamente de gusto la aserción de los artistas, los cuales dicen: que hay una diferencia entre el sostenido y el bemol, la cual consiste en que aquel es un poco más alto y éste un poco más bajo que un semitono, se halla que la división de la octava en trece semitonos, es necesaria para que el círculo armónico quede completo y se pueda con él, ya subiendo ó ya bajando de tono en tono armoniosamente, volver al punto de partida habiéndose recorrido con la escala cromática todos los tonos en la secuencia de la diatónica.

Una vez convenida la necesidad, conveniencia y belleza de ambas escalas combinadas, se hace palpable el que: *dividiéndose la cromática con la octava, en trece semitonos, estos son entre sí proporcionales, y que el número de vibraciones que produce cada sonido, está en razón directa de la serie ascendente de los sonidos de la escala sostenida y en razón inversa de la escala bemolizada.*

Para demostrar esto, permítaseme hacer notar: 1<sup>o</sup> Que las vibraciones promovidas musicalmente por una causa sonora en el fluido universal Armónico, determinan en éste armoniosos períodos, y que cada uno de ellos tiene una multitud inmensurable de sonidos, pues bien se puede recorrer con la voz humana, con el violín, y en general con todos los instrumentos al arco, las escalas, sin solución de continuidad, ascendentes ó descendentes, resultando de esto una serie indefinida de sonidos innumerables.

2<sup>o</sup> Que entre esa serie indefinida de sonidos, se pueden elegir aquellos á los cuales divida la escala en tonos, en semitonos, en comas, ó en fin: en espacios más pequeños ó pequeñísimos; pero siempre, éstos son iguales entre sí, porque deben ser proporcionales morfológicamente.

3<sup>o</sup> Por lo tanto: estando la escala cromática dividida en semitonos, todos los que la componen deben ser proporcionales entre sí morfológica y vibratoriamente hablando.

4<sup>o</sup> Que el espacio morfológico se divide en líneas, planos y volúmenes armónicos, y por consecuencia, á ellos tienen que referirse las vibraciones productoras de los sonidos en el fluido universal Armónico.

5<sup>o</sup> Que siendo en octavas los períodos acústicos musicales de la extensión



y siendo únicamente la materia ponderable la que manifiesta los sonidos, las ondas sonoras tienen por límites los de la atmósfera terrestre.  
Una vez sentadas estas premisas resulta necesario el

### CUADRO DE LOS SONIDOS MUSICALES.

Espacios proporcionales.	Nombres de las notas.	Vibraciones lineales en razón inversa de los espacios y directa de los sonidos.	Vibraciones de superficie.	Vibraciones de volumen.
14	Do	7	49	343
13'22 &	Do s°	7'41 &	54,90 &	407,827 &
12'47 &	Re	7'86 &	61,77 &	485,078 &
11'77 &	Re s°	8'32 &	69,22 &	576,791 &
11'11 &	Mi	8'82 &	77,79 &	686
10'49 &	Fa	9'34 &	87,23 &	815,654 &
9'89 &	Fa s°	9'89 &	98	970,156 &
9'34 &	Sol	10'49 &	110,04 &	1153,582 &
8'82 &	Sol s°	11'11 &	123,45 &	1372
8'32 &	La	11'77 &	138,53 &	1631,308 &
7'86 &	La s°	12'47 &	154,80 &	2240,312 &
7'41 &	Si	13'22 &	174,76 &	2307,164 &
7	Do	14'	196	2744

Por el cuadro anterior se percibe: 1° Que en la serie proporcional de los sonidos de la escala cromática, comenzando por el do fundamental y terminando por el do de la octava, los espacios que dividen los sonidos son todos proporcionales entre sí, en razón del número de sonidos.

2° Que el número de vibraciones para cada sonido está en razón directa creciente desde el do fundamental, hasta el do en octava de la escala.

3° Que el número de vibraciones se duplica en cada octava.

4° Que en las vibraciones lineales todos los números son fraccionales excepto en el sonido fundamental y su octava.

5° Que en las vibraciones de superficie hay tres números alicuotas: el fundamental, la octava y su término medio.

6° Que en las vibraciones de volumen en las ondas sonoras hay cuatro números alicuotas; el fundamental, la octava, y sus dos términos medios.

A la escala proporcional de los sonidos, no sólo la tengo dibujada sino dispuesta con trastes de relieve con alambres sobre una caja armónica con cuerdas, á la que di el nombre de geometrina, la cual produce, en mi concepto, los sonidos tanto de la escala cromática, como de la diatónica, con la mayor corrección y pureza.

Empero, en esta cuestión de las vibraciones de los sonidos y del número relativo de ellas, siendo puramente física, creo que estoy rectamente en consideración á los trece sonidos de la escala cromática, como los términos proporcionales de una progresión, pero cuando se trata de su efecto musical, dejo la decisión de éste al gusto y al oído de los profesores del arte.

En cuanto á la capacidad del oído para percibir los sonidos absolutos, gra-

ves y agudos, se han hecho varios experimentos por distintos físicos, cuyos resultados son variables.

De los experimentos de Savart, resulta que una barra de hierro produciendo siete vibraciones al segundo, todavía da un sonido perceptible aunque sumamente grave. Despretz halló con la Sirena, sonidos agudos bien perceptibles con 36,000 vibraciones al segundo.

Tomando yo estos límites como aproximados, creo que se pueden establecer las dos progresiones siguientes:

*Progresión morfológica de las vibraciones de los sonidos de una octava cromática* :: 7 : 7,41 :: 7,86 :: 8,32 :: 8,82 :: 9,34 :: 9,89 :: 10,49 :: 11,11 :: 11,77 :: 12,47 :: 12,22 :: 14.

En esta progresión debe tenerse en cuenta el que sólo los dos extremos coinciden en el sistema decimal con números alicuotas, pero todos los demás son fraccionales.

*Progresión de los sonidos audibles con la duplicación sucesiva de las escalas* :: 7 : 14 :: 28 :: 56 :: 112 :: 224 :: 448 :: 896 :: 1792 :: 3584 :: 7168 :: 14336 :: 28672.

Según la progresión anterior se ve que duplicando doce veces el sonido fundamental absoluto, se tiene el número de vibraciones que el oído humano es susceptible de percibir, desde los sonidos más graves hasta los más agudos. Los pianos fuertes más extensos, sólo tienen actualmente siete y media octavas, y las orquestas mejor instrumentadas, aún no llegan á la doce, que como se ve marcan el límite de la percepción acústica del hombre. (\*)

Creo que con todo lo expuesto hasta aquí en acústica he probado: que los sonidos son sólo movimientos vibratorios anormales, producidos entre los normales del Armónico, los cuales sólo son perceptibles en la materia ponderable, y sentidos por nervios especiales en los seres organizados para escucharlos, pero principalmente por el oído musical del hombre.

Los fenómenos producidos por la bocina, por los tubos sonoros, por las varillas y por las placas, confirman la teoría armónica, en mi concepto, de una manera absoluta.

