SOL² SI² RE³ FA³, siendo las dos últimas mucho más débiles que las dos primeras.

En la segunda octava del acorde, las dobles quintas serán: SOL⁴ SI⁴ RE⁵ FA⁵, quedando nulificadas las dos últimas por ir más allá del DO⁵, y tan debil el SI, única disonancia ya ,que casi no vicia la sono ridad en el conjunto de sonidos reales.

Siendo la nueva doble quinta de SIb un armónico impar, cuanto dijimos respecto de la consonancia del acorde DO MI SOL en los tubos cerrados, en cualquiera octava, debe extenderse al acorde DO MI SOL SIb.

Probemos con la armonía de cinco sonidos encontrada entre las séries armónicas: Sea DO MI SOL SIb RE. Las dobles quintas serán: SOL² SI² RE³ FA³ LA³, para la primera octava; para la segunda serán SOL³ SI³ RE⁴ FA⁴ LA⁴; para la tarcera serán: SOL⁴ SI⁴ RE⁵ FA⁵ LA⁵, y para la cuarta: SOL⁵ SI⁵ RE⁶ FA⁶ LA⁶. En el penúltimo caso el único elemento de disonancia y debil será el SI⁴, porque los demás quedan más allá del DO⁵ y en el último quedan fuera todas las resonancias.

Cuanto se dijese respecto de la consonancia en todas las octavas, para instrumentos de tubo cerrado, y disonancia en los de tubo abierto y sus simila res, hablando de los anteriores acordes, puede extenderse al que acabamos de estudiar.

Experimentemos ahora con los acordes proporcio-NAL Y CROMATICO, por su orden.

Sea el acorde DO MIb SOL, llamado hasta hoy acorde menor.

Las dobles quintas de esos sonidos serán para el

acorde de la primera octava: SOL² SI² RE³b; y para la segunda octava: SOL³ SIb³ RE⁴ para la tercera octava: SOL⁴ SIb⁴ RE⁵; y para la cuarta octava: SOL⁵ SIb⁵ RE⁶ salva la diferencia de SI á SIb; que ahora nos da la doble quinta del segundo sonido real, todas las reflexiones y observaciones relativas al acorde Mayor son aplicables al caso del acorde Menor.

Estudiemos por último el acorde Cromático llamado hasta hoy DISMINUIDO si es de tres sonidos y DE SEPTIMA DISMINUIDA si es de cuatro.

Sea el de la Escala de DO: SI RE FA.

Las dobles quintas de esos sonidos serán: FA# LA DO.

Sonidos todos extraños y disonantes con los reales de los que vienen á ser grados conjuntos. LA, de SI; DO, de RE, y FA#, de FA.

En instrumentos que no produzcan los armónicos impares, ese acorde será consonante en cualquiera octava en que se coloque, pero en los que los produzcan, será disonante hasta la tercera octava y consonante en adelante en que las dobles quintas: FA#5 LA5 DO6, quedan fuera del DO5.

De las observaciones hechas en todas las formas armónicas descubiertas, podemos hacer las generalizaciones siguientes:

I.—Dentro de los límites de la percepción auditiva, son apreciables aunque vagamente, las disonancias que el cálculo demuestra entre los sonidos reay sus armónicos.

II.—La percepción de los armónicos dependerá de las condiciones siguientes: A.—Intensidad del sonido real;

B.—Altura del mismo sonido real;

C.—Poder resonante del instrumento productor;

D.—Concurrencia del armónico con el sonido real correspondiente.

Como resultado de las anteriores experiencias obtenemos la demostración de que todas las séries armónicas halladas en la forma sucesiva pueden emplearse simultáneamente sin que sean obstáculo las resonancias, con tal que se exploten de manera que las disonantes no rean perceptibles, ni estén duplicadas por un sonido real.

* *

Ahora estudiemos los sonidos resultantes.

Dichos sonidos, que no son sino intermedios que se producen entre los sonidos reales, se representan acústicamente por la diferencia entre los dos sonidos inmediatos que suenan conjuntamente.

Claro es que si los armónicos que directamente se derivan de los sonidos reales se perciben en su mayor parte muy débilmente ó no se perciben del todo, los resultantes de los sonidos reales, sí pueden, como engendros directos, influir en la sonoridad y consonancia, tanto á lo menos como los armónicos perceptibles, y esa es probablemente la razón para la intolerancia del órgano auditivo respecto de aquellas combinaciones que no siguen la forma y sucesión natural de los armónicos.

