

geometría y dibujo. Por esto en Alemania los gobiernos consideran el *canto* y la *música*, no como un arte de lujo y recreo, sino como un medio de cultura y como un ATRIBUTO GENERAL DE LA HUMANIDAD que debe desenvolverse entre los ramos de la instrucción común y pública.”

Por no cansar á nuestros lectores, no emitimos por ahora en la presente Cartilla, más juicio de pedagogos extranjeros, pero más tarde haremos hincapié sobre este asunto. Sin embargo, recordaremos que la Ley Mexicana de Enseñanza impone la música y el canto, como asignatura importante.

Pero ¿por qué no se ha obtenido hasta hoy, en las escuelas del mundo entero, del canto y de la música todos los frutos educativos que se deseaban y esperaban? Por su escritura complicada y embrollosa que, á más de ser inaccesible al común de los niños, les causa aversión á tan divino arte; por esto hace más de un siglo se inventó en Francia el sistema musical, cifrado, ó sea el que representa los sonidos con números, y este sistema aunque inadecuado por no llenar las exigencias de un método eminentemente pedagógico, ha sido aceptado, á falta de otro, en las escuelas primarias de casi todos los países civilizados. En México, un maestro se ha afanado por introducirlo, aunque sin resultados satisfactorios, pues las eminencias en pedagogía y música, lo han encontrado defectuoso.

Nosotros creemos que el sistema cromático que hoy presentamos al público, es el ÚNICO verdaderamente pedagógico, pues que no solo tiene por fundamento la verdad científica, sino que además reúne la sencillez, la claridad, la hermosura y otras cualidades que el lector verá, si se sirve leer las notables opiniones que aquí publi-

camos, las cuales son de tres eminencias mexicanas, ventajosamente conocidas; la una, el Sr. Dr. D. Porfirio Parra, notable polígrafo, la otra, el Sr. Canónigo y Gobernador de la Mitra Metropolitana, D. Emeterio Valverde Téllez, ilustre escritor y sábio consumado, y la otra del notable Maestro D. Gustavo E. Campa, literato é insigne compositor. Nos reservamos dar publicidad á otras que están en nuestro poder y en las cuales, notabilidades de primer orden, se han servido encomiar el sistema que hoy publicamos, dándolo á conocer en México, antes que en ninguna otra parte.

Publicamos también algunos de los juicios que la prensa de la Capital ha emitido acerca del sistema que exponemos.

En la publicación de las opiniones y juicios que están en nuestro poder seguiremos el orden cronológico.



FUNDAMENTOS CIENTIFICOS DEL SISTEMA.

En el presente siglo en que todo se innova y el espíritu de investigación con actividad inusitada remueve las bases de casi todos los conocimientos humanos, reformando y simplificando cuanto toca, sin exceptuar de esa revolución tanto las artes mecánicas como liberales, y entre éstas la del divino arte musical, que en su escritura parece esperar y exigir fundamentales reformas, intentadas ya por algunos innovadores, que han tratado

de establecer sistemas de escritura más ó menos sencillos, pero que parece que hasta hoy ninguno de ellos ha dado los resultados apetecidos; he procurado á mi vez proponer una reforma en ese sentido, la que paso á exponer suscintamente.

FUNDAMENTO DEL SISTEMA.—La escritura musical es la representación de sonidos y tiempo por signos; es decir; la relación del signo con la cosa significada, ó la relación de lo que en lenguaje musical, se llama nota, con el sonido que representa; más ese signo es completamente arbitrario, convencional, pues entre el signo y la cosa por él significada, no existe relación natural como no la hay entre las insignias de muchas dignidades y los colores de las banderas con lo que éstas y aquellas significan. Las ideas se han asociado en la escritura musical de una manera particular entre el signo y los sonidos convencionales, pues no se había encontrado el signo natural y que fuera representación directa del sonido; mas cuando se comprueba que éste existe, es racional intentar sustituir el viejo signo convencional que, si ha prestado inapreciables servicios al arte, tantos y más deberá prestar, sin duda, el signo conmutante.

BASE CIENTIFICA DEL SISTEMA.—En todo tiempo han llamado la atención de los sábios las analogías que existen entre el sonido, la luz, el calor y en general todas las fuerzas radiantes. Estas analogías han venido á ser reforzadas y aumentadas por nuevas relaciones, que el que esto expone, cree haber encontrado entre los fenómenos luminosos, acústicos y térmicos, relaciones que expone brevemente en seguida.