La bocina aumenta el volumen del sonido producido por la voz humana, á términos de percibirse las palabras á considerable distancia. En este instrumento, el pabellón tiene la propiedad, como en todos los instrumentos de cobre, de amplificar el área de las vibraciones armónicas promovidas en el tubo por medio de la embocadura.

Los tubos sonoros presentan fenómenos solamente explicables por la teoría armónica. En efecto: en un tubo abierto, provisto de un aparato para producir dentro de él vibraciones sonoras, se produce primero el sonido fundamental, y reforzando gradualmente las vibraciones se oyen los sonidos según los números impares 1, 3, 5, 7, 9, etc., y ya he demostrado al tratar de la gravedad que estos números son en el Armónico los resultantes de las corrientes

(\*) En 1855 publiqué en París una nueva notación musical, con objeto de simplificar el aprendizaje de la música, y de leer fácilmente las marcas escritas por mi piano melográfico. En dicho opúsculo exhibí también un dibujo morfológico que manifiesta las evoluciones vibratorias del Armónico, para producir los sonidos musicales de las dos escalas: diatónica y cromática, á cuyo opúsculo remito al lector que desee mayores detalles acerca de este ramo de la acústica.



comprimientes, ménos las dilatantes, y por consecuencia la expresion de las vibraciones normales, así como la de la caída de los cuerpos en igualdad de tiempos.

Las placas vibrantes, en las cuales se pone una capa pareja de arena seca muy fina, si se toca cerca de ellas un sonido que esté á su unísono, principalmente con un arco de violin, la placa se pone en vibracion y la arena que se halla encima asume figuras morfológicas regulares, á virtud de los movimientos vibratorios del Armónico.

En las varillas vibrantes se encuentran, como en todos los sonidos, pruebas incontestables, no sólo de que éstos son producidos por los efectos del Armónico, sino además: manifiestan á la evidencia las cualidades que he descubierto y detallado de este fluido universal.

Si se fija en un banco por uno de sus extremos una varilla de vidrio de dos metros de largo y como de dos centímetros de diámetro, y se le frota con una graduada lentitud, con un trapo humedecido, luego que se atina con la velocidad necesaria, la varilla se pone en vibraciones longitudinales, produciendo un sonido; pero lo más notable del fenómeno es que en esas vibraciones la varilla se acorta y se alarga sucesivamente como una pulgada, lo que prueba que por sólo la débil fuerza del frotamiento con el trapo húmedo, el Armónico puesto en vibracion exteriormente, obra del mismo modo molecularmente entre los intersticios ponderables del vidrio produciendo el fenómeno indicado, al cual ninguna fuerza podría producir sin obrar á la vez en todas las moléculas del vidrio.

He procurado dar una idea algo detallada de los fenómenos acústicos producidos por los movimientos anormales del Armónico. Todos estos movimientos afectan los nervios especiales acústicos de los seres organizados para percibir las conmociones y vibraciones de aquel fluido universal. Por éstas, el hombre dotado de la palabra adelanta en sus conocimientos, y con las estudios que hace dentro y fuera de sí mismo, enriquece á la humanidad y contribuye en union de sus semejantes al progreso de la civilizacion y de la filosofía.

Así es como se percibe que el órgano del oído es provisto, especialmente en la especie humana, por un Creador bondadoso, previsor y Omnipotente, el cual, no sólo proveyó así al progreso gradual de la humanidad, sino que concedió á ésta los goces, en verdad, puros, sublimes y civilizadores, de la música.

### Meteorología.

No es mi ánimo escribir aquí un tratado de esta parte de la física que trata de los fenómenos que acaecen en la atmósfera, y de los aparatos mecánicos que se han inventado para registrarlos más ó ménos detalladamente.

Mi objeto en estas páginas es el demostrar la parte activa que el fluido universal Armónico tiene en la produccion de esos fenómenos, en los cuales el aire de la atmósfera es sólo la materia ponderable y pasiva que en ellos produce, por su misma inercia, determinados efectos.

Los meteoros se dividen en aéreos, acuosos y luminosos. Los aéreos comprenden á los vientos regulares é irregulares, los huracanes y las trombas. Los acuosos incluyen las nubes, las nieblas, la lluvia, el rocío, el sereno, la escarcha, la helada, la nieve y el granizo. Los luminosos son: el rayo, el arco-iris, y las auroras boreales.

Los vientos son muy variados en direccion y velocidad. La velocidad más

dia es de 5 á 6 metros por segundo de tiempo. Con 10, es viento fresco; con 20 es fuerte; con 30 es tempestuoso, y de 30 á 40 produce el huracán.

La atmósfera, como inerte, no puede ser la causa de los vientos, y en éstos sólo obra el aire como materia ponderable, trasportada por las corrientes normales ó anormales del Armónico. De aquí resulta que si en algun punto del planeta hay acumulacion de calorido, alhuy hacia ese punto una corriente de gravídio que con él se permuta, ó al cual reemplaza, por lo que ambos fluidos imponderables arrastran consigo, en la evolucion que verifican, á la materia ponderable de la atmósfera, es decir: al aire. Pero como á el Armónico sólo se le percibe por medio de la materia ponderable, es al aire al que se atribuye la causa de los vientos, determinada por la dilatacion en un punto y la condensacion en otro, por falta de equilibrio en la temperatura.

En efecto: ¿Cómo podrían atribuirse al aire las fuerzas enormes que des- arrolla el huracán, aún cuando se atribuyan á la tendencia de la atmósfera á nivelarse cuando se altera la temperatura? Si esta tendencia al equilibrio atmosférico fuese una propiedad del aire, ¿no sería esto dar á la atmósfera propiedades activas que como inerte no tiene?

En verdad que la variedad y fuerza de los vientos es una de las más importantes pruebas de la existencia del Armónico, dotado de las cualidades que tan repetidamente le tengo detalladas.

Interceptando la tierra á las corrientes gravídias y calorídias solares, y teniendo este planeta inclinado su eje de rotacion veintitres y medio grados, con relacion al plano de la órbita que recorre en un año, hay en la atmósfera dos causas regulares de alteracion en su temperatura: 1.ª La revolucion diaria en torno de su mismo eje, que sucesivamente presenta al calorido solar la superficie de revolucion terrestre. Y 2.ª La revolucion orbitaria por la cual prepondera el calorido solar en el hemisferio boreal desde el equinoxio de primavera hasta el de otoño, y desde éste al de primavera en el hemisferio austral.

Por la primera de estas causas, se producen los vientos regulares alisios, y por la segunda los monsoones.

Los vientos alisios soplan en ambos lados del Ecuador con alguna variedad en su direccion en las distintas épocas del año, propendiendo á seguir aparentemente la carrera diaria aparente del sol, de Oriente á Occidente, esto hace que la línea central de los vientos alisios, oscile hacia el Norte en nuestro verano, y hacia el Sur en nuestro invierno.

Esa línea central de los vientos alisios es de Oriente á Occidente, la cual se va gradualmente cambiando hasta cosa de los treinta grados, en los cuales es de NE á SO en el hemisferio boreal y SE á NO en el austral.