Comencemos por el acorde llamado MAYOR: DO MI SOL. Está compuesto de los armónicos 4, 5 y 6 del fundamental DO¹. Las diferencias entre 4 y 5 y 5 y 6

son 1; la diferencia entre 4 y 6 es 2. Y como los números 1 y 2 corresponden al fundamental y al primer armónico: la octava, el acorde no produce más que resultantes armónicos y similares del fundamental.

Probemos con el acorde de séptima de la Dominante: DO MI SOL SIb. Los números de esos armónicos en la série natural, son: 4, 5, 6 y 7 de la fundamental DO'. La diferencia constante de grado á grado es 1, la de 2 entre 4 y 6, y 5 y 7, y la de 3 entre 4 y 7. Y como los números 1, 2 y 3 representan el fundamental y sus dos armónicos primarios DO 2 y SOL2, esa série de sonidos resultantes vendrá reforzando á dos de los sonidos reales del acorde, sin traer elementos antipáticos disonantes.

Sigamos con el acorde mixto, llamado hasta hoy DE NOVENA: DO MI SOL SIb RE. Los números de esos sonidos, como vimos antes, son 4, 5, 6, 7 y 9 del fundamental DO'. Las diferencias entre esos números, son: 1 y 2 de grado á grado; 2 entre 4 y 6 y entre 5 y 7; 3 entre 6 y 9 y entre 4 y 7; 4 entre 5 y 9 y 5 entre 4 y 9. Y como los números 1, 2, 3, 4 y 5 son en la série de armónicos correspondientes á los sonidos DO' DO' SOL' DO' MI', tendremos reforzados por esos resultantes los tres primeros sonidos reales del acorde y ningún elemento inarmónico ni extraño.

Sigamos experimentando en el acorde Menor: MI SOL SI por ejemplo, en la Escala de DO.

Ya vimos que en la série de la Fundamental DO, los números correspondientes á esos sonidos son: 10, 12 y 15. Las diferencias entre esos números son: 2

y 3 de grado á grado; 5 entre 10 y 15. Los números 2, 3 y 5, en la série de armónicos, corresponden á los sonidos DO2, SOL, 2 y MI3. lós dos últimos son refuerzo y repetición de sonidos reales del acorde y el tercero es extraño y disonante por formar con SI una séptima mayor. Pero la lejanía de ese resultante inarmónico, si se le considera en la esfera grave que le es propia, hará que apenas sea perceptible; cuandó el acorde está más grave hará que los dos primeros resultantes por su excesiva gravedad queden fuera de los límites de la audición, pues mediando entre el Fundamental DO' y su décimo armónico MI,4 más de tres octavas, si colocamos el MI dos octavas abajo en MI', el DO' disonante pasaria, bajando dos octavas, á sér DO', convirtiéndose en un resultante negativo.

Concluyamos por el acorde cromático, llamado hasta hoy DISMINUIDO. Lo encontramos en la série de armónicos formado por los 5,6 y 7; en la Escala de DO sobre la sensible, es: SI RE FA. El Fundamental armónico de esos sonidos es, como vimos antes, la Dominante SOL; los sonidos resultantes son: entre 5 y 6 y entre 6 y 7, 1; entre 5 y 7, el resultante es 2. Y como 1 y 2 corresponden en la série armónica de S:L, á SOL' y SOL² tenemos en ambos resultantes un sonido extraño á la série de sonidos reales, pero no inarmónica, puesto que aun reducido á sonido real el SOL, formaría una armonía consonante ya examinada: SOL SI RE FA, equivalente de DO MI SOL SIb, formada de los armónicos inmediatos 4, 5, 6 y 7.

La debilidad relativa de la fundamental, hace que

el acorde tenga por decirlo así una vida independiente y propia, pero determina al mismo tiempo una tendencia natural del oido á reducir los sonidos reales á su Fundamental menos vigorosa, convirtiéndola á su vez en sonido real.

Sigamos con el acorde cromático de cuatro sonidos, hallado en el modo menor de la Escala: SI RE FA LAb. Los dos últimos sonidos, forman una tercera menor, cuyos sonidos están en la relación armónica de 5 á 6 cuya resultante es 1, sonido que como los anteriores refuerza la Fundamental: SOL.

