



3
19

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE MUSICA

OPTIMIZACION DE LA EJECUCION AL PIANO MEDIANTE
EL CONOCIMIENTO DE SU TECNOLOGIA DE CONS-
TRUCCION, SUS RECURSOS SONOROS, LAS
MODALIDADES DEL TOQUE Y LA ACUSTICA
DEL AMBITO DONDE SE TOCA.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
L I C E N C I A D O E N P I A N O
P R E S E N T A
M I G U E L A R T U R O V A L E N Z U E L A R E M O L I N A

MEXICO, D. F.

1986



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

INTRODUCCION

v

Capítulo I

LA TECNOLOGIA DEL PIANO LIGADA A SUS POSIBILIDADES SONORAS

1.1	Evolución tecnológica y sonora del piano	1
1.1.1	Antecedentes históricos	
	a) El clavicordio	2
	b) El clavicémbalo	9
1.1.2	Los primeros pianos	24
1.2	Tecnología y posibilidades sonoras del piano moderno	
1.2.1	Tecnología del piano moderno	
	a) Los elementos constitutivos del piano y su ensamblaje	62
	b) Tipos de maquinaria	73
1.2.2	Posibilidades sonoras en relación con el toque	
	a) Perspectiva adecuada en el estudio del toque	82
	b) Elementos constitutivos del toque y su <u>clasi</u> <u>ficación</u>	85
1.2.3	Observaciones relativas a la ejecución en pia- nos modernos de obras escritas para pianos an- tiguos	
	a) Música de Wolfgang Amadeus Mozart	100
	b) Música de Ludwig van Beethoven	112

Capítulo II

LA AFINACION DEL PIANO Y LA REGULACION DE SU MECANISMO

2.1 Afinación

- 2.1.1 Utilización de la escala igualmente temperada
en la afinación del piano 120
- 2.1.2 Herramientas usadas en la afinación 125
- 2.1.3 Consideraciones acerca del uso de la llave
de afinación 128
- 2.1.4 Ejercicios preparatorios de afinación 129
- 2.1.5 Pasos a seguir para establecer el tempera-
mento igual 136
- 2.1.6 Afinación del piano con ayuda de aparatos
electrónicos 139

2.2 Regulación

- 2.2.1 Generalidades 142
- 2.2.2 Herramientas básicas para la regulación
del piano 142
- 2.2.3 Comprobación de la regulación del piano 145

Capítulo III

ACUSTICA DE LAS SALAS DE CONCIERTO 149

- 3.1 Antecedentes 150
- 3.2 Características de las salas de concierto 154

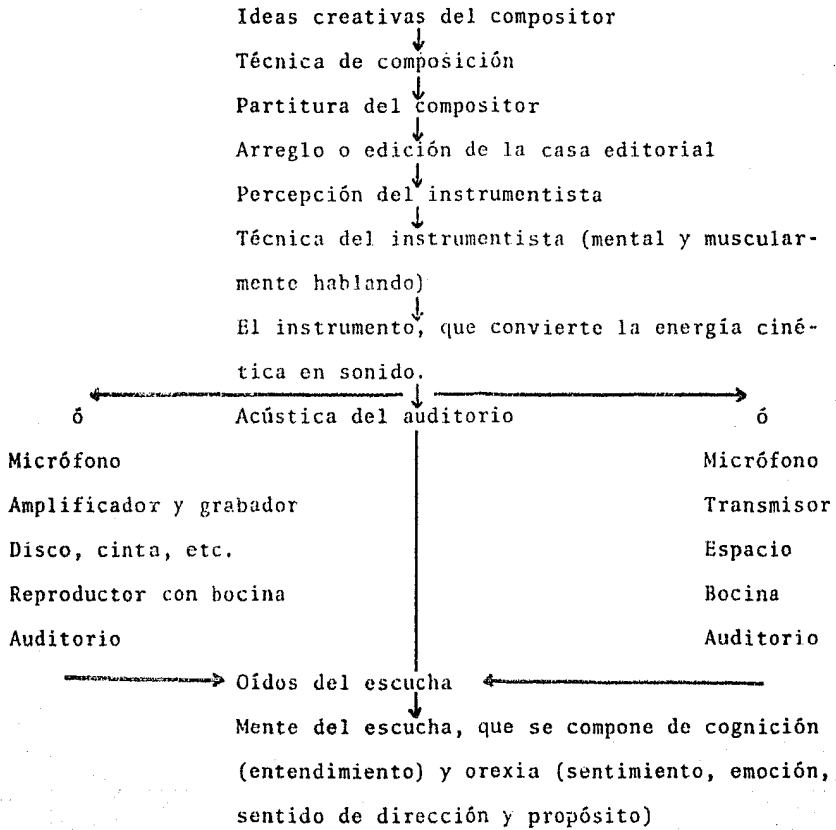
CONCLUSIONES 167

BIBLIOGRAFIA 170

INTRODUCCION

Esta tesis surge a raíz de varias inquietudes experimentadas a lo largo de mi carrera de pianista, las cuales se concretizan en preguntas como las siguientes: ¿cómo evolucionó el piano hasta llegar a su estado actual?, ¿cómo sonaban los pianos utilizados por Mozart, Beethoven, Chopin, etc.?, ¿cómo se puede variar la sonoridad del piano mediante el uso de diversos toques?, ¿cómo se puede determinar, con fundamentos, el estado de afinación y regulación de un piano?, ¿cómo suena un piano en diferentes tipos de salas de concierto?, ¿qué normas debe cumplir un recinto para ser una buena sala de conciertos?, ¿qué puede hacer el pianista para mejorar el resultado acústico en una sala determinada?, ¿cómo pueden ponerse estos conocimientos al servicio de la interpretación pianística?

Estas preguntas, a primera vista muy disímiles, tienen, sin embargo, algo en común: todas ellas pueden insertarse en la cadena de comunicación que se establece entre el compositor y el público. - Esquemáticamente, esta cadena es la siguiente:



Las preguntas antes señaladas están relacionadas con los eslabones siguientes: técnica del instrumentista (mental y muscularmente hablando); el instrumento, que convierte la energía cinética en sonido y la acústica del auditorio.

El dar respuesta a esas preguntas puede conducir a optimizar la ejecución del pianista y por consiguiente a reforzar en ciertos puntos la cadena de comunicación compositor-público. Tal es el objetivo de la presente tesis.

Finalmente, quiero mencionar el hecho de que algunos de los conocimientos que se tratan en el cuerpo del trabajo, como son: historia del piano, desde el punto de vista tecnológico y sonoro, afinación y regulación del piano y acústica de las salas de concierto, no están contemplados en materias específicas del curriculum de la carrera de licenciado en piano. Por este motivo espero que esta tesis aporte ideas que contribuyan a motivar a los estudiantes a profundizar en estos campos.

CAPITULO I

LA TECNOLOGIA DEL PIANO LIGADA A SUS POSIBILIDADES SONORAS

1.1 Evolución tecnológica y sonora del piano

En el Deutsches Museum de la ciudad de Múnich, Alemania Occidental, existe una colección muy valiosa de instrumentos de teclado antiguos. El objetivo que se persigue al visitar esta colección no se limita a observar la evolución de los instrumentos y sus mecanismos, sino que incluye, además, el escuchar el producto sonoro de dichos instrumentos. Esto último es muy importante según se puede ver en el escrito titulado "Música a través de cuatro siglos", que sirve como guía informativa para la visita de la colección: "El desarrollo del sonido de los instrumentos, demostrado al visitante, sirve aquí no sólo como evidencia histórica de la influencia de materias primas, del arte de construir instrumentos o de la dependencia de leyes físicas, sino además como evidencia de los cambios en la estética, el estilo y la interpretación a lo largo del curso de la historia." (1)

Un punto muy interesante a averiguar es la dialéctica que sigue esta evolución tecnológica y sonora de los instrumentos. Sobre este aspecto podemos leer lo siguiente en el mismo escrito antes

(1) Valentin, E., Music Through Four Centuries. Departamento de redacción e impresión del Museo Alemán de München, 1974.

señalado: "Mas los instrumentos no son sólo mecanismos diseñados. Ellos reflejan el gusto común en cuanto al sonido, las demandas de la musa y los ideales sonoros de la época. Y al mismo tiempo inspiraron a compositores, ejecutantes y constructores de instrumentos por igual. Uno de los secretos fundamentales de los instrumentos musicales es el efecto creativo mutuo entre la iniciativa artística y técnica."(2)

1.1.1 Antecedentes históricos

El piano no surgió espontáneamente en la historia de la música. Su aparición está ligada a otros dos instrumentos de teclado que ya tenían una larga vida y que incluso siguieron usándose junto al piano hasta 1800 aproximadamente. Estos instrumentos son el clavicordio y el clavecín o clavicémbalo, los cuales han vuelto a despertar en nuestros días un gran interés. Si consideramos por un lado que el primer piano fue en realidad un clavecín al que se le colocó un nuevo mecanismo, y por otro que el clavicordio, debido a su acción percutida, es el más directo antecesor del piano, se verá el motivo de incluir en este trabajo conocimientos sobre ambos instrumentos.

a) El Clavicordio.- La aparición de este instrumento puede situarse entre los siglos XIII y XIV. Según parece, se desarrolló

(2) Ibid., p. 3.