Hasta ahora se habia explicado la causa de los vientos alisios diciendo que: "Es el calor que produce de Oriente hacia Occidente la rotacion de la tierra. Elevado en la atmósfera el aire de las regiones ecuatoriales por efecto de este calor, lo reemplaza otro más denso que va de los polos al Ecuador. Por consecuencia, se producen constantemente en cada hemisferio dos corrientes de sentido contrario, una de aire caliente dirigida del Ecuador hacia el polo y que ocupa las altas regiones de la atmósfera, y la otra de aire frío dirigida del polo hacia el Ecuador y que reside en las regiones inferiores por su mayor densidad."

En la explicacion de los vientos alisios, se ha tomado naturalmente en cuenta la rotacion diaria del planeta, pues se dice que: "Si la tierra estuviese in-



móvil, las corrientes regulares de los vientos serían de los polos al Ecuador por los meridianos, pero que no puede ser así porque participando la atmósfera del movimiento rotatorio del planeta, á medida que la corriente salida del polo Norte avanza hácia el Sur, penetra en capas de aire de una velocidad de rotación mayor que la suya, y por tanto, avanza hácia Oriente más despacio que las capas que atraviesa. En consecuencia, se dirige tanto más al Oeste, cuanto más se acerca al Ecuador."

Esta explicación es la que era posible ántes del conocimiento del Armónico y de sus corrientes derivadas: gravídias, calorídias y electrídias.

Si la tierra estuviese inmóvil, el calorido solar dilatando el aire y promoviendo su permuta con el gravidio, promovería una corriente de viento hácia el Oriente en la mañana, y hácia el Occidente por la tarde, las que modificarían á las corrientes venidas de los polos al Ecuador. Pero, como queda ya demostrado al tratarse de la electricidad, que una parte de las corrientes calorídias y gravídias del sol interceptadas por la tierra en sus movimientos diurno y ánuo, toma la resultante del movimiento centrífugo, por el cual asume el planeta sus dos movimientos. Por consecuencia, la corriente eléctrica en más ú occidental, marcha con más velocidad que la en menos ú oriental, y que la diferencia de velocidad de ambas corrientes permutantes, es igual á la velocidad del movimiento compuesto de la tierra.

Ahora se percibe, que las corrientes de los polos al Ecuador obedecen á dos causas poderosas: el calor y la electricidad.

El calorido solar dilatando el aire hácia el Ecuador, eleva sus gases enrarecidos promoviendo al mismo tiempo la permuta con el gravidio que predomina hácia los polos, determinando una corriente de aire frío y condensado de éstos hácia el Ecuador.

Al mismo tiempo la electricidad, impulsando á la tierra de Occidente á Oriente, impulsa con el núcleo sólido terrestre á sus dos cubiertas, la líquida del mar, y la gaseosa de la atmósfera, pero, á la vez que la parte sólida del planeta obedece á dicho impulso con la solidaridad de su masa, no sucede lo mismo con su parte líquida y gaseosa.

En efecto: la diferencia molecular hace que los materiales líquidos y gaseosos del planeta no obedezcan las corrientes armónicas isócronamente con su parte sólida. Por consecuencia, los mares sufren un retardo que produce en ellos las corrientes ecuatoriales de Oriente á Occidente, las que por la natural reacción de equilibrio se dirigen también hácia los polos como sensiblemente se percibe en el gulf stream, ó corriente del golfo de México, que no sólo tiene el resultado del equilibrio hidrostático, sino también el de calentar los mares del Norte.

Del mismo modo, lo rarefacto de la atmósfera hace que ésta, aunque se mueve con una gran velocidad de Occidente á Oriente, acompañando á la tierra, sufra sin embargo un retardo por el cual avanza aparentemente con alguna velocidad, aunque muy inferior, de Oriente á Occidente, velocidad negativa que se hace sensible en los vientos alisios.

En efecto, la corriente positiva eléctrica, al permutarse con la negativa, siguiendo la dirección de Occidente á Oriente, impulsa las diferentes sustancias ponderables del planeta, según su constitución molecular, porque penetrando la electricidad todos los cuerpos, su impulso tiene una resultante perenne en la parte sólida, la que se mueve como de una sola pieza. En la parte líquida, como su textura molecular es más permeable; la velocidad mecánica que le im-

prime la electricidad es necesariamente algo menor que la de la parte sólida, por disminuirse algo la potencia eléctrica al encontrar intersticios moleculares permeables, entre los elementos ponderables del agua, por los cuales parcialmente penetra sin efecto mecánico impulsivo.

Este fenómeno que produce mecánicamente un retardo en el movimiento de los mares de Occidente á Oriente, es mucho más notable en el mismo movimiento de la atmósfera, por hallar en ella la corriente occidental eléctrica mucho mayores intersticios moleculares, los cuales penetra con mayor pérdida de impulso mecánico. Así es que la velocidad de Occidente á Oriente en la atmósfera, como es menor que la del Océano, y la de éste que la del núcleo sólido de la tierra, hace que los vientos alisios y las corrientes ecuatoriales marinas, tongan la apariencia y los efectos mecánicos de verdaderas corrientes de Oriente á Occidente, con más velocidad en la atmósfera que en la mar.

Estas corrientes se modifican por varios motivos: 1º Por la configuración de los continentes y por la oposición mecánica que ellos presentan á las aguas, así como sus montañas á los vientos. 2º Por las oscilaciones diaria y anual que sufre la temperatura de las diferentes zonas geográficas del planeta. Y la 3ª, por la combinación de los movimientos de la tierra con los de su satélite, la luna, lo cual causa también el flujo y reflujo de los mares, como demostraré en la parte astronómica de esta obra.

Si á todas estas causas normales que actúan al planeta, se agregan las anormales debidas al metamorfismo peculiar ó local de éste, se tienen ya determinados los motivos de la irregularidad de los vientos, tanto en su dirección como en su intensidad, sobre todo en las zonas templadas.

Sin embargo, á pesar de esta irregularidad se ha observado que los vientos tempestuosos tienen por lo común un movimiento rotatorio, primero de *E á O*, después de *S á N*, en seguida *O á E*, y por último de *N á S*, es decir, dando una vuelta como las manos de reloj; de derecha á izquierda en el hemisferio boreal, y á la inversa en el hemisferio austral. Estos vientos vertiginosos tienen su diámetro muy variable, pero se observa que en todas ocasiones son una amplificación del movimiento vibratorio del Armónico que gira con una esférica de eléctrica de Oeste á Este, otra magnética de Norte á Sur, otra eléctrica de Este á Oeste, y al fin otra magnética de Sur á Norte. Este movimiento giratorio es el mismo en el péndulo rotatorio de Mr. Foucault en este hemisferio.

He entrado en estos detalles para demostrar que el Armónico no sólo obra en la materia ponderable como una fuerza activa y metamórfica, sino que siempre que las circunstancias locales lo promueven, el movimiento molecular de las esféricas, se observa aún en los vientos anormales y los huracanes.