1.—Siete son los colores *primarios* de que consta el espectro solar; el primero que descompuso el rayo lumi-

noso, fué Newton, quien fijó en siete el número de esos colores; es verdad que hay otros sabios que reconocen como primarios tres; pero parece prevalecer la opinión del gran Newton.

Siete son los sonidos que componen la gama musical ó sean los sonidos, digamos por comparación, *primarios*; luego hay analogía entre ambas gamas, la cromática y la sonora.

2.—El sonido es una radiación; desde el punto de emisión avanza con rapidez y en líneas rectas en todas direcciones. La ciencia ha demostrado que el sonido es un movimiento de olas ú ondulaciones trasmitidas por el aire.

La luz es una radiación; desde el punto de emisión avanza con rapidez y en líneas rectas en todas direcciones. La ciencia ha demostrado que la luz es un movimiento de olas ú ondulaciones transmitido por el éter; luego la luz y el sonido proceden de una misma causa; las vibraciones se transmiten por ondulaciones y en un medio elástico, sin más diferencia que el moverse las partículas de aire para adelante y para atrás, en las mismas direcciones que la ola (vibraciones normales), mientras que las partículas etéreas se mueven al través del curso de la ola (vibraciones trasversales). El espectro es, pues, para los ojos, lo que la gama para los oídos.

3.—El grado de elevación del sonido depende de la longitud de la onda atmosférica y de la frecuencia de vibraciones. Mientras más pronto vibra una cuerda, más rápidamente se seguirán unas á otras las pulsaciones, y también más corta será la ola, y más alto el sonido. Por esto los violinistas cuando quieren arrancar al instrumento una nota más alta, acortan la cuerda oprimiéndola con un dedo. Las notas agudas se producen por me-

dio de rápidas vibraciones, mientras que las bajas resultan de las vibraciones más lentas.

El color de la luz depende de la longitud de la onda etérea y de las vibraciones de los átomos del cuerpo luminoso. Por medio de varios métodos ingeniosos se han determinado rigurosamente las longitudes de las olas etéreas de que dependen los colores. Cuando los movimientos que producen las moléculas de un cuerpo, son relativamente lentos, las ondas que producen esas vibraciones en el éter, son más largas; entonces se produce en el ojo la sensación del color rojo; pero cuando esos movimientos son rápidos, las olas son más cortas: entonces se produce la sensación del color violado. Se ha averiguado que 39,000 olas de luz roja medirían una pulgada, al paso que de la luz violada se necesitarían para llenar el mismo espacio 57,500 olas. Los otros colores son intermedios, y sus respectivos números de olas aumentan gradualmente del rojo al violado.

4.—La intensidad del sonido depende de la intensidad con que el cuerpo vibrante hiere el aire; así también la brillantez ó intensidad del color resulta de la mayor energía de las vibraciones con que el cuerpo luminoso hiere al éter,

Es necesario establecer diferencia entre las vibraciones y las ondulaciones: las primeras se verifican entre los átomos, en toda clase de materia; las últimas únicamente en los medios trasmisores.

5.—Sólo cierta clase de pulsaciones aéreas pueden obrar sobre los nervios del oído. Algunas ondas de aire van á caer en él con mucha regularidad, sin producirle sensación alguna, á causa de ser ó demasiado lentas, ó demasiado rápidas. Probable es que haya diferencia en los grados de sensibilidad de los órganos auditivos de los di-

ferentes animales, por lo cual perciben sonidos demasiado altos, ó demasiado bajos para el oído humano. (Esta cuestión la trataré en otra parte).

El sonido más bajo es el resultado de 32 vibraciones por segundo; el más alto es de 73,000 y cada uno de los sonidos intermedios tiene su número fijo. Lo propio sucede con las ondulaciones etéreas: el nervio óptico se adapta á cierto orden de pulsaciones, y las olas demasiado lentas ó demasiado rápidas no despiertan en él la sensación de la luz.

6.—El espectro ó faja coloreada que dá el análisis prismático de la luz blanca, comprende todas las ondulaciones etéreas que producen efectos luminosos: debajo de él hay olas demasiado lentas para obrar en el ojo, mientras que encima las hay demasiado elevadas, llamándose á las primeras rayos ultra-rojos y á las segundas ultraviolados; lo propio sucede con la escala ó gama sonora; más abajo de 32 vibraciones hay *rayos* ó vibraciones que llamaremos *ultra graves*, y más arriba, de 73,000 vibraciones, hay rayos ó vibraciones que pueden denominarse *ultra agudas*.