* *

Pasemos al estudio de las pulsaciones

La experiencia demuestra que las ondas sonoras de dos sonidos, cuando por la pequeña diferencia entre ellos están proximas y acusan pequeñas diferencias de amplitud, vienen cruzándose á trechos, y destruyéndose mútuamente, ó caminan por un momento paralelas y se entremezclan más ó menos, ó bien coninciden y se refuerzan mútuamente. Si sucede lo primero, nace una opacidad momentánea en ambos sonidos, si sucede lo segundo, ambos sonidos se hacen impuros y dudosos, y si lo tercero ambos se vigorizan y corroboran.

Explicando el fenómeno espontáneo de la producción de los armónicos, vimos que por virtud de una segmentación sucesiva de la columna vibrante, mientras en pleno vigor suena el sonido Fundamental, consuenan con debilidad creciente y por su órden, las diversas resonancias llamadas por eso ARMONICOS.

Fruto de esa segmentación aparecen los intervalos de tercera sexta y quinta, mayores y menores, el de cuarta menor, séptima menor, novena, décima, undécima etc. mayores, y en ningun caso los armónicos y el sonido Fundamental forman un intervalo de segunda ni mayor ni menor, pues aunque aparentemente se encuentran en esos intervalos DO, RE, MI, FA SOL y LA, armónicos cuyos números de orden son: 8, 9, 10, 11, 12 y 13, la consonancia ne se verifica entre el armónico 8 y los siguientes, sino entre el Fundamental DO¹ con RE⁴, MI⁴, FA⁴ SOL⁴, y LA⁴, formando intervalos amplísimos entre los cuales el peligro de las Pulsaciones, desaparece.

Si hacemos consonar DO y RE ó MI y FA, el oído nos acusará una sensación pronunciada de disgusto y de inconformidad, que tiene por causa las impurezas de ambos sonidos; debidas al paralelismo y proximidad de las ondas sonoras, que necesariamente producen las Pulsaciones, opacidades y refuerzos periódicos que destruyen la homogeniedad de los sonidos.

Estudiando la armonía sucesiva encontramos la inarmonía de dos terceras mayores sucesivas, combinación que no aparece jamás en la série de armónicos naturales y ahora el estudio de las Pulsaciones nos muestra la inconveniencia é inarmonía de los intervalos de segunda mayor y menor en una combinación polifónica.

Queda pues indirectamente demostrado é insinuado por la Naturaleza misma, que hace consonar los sonidos en todos los intervalos excepto los de segunda mayor y menor, que en ellos no se producen las Pulsación, es pues de otra suerte la segmentación expontánea y sucesiva y la clara percepción de los armónicos no seria un hecho.

Inútil me parece después de lo demostrado, buscar los efectos de las pulsaciones, en acordes cuyos sonidos todos están en intervalos de tercera ú otros más ámplios, en los que las pulsaciones no podrán enturbiar la consonancia.

Solamente haré observar que, siendo mayor la proximidad en el intervalo de segunda menor que en el de la mayor, las Pulsaciones tienen que ser y son más frecuentes y numerosas determinando mayor disonancia. La segunda menor es una inversión de la Séptima mayor, que como neta é insufrible disonancia reconocimos ya. La segunda mayor, aco mpañada de los demás armónicos que integran los acordes de Séptima ó de Novena de la Dominante, ofrece una disonancia poco perceptible y envuelta en el resto de las consonancias, en tanto que la segunda menor es dura en todo caso, porque no es armónica en combinación alguna de las reconocidas por consonantes.

* *

Réstame, para concluir el estudio de las modificaciones que en el valer de las armonías determina la forma polifónica, examinar los efectos de los armónicos, sonidos resultantes y pulsaciones en los acordes invertidos ó dispersos, es decir: cuyos sonidos están en orden diverso del que tienen en la Escala ó en la série de armónicos naturales.

Vimos ya que la inversión de los acordes no altera las relaciones armónicas de los sonidos que los componen, y que el oido acepta esas asociaciones sono ras cón placer; pero vimos también que en ese cambio de disposición, no siempre se conserva la relación numérica directa entre los valores representativos de esos sonidos, sino merced á una REINVER-SION.