Tal es el hecho que con el nombre de ley de los vientos han dado Dove en Berlin, y que ántes, con veinte años de práctica, han verificado los marinos ingleses recordados por el coronel Lloid. En Greenwich, se ha comprobado desde 1º de Enero de 1851 en doce años, hasta 1863, que la veleta ha señalado 166 rotaciones más en el sentido dicho que en el opuesto. De estos doce años sólo forman excepción dos de ellos, 1853 y 1860 habiendo en cada uno de ellos dos rotaciones de más en el sentido contrario. La grande importancia que resulta para la navegación el conocimiento de lo que se llama: *la ley de las tempestades*, ha hecho que al curso general de los vientos se dedique una atención muy particular en todos los observatorios meteorológicos modernos.

Habiendo hablado sobre la dirección de los vientos y la relación que ella guarda con las corrientes del Armónico en el planeta, (relación análoga á la que



se observa en los planetas superiores por medio de sus bandas), debo ahora hablar algo acerca de los efectos de los vientos.

Cuando se observan los estragos del huracán, ante cuya fuerza nada resiste, y que derriba los edificios, arranca de raíz los árboles más corpulentos y mueve de su sitio aún los peñascos, se percibe que esa fuerza es superior á la que podría producirse por sólo el movimiento atmosférico.

Esto tiene su demostración directa en las grandes tempestades marinas. Se sabe en física que la columna atmosférica se equilibra en peso con una columna de mercurio de treinta y una pulgadas de alto, lo cual se demuestra con el barómetro. También se equilibra con una columna de treinta y dos pies de agua.

Ahora bien, en todas las tempestades baja el mercurio mas ó ménos, es decir, que por causas meteorológicas la columna de aire atmosférico pesa ménos. Consecuentemente, cuando el barómetro desciende de cuatro á cinco pulgadas es una terrible tempestad, pero si el volumen de las olas del mar creciese en razon inversa del descenso del barómetro, ellas sólo se elevarían de cinco á seis pies sobre el nivel ordinario del mar. Pero las olas, en esas grandes tempestades se elevan á veces á cuarenta y cincuenta pies de altura, luego la fuerza que las eleva es muy superior á la que representa la presión atmosférica.

Tampoco puede decirse que el solo frotamiento del aire sobre la superficie del agua sea suficiente á levantar el enorme peso de las olas.

Así, pues, la causa eficiente de las tempestades y de la fuerza colosal que desarrollan, es el Armónio en sus corrientes anormales. La aglomeración de calorido en un lugar obra de dos maneras principales, la primera, promoviendo hácia aquel punto corrientes anormales de gravido, y la segunda dilatando el aire. Los gases de éste, una vez dilatados, se elevan hácia las altas regiones de la atmósfera, dilatando á ésta, la que así pesa ménos, y por consecuencia baja el mercurio en el barómetro.

Como las evoluciones de la materia ponderable son visibles y sensibles, á la vez que las del Armónio no lo son, en la ignorancia de la existencia de este fluido y de sus cualidades activas, se ha dotado de acción á la materia ponderable sin tomarse en cuenta no sólo su inercia, sino también su peso, y hé aquí lo débil ó ineficaz de las hipótesis ideadas hasta ahora para explicar muchos fenómenos naturales, y entre ellos los vientos. Pero una vez conocido el Armónio con sus cualidades de incompresibilidad, inelasticidad, inalterabilidad y movilidad absoluta. Sabido además que entre los intersticios de las esférides está la fuerza elemental activa y metamórfica, que de su acción resultan los variadísimos fluidos imponderables con sus cualidades intrínsecamente activas, y en fin, que el Armónio dotado de todas esas cualidades llena el universo y necesariamente los intersticios de la materia ponderable, por lo que el vacío es verdaderamente imposible, se percibe al momento que la materia inerte tiene que obedecer, tanto á las corrientes normales de dicho fluido universal, cuanto á las anormales, interin éstas se refunden ó disuelven en aquellas.

Y tal es la causa de los vientos desde la simple brisa, hasta el más poderoso huracán.

En las grandes tempestades, es el fluido anormal el que pone en movimiento no sólo la atmósfera, sino también las aguas del mar. Las esférides agitas penetran con su movimiento á éste, á mayor ó menor profundidad, y así levantan las olas cual montañas movedizas, y presentan á veces todos los terribles fenómenos de los ciclones.

Pero aún hay más: á ocasiones es sólo el Armónio submarino el que por causas locales se pone en movimiento, sin que la atmósfera pierda su calma normal, y entónces hay esa mar gruesa y agitada, sin que la preceda ni acompañe el viento, y á veces se levantan por motivos semejantes olas gigantes que suelen invadir los continentes, llevando y dejando sobre ellos embarcaciones colosales, á considerables distancias de la playa.

Los fenómenos más notables de la fuerza inconstable del Armónio en movimiento anormal, se palpan en las trombas, tanto terrestres como marinas. Este fluido, puesto por cualquiera causa en movimiento vertiginoso, forma esas columnas en sí mismas invisibles, pero que se hacen visibles por la materia ponderable que las acompaña.

En el mar, las trombas presentan el espectáculo de una nube que toma la figura cónica de un embudo, á la vez que el mar presenta la misma forma invertida, es decir, la de un embudo cuyo tubo de salida mira hácia la nube. Entónces se establece un movimiento vertiginoso en que el agua del mar asciende á la nube, allá se evapora dominada por el calorido, á la vez que los vapores de la nube condensados por el gravido, descienden á la mar. De este modo camina el terrible meteoro, hasta que la corriente vertiginosa anormal del Armónio cesa en su movimiento, asumiendo el orden de las corrientes normales, y abandonando la materia ponderable que había elevado, ésta se desploma de súbito, causando con su caída los estragos físicos y mecánicos que suele el hombre resentir y deplorar.

En las trombas terrestres, el movimiento vertiginoso del Armónio, como no tiene un líquido que elevar, eleva columnas de arena en los desiertos; mas en los países poblados, suele arrasar los edificios, destruir las sementeras, arrancar los árboles y elevar en la atmósfera objetos pesados.

Estos movimientos anormales del Armónio, como circunscritos á su vez, á determinadas localidades, perturban también localmente las corrientes normales. Así es que los vientos muy fuertes, y sobre todo, los huracanes, modifican las corrientes gravidas, y los cuerpos pesados no caen perpendicularmente sobre la tierra, sino que su caída es oblicua por una resultante, en la cual la fuerza del viento modifica la de la gravedad.

Las nubes son fenómenos que se califican de meteoros acuosos, dividiéndose en cirrus, nimbus, cúmulos y extratus, conforme la forma que tienen y la altura á que aparecen.

Halley, fué el primero que propuso la hipótesis de los "vapores vesiculares, reducida á suponer que las nubes están formadas por una porción de vesículas sumamente pequeñas, huecas como las burbujas de jabón, llenas de un aire más caliente que el ambiente, por un efecto de absorción del calor solar; de esta suerte estas vesículas flotarían en la atmósfera á manera de pequeños globos aerostáticos," formando las nubes.