7.—La escala ó gama de los sonidos, es continua, es decir, se pasa en ella de un extremo á otro por gradaciones insensibles: por ejemplo, si el *do* es producido por 522 vibraciones, todo cuerpo sonoro que emita 580 dará el tono ó intervalo *do-re* y así sucesivamente en toda la gama.

La escala de colores es igualmente continua; es decir; se pasa insensiblemente en el espectro de un color á otro; 465 billones de vibraciones es necesario que dé una molécula para producir el color rojo extremo: pues bien, si da un número de 504, será el naranjado rojo, y así de

los demás colores del espectro; así es que puede decirse con propiedad que los colores sucesivos son los *tonos* de la luz.

8.—La escala musical se compone, como hemos dicho, de siete sonidos distintos que expresan la más simple relación entre sí, y combinados forman el tono musical. Esta serie de sonidos se llama la *gama* ó *escala diatónica*. Los sonidos que la constituyen vienen á ser las notas de la música. Estas se distinguen entre los ingleses, por las letras *C, D, E, F, G, A, B*; y por los italianos españoles, etc., por las expresiones *do, re* etc.; los franceses llaman á la primera *ut*. Estas notas ó sonidos tienen una relación numérica expresada por los físicos de la manera siguiente:

Do. Re. Mí. Fa. Sol. La. Sí.

$$1 \quad - \frac{8}{9} \quad - \frac{4}{5} \quad - \frac{3}{4} \quad - \frac{2}{3} \quad - \frac{3}{5} \quad - \frac{8}{15}$$

Estas cifras se han obtenido por el sonómetro, que es una caja de madera, delgada, provista de dos caballetes, sobre los cuales se tiende una cuerda ó alambre metálico, fijo de un extremo y tenso del otro, mediante diversas pesas, que se pueden aumentar á voluntad. La cuerda más larga produce la nota *C*; acortada después por un caballete movable, de modo que la longitud de la cuerda venga á ser $\frac{8}{9}$ de la anterior, produce la nota *D*; y así las demás.

Para hallar el número relativo de vibraciones corres-

pondientes á cada nota, en el mismo tiempo, se invierten las fracciones obtenidas por el sonómetro, puesto que el número de vibraciones está en razón inversa de la longitud de las cuerdas. Así el *re*, dará $\frac{9}{8}$ el *mí* $\frac{5}{4}$ el *fa* $\frac{4}{3}$

etc., lo que indica que para producir la nota *re* hay que hacer nueve vibraciones en el mismo tiempo que se han hecho ocho para la nota fundamental *do*; y en el mismo orden las demás; ahora bien, el color rojo, como hemos dicho, se produce por 465 millones de vibraciones; si se multiplica esta cantidad por $\frac{9}{8}$ ó fracción correspondiente al *re*, el producto es de 523, cantidad que señala el número de vibraciones en billonésimas, que se necesitan para producir el color naranjado; multiplicando otra vez 465 por $\frac{5}{4}$ ó fracción correspondiente en la escala acústica al *mí*, da 593, ó número preciso para producir en billonésimas el color amarillo; siempre multiplicando 465, por la fracción correspondiente en la misma escala al *fa*, que es $\frac{4}{3}$, resulta 620, que produce en billonési-

mas de vibraciones el verdé. 465, multiplicado por $\frac{3}{2}$ ó *sol*, da 697, que produce el azul; 465, multiplicado por $\frac{5}{3}$ ó *la*, da 775, que produce el añil; por último, multiplicando $\frac{15}{8}$ ó *sí*, produce 872, que dá el morado:

luego las relaciones numéricas entre la escala acústica y la cromática ó coloreada, son para la escala relativa, idénticas y para la absoluta proporcionales, según se demuestra en la tabla siguiente:

GAMA ACUSTICA.

NOTAS.	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Sí
NUMEROS RELATIVOS DE VIBRACIONES.	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	
NUMEROS ABSOLUTOS	128	144	160	170	192	214	240

GAMA CROMATICA.

NOTAS.	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Sí
NUMEROS RELATIVOS DE VIBRACIONES EN BILLONESIMAS.	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	
NUMEROS RELATIVOS.	465	523	593	620	697	775	872
COLORES DEL ESPECTRO.	ROJO.	NARANJADO.	AMARILLO.	VERDE.	AZUL.	ANIL.	MORADO.

