



**JULIAN
CARRILLO**

LA FISICA PURIFICARA A LA MUSICA

A MANERA DE EXORDIO

Física Musical

La física musical y la música tuvieron el mismo origen: el aire.

En el momento en que fue creado el aire, nació el elemento para la física musical y para la música; pero no nacieron en el mismo instante la física como ciencia ni la música como arte.

La ciencia en general es el resultado de pacientes estudios acerca de un fenómeno o fenómenos, razón por la cual la física musical, como ciencia, fue posterior al elemento en que se basa; y la música, como arte, tuvo que ser también el resultado de investigaciones estéticas muy posteriores al nacimiento del sonido.

El sonido nació en el primer momento en que un vientecillo empezó a agitar el aire. *¡Mientras el aire no es agitado, el sonido no se produce!* Lo que confirma mi tesis de que es imposible que el sonido se produzca en el vacío, es decir, sin aire.

La física musical y la música caminaron lenta, pero paralelamente, a través de cientos y miles de años. El primer balbuceo de física musical apareció como hipótesis veintiséis siglos antes de Cristo, cuando el emperador chino Han Ti tuvo la idea genial de que posiblemente existiría una ley que ordenara el encadenamiento de los sonidos de la naturaleza, y comisionó al filósofo chino Lung Lin para que se retirara a meditar a los bosques de bambú con el fin de descubrir esa misteriosa ley en caso de que existiera, y el filósofo después de sus meditaciones, pensó que posiblemente,

de igual modo que los seres vivos se reproducen, los sonidos se reproducirían; y entonces fundó su hipótesis maravillosa de que posiblemente un sonido produciría otro; y al tomar como fundamental el sonido que hoy llamamos Fa, creyó que ese sonido produciría su quinta Do; y que Do, a su vez, produciría su quinta Sol; y Sol su quinta Re; y Re su quinta La. Y como esos cinco sonidos eran los únicos conocidos en su época, dio el filósofo por terminada su misión.

Aquel pensamiento genial se comprobó siglos después, cuando los humanos tuvieron ya suficiente cultura y mentalidad para darse cuenta de que positivamente un sonido producía no sólo otro, sino otros muchos. Y así transcurrieron veinte siglos hasta que Pitágoras inició el fundamento científico para los tres primeros intervalos que eran producidos por un sonido fundamental: la octava 2/1, la quinta 3/2 y la cuarta 4/3. Y fue así como a través de los tiempos se fue formando poco a poco la escala de los sonidos de la naturaleza llamados armónicos, a los que todavía hoy no hemos logrado los mortales fijar con exactitud las vibraciones que le corresponden; pues la ley clásica dice que para saber el número de vibraciones productoras de cada uno de los armónicos, o sea de la escala formada con los sonidos de la naturaleza, basta multiplicar el número del armónico por las vibraciones del sonido fundamental.

Esa ley fue seriamente quebrantada por un experimento que hice en la ciudad de Nueva York y del cual me ocuparé después.

Esa escala de los sonidos de la naturaleza la escriben unánimemente los físicos y los músicos ascendentemente así:

DO	DO	SOL	DO	MI	SOL	SI b	DO	RE	MI	FA	SOL	LA	SI b	SI	DO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

El acuerdo habría sido perfecto entre físicos y músicos, si no hubiera surgido en el siglo XVI el sistema musical temperado de los matemáticos, sistema que abandonó los sonidos de la naturaleza y los intervalos que con ellos se forman para basarse en la raíz dozava de 2, o sea 1.059463, y dividir con ella el intervalo de octava en doce partes musicalmente iguales; y de allí provino la música actual, basada en intervalos artificiales y equidistantes que son físicamente impuros.

Este sistema musical redujo toda la música a un solo intervalo: el semitono y sus compuestos, en tanto que en la naturaleza *todos los intervalos son diferentes*, lo que nos lleva a un maravilloso mundo de intervalos ni soñados.

Cuando los matemáticos alteraron con sus fórmulas las leyes naturales, aparecieron en la música los batimientos que producen impurezas cuantas veces se oyen dos o más sonidos a la vez. Fue

así como se desterraron de la música todos los sonidos de la naturaleza.

En consecuencia, desde el siglo XVI en teoría y desde el XVIII en la práctica, los sonidos de la música no concuerdan con los que producen natural y espontáneamente los armónicos.

Aisladamente ningún sonido produce batimientos, es decir, que ninguno produce impurezas; pero tan pronto como se oyen dos o más sonidos a la vez, los batimientos los ensucian.

Tal es el estado de la física y de la música, y urge, por amor a las leyes naturales y a la verdad, llevar la música a la ciencia física bajo la denominación de Fisicamusical; así, en una sola palabra, para demostrar que la física y la música deben estar en tan perfecto acuerdo que las dos formen una sola y misma cosa.

Cierto es que en las universidades se habla de la física en sus relaciones con la música, y cierto es también que en los conserva-



torios se habla de la música en sus relaciones con la física; pero no es suficiente hablar de relaciones entre la ciencia maravillosa de la física y el arte no menos maravilloso de la música, sino que la física y la música deben fundirse estrechamente y caminar así a través de las edades.

La física estudiando y explicando los fenómenos de los sonidos en relación con el fenómeno musical, para lograr una pureza de sonidos como ciencia y a la vez una pureza de sonidos como arte. ¡Cuán bello será el momento en que los músicos aprovechen las leyes de la naturaleza para darles vida musical!

El sistema musical de los matemáticos demuestra que esos caballeros no conocían suficientemente la física, pues ignoraron que la música se basa en un elemento natural: el aire en movimiento; y de esa ignorancia surgió lo que ocasiona la cacofonía, que es producto de los batimientos que resultan de los intervalos temperados y de los físicamente puros que engendra cada uno de los intervalos de la música. ¡Qué bello sería que nuestra generación, al fundir la ciencia física con el arte de los sonidos, produjera una música físicamente pura y construyera un cuerpo de doctrina limpio para legarlo como herencia a la humanidad futura!

El esfuerzo de los hombres de ciencia y de los artistas músicos del siglo que vivimos debe tender a fundir la física con la música, ya que con ello se hará un gran servicio a la humanidad toda y especialmente a la juventud estudiosa de las universidades y los conservatorios, pues se les enseñarían verdades tanto en la física como en la música, lo que hoy no acontece, supuesto que las fórmulas matemáticas que se enseñan en las universidades como verdades musicales están muy lejos de ser la verdad musical; e inversamente: las fórmulas y teorías que se enseñan en los conservatorios en las clases de acústica y aun en la propia teoría musical de la música —perdón por el pleonismo— hasta la verdad musical está ausente, supuesto que la teoría de la música que se enseña en todos los conservatorios del mundo no concuerda con la física, ni con la historia de los sonidos, ni con la práctica de la propia música.

Empezaré a analizar la escala de los armónicos y haré punto omiso, por el momento, de un experimento que hice en la Universidad de Nueva York, en el cual quedó demostrado que el armónico 2, que resulta de la división de una cuerda o de un tubo por medio de un modo, no es producido por el duplo de las vibraciones del sonido fundamental que producen la cuerda o el tubo en toda su longitud, como se aseguró en las teorías clásicas durante veintiséis siglos.

Desde Pitágoras, o sea desde seis siglos antes de Cristo, como dije antes, se marca el intervalo de octava con 2/1, la quinta con 3/2 y la cuarta con 4/3, lo que musicalmente no es exacto, pues la quinta musical es 1.498450 en vez de 1.5 que es la quinta física;

la cuarta musical es 1.334840 en tanto que la cuarta física es 1.333; la tercera mayor física es 1.25; y la musical 1.259921; y la tercera menor física es 1.2 y la musical 1.189000.

En igual caso están todos los intervalos de tono y semitonos.

Los cuatro tonos de los físicos marcados entre los armónicos siete y ocho, ocho y nueve, nueve y diez y diez y once, son en vibraciones 8/7, 9/8, 10/9 y 11/10. Y pasaron los siglos sin damos cuenta de que en música hay sólo un intervalo de tono: 1.122462.

Los cuatro tonos de los físicos son: 8/7 igual a 1.142; 9/8, igual a 1.125; 10/9, igual a 1.111; y 11/10, igual a 1.1; y en cambio el único tono musical que existe en música es 1.122462, lo que difiere de un modo absoluto de 1.142, de 1.125, de 1.111 y de 1.1.

Con lo expuesto parecerá hasta redundante hacer análisis minucioso de los sonidos de la escala de los armónicos para comparar sus vibraciones con las de los sonidos de la música, pero lo haré sin embargo, porque estoy seguro de que se beneficiará con ello a la juventud que estudia esos fenómenos en universidades y conservatorios y a la cual estamos perjudicando actualmente, enseñándole como verdades musicales errores comprobados.

Las juventudes estudiosas tienen derecho a que se les enseñe únicamente lo que sea verdad, y por ello creo que una ciencia que se denomine "Físicamusical" será beneficio inestimable para la juventud de hoy y la de mañana.

Con cuánta razón el eminente Jean Cabanne, decano de la Universidad de la Sorbonne de París, dijo al presentarme el día de mi conferencia en aquella célebre casa de estudios, estas palabras: "Sabido es que los músicos, aun los más célebres, no estudian a fondo los problemas físicos de su profesión; y a su vez los físicos, aun los eminentísimos, no conocen suficientemente la parte musical de sus problemas."

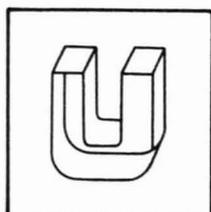
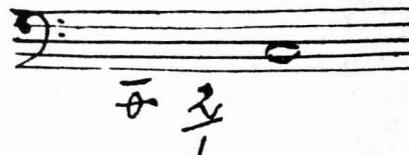
Siendo esto así, confirmo mi creencia de que es necesaria la unificación de la física y la música en un solo cuerpo de doctrina.