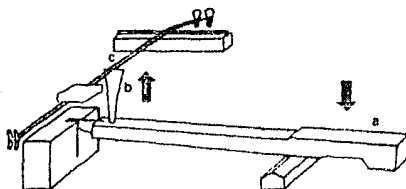
a partir de la aplicación del teclado, ya conocido en el órgano, a un instrumento muy antiguo y sencillo llamado monocordio. El monocordio, desarrollado por Pitágoras desde la antigüedad, era usado para determinar las relaciones matemáticas de los intervalos. Constaba de una sola cuerda tendida sobre dos puentes fijos a una caja de resonancia. El instrumento se completaba con puentes móviles que permitían variar la longitud de la cuerda y por lo tanto la frecuencia de los sonidos producidos en él. (Fig. 1)



{Fig. 1} Monocordio

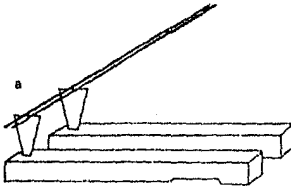
La palabra clavicordio proviene de los siguientes términos: clavis, llave o tecla y chorda, cuerda. Su mecanismo, consiste en pequeñas láminas de bronce, llamadas tangentes (del latín tango: yo toco), colocadas en los extremos posteriores de las teclas. Al accionar estas últimas, las tangentes golpean las cuerdas con una doble función: por una parte proveen la energía necesaria para que la cuerda vibre, por otra parte dividen la cuerda en dos secciones vibrantes, una mayor y una menor. Para evitar que los sonidos producidos en ambas secciones se presenten simultáneamente, se coloca una tira de tela que impide que vibre la sección

menor. Por lo visto anteriormente, los sonidos que se producen - en el clavicordio no están determinados por la longitud total de las cuerdas sino por el punto en que la tangente las golpea. (Fig. 2)

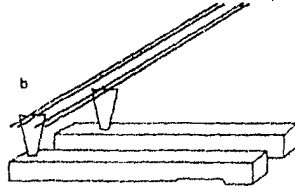


(Fig. 2) El mecanismo del clavicordio. a) La tecla es presionada. b) La tangente golpea un par de cuerdas. c) Las cuerdas entran en vibración.

En los primeros clavicordios, al no ser costumbre el tocar ciertos intervalos armónicamente, por ejemplo la segunda menor, fue posible que varias teclas, en algunos casos hasta cinco, produjeran sus sonidos respectivos al accionar en diferentes puntos de una misma cuerda. Esto permitía reducir el número de cuerdas del instrumento. A este tipo de clavicordio se le llamó en alemán - "gebunden", que quiere decir atado o ligado. (Fig. 3) Posteriormente se dotó al instrumento de cuerdas independientes para cada tecla. A este tipo de instrumento se le llamó "bundfrei", es decir, libre de ataduras, en otras palabras: independiente. (Fig. 4)

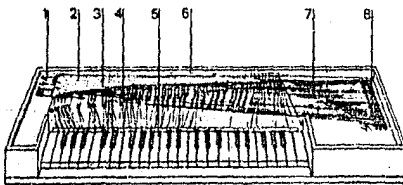


(Fig. 3) Clavicordio "ligado"



(Fig. 4) Clavicordio independiente

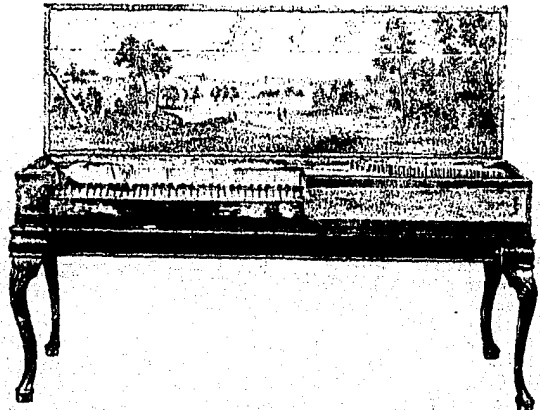
La forma típica del clavicordio es la rectangular. En un principio eran pequeños y se colocaban sobre una mesa pues no tenían patas. (Fig. 5) Posteriormente se construyeron instrumentos de hasta poco más de cuatro octavas y contaron con patas. (Fig. 6)



(Fig. 5) Izquierda.- Clavicordio pequeño

- 1.- Puntas de sujeción
- 2.- Apagadores
- 3.- Cuerdas
- 4.- Tangentes
- 5.- Teclado
- 6.- Caja
- 7.- Puente
- 8.- Clavijero

(Fig. 6) Derecha.- Clavicordio independiente, de más de cuatro octavas, construido en 1767 por Johann Hass.

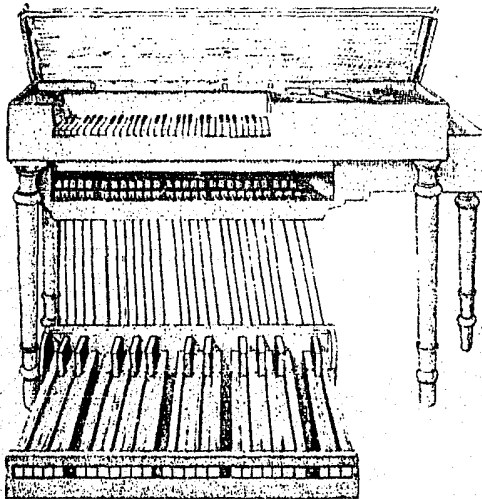


El clavicordio fue un instrumento completo y versátil. Su sonido aunque suave era muy agradable y lleno de armónicos, esto último debido a que la cuerda era golpeada al final de su longitud vibrante. Era además un instrumento con un rango dinámico muy grande que permitía los más diversos matices si se poseía el suficiente dominio del "toque". Tenía además la posibilidad de crear dos efectos en los sonidos de duración mayor, durante los cuales la tangente quedaba en contacto con la cuerda: uno consistía en la repetición de un sonido. La acción para lograr este efecto, llamada en alemán "Bebung" (balanceo), consistía en alterar la presión ejercida sobre una tecla por medio de un movimiento suave del dedo. La otra posibilidad era crear un sonido vibrato al mover la muñeca con una acción semejante a la que realizan los ejecutantes de instrumentos de cuerda para obtener el vibrato. Este último efecto se producía porque el movimiento lateral que se impartía a una tecla, provocaba un movimiento similar en la tangente, la cual había variar con rapidez, aunque en forma mínima, la longitud de la cuerda, obteniéndose así el sonido vibrato. Carl Philipp Emanuel Bach usaba el siguiente signo para indicar el "Bebung" en una partitura: Con todo y la expresividad que se alcanzaba con este efecto, su uso frecuente se consideró indeseable pues requería en el mecanismo un cierto "juego" que a la larga dañaría las teclas y sus guías.

El clavicordio, que se usó al lado del órgano, el clavecín e incluso del piano, se consideró un instrumento para la enseñanza,

el estudio, el acompañamiento de la voz y también para tocarse solo. Se usaba en ambientes íntimos debido a lo limitado de su volumen sonoro. Es importante señalar, además, que debido a sus posibilidades de expresión y a su bello sonido, fue el instrumento preferido de la mayoría de los grandes compositores entre 1400 y 1800, incluyendo a J.S. Bach.

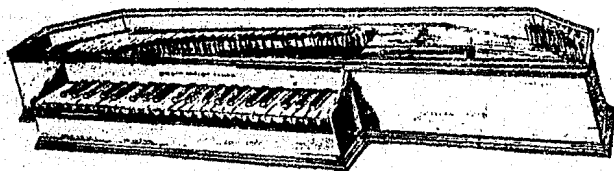
Existió un tipo especial de clavicordio que contaba con pedales. Este instrumento tenía un juego más de cuerdas, las cuales eran accionadas por los pedales. Instrumentos como éstos eran usados por organistas con fines de práctica. (Fig. 7)



(Fig. 7). Clavicordio de pedales construido por Gluck en 1750.

Tuvo el clavicordio un gran florecimiento durante la época del sentimentalismo (Zeit der Empfindsamkeit) que se inició aproximadamente a mediados del siglo XVIII, y fue aclamado por su poder de expresión como uno de los instrumentos más dulces y melancólicos, particularmente en los países de habla germana, en donde instrumentos muy valiosos fueron construidos en los talleres de Silbermann, Stein, Hubert y Späth & Schmahl.