Esta unificación de ambas gamas autoriza para substituir científicamente los SIGNOS DE LA ESCRITURA MUSICAL PAUTADA POR LOS COLORES DEL ESPECTRO SOLAR, pues parece que una misma ley numérica preside á ambos fenómenos, el acústico musical y el cromático.

La comprobación de la teoría que queda expuesta es la siguiente: Uno de los modos más curiosos de producir el sonido, es el que resulta del contacto de dos cuerpos sólidos de temperaturas diferentes. Schwartz, inspector de una fundición sajona, fué el que por primera vez llamó la atención en 1805 acerca de tan singular fenómeno. Habiendo puesto sobre un yunque frío un lingote de

plata de temperatura elevada, admiróse de oír sonidos musicales mientras duró el enfriamiento de la masa. En 1829, Arturo Trevelyan puso por casualidad un hierro de soldar muy caliente sobre una masa de plomo, y al punto brotó del hierro un sonido agudo. Pues bien, si las moléculas de un metal que se calienta al rojo, dan necesariamente 465 billones de vibraciones, y esta cantidad es la proporcional, según queda expuesto más adelante, al sonido llamado *Do*; luego calentado un lingote de plata al rojo y puesto en un medio frío, por ejemplo, en un yunque, debe dar el sonido *Do*; este sonido fué el que sin duda obtuvo Schwartz, en su singular experimento, y éste es el que se ha obtenido en los recientes experimentos.

Por no hacer más larga esta sucinta exposición, no doy publicidad á otras curiosas experimentaciones que he hecho sobre la materia que queda expuesta.

9. Aunque son siete los colores primarios, está admitido que tres son los fundamentales que dan origen á los infinitos matices que pueden obtenerse con su mezcla; estos colores fundamentales son el ROJO, el AMARILLO y el AZUL. Mezclando el rojo y el amarillo producen el naranjado, y mezclando el amarillo y el azul producen el verde.

Si es cierta la identidad que he observado entre las relaciones numéricas de la gama sonora y la gama coloreada, los colores resultantes de las mezclas, ó sean el naranjado y el verde, deberán seguir la misma ley numérica. Como se recordará, la unidad es la que corresponde al rojo; y $\frac{4}{5}$, antes de hacer la inversión, al amarillo. Un haz de luz roja y uno de amarilla confundidos, dan un haz de luz naranjada; luego se puede deducir nu-

méricamente que sumadas las cifras que corresponden al rojo y al amarillo darán la cifra que corresponde al naranjado. Sumemos, pues, $1 + \frac{4}{5} = \frac{5}{5} + \frac{4}{5} = \frac{9}{5}$ To-

mada la mitad resulta $\frac{4\frac{1}{2}}{5}$, que produce 0. 90; ahora bien, reduzco á decimal los $\frac{8}{9}$ que corresponden al naranjado

y resulta 0. 88 $\frac{8}{9}$, ó sea la diferencia de un centésimo y

un noveno de centésimo, diferencia que no se debe tomar en cuenta, si se observa que no hay una verdadera línea de demarcación entre los colores sucesivos. La misma comprobación encontramos para el verde, procediendo de la misma manera. Fácil será comprender que la escala musical sigue la misma ley; en efecto, las cifras que corresponden al *Re* y al *Fa* son productos de la mitad de la suma de las cifras que corresponden al *Do* y al *Mi*, y al *Mi* y al *Sol*, respectivamente.

10. Intervalo musical, es la relación numérica que existe entre el número de vibraciones hechas en un mismo tiempo por dos sonidos, ó sea el número que indica cuanto más alto es un sonido que otro.

Hé aquí los intervalos admitidos.

Do—Re—Mi—Fa—Sol—La—Si—Do

$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$
---------------	----------------	-----------------	---------------	----------------	---------------	-----------------	---------------

2a. Mayor—2a. Mayor—2a. Menor—2a. Mayor—2a. Mayor—2a. Mayor—2a. Menor.

Si reduzco á un común denominador los intervalos *re-mi*, *fa-sol*, ó sean $\frac{10}{9}$ y $\frac{9}{8}$, los sumo y tomo la mitad de

la suma, resultan 1.12 próximamente; si convierto en decimal la segunda menor ó sea $\frac{16}{15}$ resulta con muy poca

diferencia, la cantidad encontrada de la mitad de la suma de las dos segundas mayores; lo mismo se verifica si se toma la mitad de las segundas mayores, *la-si* y *si-do*. Ahora, si en la escala coloreada se toma un haz de luz amarilla correspondiente á la segunda mayor *re-mi* y otro de luz azul, correspondiente á la segunda menor, *fa-sol*, resultará la luz verde, ó sea la correspondiente á la segunda menor. Tomando un haz de luz azul correspondiente á la segunda mayor *la-si* y otro rojo, correspondiente á la segunda mayor *do-re*, dará el violado ó sea la segunda menor, *si-do*.