El acorde Mayor DO MI SOL, por ejemplo, representado por los armónicos 4, 5 y 6, toma en sus tres posiciones las formas siguientes:

DO MI SOL MI SOL DO y SOL DO MI 4 5 6 5 6 8 6 8 10

En la primera y última formas, la progresión subsiste aunque ia razón cambia, pero en la segunda, la progresión desaparece sin que aparezca la proporcion; en cambio si buscamos á esos números un cuarto término proporcional, lo hallaremos hacia abajo en el número 4 y hacia arriba en el número 10, quedando cada uno de esos compuestos polifónicos así:

DO MI SOL DO y MI SOL DO MI 4 5 6 8 5 6 8 10.

en los cuales podemos formar las proporciones:

4:8::5—4:8—6 bien: 4:8::1:2, y 5:10::6 - 5:10—8, ó bien: 5:10::1:2, que son proporciones geométricas reveladoras de las armónicas respectivas. Pero los sonidos 4 y 8, los que como complementarios de la proporción hemos hallado, son respectivas duplicaciones de los sonidos DO y MI, lo que viene á sugerirnos la idea de que en cualquier acorde puede du

plicarse cualquiera de sus notas ó sonidos, puesto que DO MI SOL DO implica la duplicación de la base en DO MI SOL, y MI SOL DO MI á su vez implica la duplicación del extremo en SOL DO MI. Intentemos la duplicación de los extremos en este último acorde, y tendremos: SOL DO MI SOL y MI SOL DO MI, representados numéricamente por 5, 6, 8 y 10 y por 6, 8, 10 y 12, que forman la proporción armónica ya encontrada: 5:10::1:2, y 6:8:10:12, progresión armónica.

Vemos por una parte que siempre que la base del acorde la constituye un sonido que sea el fundamental ú otro que con este forme intervalo armónico regular de la série natural, subsiste la naturaleza de la armonía, pues 4.5.6 lo mismo que 6.8.10 forman progresión; por otra parte vemos que cuando la base es la Dominante, la duplicación de ese sonido no altera la naturaleza progresiva de la armonía, mientras que cuando esa base es el sonido fundamental, su duplicación convierte en proporción la progresión 4:5:6 se trueca en 4:8::1:2 al pasar al acorde 4, 5, 6, 8, ó sea DO MI SOL DO.

Pero si observamos que el mismo intervalo armónico SOL DO que aparece entre los armónicos 6 y 8 existe más grave entre 3 y 4, veremos que ambos se conforman con la disposición que los armónicos tie nen en la série. No sucede lo mismo con el acorde MI SOL DO, en que los dos primeros sonidos no son el Fundamental y que forman una tercera menor inadecuada para base de una série armónica, y por lo mismo necesitan un cuarto término para formar una proporción, no pudiendo jamás aun con

esa duplicación, llegar á la forma progresiva y perfecta.

Operemos ahora con el acorde menor. Sea por ejemplo MI SOL SI, representado en la série armónica por los números 10, 12 y 15.

Las inversiones de esos números nos dan: 12, 15, 20 y 15, 20 y 24.

En la primera de esa formas, igual que en la primitiva, la proporción subsiste, porque 10: 15:: 2: 3, y 12: 20:: 3: 5 pero la segunda forma, producto de la inversión, nos muestra la proporción destruida, porque 15, 20 y 24 no son porporcionales armónicos.

En cuanto á la duplicación de los sonidos en el acorde menor, representado por los números 10, 12 y 15 nos daría los resultados siguientes. lo. 12 15, 20; 12, 15; 20, 24; y 15, 20, 24 y 30, séries númericas que no forman progresión ni proporción. La primera es una serie armonica, porque 10, 12, 15 y 12, 15, 20 son dos proporciones que tienen dos sonidos comunes. Sin embargo, tanto el acorde MI SOL DO sin duplicación como el menor SI, MI, SOL, y todos los demás menores con duplicación, los acepta el oido, á pesar de la aparente ruptura de la relaciones numéricas, y como nada en la Naturaleza sucede, que no tenga su razón de ser busquémosla en los sonidos resultantes y en los Armónicos, por si acaso vienen á justificar las tolerancias del oido.