En el siglo XX, especialmente en las últimas tres décadas, ha habido un renacimiento del clavicordio debido a sus propias posibilidades y no por un mero interés en instrumentos antiguos. "Busoni y Howells, entre otros compositores, han escrito música significativa para él. Hermosos especímenes modernos han sido hechos por Dolmetsch, Goff, Morley, Gough, Hodson, Goble en Inglaterra; Challis, Dowd, Hubbard, en E.U., y muchos artesanos en Europa, especialmente Sperrhake, Kemper, Wittmayer, Steingraber, Mändler y Neupert." (3)



Clavicordio "ligado" construido por Domenico da Pesaro en 1543

(3) Sumner, William Leslie, The Pianoforte, Ed. Macdonald and Jane's, London, 1978, p. 24.

b) El Clavicémbalo.- Este instrumento, que en años recientes ha despertado un gran interés, floreció entre 1500 y 1800, 'sin embargo, la primera alusión a él data del siglo XIV.(4) Se originó en Italia, alcanzó popularidad en los Países Bajos y finalmente se extendió a otras partes de Europa. El clavicémbalo evolucionó a partir de un instrumento más antiguo: el psalterium o salterio. Este último consistía en cuerdas tendidas sobre una caja de resonancia que eran punteadas con los dedos o con plectros. (Fig. 8) La aplicación de un teclado a este instrumento dió lugar al mecanismo del clavicémbalo, según lo evidencia el propio nombre: clavis, tecla y cymbalum, nombre usual del salterio.

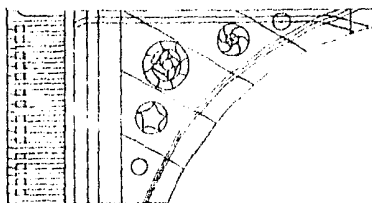


(Fig. 8) Salterio

El clavicémbalo se llamó de diversas maneras según las regiones en donde se usaba; en Italia recibió el nombre de clavicembalo y a veces cembalone, cuando era muy largo, en Francia se conoció como clavecin, en Inglaterra como harpsichord, por su relación con el arpa y en Alemania como Kielflügel, que significa: Kiel, pluma, Flügel, ala. Esta palabra compuesta hacía alusión a las

(4) Valentín, op. cit., p. 2.

puntas de las plumas que pulsaban las cuerdas y a la forma de ala de pájaro que tenía el instrumento. (Fig. 9)



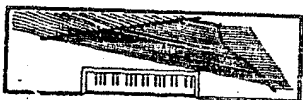
(Fig. 9) Clavicémbalo con forma de "ala de pájaro". Dibujo tomado del tratado de instrumentos musicales de Ar-naut de Zwolle, aproximadamente 1440.

Al lado del clavicémbalo existen instrumentos más pequeños que -
comparten el principio del mecanismo. Uno de ellos es el virgi -
nal, cuyo nombre, según E. Valentin, deriva de la palabra latina
virga que significa vara o varilla. La virga era la parte del me-
canismo que portaba el plectro. Por lo tanto es erróneo conside-
rar que la palabra virginal, refiriéndose al instrumento, derive
de virgo, que significa virgen. (5) La espineta es el otro instru-
mento de dimensiones reducidas emparentado con el clavicémbalo.
Su nombre deriva del término latino spina, que significa espina
y hace alusión al material usado como plectro en estos instrumen-
tos. Es falso, pues, que el nombre provenga de Spinetti, apelli-
do de un famoso constructor veneciano de claves alrededor de --
1500.

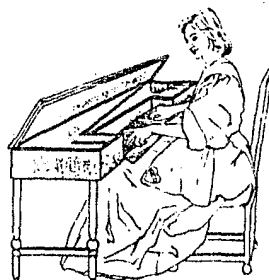
(5) Valentin, op. cit., p. 3.

Los virginales tenían por lo general forma oblonga (Figs. 10a y b) en ocasiones se hallaban incluidos en armarios bellamente decorados.

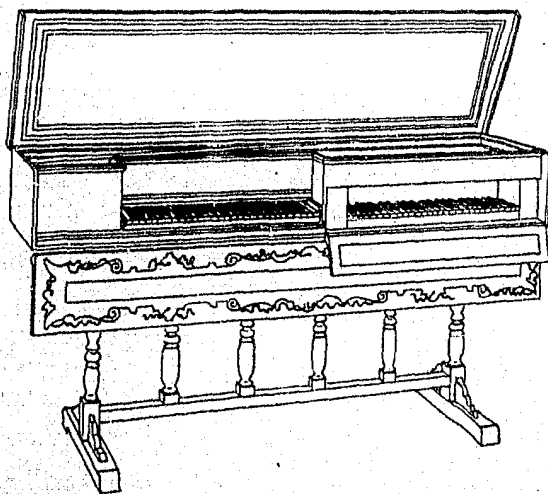
(Fig. 10c)



(Fig. 10a) Arriba.- Forma oblonga del virginal.



(Fig. 10b) Derecha.- Dama tocando el virginal. Nótese el tamaño comparativamente pequeño del instrumento.



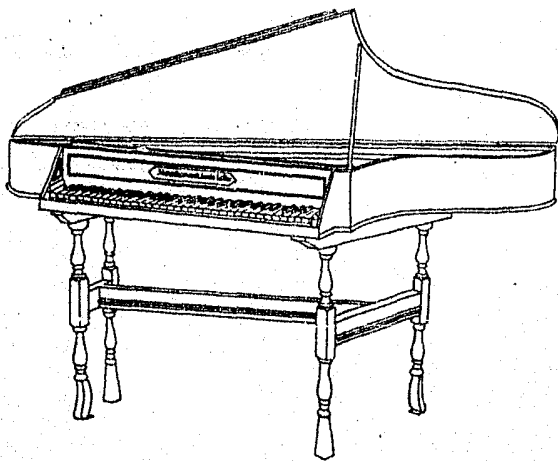
(Fig. 10 c) Izquierda.- Virginal flamenco doble construido en 1660 por Lodewijck Crauwels. Se trata en realidad de dos instrumentos. El más pequeño (derecha) recibe el nombre de ottavino.

Las espinetas tenían formas poligonales: triangular, cuadrangular, pentagonal (Fig. 11a). Si eran muy pequeñas y estaban afinadas una octava más alta, recibían el nombre de spinettinos. Estos pequeños instrumentos se colocaban sobre una mesa ya que no tenían patas. Los ejemplares más grandes contaban con ellas y constituían verdaderos muebles (Fig. 11b). A pesar de la distinción que se ha hecho entre el virginal y la espineta, dichos nombres se intercambiaban frecuentemente.

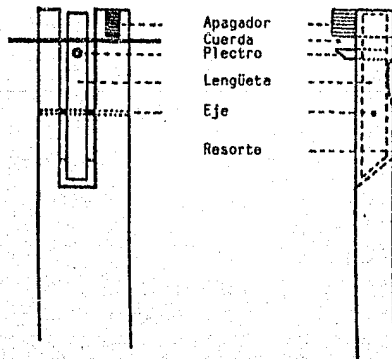


(Fig. 11a) Izquierda.- Forma poligonal de la espineta.

(Fig. 11b) Derecha.- Espineta inglesa del siglo XVIII, construida por Thomas Hitchcock.

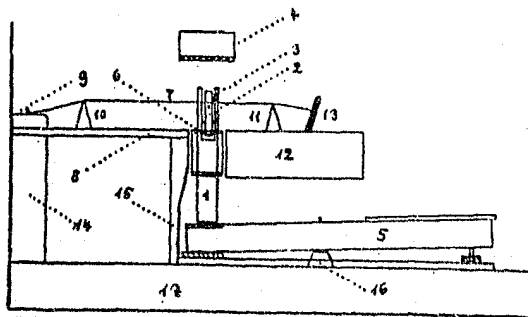


El mecanismo del clavicémbalo consiste en una varilla de madera de 12 a 20 cm. de alto colocada verticalmente al final de cada tecla. En la parte superior de cada varilla, está recortada una ventana delgada en donde va colocada una lengüeta, también de madera, que gira sobre un eje de metal colocado horizontalmente. Las lengüetas se hallan presionadas por un resorte hecho de pelo de jabalí con el objeto de que mantengan la posición vertical o la recuperen si la han perdido. El plectro, que es la punta de una pluma de cuervo o una pequeña cuña hecha de piel dura se encuentra insertada en la lengüeta móvil y se proyecta perpendicularmente a ella aproximadamente unos cuatro mm. A un lado de la cabeza de la varilla de madera se encuentra un pequeño pagador hecho de fieltro (Fig. 12).



(Fig. 12) Partes de una virga o varilla.

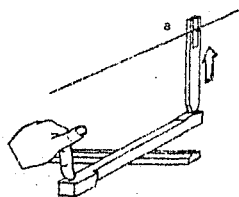
Existe también en el mecanismo una pieza delgada de madera por -
cuyos orificios pasan las varillas. Esta pieza tiene dos funcio -
nes: por un lado mantiene las varillas en su posición ideal para
que los plectros hieran las cuerdas en el lugar preciso, por o -
tro lado puede dejar inoperanes a las varillas al ser recorrida
mediante una palanca. En la figura 13 se muestran todos los ele -
mentos del mecanismo del clavicémbalo.