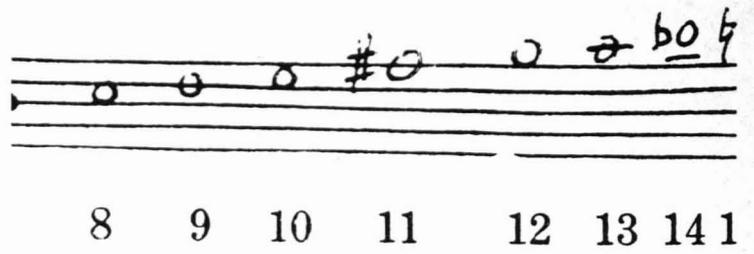
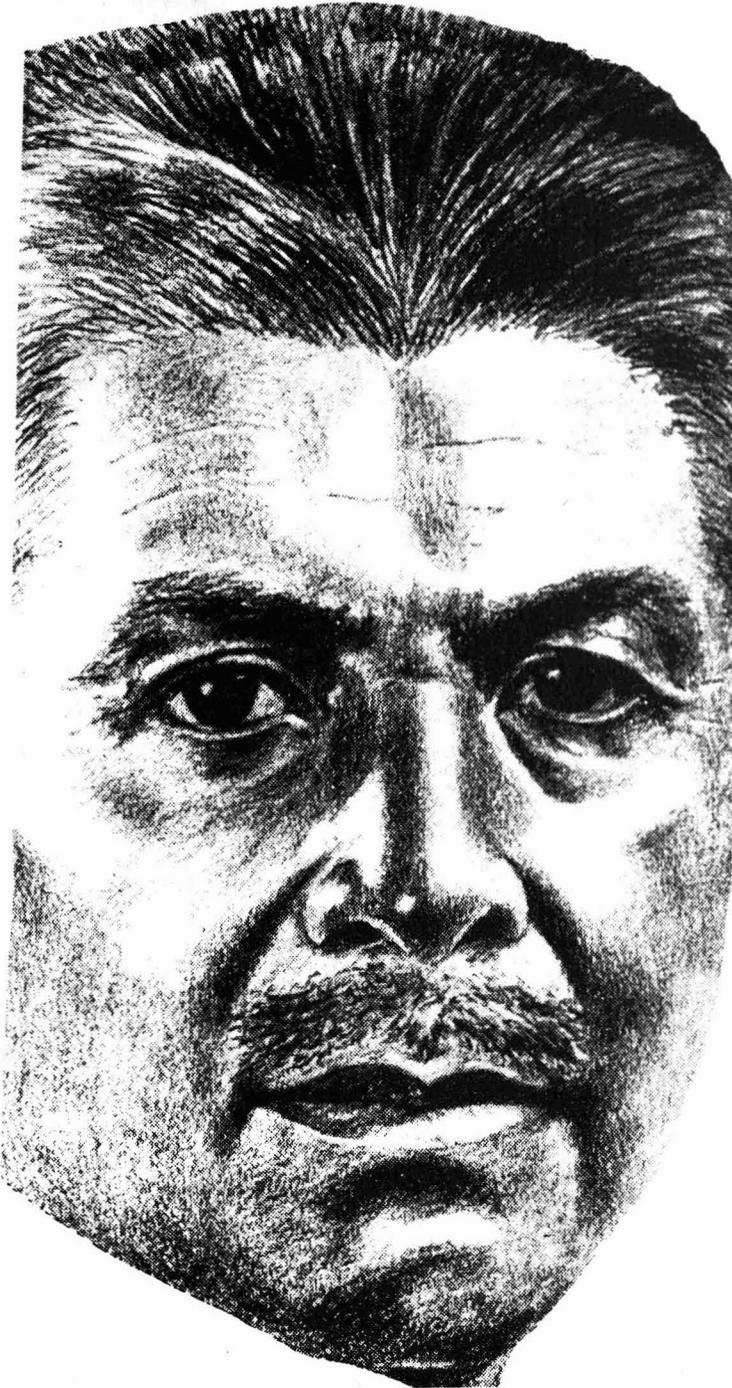
El día que tal cosa se logre, se hará con ello un servicio inestimable a la juventud y, globalmente hablando, a la física y a la música.

Escala de los Armónicos

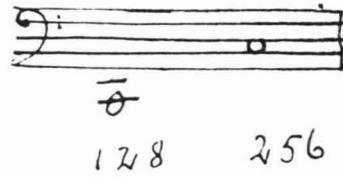
La escala de los armónicos que deberá denominarse *Escala de los sonidos de la naturaleza*, ha sido estudiada desde muchos siglos ha.

El punto de partida de estos estudios lo encontramos en Pitágoras. Fue él quien seis siglos antes de Cristo indicó para el primer intervalo de la escala de los armónicos —la 8a— la fórmula 2/1.

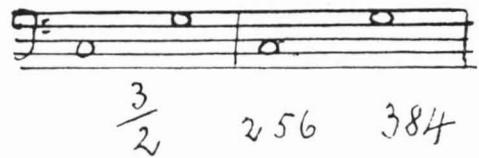




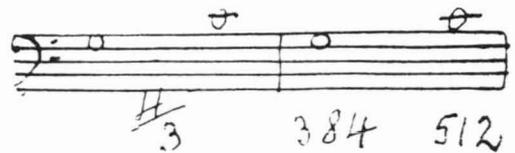
lo que significa que al sonido superior corresponde el duplo de las vibraciones del inferior.



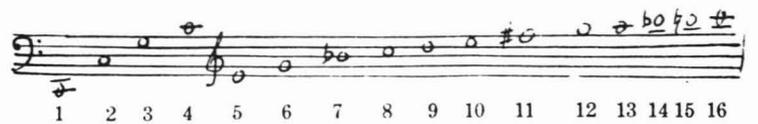
Para la 5a, segundo intervalo de dicha gama de los armónicos, 3/2, o sea que al sonido superior de este intervalo —tercer armónico— corresponda 3/2 de las vibraciones del segundo de ellos.



y para el intervalo de 4a que es el tercero en la escala de los armónicos, la fórmula 4/3, que significa que el armónico 4 es el resultado de 4/3 de las vibraciones del 3.

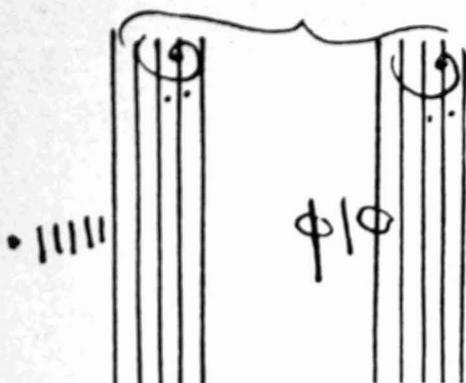


El mismo Pitágoras y otros sabios posteriores continuaron el estudio del problema, y en nuestros días esa escala de los sonidos de la naturaleza se representa así:



Como se ve, se marcan en ella únicamente tonos, semitonos e intervalos compuestos con ambos, debido a que eran los únicos conocidos en la música antes del experimento que llevé a cabo en la ciudad de México en el año de 1895 y en el cual dividí el intervalo de tono en dieciséis partes, con lo cual la octava tuvo desde ese momento noventa y seis sonidos diferentes y equidistantes.

En el propio experimento se enriqueció la música que tenía



sólo doce sonidos diferentes en la 8a, con ochenta y cuatro más, pues tuvo noventa y seis en la llamada octava con los dieciseisavos de tono; y además esa riqueza sonora fue aumentada con todas las divisiones de la 8a, menores de 96, o sean los intervalos que resultan al dividir la llamada 8a en 95 partes, y en 94, y en 93, etc., con lo cual se llega en la 8a a 4.646 intervalos en vez de 12 que había.

He aquí la base por medio de la cual se logra ese tan extraordinario número de nuevos sonidos.

Divisiones de la 8a

En 96 partes, y en 95, 94, 93, 92, 91, 90, 89, 88, 87, 86, 85, 84, 83, 82, 81, 80, 79, 78, 77, 76, 75, 74, 73, 72, 71, 70, 69, 68, 67, 66, 65, 64, 63, 62, 61, 60, 59, 58, 57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50, 49, 48, 47, 46, 45, 44, 43, 42, 41, 40, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5.
Total 4.646 en la 8a.

Al dividir la 8a en noventa partes, se producen los quinceavos de tono; en 84, los catorceavos; en 78, los treceavos; en 72, los doceavos; en 66, los onceavos; en 60, los diezavos; en 54, los novenos; en 48, los octavos; en 42, los séptimos; en 36, los sextos; en 30, los quintos; en 24, los cuartos; en 18, los terceros; en 12, los semitonos y en 6 los tonos enteros. Las razones matemáticas correspondientes a los citados intervalos son:

RAZONES MATEMATICAS

Tonos	$\sqrt[6]{2}$	1.122462
Semitonos	$\sqrt[12]{2}$	1.059463
Tercios	$\sqrt[18]{2}$	1.039259
Cuartos	$\sqrt[24]{2}$	1.029293
Quintos	$\sqrt[30]{2}$	1.023373
Sextos	$\sqrt[36]{2}$	1.019450
Séptimos	$\sqrt[42]{2}$	1.016640
Octavos	$\sqrt[48]{2}$	1.014545
Novenos	$\sqrt[54]{2}$	1.012908
Décimos	$\sqrt[60]{2}$	1.011619
Undécimos	$\sqrt[66]{2}$	1.010557
Dozavos	$\sqrt[72]{2}$	1.009739
Treceavos	$\sqrt[78]{2}$	1.008926
Catorceavos	$\sqrt[84]{2}$	1.008285
Quinceavos	$\sqrt[90]{2}$	1.007730
Dieciseisavos	$\sqrt[96]{2}$	1.007246

No producen tonos ni semitonos las divisiones de la octava en

95	94	93	92	91	89	88	87
86	85	83	82	81	80	79	77
76	75	74	73	71	70	69	68
67	65	64	63	62	61	59	58
57	56	55	53	52	51	50	42

etcétera, pues sólo producen tonos y semitonos las divisiones de la octava en 96, 84, 72, 60, 48, 36, 24 y 12. No producen semitonos las divisiones de la octava en 90, 78, 66, 54, 42, 30, 18 y 6.

Entre cada una de las divisiones del tono quedan a base de dieciseisavos cinco sistemas musicales, pues debe saberse que cada número en orden progresivo representa un sistema musical diferente, de donde deduje que hay tantos sistemas musicales como números existan en orden progresivo, y de esta simple deducción surgió el infinito musical.

De acuerdo con la fisiología, quedaron incluidos en mi experimento del año de 1895 todos los intervalos mayores que el dieciseisavo de tono, o sean las divisiones de la octava en menor número que en 96, y por tal causa quedaron en esa conquista las divisiones de la octava en 95 partes, y en 94, 93, 92, etc., supuesto que los principios fisiológicos fijan como límite de un experimento auditivo el intervalo más pequeño que se logra oír.

En los años transcurridos desde 1895 hasta esta fecha (1951), el número de sonidos más pequeños que el dieciseisavo se ha aumentado extraordinariamente.

Músicos y físicos hemos cometido a través de los tiempos el error de marcar los sonidos de la gama de los armónicos con tonos, semitonos y los compuestos de estos intervalos, pues no obstante que hace ya cuatro siglos que desaparecieron de la música en teoría y desde hace doscientos veinte años en la práctica los sonidos de la naturaleza, físicos y músicos hemos marcado con notas que indican intervalos temperados los sonidos naturales que nada tienen que ver con la temperación.

He aquí esa gama de los armónicos y las diferencias de vibraciones que hay entre ella y los intervalos temperados.