Monge contrarió esa teoría y expuso: "que las nubes y las nieblas están formadas de gotitas en extremo pequeñas, macisas y flotantes en la atmósfera á consecuencia de corrientes ascendentes de aire cálido, del mismo modo que el polvo ligero es elevado por los vientos."

No comprendo cómo estas dos teorías se han hecho una mútua guerra, porque en realidad la una no excluye á la otra.

En la práctica, por la observación se tienen los datos de existir el agua en la atmósfera, en los tres estados de sólida, líquida y acríforme ó sea en vapores, lo cual conduce á la siguiente teoría armónica.



En el estado de vapores visibles, el agua cubre como con la forma celular á las estériles caloridias, y del conjunto de las vesículas acuosas así sostenidas por el calorido en la atmósfera, resultan las nubes: blancas, cuando se refleja en ellas la luz solar, y oscuras cuando se interponen entre la luz y el ojo. De la condensacion de las nubes, resulta la lluvia.

En el estado líquido, el agua se sostiene por el calorido en los intersticios del aire en el estado de gotas pequeñísimas, tan ténues que su peso no es bastante para vencer la cohesion de los gases. De la reunion de esas gotitas resultan otras mayores que por su peso ya considerable, determinan tambien la lluvia.

En el estado sólido, se sostiene el agua en la atmósfera en formas cristalinias, formando los rudimentos de la nieve, la cual, por aglomeracion, forma los copos que vuelan en las diversas direcciones que el viento les imprime en su caída, hasta reposar sobre el suelo, produciendo las nevadas, y la nieve vista con microscopio, presenta multitud de cristalitos diversos, pero todos exagonales.

Por último: el agua existe á veces en la atmósfera en la forma de agujitas, ó en la de polidritos de hielo, los que caen produciendo la escarcha, cuando han tomado un volúmen competente.

En todas estas transformaciones del agua obran las corrientes del Armónio, las cuales en la constante permuta de las gravidades con las caloridias, producen en el agua evoluciones, por las cuales, de una parte del líquido se apoderan las primeras, y de otra las segundas. Así es como se explica el hecho de que ven elevarse vapores aún del mismo hielo, en corta cantidad, es verdad, porque tambien en corta cantidad lo penetran las corrientes gravitadas para transformarse en caloridias dentro de su sustancia.

Entre los meótoros acuosos hay uno muy notable: el granizo, cuya explicacion se ha abandonado por los físicos, á causa de no hallarse una sola teoría satisfactoria de este fenómeno.

En efecto, el granizo varía mucho en sus dimensiones, desde las muy pequeñas hasta aquellas que constituyen la piedra. En ésta el tamaño suele llegar hasta el de un huevo de paloma, y aún el de una gallina; pero en las granizadas excepcionales de 1878 y 1879, han caido granizos de 13 y de 14 onzas de peso.

Ahora, tomando un granizo y exfoliándolo se ve que consta de capas concéntricas de hielo, tanto más numerosas, cuanto mayores son las dimensiones del conjunto, y por consecuencia, más tiempo ha dilatado para formarse y caer, y por lo tanto sobreviene para su explicacion esta pregunta. ¿Qué causa puede detener al granizo en el aire el tiempo suficiente para tomar tan grandes dimensiones? Y aún cuando se eludiese el problema diciendo que el frio de la atmósfera superior daba á el agua, helándola instantáneamente, las dimensiones aún de la piedra, resultan á esa explicacion las objeciones siguientes. Si el frio atmosférico produce la instantánea formacion del granizo, ¿por qué no cae en esta forma siempre el agua de las nubes? ¿Por qué el granizo es muy raro y casi nunca visto en el invierno, á la vez que es muy frecuente en el verano, época en la cual la atmósfera es mucho más cálida? ¿Por qué, en fin, no es el granizo formado de un sólo poliedro de hielo, única forma que convendría á una cristalización instantánea del agua, sino que presenta la estructura irregular de capas concéntricas que demuestran que ha habido sucesion al formarse?

La formacion del granizo trae consigo fenómenos muy marcados. Casi siempre procede de nubes tempestuosas y aisladas, acompañadas de vientos vigorosos y encontrados. En esas nubes, frecuentemente muy opacas y amenazadoras, se oye un ruido trepidatorio y continuo, semejante al que producirian muchos carros rodando sobre un empedrado, cuyo ruido cesa luego que está bien establecida la caída de los granizos.

Tales son los fenómenos que presenta este temible meteoro, cuya explicacion es no solamente obvia en la física armónica, sino además presenta una prueba más de la existencia y cualidades del fluido universal Armónico.

Tengo ya demostrado en esta obra, que la causa de la gravedad comprobada con todos los fenómenos que presenta la caída de los cuerpos, es el fluido universal Armónico, constituido en gravido al dirigirse hácia los núcleos celestes, y que luego que los toca y las actúa astronómica y metamórficamente, retornan esas corrientes hácia el espacio convertidas en calorido.

Tambien tengo demostrado que un movimiento anormal que produzca corrientes diversas de las normales aísla los cuerpos del calor, como se demuestra en el estado esferoidal de los líquidos, y tambien, en su caso, los aísla de la gravedad, como se percibe en varios fenómenos, pero más visiblemente en el giróscopo en movimiento.

Pues bien, en la formacion del granizo, la Naturaleza ejecuta en grande escala lo que el hombre exhibe en pequeño con sus aparatos en movimiento.

Por causas locales de cambios de temperatura, suelen las corrientes gravitadas del Armónio, perturbar en parte su movimiento de concentracion hácia la tierra, y convertirse en corrientes, unas veces horizontales, otras tempestuosas, y otras vertiginosas, envolviendo las nubes en los mismos momentos de condensarse los vapores en agua. Dichas corrientes anormales sustraen con mayor ó menor intensidad, y por más ó ménos tiempo, de la acción de las gravitadas á el agua, la que expuesta al frio atmosférico de las altas regiones ó de las altas latitudes, se congela y permanece sin caer, pero con un movimiento acelerado que hace se le agreguen á cada núcleo de hielo nuevas capas adherentes de agua helada, formándose así granizos tanto mayores, cuanto más tiempo dura la evolucion anormal, los cuales chocando entre sí en su rápido movimiento, producen el ruido especial que se les escucha, hasta que la corriente anormal del Armónio se disuelve en las normales, y el granizo cae arrastrado hácia la tierra por las corrientes gravitadas normales.

Hay meteoros luminosos en los cuales las anormales del Armónio, que en la congelacion del agua presentan los fenómenos del granizo, en otras circunstancias exhiben los fenómenos de mirage.

Entre dos corrientes, perturbada la una y normal la otra, del mismo fluido Armónico, presenta este fluido á la vista una division en capas horizontales, semejantes á un espejo, en el cual se reflejan objetos distantes que no se ven directamente por la interposicion de otros en el estado normal.