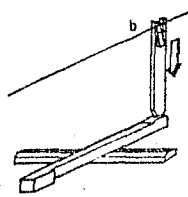
(Fig. 13) El mecanismo del clavicémbalo: 1.- varilla, 2.- len -
güeta con plectro, 3.- apagador, 4.- tope de la varilla, 5.- te -
cla, 6.- gafa de la varilla, 7.- cuerda, 8.- tabla armónica -
9.- punta de sujeción, 10 y 11.- puentes, 12.- clavijero, 13.-
clavija, 14.- bloque de la punta de sujeción, 15.- bloque de -
soporte, 16.- riel de balance, 17.- base.

El ciclo completo de operación del mecanismo del clavicémbalo es
el siguiente: cuando una tecla es accionada, la varilla corres -
pondiente sube y obliga al plectro a puntear la cuerda, produ -
ciéndose así el sonido. La cuerda puede vibrar gracias a que el

apagador se separó de ella al levantarse la varilla (Fig. 14a). Al soltar la tecla, la varilla cae y el plectro entra de nuevo en contacto con la cuerda haciendo girar a la lengüeta sobre su eje. Gracias a este movimiento de la lengüeta el plectro no alcanza a pulsar nuevamente la cuerda. Al llegar la varilla a su posición de reposo, el resorte de pelo de jabalí devuelve a la lengüeta - su posición vertical, el apagador entra en contacto con la cuerda y anula la vibración (Fig. 14b). En este momento se completa el ciclo de operación y puede volver a repetirse.



(Fig. 14a) Punteo de la cuerda



(Fig. 14b) Caída de la varilla sin puntear la cuerda.

Antes de que se hiciera común el uso del temperamento igual, es decir, aquel en el que la octava se divide en 12 partes iguales, la afinación del clavicémbalo era compleja ya que en algunos instrumentos existían varias teclas adicionales para las enarmonías: "Praetorius, hablando de un bello clave que había visto en casa de Luyton, 'compositor y organista de su Imperial Majestad Romana', en Praga, afirmaba que ese instrumento tenía diferentes teclas para los sonidos del do sostenido y re bemol; y hasta para

el mi sostenido, cuya tecla estaba colocada entre el mi y el fa. Además, el teclado de ese mismo clave se podía correrlo (sic) siete veces, permitiendo al ejecutante tocar en otras tantas tonalidades. Zarlino habla de un clave construido en 1548 por Domenico da Pesaro, el que 'había dividido las segundas mayores de las menores', es decir, insistiendo siempre en la misma distinción entre semitono diatónico y semitono cromático.

Se recuerda además que el abad Nicola Vicentino hizo construir - en Venecia un archicembalo con cada tono dividido en cinco partes. Pero el ejemplo más raro de las muchas aberraciones del género, perdura en aquel del Clavemusicum omnitonum modulibus diatonicus chromaticus de Alessandro Trasuntino, el cual contaba nada menos que ciento veinticuatro teclas (nuestro piano de concierto tiene solamente ochenta y ocho)." (6)

En la Edad Media, los clavicémbalos tuvieron como nota más grave el fa de la gran octava (7). Después de 1500, el rango del instru

(6) Casella, Alfredo, El Piano. Ed. Ricordi Americana, Buenos Aires, 1976, p. 19.

(7) A continuación se da la nomenclatura y simbología de las diversas octavas:

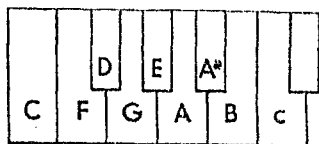
Diagram illustrating the range of octaves and their nomenclature and symbols:

Octava prima Octava biprima Octava triprima

Subcontra-octava Contra-octava Gran octava Pequeña octava c' - h' c'' - h'' c''' - h'''

C - H C - H C - H c - h

mento se extendió a C por medio de la adición de una tecla. Los sonidos D y E, que se usaban con frecuencia, se hicieron producir por las teclas correspondientes a #F y #G, cuyos sonidos eran poco utilizados como notas graves debido al tipo de afinación, no igual, usado en la época. De esta manera, las teclas que parecían ser: E, F, #F, #G y A, en realidad producían los sonidos: C, F, D, G, E y A. A este recurso, heredado del órgano, se le llamaba "octava corta", y tenía por objeto economizar material, que en el caso del órgano era muy costoso (Fig. 15).

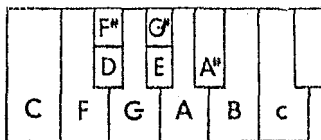


(Fig. 15) "Octava corta".

Hacia los sonidos agudos, el teclado se extendió hasta c''' o hasta f''' . En el primer caso se tenía un instrumento de cuatro octavas: de C a c''' , en el segundo se tenía uno de cuatro octavas más una cuarta: de C a f''' . A partir de 1600 la pequeña octava que se utilizaba fue modificada cromáticamente. A este hecho se le conoció como "ravalement", con lo cual se quería decir que el rango del instrumento se había extendido en aval, es decir, hacia la región grave. La pequeña octava fue nuevamente utilizada para aumentar la extensión en la zona grave hasta el sonido G. En este caso, las teclas que parecían corresponder a los sonidos B, C, #C, D, #D y E, en realidad correspondían a G, C, A, D, B y

E.

A veces, las teclas elevadas se dividían en dos partes, cada una para un sonido. A las octavas que contenían estas teclas divididas se les llamó "octavas quebradas", y se usaban para proveer notas que faltaban en una "octava corta" o bien para dar sonidos enarmónicos (Fig. 16).



(Fig. 16) "Octava quebrada".

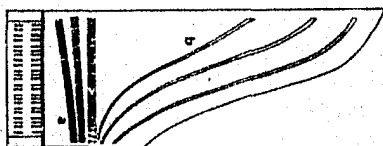
Estos sonidos enarmónicos dejaron de ser necesarios cuando se empezó a adoptar el temperamento igual en el siglo XVIII. Alrededor de 1700 tuvo lugar el "grand ravalement", que consistió en la extensión del teclado a cinco octavas completas, por lo general de F a f'''. Sin embargo, los instrumentos más pequeños siguieron contando con teclados de cuatro octavas, incluso en el siglo XVIII.

Las teclas del clavicémbalo se cubrían con marfil, ébano, hueso, peral, cedro, concha de tortuga o plata. Por lo común, las teclas altas tenían color claro, mientras que las bajas eran oscuras debido a que estaban cubiertas de ébano u otra madera semejante. Se ha dicho que esta costumbre se originó en Francia y

que tenía por objeto poder ver con más facilidad las manos del ejecutante. Con respecto al tamaño de las teclas, una octava cubría la distancia de 16 cm. Esta magnitud es ligeramente menor a la que presentan los pianos modernos, en donde una octava mide 16.5 cm.

Además de las "octavas cortas", los clavicémbalos tuvieron otra herencia importante del órgano: los registros. En el órgano, los registros correspondían a juegos de tubos de diferentes tamaños que recibían su nombre de acuerdo al número de pies que medían. En el clavicémbalo, los registros correspondieron a juegos de cuerdas con sus correspondientes juegos de varillas (a estas últimas también se les conoce como "martinetes"). El registro unísono era el de ocho pies. El de cuatro pies sonaba una octava más agudo. El de 16 pies sonaba una octava más grave que el de ocho. La aplicación de los registros en el clavicémbalo dió como resultado: mayor potencia sonora del instrumento, más posibilidad de matizar y cierta variedad tímbrica en el sonido. Cuando el instrumento tenía dos registros, es decir, dos coros de cuerdas manejados por dos juegos de varillas, generalmente se trataba de dos registros de ocho pies, o bien uno de ocho y otro de cuatro. Cuando contaba con tres registros, la mayoría de las veces tenía dos de ocho pies y uno de cuatro (Fig. 17).

(Fig. 17) Aquí se muestran las tres hileras de varillas (a) y los tres puentes curvos (b) de un clavecín típico del siglo XVIII.



ción de registros se efectuaba por medio de palancas manuales o de rodilleras. Rara vez se usaron pedales para ese fin. Los pedales para cambio de registro que se observan con frecuencia en los clavicémbalos modernos son invención de los constructores del siglo XX. Además de los registros antes mencionados, existieron otros con el fin de dar ciertos efectos. Por ejemplo, el registro de laúd producía un sonido parecido al de este instrumento, lo cual se lograba haciendo que los plectros puntearan las cuerdas cerca del puente. Según parece, el registro de laúd fue peculiar en los instrumentos ingleses construidos después de 1750. Otro efecto que se podía obtener mediante un registro era el de arpa. Se lograba por medio de pequeñas piezas de piel de búfalo o fieltro que apagaban cada cuerda, produciendo un sonido seco de pizzicato.