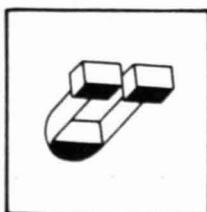
Sonidos naturales

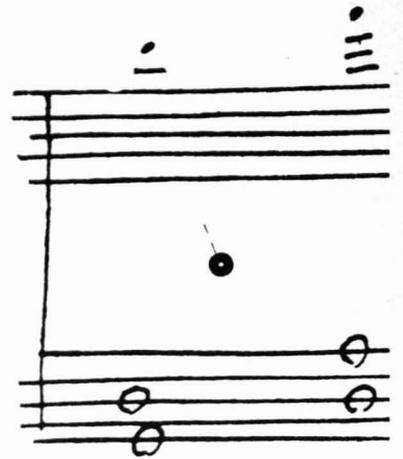
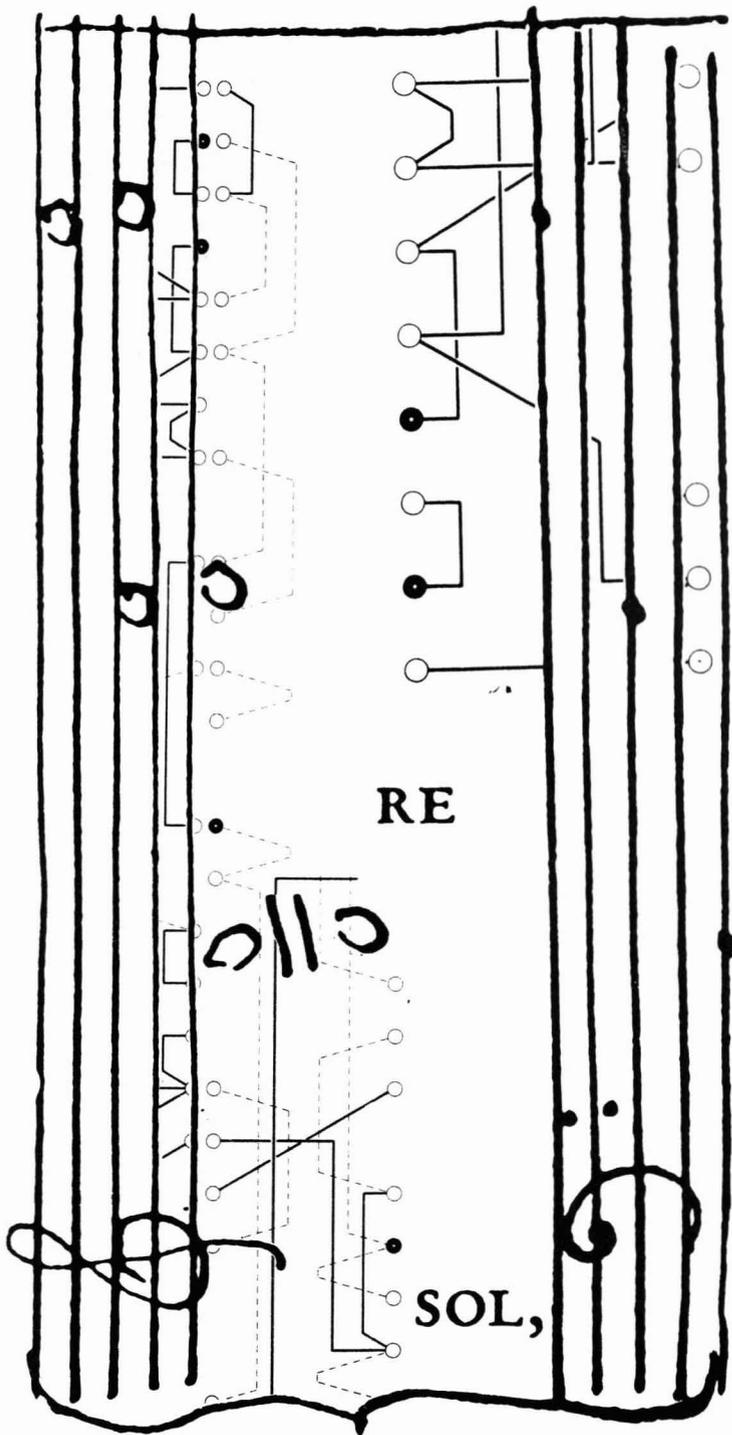
64 128 192 256 320 384 448 512 576 640 704 768 832 896 960 1024

Temperados

64 128 192 256 320 384 448 512 576 640 704 768 832 896 960 1024

Por penoso que ello sea, mi deber es decir que los intervalos musicales que enseñan los físicos en el capítulo relativo de sus





textos de la materia, ninguna relación tienen con la música que se practica desde el año de 1722, fecha en la cual Juan Sebastián Bach escribió su obra maravillosa titulada "El Clavicordio Bien Temperado", en la cual cristalizó la teoría de los matemáticos del siglo XVI, quienes basándose en la raíz dozava de 2, dividieron el intervalo de octava en doce partes musicalmente iguales con la fórmula 1.059.463.

$$^{12}\sqrt{2}$$

En universidades y conservatorios se enseña que hay en la música dos intervalos diferentes de tono; uno mayor 9/8 y otro menor 10/9.

Esas enseñanzas son absolutamente erróneas, pues en la música no existen tonos mayores ni menores; tales intervalos son musicalmente falsos, como falsos son también los semitonos mayores y menores de que hablan los físicos y los músicos, pues de acuerdo con la raíz 12ava. de 2, base de nuestra música actual, el único semitono verdadero es el resultado de 1.059.463 y el tono, único también, es 1.122.462.

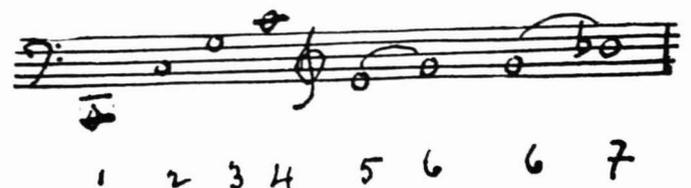
Estos son los únicos tonos y semitonos de la música de nuestros días. La demostración de la falsedad de los tonos mayores y menores que enseñan físicos y músicos, se pone de manifiesto al compararlos con el verdadero y único tono que existe en la música.

El tono musical es 1.122.462, en tanto que el tono mayor 9/8 es 1.125 y que excede, por lo mismo, al verdadero tono en 0.002538; y a su vez el llamado tono menor 10/9 no llega al tono musical, pues le faltan 0.011402.

Este simple ejemplo basta para demostrar el error en el que con rara unanimidad hemos convivido los físicos y los músicos a través de cientos de años y el resultado penosísimo es que *hemos estado enseñando como ciencia musical lo que no es verdad musical.*

Antes de marcar con notas musicales que representan intervalos temperados, los sonidos de la naturaleza que son físicamente puros, se ha incurrido en el error de marcar en la dicha gama de los armónicos intervalos iguales como resultado de diversas longitudes, lo que es un error verdaderamente imperdonable.

Se marcan con notas musicales dos intervalos de tercera menor entre los armónicos 5 y 6, y 6 y 7.



Después márcanse cuatro intervalos de tono entre los armónicos 7 y 8, 8 y 9, 9 y 10 y 10 y 11.



Y esa cadena de errores llega hasta marcar ocho semitonos iguales y seguidos entre los armónicos 14 y 15; 15 y 16; 16 y 17; 17 y 18; 18 y 19; 19 y 20; 20 y 21, y 21 y 22.

Esos ocho semitonos seguidos los marca Ergo de Bruselas, Bélgica, en su obra *Dans le prophylees de l'instrumentation*, página 325.



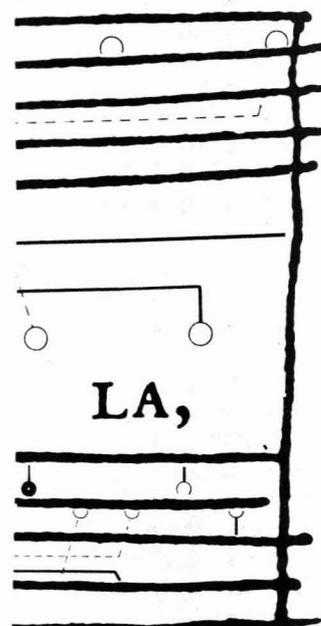
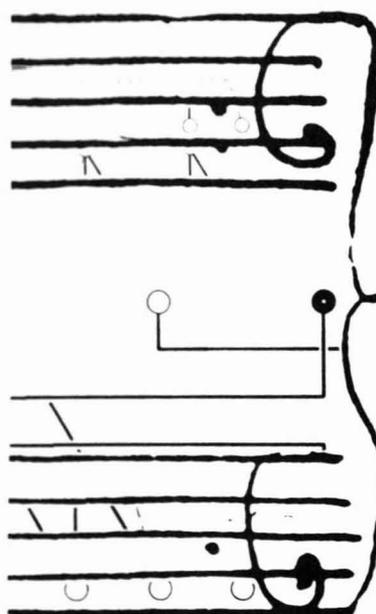
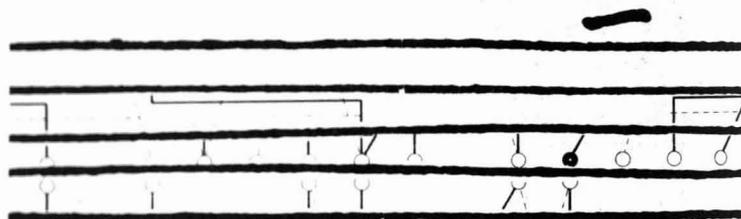
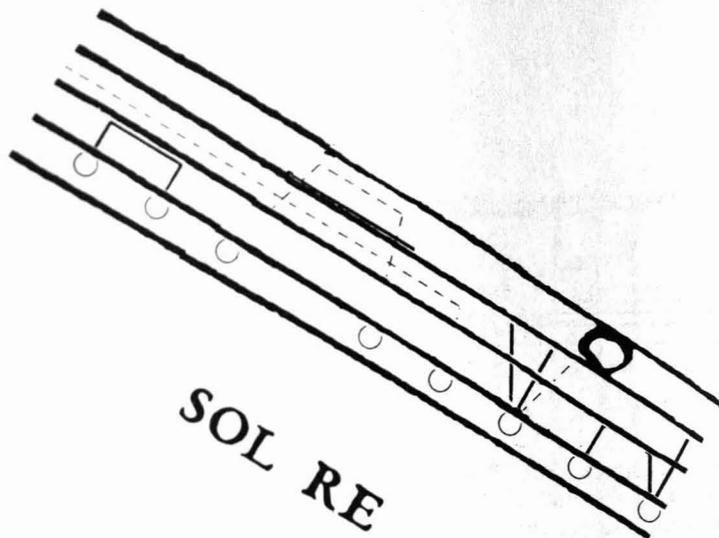
Para demostrar cuán falsas son esas series de intervalos iguales en la escala de los armónicos, basta indicar las vibraciones que corresponden a cada armónico y las longitudes que los producen, pues así se verá que todas son diferentes y por lo mismo si no hay dos ni cuatro iguales, menos puede haber ocho.