Este fenómeno suele tener por causa la diversidad de la temperatura entre la atmósfera que toca al suelo y aquella un poco más elevada, como sucede en el Egipto con frecuencia, en donde las corrientes armónicas perturbadas, presentan sobre la tierra la superficie ilusoria de un espejo, con la apariencia notable de un lago. En otras ocasiones el mirage muy alto, presenta reflejados, y por consecuencia inversos, objetos distantes que no pueden verse directamente.

Habiendo ya en su lugar hablado del rayo y de la chispa eléctrica, sólo me



resta decir de estos meteoros, que ellos son producidos, el primero por corrientes anormales de Armónio produciendo las tempestades naturales, en que las dos electricidades se separan por efecto del rosamiento de los vapores de las nubes con los gases de la atmósfera, reuniéndose de nuevo súbitamente en el rayo con los resultados metamórficos de la recomposición explosiva del fluido neutro. Igual cosa, aunque en menor escala, resulta en las máquinas eléctricas en que la tempestad, ó sea la aglomeración en los condensadores de una de las electricidades es artificial, y que al recomponer el fluido neutro produce la chispa eléctrica.

Las auroras boreales, no son otra cosa tampoco, sino tempestades ó corrientes anormales, por las cuales se perturba el movimiento vibratorio producido por la permuta normal de las corrientes eléctricas y magnéticas, haciéndose las primeras visibles por su aglomeración luminosa en las altas regiones de la atmósfera, y como ellas normalmente determinan los polos magnéticos, obrando en el planeta como hilos conductores circulares de un inmenso solenoide, en la perturbación anormal de las auroras boreales, se agitan las agujas magnéticas y aún á veces hacen cambiar más ó menos permanentemente la dirección de ellas, y por consecuencia el meridiano y polo magnético.

En cuanto al arco-iris, ese espléndido meteorito que parece en efecto como una promesa de paz y felicidad hecha al hombre, y como un ornamento magnífico de la Naturaleza, creo que se halla bastante bien explicado en las obras modernas de física.

En efecto, he procurado estudiar la doble refracción y la reflexión que los rayos del sol sufren en cada gota de agua del rocío depositado en la madrugada sobre las hojas de las plantas, y he hallado que los diversos colores del espectro son distintos á diversos ángulos de reflexión, y refracción, por lo que en la lluvia iluminada por el sol poniente, ó levante, pero siempre á menos de 45° de altura, aparecen los colores del espectro en la lluvia, por reflejar cada gota un distinto color según el ángulo en que se la mira.

En cuanto á la multiplicidad de los arco-iris, no creo que los físicos han investigado bien en su causa.

En efecto, hay veces en que sólo se ve un arco, otras dos, con colores invertidos, otras tres, y hay ocasiones en que dos arcos están tan cercanos uno del otro, que confunden sus colores y el orden y número de sus bandas.

Según el estudio que he hecho de la multiplicidad de los arco-iris, creo que consiste en la causa siguiente:

Quando hay un sólo arco-iris, éste proviene de la reflexión y doble refracción, en las gotas de agua de los rayos del sol, pero si penetran por entre una abertura de nubes, resultan los fenómenos siguientes:

1° Así como cuando los rayos del sol pasan por entre las hojas de los árboles, la luz que proyectan en el suelo es siempre redondeada, del mismo modo, cuando los rayos del sol pasan por entre las irregularidades de una abertura de nubes, la luz que ilumina al telón de la lluvia, siempre es redondeada.

2° La luz directa del sol al pasar por los bordes de las nubes cuya abertura penetra, se refleja en ellos, y esa luz refleja va á producir sobre el telón de la lluvia otro arco exterior, necesariamente con los colores invertidos como siempre acaece con los producidos por la luz refleja, con relación á los que produce la luz directa.

3° El arco interior de la luz directa y el exterior de la luz refleja, distan tanto más entre sí, cuanto mayor es la abertura de las nubes por donde pasan

los rayos del sol, habiendo un límite en dicha abertura para producir el arco-iris reflejo, por lo que si ese límite se traspasa, la reflexión de la luz deja de ser eficaz y ya no produce arco-iris.

4° Cuando además de una abertura de nubes pasan los rayos solares reflejándose por entre los bordes de dos ó más aberturas de nubes, se producen en el telón de lluvia dos ó más arco-iris de luz refleja, de más en más débiles, como deben resultar de la división y por lo tanto, de la debilitación de la luz directa del sol.

### Climatología.

Se ha dado este nombre en las obras de física al estudio de las temperaturas termométricas: máxima, media y mínima, de cada zona del planeta y del mayor número posible de localidades, para de este modo deducir el promedio de todos, y por sus resultados conocer la temperatura propia de la tierra.

Como semejante trabajo es tan laborioso y está necesariamente consignado á una multitud de observaciones necesarias y lentas, para llenar un objeto tan vasto, á pesar de haberse multiplicado en los últimos años los observatorios meteorológicos en todas las naciones civilizadas, aún no se tienen todos los detalles climatológicos que son precisos, y sólo se han trazado, hasta donde ha sido posible, las líneas isotérmicas de latitud y de altura en el planeta.

Una multitud de causas locales influye en los cambios de temperatura, lo cual ocasiona que ésta sea muy variable, principalmente hacia las zonas templadas del planeta.

Pero entre esas causas hay cinco que han sido reconocidas desde hace mucho tiempo, y una más, que yo ahora doy á conocer.

1° La latitud del lugar. 2° Su altura sobre el nivel del mar. 3° La dirección de los vientos. 4° La época de las lluvias. 5° La proximidad de los mares. Y 6° y principal, las corrientes armónicas, gravitadas y caloridas.

Arriba, al tratar de la electricidad, he demostrado que ésta es el resultado de la interceptación que la tierra verifica de las corrientes armónicas propias del sol, por lo que estando éstas, interceptadas por el núcleo terrestre y modificadas por las corrientes armónicas propias de la tierra, una parte de las solares sufren también una modificación en su manera de permutarse, y de resultantes vibratorias rectilíneas, pasan á serlo curvilíneas, dotadas del movimiento centrífugo, productor en la tierra de las electricidades Oeste y Este, las que al permutarse impulsan á la tierra, ocasionando los dos movimientos, rotatorio y orbitario de este planeta.

Esto recapitulado, resulta que la tierra obedece: primero, á sus corrientes propias gravitadas y caloridas. Segundo, á las corrientes gravitadas y caloridas solares que intercepta. Tercero, á la parte de las corrientes solares que asumen el movimiento centrífugo produciendo la electricidad. Y cuarto, á los fluidos imponderables producidos por la interceptación de las corrientes de los demás astros, no ocupándose por ahora de estas últimas, porque debido á la relativa pequeñez de unos, y á la lejanía de los otros, su influencia en la temperatura terrestre es sumamente pequeña.