11. Dos efectos pueden producirse cuando se deslizan juntas dos series de olas en el agua. Si las olas coinciden, es decir, si los vértices y los surcos de unas, corresponden á los de las otras, su elevación se aumentaría; pero si el vértice de una, corresponde al surco de otra, mutuamente se neutralizarán y el agua quedará como estancada. Esto es lo que se llama interferencia de las olas. Si una de las series se atrasa una ó varias olas enteras, no habrá interferencia; pero si se atrasa media ola, ú ola y media ó dos olas y media, las eminencias neutralizarán los surcos y la interferencia producirá la quietud. Para producir estos efectos basta echar á un mismo tiempo en el agua dos piedras á poca distancia una de otra. Al punto se formarán dos series de olas concéntricas, cuyo movimiento se eleva en el punto donde se insertan entre sí los círculos y donde coinciden las emi-

nencias; pero donde las eminencias coinciden con las depresiones, mutuamente se destruyen sus movimientos.

Otro ejemplo: Dos cuerdas templadas ó dos diapasones, pueden hallarse de tal manera, que al ser tocados simultáneamente no produzcan un sonido continuado, sino una serie de sonidos que alternan con otros de silencio, ó pausas. El sonido se aumenta primero por un momento se apaga luego; y cesa para volver á aumentarse y á apagarse, y continúa así hasta que dejan de vibrar las cuerdas ó los diapasones; y como durante las pausas se nota todavía una rápida vibración, es evidente que lo que extingue los sonidos, es la interferencia de sus olas.

El fenómeno de interferencia de la luz, se efectúa bajo las mismas leyes. Si por dos agujeritos juntos de una lámina de metal, se dejan penetrar en un cuarto oscuro dos rayos de luz de *color*, de modo que caigan sobre una pantalla colocada á poca distancia, los rayos se interceptan recíprocamente, y á causa de la interferencia se forma en la pantalla una serie de listas oscuras que alternan con otras brillantes.

Hemos visto que la adición de sonido al sonido, produce silencio; que la de luz á la luz, produce obscuridad; pues también se ha demostrado que la de calor al calor produce frío y que la de energía química produce inacción, lo cual quiere decir, en otras palabras, que puede haber también interferencia de las radiaciones termales y químicas, exactamente igual á la de la luz y el sonido.

12. Cuando un rayo de luz cae perpendicularmente, ó en ángulos rectos sobre una superficie tersa, retrocede precisamente por la misma línea; pero si cae oblicuamente, es reflejado de la misma manera. El ángulo de retroceso es igual al de caída, ó según se dice comúnmente, el ángulo de reflexión es igual al de incidencia.

Si las ondas de aire en que es transportado el sonido chocan durante el curso de su dilatación contra una superficie sólida, serán reflejadas conforme á las leyes que rigen la reflexión de la luz. El ángulo de reflexión es igual al de incidencia.

No pudiendo completar en el presente folleto los fundamentos científicos en que se apoya el sistema que propongo, ofrezco continuar la exposición comenzada en éste, dando á conocer nuevas relaciones que enlazan la óptica con la acústica musical; entre tanto, voy á resumir las analogías é identidades que quedan expuestas:

1. Siete son los sonidos que componen el arte musical. Siete los colores de donde nacen todos los matices cromáticos.
2. La luz y el sonido proceden de una misma causa, las vibraciones.
3. La gama musical procede de los sonidos más graves á los más agudos. La gama cromática procede de los colores menos refrangibles á los más refrangibles.
4. El sonido se propaga por ondas sonoras. La luz por ondas luminosas.
5. El movimiento ondulatorio que produce el sonido y la luz, no da origen á las sensaciones auditivas y visuales respectivamente, sino dentro de ciertos límites de rapidez ó de intensidad; si es demasiado lenta, no exita ni al oído ni á la vista; si demasiado rápida, traspasa los límites de estos sentidos.
6. El espectro luminoso tiene rayos ultra-rojos y ultra-violados. El espectro sonoro tiene vibraciones, diremos, ultra-graves y ultra-agudas.
7. Tres son los sonidos fundamentales. Tres son los colores fundamentales.
8. Las vibraciones sonoras siguen un orden numérico