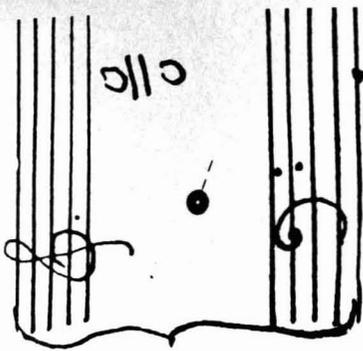
Vibraciones: la 8a $2/1$; la quinta, $3/2$; la 4a $4/3$; la 3a mayor, $5/4$; la tercera menor, $6/5$; y así siguen los intervalos con $7/6$, $8/7$, $9/8$, $10/9$, $11/10$, $12/11$, $13/12$, $14/13$, $15/14$, $16/15$, $17/16$, $18/17$, $19/18$, $20/19$, $21/20$, $22/21$, etc. y a su vez las longitudes son: $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$, $1/6$, $1/7$, $1/8$, $1/9$, $1/10$, $1/11$, $1/12$, $1/13$, etc., etc.

Este breve análisis demuestra que tanto las longitudes productoras de los armónicos como las vibraciones que les corresponden son todas diferentes.

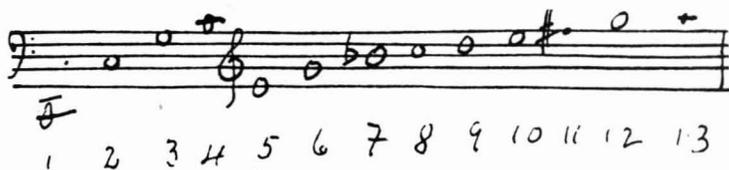
Con esto se demuestra lo falso que es marcar dos o más intervalos iguales en la escala de los sonidos de la naturaleza, pues tal cosa es una absoluta imposibilidad física.

Es el momento de tributar un elogio a Hécctor Berlioz, porque fue él quien antes que nadie se dio cuenta de que el armónico séptimo no correspondía musicalmente a un intervalo de séptima menor en relación con el sonido básico.





Después se dudó de la exactitud musical de los armónicos 11 y 13.



y durante mis análisis de este problema puse en duda musical toda la escala de los armónicos, pues llegué a dudar también de que el armónico 2 se produjera en el duplo de las vibraciones del uno, lo que logré comprobar en la Universidad de Nueva York en un experimento que efectué en el año de 1947.

En aquel acto se comprobó mi duda de que el armónico 2 no era producido por el duplo de las vibraciones del 1, como se había dicho durante siglos. El eminente doctor Sam Lutz, jefe del departamento de física de la mencionada Universidad, firmó el documento que me fue entregado y que textualmente dice: "Sintetizando las conclusiones de este experimento, se encontraron tantos errores entre dos sonidos a distancia de $8a$ que llegaron a cinco ciclos."

En vista de las razones expuestas, llego a las siguientes conclusiones en relación con la escala de los sonidos de la naturaleza que se conocen con el nombre de escala de los armónicos.

I. La escala de los sonidos de la naturaleza no se debe escribir con notas musicales porque éstas representan intervalos temperados.

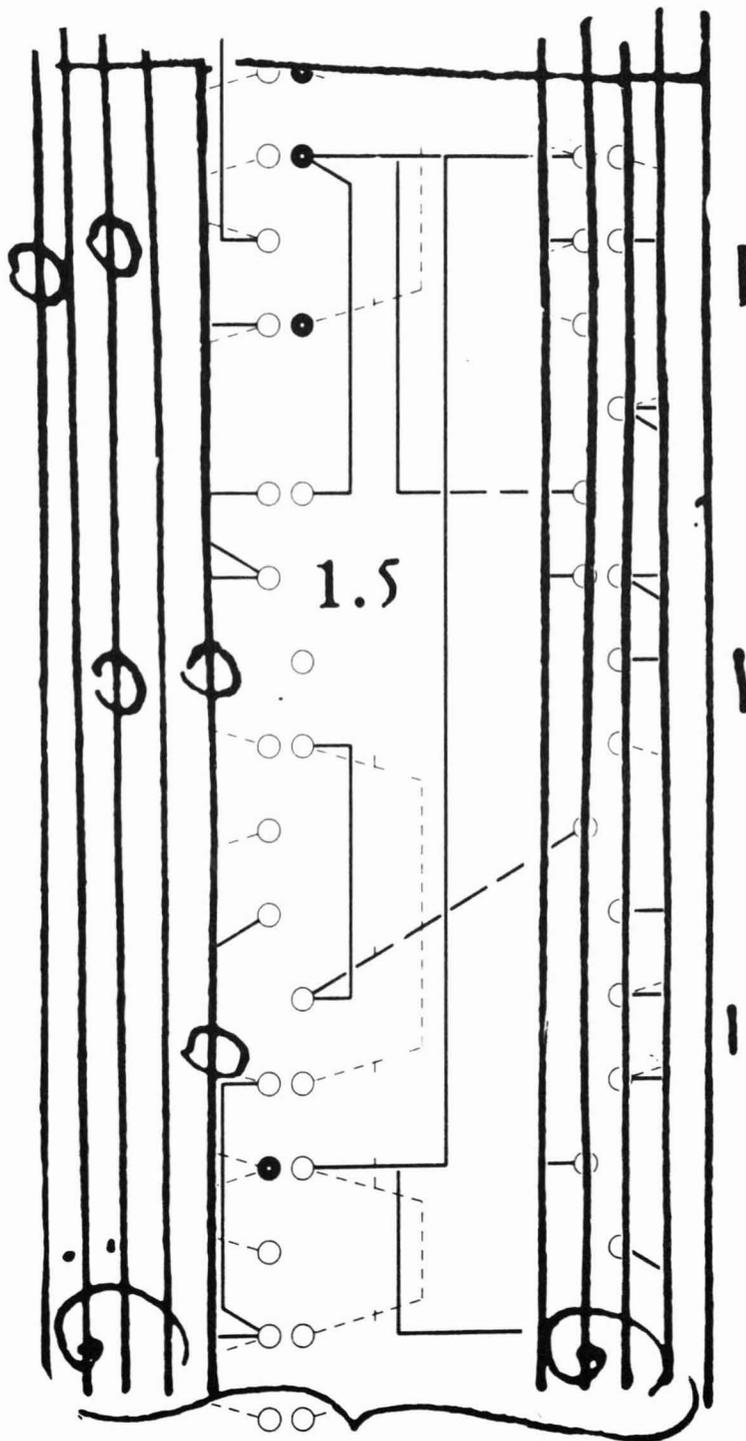
II. Las divisiones progresivas de un cuerpo puesto en vibración deben marcarse en la escala de los armónicos con $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$, $1/6$, $1/7$, $1/8$, etc., y las vibraciones productoras de ellas, de acuerdo con los preceptos clásicos, deben ser $2/1$, $3/2$, $4/3$, $5/4$, $6/5$, $7/6$, $8/7$, etc., ley que se afectará seguramente al terminar mis experimentos empezados en la Universidad de Nueva York en el año de 1947.

Influencia de los armónicos en la sonoridad

Fue un error de física abandonar los sonidos de la naturaleza para implantar en la música el sistema temperado de los matemáticos del siglo XVI, quienes confundieron la física con las matemáticas.

La física es materia y las matemáticas son inmateriales.

El sistema musical temperado produce una música físicamente sucia, manchada por los batimientos inevitables cuantas veces se oyen dos o más sonidos a la vez; y además de las impurezas producidas por los batimientos, se resta sonoridad a todos los intervalos artificiales que producen el temperamento.

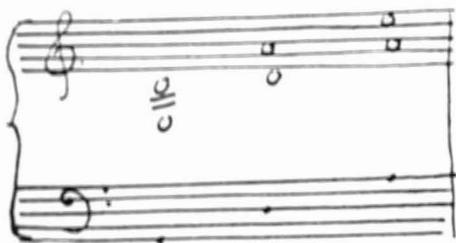




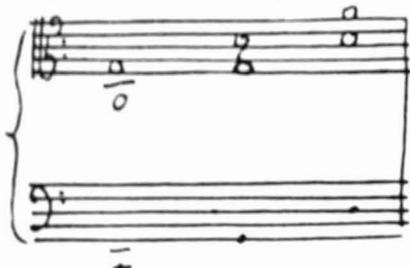
Esa falta de sonoridad puede comprobarse en un violín, en una viola o en un violonchelo. Los instrumentos mencionados se afinan por quintas llamadas perfectas.

La quinta afinada temperadamente 1.498450 carece de sonoridad; pero, tan pronto como dicho intervalo se afina con 1.5 que es la quinta natural, se escucha maravillosamente la octava baja del sonido inferior de ella; y la sonoridad se enriquece prodigiosamente.

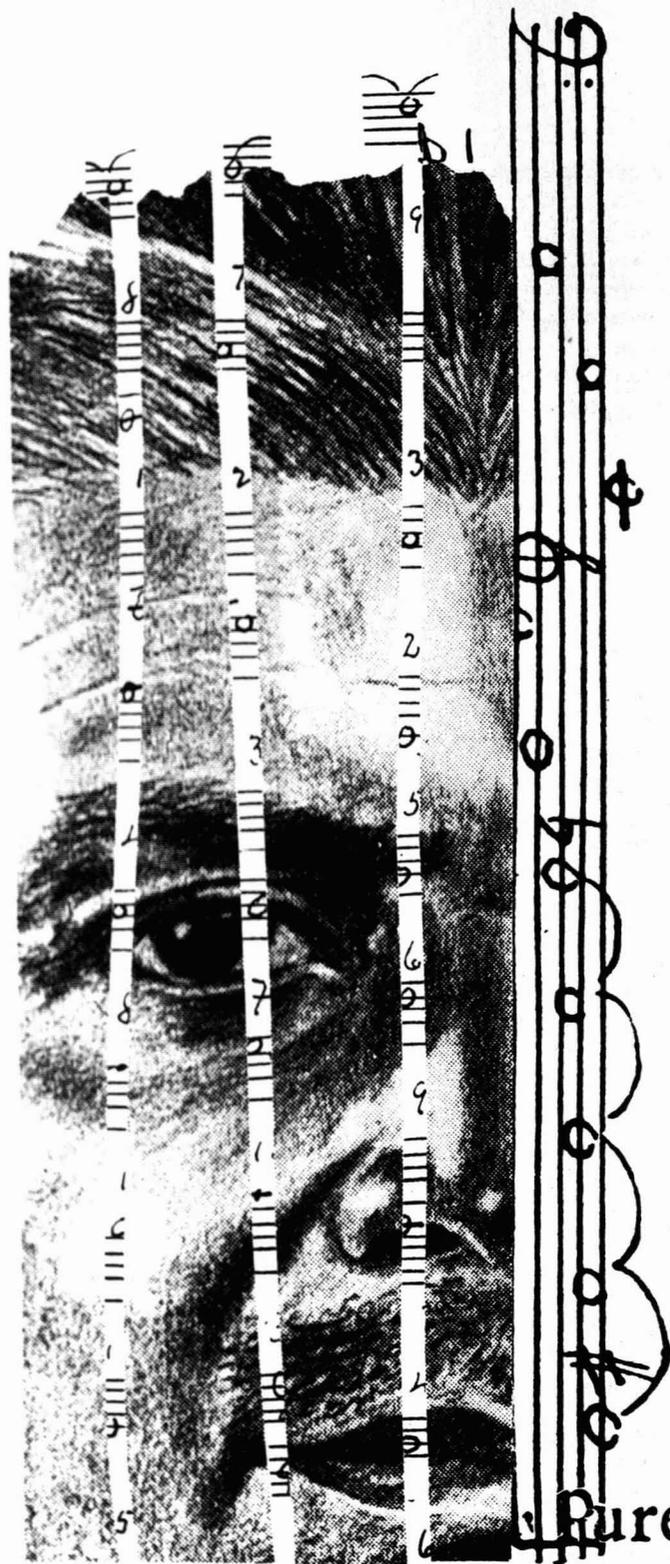
En consecuencia, al afinar el violín por medio de quintas 1.5 se oirán sus tres quintas SOL, RE, RE LA y LA MI con una belleza sonora extraordinaria, pues en cada una de las tres quintas se escuchará si está perfectamente afinada, la octava baja del sonido inferior.