Las corrientes propias de la tierra necesariamente influyen en su temperatura, porque siendo el gravitido, al tocar á la tierra, el que se convierte en calorido para retornar hacia el espacio, permutándose ambos en movimiento vibratorio, si no hubiese en el universo otro astro que la tierra, ésta, sostenida



en equilibrio estable, tendría una temperatura média constante, y esta temperatura estaría equilibrada tanto en los valles como en las altas montañas, porque como el gravitio al concentrarse aumenta su velocidad segun el cuadrado de las distancias que recorre, el calorido á la inversa, disminuyendo su velocidad, en todos los puntos del espacio en torno de un astro único, se hallarian compensadas ambas corrientes del Armónico, y la temperatura resultaría siempre compensada y en término medio, decreciendo sólo hácia las alturas.

Empero, no sucede esto en la tierra actual. Interceptando ésta, las corrientes gravitadas y caloridas solares, del lado del sol, se siente el calorido ó calor que viene de este astro, y del lado opuesto se siente su gravitio ó frío, y hé aquí la causa de las alternativas de temperatura del dia y la noche, así como del verano y el invierno.

Una vez esto comprendido, véase más detalladamente la manera con que las corrientes solares influyen en la temperatura terrestre.

Si el eje de rotacion de la tierra, en vez de tener veintitres grados veintisiete minutos de inclinacion, con relacion al plano marcado por su órbita anual, con respecto al sol, fuese perpendicular á este plano, llamado de la ecliptica, habria constantemente los fenómenos siguientes: 1.º Hácia el ecuador terrestre el calor sería el máximum constante, porque recibiendo los rayos del sol perpendiculares, éstos modificarían al gravitio terrestre, modificando y calentando sus corrientes mezcladas con las caloridas solares. 2.º Al retornar estas corrientes perpendicularmente de la tierra hácia el espacio, decrecerían en su intensidad termal, segun los cuadrados de las distancias que recorriesen. 3.º Por consecuencia, serían, como son, más activas y cálidas en los valles y á la orilla del mar, que en las alturas, decreciendo rápidamente sus efectos caloríficos, á términos de encontrarse en las alturas, pequeñas cual éstas son comparadas con el rádio de la tierra, la nieve perpétua. 4.º A partir del Ecuador hácia los polos, los rayos del sol irían encontrando en la superficie esférica de la tierra un ángulo de reflexion de más en más oblicuo, por lo que el calorido solar obrando á cada grado de latitud menos perpendicularmente, disminuiría, como disminuye su energía calorífica, hasta que en los polos tendrían los rayos solares su menor accion termal directa. 5.º En cuanto á la accion refleja, siendo ésta constantemente proporcional á la directa, por ser los ángulos de reflexion, iguales á los de incidencia, continúa el calorido reflejándose de grado en grado con menor intensidad; así es que la nieve perpétua que en el Ecuador se tendría á la altura de seis mil metros, en el polo se hallaría al nivel del mar. Esto hace que en la actualidad, estando los Alpes, con corta diferencia entre el Ecuador y los polos, se halle en ellos la nieve perpétua, asimismo de un modo proporcional entre los polos y el Ecuador.

Si siguiendo la hipótesis de coincidir el Ecuador terrestre con el plano de la ecliptica, la temperatura sería en todas las localidades, proporcional á su latitud geográfica, así es que la nieve perpétua cuyo límite inferior se hallase bajo el Ecuador á seis mil metros de altura, se encontraría al nivel del mar en el polo, coincidiendo las causas de latitud y altitud, para helar el agua.

En tales circunstancias, suponiendo, lo cual es muy cercano á la verdad, que la temperatura média del Ecuador sea de unos treinta grados del centígrado, habria un descenso regular de un tercio de grado termométrico para cada grado de latitud geográfica.

He tomado en cuenta en esta hipótesis, solamente á las corrientes calorí-

dias del sol calentando á la tierra, sin tomar en consideracion á las gravitadas que la enfrían, porque en la permuta molecular de ambas, son las caloridas las que se hacen perceptibles en la resultante de temperatura termométrica en el planeta.

He examinado la temperatura de la tierra si ésta fuese homogénea en sus materiales, ó por lo ménos en su forma y se hallasen distribuidos con igualdad sus mares y continentes en ambos hemisferios, cuyas circunstancias traerían por consecuencia: primero, que su órbita anual en rededor del sol, sería circular en vez de elíptica; y segundo, que el eje de su revolucion diaria fuese perpendicular al plano de su órbita, circunstancias que no existen en ninguno de los planetas del sistema solar, por lo que es necesario concluir, el que todos ellos tienen irregularidad en sus materiales y forma, como voy á procurar demostrar suscintamente, porque la demostracion detallada de la causa de la elipticidad de las órbitas planetarias tiene su lugar natural en la parte astronómica de esta obra, en donde se hallará repetida.

Examinando geográficamente á la tierra se ven en su superficie variedad de materiales ó irregularidad en su colocacion. En efecto, tomando éstos en los dos grandes grupos de tierras y mares, se ve no sólo el que éstos son mucho más extensos que aquellas, sino ademas, el que el hemisferio boreal está ocupado de preferencia con la superficie sólida, y el austral con la líquida del planeta.

Ademas, si al cuadrante de latitud se le considera como dividido en 90°, se ve asimismo que siendo la inclinacion del eje de la tierra de 23°27', hay una proporcionalidad notable, pues haciendo T los terrenos secos y A los cubiertos con agua, L la latitud total del cuadrante de 90°, é I la inclinacion del eje de la tierra igual á 23°27' tendremos:

$$-T : A :: I : L \text{ ó sea } \frac{A \cdot I}{T} = L$$

En efecto; 23°27' es cercanamente la cuarta parte de 90° y del mismo modo, midiendo geográficamente la superficie de los terrenos sólidos del planeta, se ve que ellos resultan tambien cercanamente la cuarta parte de la superficie de los mares.

Una vez el estudio hidrográfico llevado á este punto, resulta cierto el que la inclinacion del eje del movimiento diurno de la tierra, con relacion al plano de su revolucion anual, es el resultado de la diferencia entre la superficie de sus continentes y la de sus mares, como voy á probar.

Por tanto, véase el efecto que esta inclinacion del eje terrestre produce en la curva cerrada de la órbita terrestre.

En el solsticio de verano presenta la tierra á los rayos del sol, es decir: á sus corrientes caloridas el polo ártico con el máximum de inclinacion. Por consecuencia, presenta el hemisferio antártico á las corrientes gravitadas solares, pero como éstas encuentran mayor cantidad de mares adonde una gran parte de las esféricas se refringe, obran con ménos energía que las caloridas, pues éstas hallando la parte sólida del planeta, antes de reflejarse lo impulsan, de cuyas circunstancias resulta que la tierra se aleja del sol, constituyendo su afelio.

En el solsticio de invierno, resulta lo contrario, las corrientes caloridas del sol hallan perpendicularmente la superficie de los mares del hemisferio austral y se refringe una parte de ellas en las aguas; al paso que las corrientes gravitadas solares, encuentran perpendicularmente los terrenos sólidos y por consecuencia, acercan el planeta al astro central, constituyendo el perihelio.