Con respecto al uso que se le daba al clavicémbalo, se puede decir que "...llegó a ser en breve tiempo el instrumento tradicional para el acompañamiento del bajo numerado en el nuevo 'estilo representativo'. Y sustituyó progresivamente al órgano para el acompañamiento del canto y de los instrumentos. Al mismo tiempo, los grandes compositores de la época, todos más o menos insignes virtuosos del instrumento, desarrollaron enormemente la técnica, que alcanzó en las obras de Bach y Scarlatti, alturas difícilmente superables, las que así quedaron, en efecto, hasta el advenimiento del piano." (8)

(8) Casella, op. cit., P. 20.

Además de la obra para clave de estos dos grandes músicos, el repertorio para clavicémbalo incluye composiciones de los virginalistas ingleses de los siglos XVI y XVII, piezas de la escuela de Chambonnières, obras de F. Couperin, H. Pourcell, G.F. Händel, etc.

Este gran repertorio ha favorecido el renacimiento del arte clavecinístico en nuestro días, cuya principal artífice fue Wanda Landowska. Este renacimiento no sólo ha consistido en el surgimiento de brillante clavicembalistas, como R. Gerlin, Aimée Van Der Wielt, R. Kirkpatrick, T. Dart, Isabelle Nef, Puyana, etc., sino además en compositores que han escrito nuevamente para el instrumento. Entre ellos se encuentran F. Poulenc, A. Tansman, René Leibowitz, F. Schmitt, J. Ibert, Manuel de Falla, etc. Hay que añadir, con respecto a los intérpretes, que en México se cuenta con dos destacados artistas del clavecín: la maestra Luisa Durón Crespo y el maestro Enrique Aracil.

"Los más conocidos constructores de clave son los célebres Ruckers de Amberes. Desde finales del siglo XVI y durante todo el XVII, Hans, Andreas, Hans el Joven y Jean Couchet, su sobrino, aseguraron la excelente reputación de la escuela flamenca

La construcción francesa deriva directamente de la anterior y está representada en el siglo XVII por la familia Denis, M. Richard y N. Dumont, y, en el siglo XVIII, por los Blanchet y su discipu

lo Taskin.

Italia, muy importante desde principios del siglo XVI (Baffo en Venecia, Domenico de Pesaro), destacó después por el número de constructores; de ellos conservamos pocos nombres, a excepción del tradicionalmente considerado como inventor del pianoforte Bartolomeo Cristofori.

En cambio Alemania e Inglaterra brillaron en el siglo XVIII; Alemania gracias a Dülcken, Hubert y los Hass de Hamburgo; Inglaterra, con Shudi, Baker Harris, Longman, los Hitchcock y Kirkman." (9).

Actualmente, Gaveau y Pleyel en París, Neupert en Nuremberg, Chickering en Boston, etc. fabrican clavicémbalos. (10)

(9) Varios autores, La Música. Ed. Planeta, Barcelona, 1982, p. 227.

(10) Para una lista más amplia, remítase el lector a la lista de constructores contemporáneos de clavicordios dada al final del inciso anterior de esta tesis.

1.1.2 Los primeros pianos.

El invento práctico del piano se debe al constructor de clavicémbalos italiano Bartolomeo Cristofori (1655-1731). El nuevo instrumento fue llamado por su inventor gravicembalo col piano e forte, pues era capaz de producir dichos matices, además de otros intermedios, según el grado de fuerza con que se presionaran las teclas. "La invención de Cristofori data con mucha certeza del año 1709. Pero hoy día parece cierto que el cembalaro paduano ya había construido un primer piano en 1702, piano que sería el que actualmente se conserva en la Michigan University en Ann Arbor, y que lleva precisamente esa fecha..." (11)

El pianoforte de Cristofori fue el resultado de colocar un nuevo mecanismo a un clavicémbalo. Este nuevo mecanismo compartía características tanto del clavecín como del clavicordio: del primero conserva el conjunto de varillas que forman parte del sistema de apagadores; del segundo copia la manera de accionar (cuerda golpeada), reemplazando las tangentes de bronce por martillos de madera con cabeza cubierta de piel. Estos martillos a diferencia de las tangentes del clavicordio, no se hallan fijadas a la extremidad de la tecla.

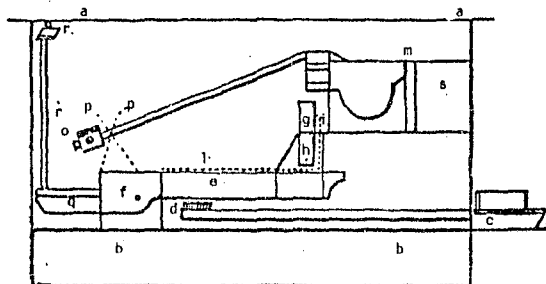
En el primer mecanismo que diseñó Cristofori, al accionar la te-

(11) Casella, op. cit., p. 22.

cla se producía la oscilación de una palanca, la cual provocaba, a su vez, la acción del martillo y la separación del apagador de la cuerda. Al soltar la tecla, el apagador volvía a su lugar y sofocaba la vibración. Con respecto a la acción del martillo, éste se separaba de la cuerda apenas la había tocado y volvía a su punto de reposo. "No contento con ésto, el inventor se preocupó de que el martillo no llegara a detenerse ni por un instante al percutir la cuerda, lo cual hubiera impedido toda vibración (efecto que se hubiera producido si el martillo hubiese sido impulsado directamente por la palanca). A fin de que ese inconveniente no se produjera, interpuso entre el martillo y la palanca un 'impulsor' que llamó lengüeta móvil, cuyo objeto consistía en transmitir el impulso de la palanca al martillo. De esta manera, el martillo en el momento que golpeaba la cuerda se encontraba sin apoyo y obligado inmediatamente a volver a caer en su primitiva posición de reposo por la presencia de un resorte. A este dispositivo lo denominó 'escape'." (12)

En la figura 19, que representa el mecanismo del piano de Cristofori conservado en el Metropolitan Museum de Nueva York, se pueden apreciar los elementos antes descritos. La figura 20 muestra el exterior del mismo instrumento.

(12) Casella, op. cit., pp. 26 y 27.

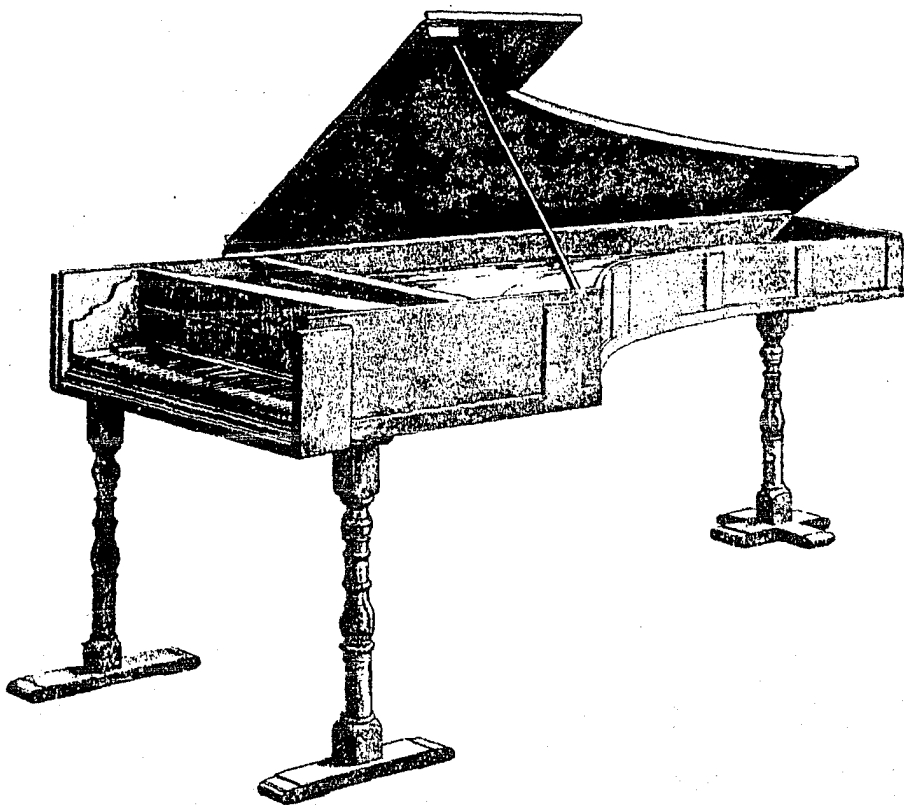


(Fig. 19) Diagrama del mecanismo del piano de Cristofori, guardado en el Metropolitan Museum de Nueva York.