En la viola, que se afinan en DO SOL, SOL RE y RE LA, se oirán igualmente como en el violín al afinarse cada quinta con la fórmula 1.5 , sonoridades incomparables y se oirá asimismo la octava baja del sonido inferior de cada quinta.

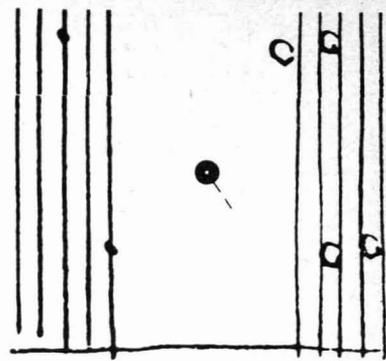


El mismo fenómeno se producirá en el violonchelo que en la viola, pero a la octava inferior.



Pureza

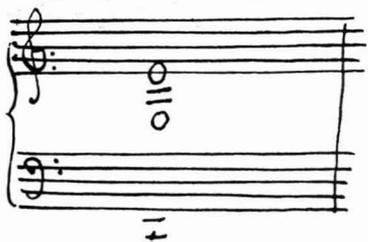
U



Si se quisiera comparar la pureza de las quintas 1.5 con las de 1.498450 en el acto se notará que estas últimas, que son temperadas, producen sonoridad raquítica.

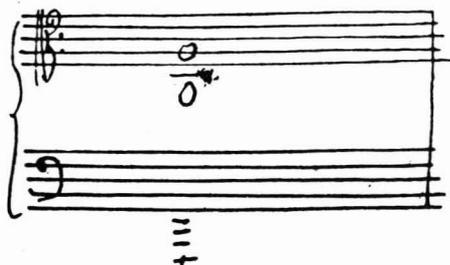
Otro fenómeno también maravilloso es que al hacer un intervalo de sexta mayor que es producido por los armónicos 3 y 5, en el acto se oyen los armónicos 4, 2 y 1.

En el violín al hacer SOL MI en las dos cuerdas graves, se oirá en el acto el DO más grave del violonchelo, o sea el sonido 1 del cual SOL y MI son 3 y 5, y la sonoridad será maravillosa.



Ese DO que se oye en el violín al tocar los armónicos 3 y 5 (SOL MI) en toda su pureza, es imposible producirlo en ese instrumento si no es por medio de los armónicos 3 y 5 tocados simultáneamente, pues la nota más baja del violín es el armónico 3, SOL, y ese sonido queda a diecinueve semitonos de distancia del DO más grave del violonchelo que es el que se oye.

Al hacer la sexta mayor DO LA en las cuerdas más bajas de la viola y que son armónicos 3 y 5 de la nota FA, en el acto, si están perfectamente afinados conforme a la naturaleza, se oye el FA más grave del piano, y ese FA, base de los armónicos 3 y 5, no se puede producir en la viola, pues su DO más grave queda a diecinueve semitonos de distancia del FA más grave del piano que es el que se oye al afinar físicamente la sexta mayor DO LA.



Y si ese DO LA se hace con el violonchelo, el fenómeno es igual al de la viola, pero a la octava inferior de aquélla, y si está afinada de acuerdo con la fórmula 1.5 el FA que se escucha será una tercera mayor más grave de la última nota del piano, la que es imposible producir en el violonchelo, pues como en los dos casos

anteriores, el sonido que se escucha queda a diecinueve semitonos más abajo que el último DO del violonchelo.



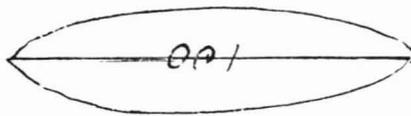
Este fenómeno que es casi un milagro, justifica plenamente el ideal que persigo: llevar la música a los sonidos de la naturaleza.

Tan pronto como se comprobó en mi experimento de la Universidad de Nueva York que la octava no era producida por el duplo de vibraciones del sonido fundamental, surgió una nueva ley del Nodo.

Durante siglos se tuvo la creencia de que el nodo dividía una longitud o columna de aire vibrante en dos mitades sin afectar su longitud, y que por lo mismo cada una de esas dos mitades debía



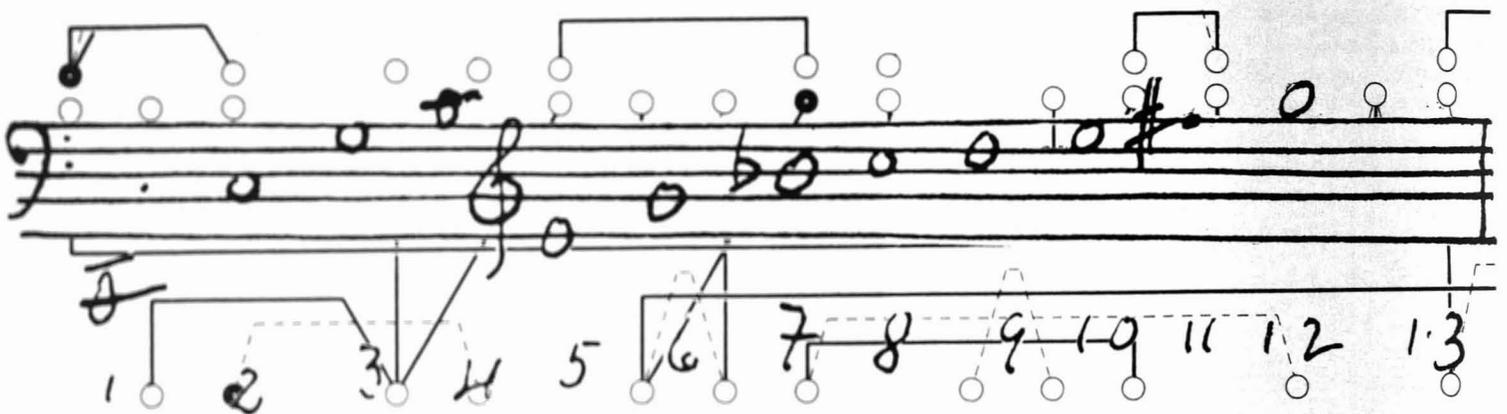
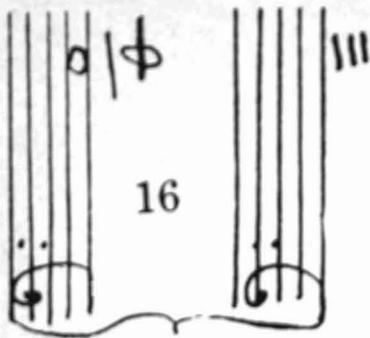
ser el resultado del duplo de vibraciones del sonido básico. Es decir, que si la longitud total producía un sonido de cien vibraciones en un segundo, al dividirla el nodo en dos partes, cada



una de esas dos mitades debía producir sonidos resultantes del duplo de vibraciones, o sean doscientas cada mitad, y como en mi



experimento de Nueva York se comprobó que las vibraciones del armónico 2 excedían en cinco ciclos a las del duplo de la base, tal



resultado fue prueba inequívoca de que el fenómeno del nodo cae en el dominio de la ley clásica que dice que *a menor longitud, corresponde mayor número de vibraciones*. Ahora bien: si por efecto del nodo el número de vibraciones del armónico 2 excede en cinco ciclos a las del 1 o sea el sonido fundamental, ninguna duda cabe de que cada una de las dos partes de la longitud básica dividida por el nodo no es la mitad exacta de ella, sino menor, y de tal resultado se desprende que el *nodo es un punto muerto en una longitud o columna de aire vibrante, y por lo mismo, resta longitud*.

Me referiré en seguida a las fórmulas de Helmholtz.

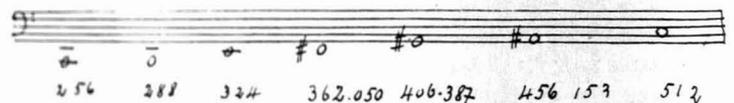
Fórmulas de Helmholtz rectificadas

Helmholtz, el sabio eminentísimo, marcó los seis intervalos de la escala por tonos enteros, con 9/8, 9/8, 9/8, 9/8, 9/8, 9/8, en su obra titulada *Sensations of tone*. En la página 312 de dicha obra se lee lo que sigue:

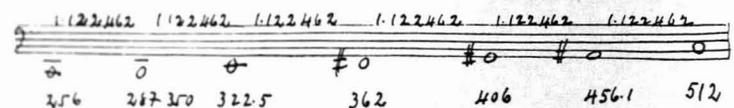
C	D	E	F #	G #	A #	B #
1	9/8	(9/8)2	(9/8)3	(9/8)4	(9/8)5	(9/8)6

Helmholtz, como sabio que fue, se dio cuenta de que con los seis intervalos de 9/8 la octava quedaba alta, pero escapó a su perspicacia que el tono musical no es 9/8 (o sea 1.125) sino 1.122462 y que lo mismo cada uno de los tonos marcados por él queda fuera del lugar que le correspondía, porque excede el verdadero tono de la música en 0.002538.

La escala de tonos enteros marcada por Helmholtz es:



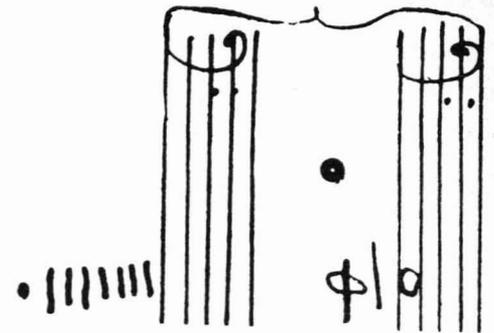
y la verdadera escala musical de tonos enteros es:



La demostración de los errores musicales de Helmholtz se comprueba como sigue:

	Vibraciones que corresponden a cada sonido	Vibraciones erróneas	Diferencias
DO	256	256	
RE	287.350	288	.650
MI	322.550	324	1.450
FA #	362.050	364.5	2.450
SOL #	406.387	410.06	3.673
LA #	456.153	461.317	5.164
DO	512	518.981	6.981





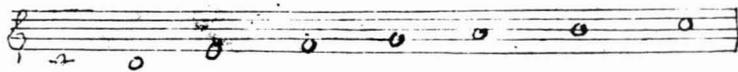
Las cifras anteriores son suficientemente claras para que sea necesario hacer comentario alguno acerca de que lo hecho por el eminente Helmholtz es erróneo.