En los equinoccios de primavera y de otoño, la tierra se encuentra casi á igual distancia del sol, y las corrientes de este astro actúan al planeta casi con igualdad con respecto á su distancia, por lo que las irregularidades de la tierra unidas á la perturbacion que sufren los modos de ésta, sólo se descubren en sus efectos por ser la estacion de otoño un poco más larga que la de primavera.

De todo lo expuesto, resulta que la órbita de la tierra no es circular, sino una especie de eclipse excéntrica, cuyo foco único está ocupado por el sol, resultando en esta forma igualmente ciertas las leyes de Kepler, como en las órbitas perfectamente elípticas, cual digresivamente aquí expongo.

En efecto: como el gravidio solar, obrando sobre la superficie sólida de la tierra desde el solsticio de verano hasta el de invierno, va acercando este planeta al sol, hasta el perihelio, y como por una natural reaccion, el caloridío solar repele la tierra por su misma parte sólida hasta el afelio, resulta que el planeta describe una curva cerrada elíptica, en la cual los rádios van acortándose hasta el perihelio, y desde éste alargándose hasta el afelio, teniendo siempre por centro al sol, y como la acción tangencial ó eléctrica de este astro decrece según los cuadrados de las distancias, el efecto armónico de estos fenómenos es: Que la tierra aumenta su velocidad hácia el perihelio y la disminuye hácia su afelio, por lo que las leyes de Kepler resultan modificadas del modo siguiente:

1° La tierra circula anualmente en rededor del sol, en una curva cerrada elíptica excéntrica, en la cual todos sus rádios concurren en el sol como centro comun.

2° Por lo tanto: en igualdad de tiempos la órbita terrestre describe áreas iguales.

3° Y por tanto: el cuadrado de la revolucion terrestre es proporcional al cubo del término médio de los rádios de su órbita con respecto al sol como su centro.

Esta modificacion de las leyes de Kepler resulta igualmente cierta en todos los planetas.

Como la inclinacion del eje de la tierra hace que presente al sol este planeta perpendicularmente, cada día una distinta línea espiral que se dirige desde el afelio en nuestro verano, hasta el perihelio en nuestro invierno, retorna en sentido opuesto, oscilando (aparentemente) el sol 46°, 54' seis meses hácia el hemisferio boreal y otros seis al austral.

Hé aquí por qué el Ecuador termal oscila de Norte á Sur, y del Sur al Norte del Ecuador geográfico, del mismo modo que oscilan los polos frigoríficos en torno de los polos terrestres de revolucion.

De este modo se halla obviamente la causa de la oscilacion de las temperaturas geográficas, porque oscilando la perpendicularidad de los rayos solares, seis meses hácia el trópico de cáncer y seis al de capricornio, oscila tambien el maximum de oblicuidad de esos mismos rayos, y por consecuencia, el punto de congelacion perpétua, el cual, en la hipótesis arriba enunciada de que el planeta no tuviese inclinado su eje de revolucion, dicho punto sería el mismo polo, pero como la oscilacion del maximum de oblicuidad de los rayos solares, es de 46° 54', así como cada polo está alumbrado por el sol alternativamente la mitad del año, del mismo modo el deshielo acaece en iguales épocas. Pero como la oscilacion del hielo y deshielo es 23° 27' á partir del polo geográfico, tomando un promedio de esa cantidad, resulta que el círculo polar del hielo perpétuo tiene de diámetro 23° 27'

Y en efecto, salvas las circunstancias accidentales que influyen en el rigor ocasional de los inviernos polares, el hielo perpétuo debería hallarse en el verano en el polo ártico por los viajeros, á la mitad de aquel ángulo, es decir: á los 78° 17' pero como las corrientes submarinas ecuatoriales que van de la zona tórrida hácia los mares polares, calientan éstos, resulta que en circunstancias normales el hielo perpétuo se halla á los 82° á 83° de latitud.

He entrado en todos estos detalles para demostrar que las verdaderas causas del cambio normal de las temperaturas son las corrientes armónicas propias de la tierra y las del sol que este planeta intercepta; por lo tanto, puede sentarse como un hecho comprobado el que: *El caloridío decrece del Ecuador hácia los polos según las simples distancias; y que decrece del nivel del mar hácia las alturas en razon inversa de los cuadrados de las distancias ascendentes.*

Todas las demas causas de temperaturas locales arriba mencionadas, de sus cambios y de sus irregularidades, son del resorte de la observacion y de la experiencia, por lo que aquí sólo las indico, dejando el estudio de los fenómenos que presentan, al cargo de los observatorios meteorológicos, hoy tan multiplicados en las naciones cultas.

Experimentalmente se ha dividido la tierra en climas, y por éstos en líneas isotérmicas.

Los climas son siete: 1°, ardiente, de 28 á 25 grados. 2°, cálido, de 25 á 20 grados. 3°, suave, de 20 á 15 grados. 4°, templado, de 15 á 10 grados. 5°, frio, de 10 á 5 grados. 6°, muy frio, de 5 á 0 grados. 7°, glacial bajo cero.

Las líneas isotérmicas corresponden á las temperaturas médias de 5 en 5 grados desde los +28 grados, la cual no es paralela al Ecuador, sino que se separa de él en el golfo de Osman, hasta cerca del paralelo de 15°; despues pasa al hemisferio Sur, por las islas Celebes, se aproxima á las de Salomon y vuelve á cortar el Ecuador por los 137° de longitud de Greenwich.

Al acercarse al polo geográfico, las curvas isotérmicas se prolongan más y más de Este á Oeste, y pasada la línea 15°, hay division en dos curvas distintas al rededor de dos puntos que se han llamado polos de frio, y cuya temperatura média ha valuado Arago por el cálculo en —25°. Uno de estos polos está situado en América junto á las islas de Parry: y el otro en Asia.

La discusion dimatológica de la tierra conduce por sí misma al exámen de un problema de primer orden que abraza las tres partes siguientes: 1° ¿Cuál es la temperatura propia de la tierra? 2° ¿Cuál debe ser la de los demas planetas? Y 3° ¿Cuál será la del astro único estable y objetivo de la creacion, ó Paraiso final?

La resolucion de estas tres fases del problema, no es puramente hipóética, ella puede basarse sobre datos razonables:

La tierra, actuada como está por las corrientes gravídias y calorídias que le son propias, lo está asimismo por las gravídias y calorídias del sol, á las cuales intercepta, siendo éstas, á pesar de la lejanía del astro central, más vigorosas en la tierra que en las corrientes propias de este planeta.

Interceptando la tierra á las corrientes solares, siente, como queda detallado, de un lado el gravidio y del otro el caloridío del sol.

Ahora bien, si el eje de rotacion de la tierra no tuviese inclinacion ninguna, siendo perpendicular al plano de su ecliptica, su superficie sería regular y homogénea, y por tanto, su órbita sería circular al rededor del sol, y no como es, elíptica excéntrica; luego las temperaturas terrestres se enfriarian gradual