"a, la cuerda; b, la base de la tecla; c, la primera palanca, o tecla. Hay un cojinete d, sobre la tecla para levantar la segunda palanca, e, que se encuentra empuñada sobre f; g, la llamada lengüeta movable, contraloreada por los resortes i y l, provoca el escape, o la inmediata separación del martillo de la cuerda una vez que la tecla ha sido percutada, aunque ésta sea mantenida todavía hacia abajo por el dedo. La lengüeta movable, está centrada sobre la h; m es un rastrillo o peine sobre el eje, s, donde el grueso del martillo, o, está centrado. En posición de reposo el martillo está sostenido por una cruz u horquilla (sic), p, de hilo de seda. Descendida la tecla, c, la cola, q, de la segunda palanca, e, retira el apagador, r, de las cuerdas dejándolas vibrar libremente." (13)

En instrumentos posteriores, Cristofori perfeccionó aún más el mecanismo del piano. Cabe citar entre las nuevas mejoras la aplicación de un freno para el martillo, al cual denominó Cristofori paramartillo. El efecto de este freno era controlar la caída del martillo.

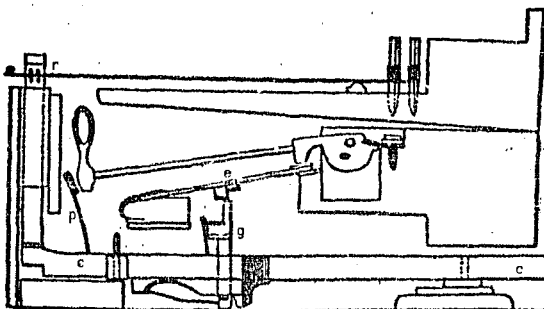
(13) Ibidem, p. 39.



(Fig. 20) Piano construído por Bartolomeo Cristofori en Florencia (1720). Este instrumento se conserva en el Museo Metropolitano de Nueva York.

En la figura 21, correspondiente al mecanismo del piano de Cristofori guardado en el Musikinstrumenten Museum de la Universidad Karl Marx de Leipzig, se puede observar el paramartillo y otras

innovaciones. este mecanismo data de 1726.



(Fig. 21) Diagrama del piano Cristofori guardado en Leipzig.

Si se compara este diagrama con el anterior (p. 26), se puede notar en éste "...la extensión de la palanca o tecla, c; la transformación de la segunda palanca, e, técnicamente considerada como un martillo inferior... Se nota además las siguientes modificaciones: un perno, k, que atraviesa la parte posterior de la tecla, progreso hacia el perno inferior usado para reforzar el movimiento lateral (sic). El apagador, r, se apoya sobre las cuerdas, cayendo, como una cuña, entre los dos unísonos. Pero el gran progreso del mecanismo precedente es la aplicación del freno, p, el paramartillo de Cristofori, que regula el rebote del martillo según la percusión, con sólo el sostén del hilo de seda que la había recibido al caer."(14)

Hacia el año 1726, Cristofori tenía tan mejorada la acción de su pianoforte, que éste tenía todas las partes sobresalientes de la acción moderna: la palanca doble, un escape, un paramartillo y el mecanismo de una corda. (15)

(14) Ibidem, p. 40.

(15) El mecanismo de una corda recibía este nombre porque provocaba que el martillo le pegara a una sola cuerda de las dos que correspondían a un mismo sonido.

"Según parece, fue Ludovico Giustini di Pistoia quien compuso la primera música, sonatas, especialmente para el nuevo instrumento."(16)

Mientras tanto, en Francia, un constructor llamado Marius presentó en 1716, a la Academia Real de Ciencias de París, cuatro modelos de un instrumento que inventó y al cual llamaba claveçin à maillets (clave de macillos). En el primer modelo, "...el mecanismo está inspirado en el del clavicordio: el ataque del macillo es transmitido directamente por la tecla, no hay ni escape ni apagadores; según la descripción oficial, se indica que pueden 'conseguirse sonidos más o menos agudos [fuertes] al emplear la fuerza conocida sobre las teclas'. El mismo año, un segundo ensayo plantea la posición de los martillos y prueba que éstos pueden colocarse indistintamente arriba o abajo de las cuerdas. En un tercer instrumento, esta vez vertical, Marius no hace intervenir ya lo martillos sino unos martinets provistos de una clavija la que golpea la cuerda para producir el sonido. Un cuarto modelo, de dos teclados, reúne los dos sistemas de ataque: martillos en el teclado superior, martinets de clavija en el teclado inferior y un sistema de apagadores. Marius no irá más lejos en sus investigaciones, y los instrumentos salidos de su taller no parecen haber superado el estado experimental"(17)

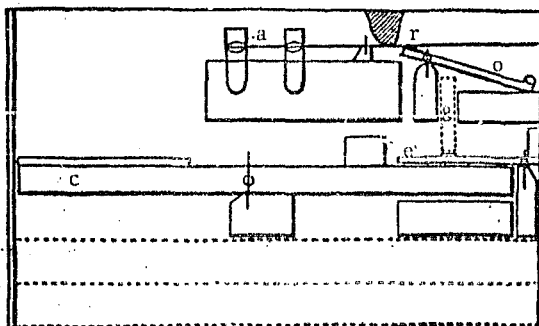
(16) Sumner, op. cit., p. 41.

(17) Varios autores, La Música, op. cit., tomo III, p. 7.

En Alemania, el organista, teórico y constructor Christoph Gottlieb Schröter diseñó en 1717 dos mecanismos con martillos: en uno, las cuerdas eran golpeadas por arriba, en el otro, por abajo. Estos trabajos tuvieron como antecedentes dos experiencias de Schröter: por una parte, el conocimiento del mecanismo de un instrumento llamado Nuremberg Geigenwerk, inventado por Hans Heiden hacia 1600. Este instrumento tenía el aspecto de un clavicémbalo, sin embargo el sonido que producía era de cuerda frotada, ya que al presionar una tecla, la cuerda correspondiente era puesta en contacto con una pequeña rueda embreada, a manera de arco, la cual se hacía girar por medio de un pedal. La otra experiencia que influyó en Schröter fue el poder escuchar música tocada en un Pantaleón. Este instrumento, inventado por Pantaleon Hebenstreit, en 1690, era un dulcimer cuatro veces más largo que los ordinarios y de forma oblonga. Tenía dos cajas de resonancia, como si se tratara de dos instrumentos juntos; de un lado estaba encordado con alambres de acero y de cobre, del otro tenía cuerdas de tripa. El ejecutante golpeaba las cuerdas usando un macillo de madera en cada mano. Estos macillos tenían un lado más suave que otro con el fin de poder obtener diferente sonoridad.

Schröter presentó su invento en la corte de Dresden, pero al no poder contar más con el apoyo del Rey Elector Augusto el Fuerte, tuvo que abandonar la ciudad y su proyecto de construir un instrumento de tamaño grande. Según Alfredo Casella en su libro El Piano, el mecanismo de Schröter fue un sistema independiente y

no tuvo continuadores. La figura 21 corresponde al mecanismo i - deado por Schröter.



(Fig. 21) Diagrama del mecanismo de Schröter.

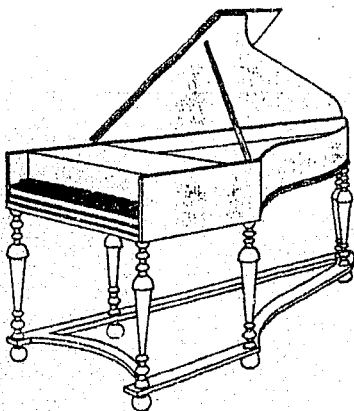
"a, es la cuerda; c, la tecla; e, la segunda palanca; g, la lengüeta que levanta el martillo; o, el mismo martillo recubierto en la cola, r, para que sirva de apagador. El juego o espacio, entre la lengüeta y el asta del martillo, - permita el rebote o escape del martillo. (18)

También en Alemania, el famoso constructor de órganos Gottfried Silbermann (1683-1753) diseñó y construyó pianos. Silbermann conoció tanto el trabajo de Schröter como el de Cristofori, pero se basó en los diseños de este último para su propio trabajo.

En 1726, Silbermann construyó dos primeros pianos. Tuvo ocasión de presentar uno de ellos a Johann Sebastian Bach, el cual admiró el sonido del instrumento, mas criticó la pesantez del teclado y lo débil de los sonidos agudos. Silbermann resintió mucho -

(18) Casella, *op. cit.*, p. 41.

esta crítica y trabajó para mejorar su mecanismo, dejando de vender sus instrumentos por algún tiempo. "Cuando tuvo la certeza de haber alcanzado los mejoramientos tan ardientemente deseados, volvió a presentarse en el mercado, vendiendo un piano al Príncipe Rudolf de Schwarzburg-Rudolstadt. Y en 1747, sabemos que Friedrich el Grande tenía en su poder ya varios pianos Silbermann en el castillo real de Potsdam. Bach tuvo ocasión de ejecutar en éstos en la memorable 'visita musical' que hizo al monarca en la noche del 7 de mayo del mismo año 1747. En dicha oportunidad el viejo Maestro alabó ampliamente las cualidades de estos instrumentos (de los cuales el Rey se mostraba muy entusiasta), concediendo así a Silbermann una franca palabra de aliento. Parece ser que en este tiempo Federico tenía ya seis pianos, tres de los cuales se encuentran hoy conservados en los tres palacios federicienses de Potsdam: Stadtschloss, Sans-Souci y Neues Palais (Fig. 23).