Comencemos por los Resultantes directos de los sonidos reales en el acorde perfecto mayor, en sus tres posiciones:

DO MI SOL DO, MI SOL DO MI, 4 5 6 8 5 6 8 10

y SOL DO MI SOL.

7 8 10 12.

He aquí los sonidos Resultantes en la primera de esas formas sonoras:

4 5 6 8

De grado á grado...... 1 1 2

Del 4 á los demás 2 4 Del 5 á 8 3

Por su órden 1, 1, 2, 2, 3, 4 correspondientes á los sonidos DO¹, DO² SOL² y DO³, que unido á los sonidos reales, nos dan íntegra la série de los seis primeros armónicos naturales: DO¹, DO², SOL², DO³, y DO⁴.

He aquí los resultantes en la segunda de esas for-

Por su órden: 1, 2, 2, 2, 3, 4, 5, correspondientes á los sonidos DO¹, DO², SOL², DO³, MI³ que unidos á los sonidos reales vuelven á darnos la sárie de los seis primeros armónicos naturales: DO¹, DO², SOL³, DO³, MI³, SOL³, DO,⁴ MI⁴.

He aquí por último los sonidos Resultantes en la tercera de esas formas sonoras.

Por su órden: 2, 2, 2, 2, 4 y 6, correspondientes á los sonidos: DO², DO³, y SOL³, que unidos á los sonidos reales nos dan íntegra la série de armónicos naturales que parten del segundo: DO², DO³, SOL³, DO⁴, MI⁴, SOL⁴.

En el primer caso, los Resultantes refuerzan por igual el sonido Fundamental y el segundo armónico, y solo una vez el tercero y cuarto; en el segundo caso, el segundo armónico está mas reforzado que el Fundamental y lo está una sola vez, además del tercero y cuarto, el quinto; en el tercer caso el segundo armónico es el único reforzado tres veces por los Resultantes, dos veces el cuarto, y una vez el sexto. Pero en los tres casos vemos que los sonidos Resultantes además de corregir la proporción cuando está incompleta, vienen á integrar una PR IGRESION de armónicos naturales, que arranca ya del Fundamental mismo, ya del segundo armónico; en otros términos: una série armónica más ó menos aguda segun la altura del acorde.

Esta observación explica satisfactoriamente dos fenómenos familiares en música y sin embargo considerados hasta hoy de un modo empírico. La tolerancia del oído para sonidos reales aparentemente inarmónicos y completados por resonancias, y la duplicación simple ó doble de uno cualquiera de los sonidos reales del acorde.

Pero como ya hemos visto que la sonoridad de todas las resonancias es más débil que la de los sonidos reales, natural es que, convirtiendo aquellos en éstos, la consonancia se haga más perfecta y perceptible, al mismo tiempo que se enriquece la sonoridad total. Ahora bien, si en intervalo de octava hacemos reales los dos primeros armónicos de la série: DO'y DO', sus dos primeros armónicos serán respectivamente DO' SOL' y DO' SOL' correspondientes á los números 2, 3, 4 y 6 de la série natural que será ya:

							The second second
	1	2	3	4	5	6	8 etc.
Y sus resultantes	•	1	1	1	1	1	2
Del 1 á·los demás							
Del 2 á los demás				. 2	3	4	6
Del 3 á los demás.					2	3	5
Del 4 á los demás:						2	4
Del 5 al 8							

Por dichos Resultantes resulta reforzado cinco veces el sonido Fundamental, cinco el segundo armónico DO² cuatro veces el tercer armónico SOL², tres veces el cuarto DO, dos veces el quinto MI³, una vez el sexto SOL³ y una vez el séptimo SIb³, que aunque extraño á la série diatónica, es armónico de la fundamental DO.

Las tres experimentaciones que anteceden nos permiten hacer las generalizaciones siguientes:

- 1.—La duplicación de cualquiera de los sonidos reales en un acorde compuesto de tercera mayor y quinta mayor sucesivas, produce la integración de la série de armónicos naturales hasta el sexto inclusive, con sonidos resultantes.
- 2.—A medida que el sonido del acorde que se duplique sea más agudo, los sonidos resultantes refuerzan más débilmente el fundamental y más preponderan los armónicos superiores.
- 3. —La adición de los sonidos reales correspondien. tes á los armónicos 1 y 2 de una série armónica, re-

altherico o filos sum perfecto tegun asbel