Tan falsa como es la escala de tonos enteros que presenta Helmholtz, son dos diatónicas —mayores y menores— que enseñan músicos y físicos en conservatorios y universidades, y peor aún la cromática de los físicos.

Las escalas que enseñan los físicos no existen en la música

Diatónica mayor

He aquí esa escala:



En los textos de física y en las clase de acústica de los conservatorios esa escala se escribe así:

	9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15
Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do

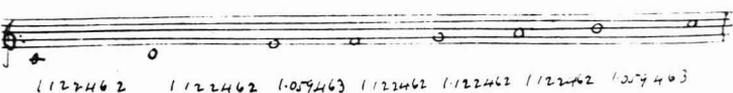
Como se ve, figuran en ella los llamados tonos mayores 9/8 y los menores 10/9, tonos que no existen en la música, como quedó demostrado ya, y figura también en ella el semitono 16/15 que tampoco es verdad musical.

Los músicos y los físicos enseñamos erróneamente durante siglos a los estudiantes que hay en la música tonos y semitonos mayores y menores, lo que es falso. Los dos tonos que hemos enseñado son el mayor 9/8 y el menor 10/9; y los semitonos son 16/15 y 25/24.

Los cuatro intervalos mencionados son falsos musicalmente, pues 9/8 es 1.125 y 10/9 es igual a 1.111, en tanto que el tono musical es 1.122462.

En cuanto a los semitonos el 16/15 es 1.066 y el 25/24 es 1.141, mientras que el semitono verdadero que surgió de la raíz 12ava. de 2 y que es único en la música, es 1.059.463.

En consecuencia la verdadera escala diatónica mayor es así:



En cuanto a las escalas menores diatónicas el caso es semejante, pues los físicos las indican así:

Menor melódica:

1. 9/8 6/5 4/3 3/2 5/3 15/8 2

El más ligero análisis demuestra la falsedad de esta escala, pues 9/8 es 1.125 y el verdadero tono musical es 1.122462; 6/5 es 307.2, y el tercer grado musical de esa escala es 304.384; el cuarto grado 4/3 es 342, y el cuarto grado musical es 341.719; quinto grado de los físicos 384 y quinto grado musical es 383.603; el sexto grado 5/3 es 426.5 y el sexto grado musical es 430.539; el séptimo grado 15/8 es 480 y el séptimo grado musical es 483.289.

Como se ve, ninguno de los grados marcados por los físicos concuerda con los de los músicos.

En cuanto a la escala menor armónica el problema es semejante pues marcan los físicos esta escala en la siguiente forma: 1. 9/8 6/5 4/3 3/2 8/5 15/8 y 2. 9/8 he dicho repetidas veces que es 1.125 y el tono musical 1.122462; 6/5 es 307.2 y el tercer grado musical 304.384; el 4/3 es 342 y el cuarto grado musical 341.719; el quinto grado 384 y el musical 383.603; el sexto grado 8/5 es igual a 404.8 y el sexto grado musical es 406.367; en cuanto al séptimo grado 15/8 es igual a 480 y el musical 487.299; y parecerá hasta increíble que estas tres escalas, tan alejadas como están de la verdad musical, lo estén menos que la cromática que enseñan los físicos en todas las universidades del mundo, pues ninguno de los intervalos marcados por ellos existe en la música.

Si grave es que en los libros de física que se enseñan en las universidades y en los de acústica de los conservatorios se enseñen como verdades musicales esos intervalos de 9/8 y 10/9 que tanto discrepan del verdadero tono 1.122462, peor es aún el problema de los semitonos pues las dos mitades de tono indicadas por los físicos y con frecuencia también por los músicos, no son mitades de ningún tono, y por lo mismo no son verdades musicales.

Indican los físicos como semitonos las fórmulas 25/24 y 16/15, sin darse cuenta de que 25/24 es casi un tercio de tono.

He aquí la demostración: 25/24 sobre Do de 256 vibraciones en un segundo es 266.5; y el tercio de tono sobre el mismo sonido de 256 vibraciones es 266.05.

Ningún esfuerzo es menester para darse cuenta de que 266.5 y 266.05 son casi iguales y 266.5, casi tercio de tono, es el *semitono* marcado por los físicos!

Un segundo semitono de 25/24 sobre 266.5 es igual a 277.5 y 1/3 de tono sobre el mismo sonido de 266.5 en un segundo es 277. En consecuencia, dos semitonos de 25/24 están muy lejos de producir el tono, pues apenas si llegan a dos tercios de tono. Y con dos intervalos de tercios de tono, con la fórmula de los tercios

de tono 1.039259, se llega a igual número de vibraciones que las que producen dos intervalos de 25/24 llamados erróneamente semitonos por los físicos.

Cuán penoso es que en universidades y conservatorios hayamos estado enseñando durante años y siglos a los estudiantes *intervalos de casi un tercio de tono por mitades de tono*.

El otro semitono que se enseña en física, 16/15, es igual a 10.066, y como el verdadero semitono musical es 1.059463, ningún esfuerzo es menester para demostrar la falsedad musical de los dos semitonos de los físicos y por ello también la de la escala diatónica mayor con las fórmulas que se encuentran en todos los libros de física y los de acústica.

Escala cromática

El análisis más superficial de esta escala demuestra que cuanto dicen los libros de física en relación con los sonidos de ella -de la escala cromática-, es absolutamente erróneo.

La escala que como musical cromática presentan los físicos *no existe en la música*.

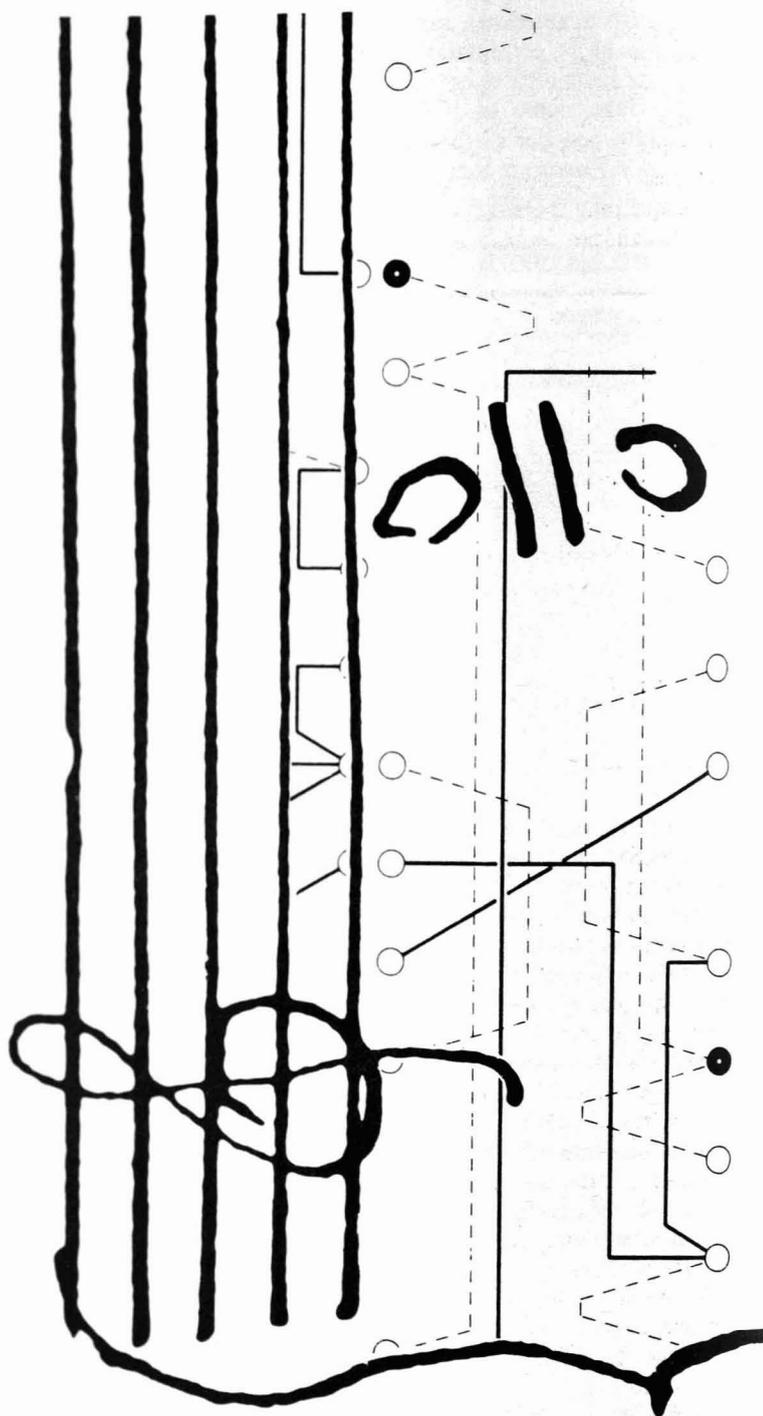
La cromática musical tiene doce grados y la de los físicos diecisiete.

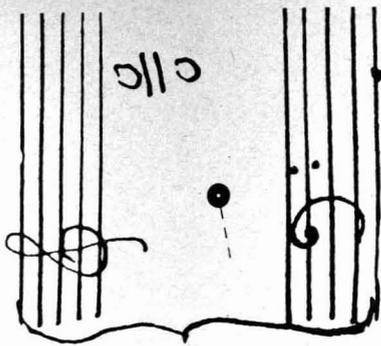
¿Se concibe la posibilidad de que doce y diecisiete sean iguales?

Indicaremos los sonidos que marcan los libros de física como escala cromática, tomando como base la nota Do de 256 vibraciones en un segundo.

	vib.	por	segundo
DO, 256 vib. por segundo			
El DO # de 266.6 vib. por segundo,			
el RE bemo, de 276.5	"	"	"
el RE de 288	"	"	"
el RE # de 300	"	"	"
el MI bemo de 307.7	"	"	"
el MI de 320	"	"	"
el FA de 341.3	"	"	"
el FA # de 355.5	"	"	"
el SOL bemo de 368.6	"	"	"
el SOL de 384	"	"	"
el SOL # de 400	"	"	"
el LA bemo de 409.5	"	"	"
el LA de 444.4	"	"	"
el LA " de 444.4	"	"	"
el SI bemo de 460.8	"	"	"
el SI de 480	"	"	"

ninguno de los cuales existe en música.





¿Cómo pudo ser posible que no se pensara en años y siglos en remediar tales errores?

La verdadera escala musical cromática es de intervalos equidistantes y fue el resultado de la 12ava. raíz de 2, o sea de la fórmula 1.059463 en que se basaron los matemáticos del siglo XVI al crear el sistema musical temperado que está en la práctica —aunque muy imperfectamente— desde el siglo XVIII.