(Fig. 23) Piano construido por G. Silbermann en Freiberg (1745) y conservado en Potsdam-Sanssouci.

lo de cola. Un ingenioso fabricante de Gera (Alemania) Cristian Ernst Frederici (1727-1779) ya había contruido una forma de piano rectangular, recordando el antiguo clavicordio, forma que tuvo después mucha aceptación, a fines de 1700 y a principios de 1800.

A Italia, que ya había dado al mundo la invención del piano, se debía también la del piano vertical. El primer modelo de esta clase fue efectivamente ideado y construido en 1739 por Domenico Del Mela, un sacerdote maestro de escuela de Gagliano (Mugello, cerca de Florencia). Este instrumento realmente curioso ha quedado aún como un ensayo aislado hasta el año 1800, en el que el norteamericano Isaac Hawkins construye en Londres y lo hace patentar, un Piano cabinet..."(20)

En el transcurso de su historia, los pianos verticales presentaron diversas formas, por lo general muy ornamentadas. Algunos de estos instrumentos fueron: el Piano Lira, muy popular en la era victoriana, el Piano Jirafa, cuya forma se parecía al cuello de dicho animal, el Piano Pirámide, el Piano Arpa, el Piano Cabinet antes mencionado, etc. En las figuras 25 a, b y c se muestran algunos de estos instrumentos. (p.35)

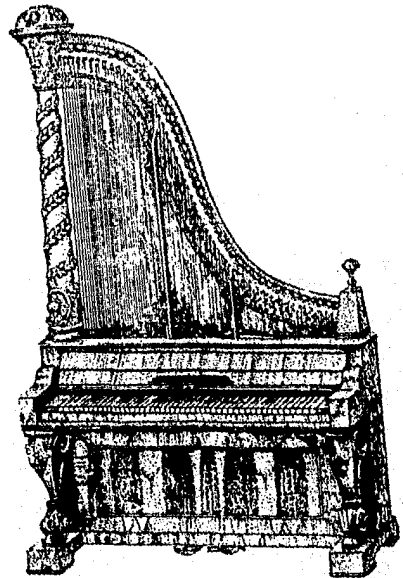
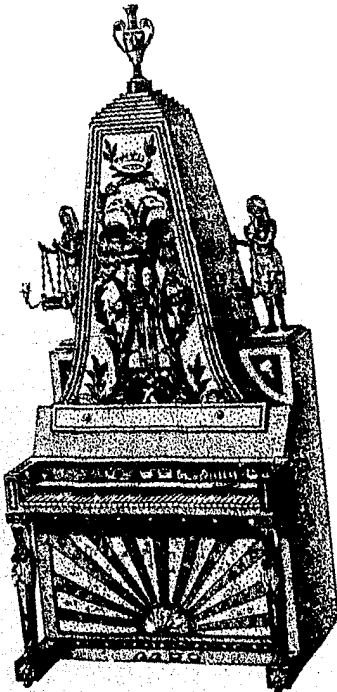
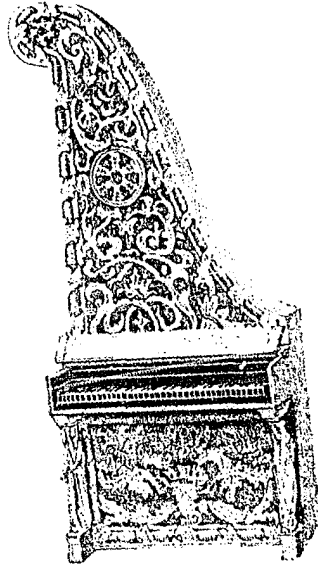
Al final del siglo XVIII, había en uso tres clases de mecanismo de piano: a) el mecanismo de acción simple, b) el mecanismo de

(20) Casella, op. cit., p. 28.

(Fig. 25 a) Derecha. Piano Jirafa, construido en Checoslovaquia a principios del siglo XIX. Se conserva en el Museo Nacional de Praga.

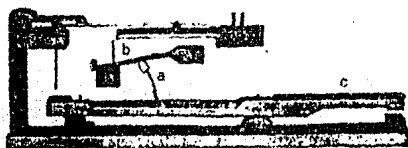
(Fig. 25 b) Abajo. Piano Pirámide, construido por Conrad Graf en Viena, 1829.

(Fig. 25 c) Abajo derecha. Piano Arpa, - construido probablemente por Kuhn & Ridgeway en Baltimore, 1857.



acción doble y c) el mecanismo de acción vienesa o alemana.

El mecanismo de acción simple es el más sencillo que se pueda diseñar, y fue llamado Stossmechanik (Stoss significa empuje). En él, el martillo es aventado a la cuerda por medio de una pieza llamada mopstick u old man's head. Esta pieza consistía en una pequeña lámina de bronce insertada en la tecla a la manera de las tangentes del clavicordio. En su parte superior, la lamini-lla tenía fijada una pieza de cuero sobre la cual descansaba el macillo (Fig. 26).

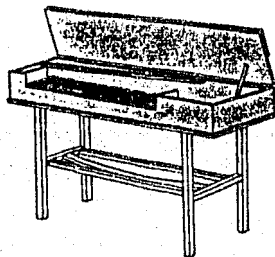


(Fig. 26) Stossmechanik.
a, mopstick; b, martillo;
c, tecla.

En este mecanismo había la posibilidad de que el macillo bloqueara la vibración de la cuerda o bien no llegara a golpearla. Sin embargo, fue muy usado en los pianos ingleses (de forma rectangular) hasta 1880, y en los pianos alemanes hasta 1770 aproximadamente.

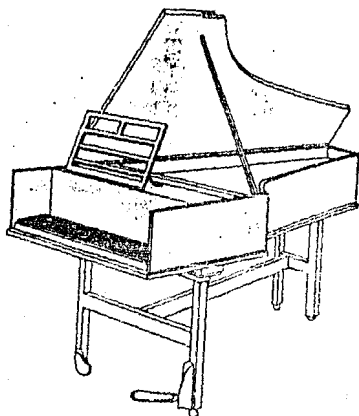
Este mecanismo fue el que adoptó Johannes Zumpe, discípulo de G.

Silbermann. Zumpe, fundador de la primera casa de pianos inglesa, fue de los emigrados alemanes a Inglaterra debido a los problemas que causó en Alemania la Guerra de los Siete Años. Mientras que su maestro usaba un mecanismo con palanca doble, él se conformó con el más simple. "Los pianofortes de Zumpe tenían un poco más sonido que un clavicordio largo, tenían menos poder de expresión y los martillos tendían a bloquear la cuerda y a golpear la más de una vez cuando la tecla era presionada con cierta fuerza. El clavicordio no había sido un instrumento popular en Bretaña en el siglo XVIII y por eso el pianoforte de Zumpe debió parecer una invención útil."⁽²¹⁾ Con el tiempo, el mecanismo de estos pianos llegó a conocerse como mecanismo simple inglés. En la figura 27 se muestra el exterior de un piano construido por J. Zumpe.



(Fig. 27) Piano construido por J. Zumpe en Londres, 1767. Se conserva en el Museo Metropolitano de Nueva York.

(21) Sumner, op. cit., p. 45.



(Fig. 29) Piano construido por Johan Broadwood en Londres, 1792. Se conserva en el Museo Metropolitano de Nueva York.

El mecanismo de acción doble. Este tipo de mecanismo fue diseñado por B. Cristofori, quien demostró una gran visión en la solución de los problemas inherentes a una acción eficiente: por un lado, la palanca doble amplifica tanto la velocidad del martillo como la distancia que recorre, por otro, el escape permite una buena repetición y el paramartillo evita que el martillo rebote (ver figura 21). "Así, un ejecutante con habilidad, puede tener un control notable de la dinámica del instrumento. Incluso una presión suave de la tecla, causaría que el martillo golpeará la cuerda suavemente, y un sonido fuerte era posible sin tener el riesgo de que el martillo bloquee la cuerda o al rebotar producirá un segundo sonido. Además, si el escape había sido cuidado-

samente ajustado, de manera que el martillo no abandonara el mecanismo hasta estar aproximadamente a 2.5 mm. de la cuerda, el toque se refina, no hay sensación de movimiento perdido y energía desperdiciada, y la repetición es buena. Los constructores de pianos fueron lentos en mejorar el mecanismo de Cristofori, mas vino a ser la base de los mecanismos de acción de los pianos de concierto más grandes del siglo XIX, y la mejora en diseño, materiales y métodos de manufactura han dado por resultado el robusto, confiable y sensitivo mecanismo de acción del pianoforte moderno." (23)

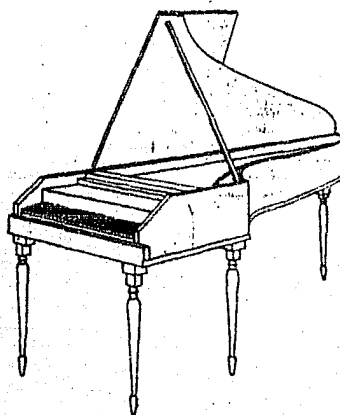
El mecanismo de acción vienesa o alemana. Este mecanismo es muy simple e ingenioso, ya que en él, la cabeza del martillo descansa directamente sobre el final de la tecla (Fig. 30, p. 41).