He aquí esa verdadera escala cromática musical:

		vibraciones
Do,	256	
Do #	271	”
Re,	287.4	”
Re #	304.4	”
Mi,	322.5	”
Fa,	341.7	”
Fa #	362	”
Sol,	383.6	”
Sol #	406.4	”
La,	430.6	”
La #	456.1	”
Si,	483.3	”
Do,	512	”

Existe en música una lamentable confusión por el hecho de que los músicos, por error, dan diversos nombres a los mismos sonidos; por ejemplo: la nota Do se llama también Si sostenido y Re doble bemol, lo que proviene de que hemos ignorado que desde Bach hay en la octava únicamente 12 sonidos diferentes y equidistantes.

Curioso es que no obstante los dos siglos y medio transcurridos desde que Bach escribió su “Clavicordio bien temperado” (1722), sigan algunos músicos creyendo que Si sostenido, Do y Re doble bemol son diferentes, lo que demuestra que esos señores ignoran qué es lo que se practica en la música, y la juventud que recibe esas falsas enseñanzas en las aulas de los conservatorios es la víctima de tanta ignorancia.

Cuán cierto es lo que dijo el eminente sabio Jean Cabanne, decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la Sorbona de París, al presentarme el día de mi conferencia: “Sabido es, dijo, que los músicos, aun los más célebres, no estudian a fondo la parte física de su profesión; e inversamente, los físicos, aun los eminentísimos, no conocen suficientemente los problemas musicales.”

Tengo la esperanza de que con las aclaraciones que estoy formulando, músicos y físicos rectifiquen sus errores, con lo cual se purificará a la vez que la música la física musical.

Tercios de tono

Los tercios de tono que quedaron incluidos en mi experimento, en el cual logré los dieciseisavos de tono, son ya una realidad musical, pues en mi último viaje a Europa llevé el primer piano de tercios de tono que hubo en el mundo, y que es uno de los quince que tengo patentados y que produce tonos enteros, uno; tercios de tono, otro; cuartos de tono, otro; y así siguen hasta los dieciseisavos de tono.

La fórmula matemática para lograr estos intervalos de tercios de tono es 1.039259.

En el Conservatorio de París presenté ese piano de tercios de tono en mi conferencia del día 13 de marzo y una composición mía especial para ese instrumento y que fue tocada por mi hija Dolores.

Por tener importancia histórica, debido es recordar el esfuerzo de Ferruccio Busoni en relación con los tercios de tono.

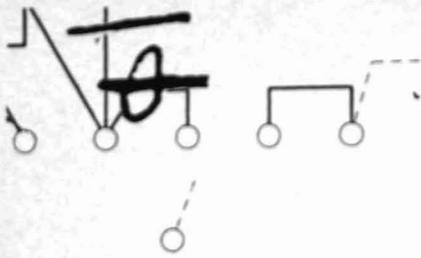
El gran músico, según sus propias palabras, empezó a laborar en ese problema en el año de 1906, pues en 1922 escribió en la ciudad de Berlín, Alemania, esta frase: “Hace dieciséis años que he planteado teóricamente el principio de un posible sistema de tercios de tono y hasta la fecha no he podido decidirme a proclamarlo definitivamente.”

El mismo célebre músico agrega: “Las series de tonos enteros de Debussy y antes de Liszt, son como una esperanza de que el intervalo de tono entero sea llenado con intervalos de tercios de tono aún no existentes.”

Como se ve, declara Busoni que los tercios de tono *no existentes todavía en el año de 1922 son como una esperanza* de que el intervalo de tono entero sea llenado algún día con intervalos de tercios de tono *aún no existentes*.

Las declaraciones del gran músico me llenan de satisfacción, pues Busoni, que fue el primer músico europeo que se ocupó de los tercios de tono, los consideraba en el año de 1922 como algo del futuro, como una *esperanza* para llenar los intervalos de tono entero, y en esa fecha —1922— hacía ya veintisiete años que México, mi patria, con su experimento del año de 1895 en el cual logré los 16avos de tono, había llenado, de acuerdo con las leyes fisiológicas, el intervalo de tono no sólo con tercios de tono, sino también con cuartos, quintos, sextos, séptimos, octavos, novenos, décimos, onceavos, doceavos, treceavos, catorceavos, quinceavos y dieciseisavos, y además, con todos los intervalos que resultan de la división de la octava en 95 partes y en 94, 93, 92, 91, 90, 89, 88, 87, etc., etc.

Y así transcurrieron treinta y tres años después de Busoni hasta que nuevamente se pensó en los tercios de tono en la ciudad de París, en el año de 1949, cuando *Le Figaro* publicó una encuesta para que los músicos europeos opinaran acerca de si había llegado o no el momento de buscar más sonidos para la música; y con ese



motivo Florent Schmitt, el célebre compositor francés, opinó diciendo que sería oportuno empezar a buscar una escala de 18 grados o sean los tercios de tono; y cuando se conoció en México el juicio de Schmitt, tenía yo patentados ya mis quince pianos y construído el de tercios que presenté en un concierto en el Anfiteatro Bolívar de la Escuela Preparatoria (Universidad Nacional de México) el 29 de septiembre de 1949.

Tuve pues el privilegio de que el primer piano de tercios de tono que hubiera en el mundo fuera el mío, así como que la primera composición para ese instrumento basado en los intervalos referidos, fuera también de mi cosecha.

Timbre

Sin contradecir de un modo absoluto las teorías que personalidades eminentes han expuesto en relación con la causa productora del timbre, he formulado la hipótesis de que el timbre depende de la forma que toma el aire ambiente al ser sacudido por el movimiento vibratorio que sale del interior de los instrumentos o de las voces humanas.

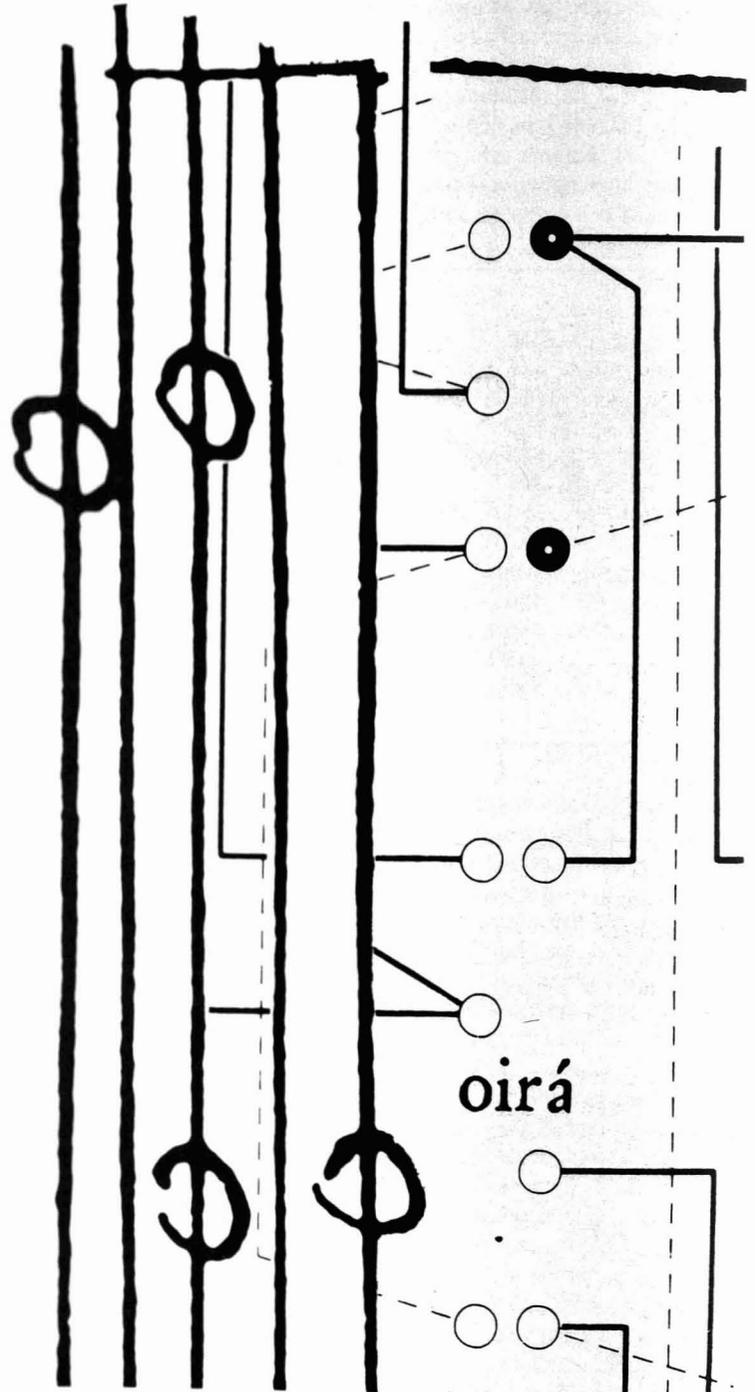
Fundo mi hipótesis así: si fuera exacta la teoría sustentada por la casi totalidad de experimentadores, muchas voces humanas e instrumentos se confundirían entre sí, pero que sin embargo no es ese el caso; ¿de qué depende que no haya dos personas con voces exactamente iguales?

¿De qué depende que podamos distinguir el timbre de las voces sin mirar a quienes hablan? ¿No es acaso la forma de los labios, de los dientes, de la bóveda del paladar lo que ocasiona que el aire llegue al exterior de manera diferente entre unas y otras personas? ¿De qué depende que un instrumento de aliento en madera o metal, tocado por diversas personas, parezca tener diverso timbre? ¿No es acaso por la conformación bucal, por el grueso de los labios y la calidad de dientes de quien lo toque?

Fenómeno semejante ocurre con los instrumentos de cuerda y de arco, los cuales al tocarlos diferentes artistas cambia la presión en el arco y parecen producir diversos timbres, no obstante que los armónicos que acompañan a los sonidos que producen sean los mismos. El timbre, según yo, depende en gran parte, o en su totalidad, de la forma como el aire ambiente es sacudido.

Si fuera exacta la teoría sustentada por: serios investigadores de renombre que hacen depender el timbre de los armónicos, seguramente que entre los dos mil millones de seres humanos que hay sobre la tierra habría varias personas que, al producir determinados sonidos, fueran acompañados por igual número de armónicos, y sin embargo no hay ni dos personas cuyas voces se confundan de un modo absoluto.

Habrá semejantes, pero no iguales, y lo que pasa con las voces acontece también con los instrumentos musicales.



Ciertamente que en los seres humanos el grueso y longitud de las cuerdas vocales ejerce influencia en el timbre, pero no es sólo eso, sino que también la cavidad bucal, la forma de los dientes, y los labios ocasionan que el aire llegue al exterior de muy diversa manera, o lo que es lo mismo, con diferente timbre.

Producción y propagación del sonido

La ley clásica de la propagación del sonido es: "que el sonido no se propaga en el vacío". Creo que no se ha enfocado debidamente el problema, pues la verdad física es: "Que el sonido no se produce en el vacío y, consecuentemente, si no se produce, es imposible que se propague." El sonido no se produce en el vacío —supuesto que él es el resultado de movimientos vibratorios del aire—, y si se hace el vacío en cualquier cuerpo dejándolo sin aire ¿cómo podría esperarse que el sonido se produjera y se propagara?

En suma: *el sonido no se produce ni se propaga en el vacío.*

El sonido no se produce en los instrumentos

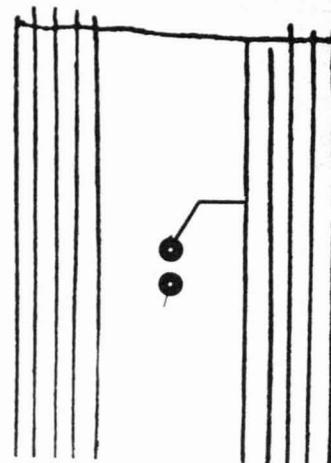
El sonido musical se produce en el aire ambiente, es decir, fuera de los instrumentos. Tómese como punto de comprobación cualquier instrumento de aliento: tubos de órgano, tubos de instrumentos de madera como las flautas, los oboes, los clarinetes, los fagotes, los saxófonos o las trompetas, los trombones y los cornos.

Si se cierran cuidadosamente las perforaciones y se tapa la salida del aire, será inútil que los tocadores de estos instrumentos soplen en el interior de los tubos, pues mientras el aire no sale al exterior el sonido no se producirá.

En cambio, tan pronto como se destape la salida del aire se escuchará el sonido maravilloso.

En los instrumentos de cuerda y arco el fenómeno es semejante, pues al herir la cuerda con el arco se efectúa un desalojamiento del aire semejante al que se produce cuando una columna vibrante sale del interior de un tubo, llega al exterior, al aire ambiente, y entonces el sonido se produce.

Hay más aún: el claxon o bocina de un automóvil es un tubo de longitud y diámetro calculado para producir únicamente determinado sonido y mientras el coche al cual está adherido permanece quieto, la bocina producirá el sonido para el cual fue calculada y no otro; pero tan pronto como el coche empieza a caminar, el aire se agitará y en el acto el sonido que produzca el claxon empezará a sufrir alteraciones en su altura, las cuales aumentarán en razón directa con la velocidad del vehículo; y si otro coche se aproxima en sentido contrario, entonces el sonido que produzca el claxon del coche del experimento subirá más aún, y al cruzarse los dos coches *la altura del sonido que aparentemente es producido*



por el claxon llegará a su máximo; y al alejarse los coches y que el del experimento empiece a disminuir su velocidad, el sonido empezará a descender hasta llegar el automóvil a estar en reposo, y en ese momento el sonido calculado de acuerdo con la longitud y diámetro del tubo, volverá a producirse.

Este fenómeno confirma la tesis de que *el sonido no se produce en los instrumentos*, supuesto que la altura del sonido que se aumenta está en razón directa con la agitación del aire sin cambiar ni la longitud ni el diámetro del claxon.

Este fenómeno es semejante al que se observa en las aguas del mar o de un río con los barcos.

Al caminar un barco, agita las aguas en proporción con su tonelaje; y si se aproxima otro barco, especialmente en sentido contrario, entonces al cruzarse los dos se sumarán sus tonelajes y las aguas se agitarán con fuerza mucho mayor que cuando era un solo barco; y cuando empiecen a alejarse, entonces las aguas empezarán a recobrar su movimiento ordinario hasta quedar enteramente quietas cuando los barcos no las agitan.

Tal es mi tesis en este problema desconcertante: *que el sonido no se produce en los instrumentos sino en el aire ambiente.*

Ley de relatividad de consonancias y disonancias

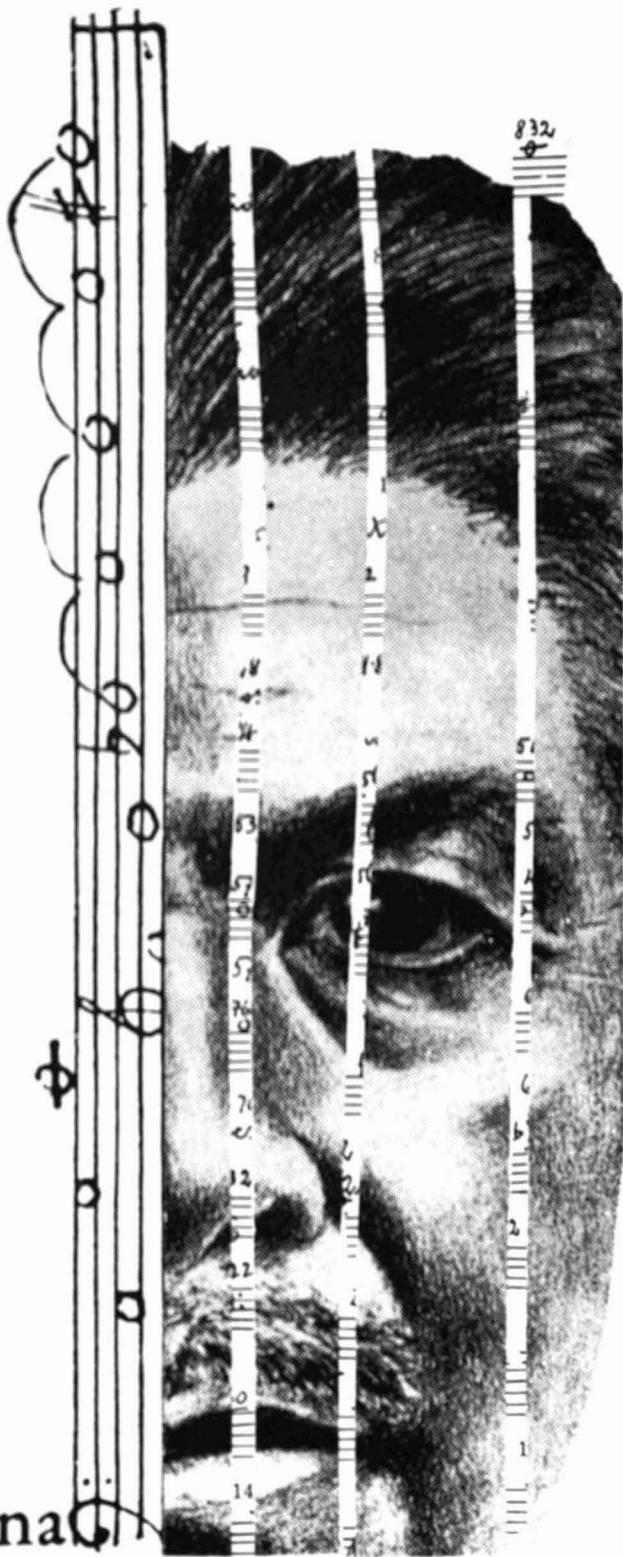
Otro de los grandes problemas de física musical es el que se refiere a la ley de *relatividad de consonancias y disonancias*, y que se basa en el fenómeno físico de los nodos; la consonancia o disonancia de un intervalo está en razón directa con el número de nodos que intervienen en la producción de él, de tal modo que el intervalo que resulta con un solo nodo —la octava— es más consonante que el que resulta de dos nodos —la quinta— y ésta, a su vez, es más consonante que el que resulta de tres nodos —la cuarta—, etc.

Basándose en ese fenómeno he formulado una serie de escalas físicamente puras y que son tanto más consonantes cuanto más cerca están de la base productora de los armónicos. Por ejemplo: la escala de armónicos 3, 4, 5, 6, es más consonante que la que resulta de los armónicos 4, 5, 6, 7, 8; y ésta, a su vez, es más consonante que la de 5, 6, 7, 8, 9, 10; y así siguen disminuyendo las consonancias a medida que se alejan de la base productora de los nodos, pues menos consonantes que las escalas marcadas antes, serán las formadas por los armónicos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 o bien por 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

Estos sonidos empleados en forma melódica, es decir, en sonidos sucesivos, o en forma armónica, sonidos simultáneos, podrán oírse ya muy pronto, pues estoy terminando experimentos acerca de la destemperación de la música, problema que se sabe que se está estudiando en Rusia desde hace sesenta años sin que se haya anunciado que el problema haya sido resuelto.

Hace años que el compositor francés Darius Milhaud hizo una

afina



visita a los laboratorios de Abramhoff en Rusia, y se asombró al oír cuatro pianos —los cuatro de semitonos, pero afinados a distancia de $1/8$ de tono entre cada uno de ellos—; el referido compositor quedó tan maravillado de aquel experimento, que dijo en *Le Menestrel* de la ciudad de París que reclamaba para él, el honor de haber tenido el privilegio de dar semejante noticia a la Europa central; y ¡cosa curiosa! cuando Milhaud se consideraba tan honrado por el simple hecho de comunicar aquella noticia, antes de ello tenía yo no sólo los octavos de tono, sino los dieciseisavos, y no en un laboratorio, sino en instrumentos musicales; y aún había dado ya conciertos con composiciones mías y de mis discípulos, en las cuales se habían empleado cuartos, octavos y dieciseisavos de tono.

Sonidos musicales producidos por el corazón humano

Ignoro si algún físico o músico ha hablado alguna vez del fenómeno maravilloso de los sonidos musicales producidos por el corazón humano.

Cuando supe que el corazón producía vibraciones a razón de cuatro por centésimo de segundo, deduje en el acto que ese número de 400 vibraciones en un segundo quedaba incluido en el ciclo de los sonidos musicales. Asistí a un hospital para ver las demostraciones y poder ver gráficamente los lineamientos de las vibraciones producidas por el corazón humano. Cuatrocientas vibraciones por segundo equivalen exactamente al SOL sostenido de la escala de los físicos sobre la nota DO de 256 vibraciones por segundo. ¿Será sólo el corazón humano el que produzca sonidos musicales o bien serán todos los seres de la creación afectados por el mismo fenómeno? Esto abre un campo maravilloso para futuras investigaciones de física y de fisiología y aun parece posible formar una escala musical a base biológica. Una base para la explicación física de un fenómeno psicológico absolutamente desconocido: la simpatía o la antipatía entre dos seres de igual o diferente sexo y que pueden llegar hasta el amor o el odio, es el instrumento musical conocido con el nombre de viola de amor, el cual tiene catorce cuerdas: siete superiores y siete inferiores, afinadas tanto unas como otras con las notas RE, FA, LA, RE, FA, LA RE.

En ese instrumento se tocan únicamente siete cuerdas —las superiores— y las inferiores vibran al unísono por simpatía; y creo que cuando los corazones de dos personas de igual o diferentes sexo laten exactamente con el mismo número de vibraciones por segundo se produce entre ellas, por un fenómeno de física, la simpatía y aún el amor, si la concordancia es absoluta; e inversamente, si la concordancia discrepa, entonces se produce el fenómeno de los batimientos tan conocidos en física y que posiblemente ocasionen el odio y la antipatía.