El pianoforte con mecanismo vienés alcanzó su estado de perfección hacia 1780. Algunas de sus características eran las siguientes: el teclado era ligero y la repetición más fácil que en el mecanismo inglés, las cabezas de los macillos eran también ligeras y en ocasiones estaban huecas, había un mejor balance entre los sonidos graves y los agudos en comparación a los pianos ingleses, en los cuales era fácil que los sonidos graves taparan a los agudos.

Se recuerda a Johann Andreas Stein (1728-1792), discípulo de G.-

(23) Sumner, op. cit., p. 45 y 46.

aparecer una literatura brillante que convierte al piano en el instrumento virtuosístico de la época. En 1773, Clementi escribe su Sonata Opus 2, cuyo estilo se adapta ya a las cualidades del nuevo instrumento y se distingue del estilo clavecinístico. En 1777, Mozart descubre el pianoforte durante un viaje por Alemania y de inmediato empieza a escribir conciertos para él, abandonando el uso del clavecín. Para 1784, Mozart había escrito ya ca torce ejemplos, cuya originalidad, basada únicamente en las características del pianoforte, crearon un estilo musical completamente nuevo.



(Fig. 31) Piano construido por Johannes
Andreas Stein en Augsburg, -
1770s.

La influencia de los pianos de Stein fue profunda durante toda la época clásica, y tuvo un fuerte impacto en compositores como Mozart y Beethoven. El primero, después de descubrir los pianos

de Stein en Augsburgo, se volvió amigo y gran admirador del fabricante, aunque desgraciadamente nunca pudo poseer uno de sus pianos. En una de las cartas que escribió Mozart a su padre, se puede leer el siguiente comentario elogioso acerca de Johann A. Stein y sus pianos: "Esta vez, debo comenzar por primera vez con los pianofortes de Stein. Antes de haber visto alguno de su factura, los pianos de Späth habían sido siempre mis favoritos. Pero ahora prefiero con mucho los de Stein, porque apagan [el sonido] siempre mucho mejor que los instrumentos de Ratisbona. Cuando presiono con fuerza, puedo dejar el dedo sobre la tecla, pero cuando lo levanto, el sonido cesa inmediatamente. Sea cual fuere la manera en que toque las teclas, el sonido es siempre igual. Jamás es desagradable, nunca es más fuerte, más débil o completamente ausente; en una palabra, [el sonido] es siempre igual. Es cierto que él no vende un pianoforte de este tipo por menos de trescientos gulden, pero no se puede pagar por los cuidados y la labor que Stein pone en su fabricación. Sus instrumentos tienen esta espléndida ventaja sobre otros: están hechos con escape. Sólo un fabricante entre cien se preocupa de esto. Mas sin un escape es imposible evitar discordancia y vibración después de que la tecla es presionada. Cuando tocas las teclas, los macillos caen en el momento inmediato a que han golpeado las cuerdas, ya sea que mantengas abajo las teclas o las sueltas. El mismo me dijo que cuando ha terminado de fabricar uno de estos pianos, se sienta delante de él y prueba todo tipo de pasajes: escalas y saltos, y trabaja en él hasta que puede tocarlo todo. Porque él

labora únicamente en el interés de la música y no por su propio provecho: de otra manera terminaría pronto su trabajo. El dice a menudo: 'Si no fuera yo mismo tal amante apasionado de la música, y no tuviera alguna habilidad en el piano, ciertamente hubiera perdido hace mucho tiempo la paciencia con mi trabajo. Pero a mí me gusta un instrumento que nunca traicione al ejecutante y que sea durable'. Y sus pianos ciertamente lo son. El garantiza que la tabla armónica nunca se quebrará ni cuarteará. Cuando ha terminado de hacer una para un piano, la coloca al aire libre, exponiéndola a la lluvia, nieve, al calor del sol y a todos los demonios, con el fin de que se raje. Entonces inserta cuñas y las pega para hacer al instrumento muy fuerte y firme. Se deleita cuando se raja, porque puede estar seguro que nada más le puede pasar...

...Aquí y en Múnich he tocado mis seis sonatas de memoria muchas veces. La última, en Re mayor [K. 284] suena exquisita en el pianoforte de Stein. El dispositivo que pones en acción con tu rodilla, es también mejor que en otros instrumentos. Sólo tengo que tocarlo y funciona; y cuando desvías tu rodilla un poco, no sientes la mínima reverberación." (25)

La rodillera que menciona Mozart, servía para sostener el sonido. En Inglaterra se usaba un pedal para ese fin, cuyo uso se generalizó después en otros países.

(25) Tomado de la carta de W.A. Mozart a su padre, del día 17-18 de octubre, 1777. Aparece citado en la obra ya mencionada de Sumner, p. 46 y 47.

Cabe hacer aquí una comparación entre el piano inglés y el vienés. Según Sumner, en su libro The Pianoforte, algunas diferencias físicas que influyen en el tipo de sonoridad de los instrumentos son las siguientes:

Las cuerdas del piano vienés son más delgadas que las del inglés. El diámetro de las cuerdas del primero era de 0.3 mm. (0.012 in.) las del segundo eran 50 % más gruesas.

El piano inglés de cola, tenía tres cuerdas para cada nota y el vienés sólo dos, excepto para algunas notas en los agudos donde había tres.

Las tablas armónicas estaban hechas de diferente modo y con distintas maderas. La del piano vienés era bastante delgada, mientras que la del inglés era más gruesa y ligeramente curvada.

En el piano vienés, el mueble era meramente decorativo, mientras que en el inglés, el mueble resiste gran parte de la tensión de las cuerdas.

Los martillos del piano inglés eran algo más pesados que los del vienés, los cuales escapaban con más facilidad del mecanismo de la tecla y tenían una mayor velocidad radial.

Los apagadores del piano vienés tenían forma de cuña y eran efi-

cientes, mientras que los del inglés eran menos efectivos, pues descansaban ligeramente sobre las cuerdas.

"Johann Nepomuk Hummel, en la edición inglesa de su Curso teórico práctico completo de instrucción en el arte de tocar el piano fuerte, comenzando con los principios elementales más simples e incluyendo toda la información requerida para el más acabado estilo de ejecución, en esta obra, pues, escribe lo siguiente:

El piano alemán puede ser tocado con facilidad por la mano más débil. Permite al pianista impartir a su ejecución todos los grados posibles de luz y sombra, responde clara y prontamente, tiene un sonido aflautado y lleno, el cual, en un salón largo, contrasta bien con la orquesta acompañante, y no impide rapidez de ejecución, pues se toca sin gran esfuerzo. Estos instrumentos son además durables, y cuestan aproximadamente la mitad del precio de un pianoforte inglés.

A la construcción inglesa, sin embargo, no debemos negarle la fama que tiene en consideración a su durabilidad y plenitud de sonido. No obstante, este instrumento no admite la misma facilidad de ejecución que el alemán; el toque es más pesado, las teclas se hunden mucho, y, consecuentemente, el retorno del martillo en la repetición de una nota no puede tener lugar tan rápido... este mecanismo no es capaz de tantas modificaciones y gradaciones del sonido como el nuestro...

En el primer momento [de usar un pianoforte inglés] percibimos algo desagradable, porque, en los pasajes fuertes en particular, en nuestros instrumentos alemanes presionamos las teclas hasta el fondo, mientras que aquí deben ser tan sólo tocadas superficialmente, porque de otra manera no tendríamos éxito al ejecutar pasajes rápidos sin excesivo esfuerzo y doble dificultad. Como contraparte de esto, la melodía recibe un encanto peculiar y una armoniosa dulzura, debido a la plenitud del sonido del pianoforte inglés.

Al mismo tiempo, he observado que así como en un salón estos instrumentos suenan poderosos, en locales espaciosos cambian la naturaleza de su sonido, y son menos distinguibles que los nuestros cuando se asocian a complicados acompañamientos orquestales; esto, en mi opinión, se debe atribuir a lo grueso y lleno de su sonido.

Y Friedrich Kalkbrenner, en su *Méthode* (París, 1820), dice:

Los instrumentos de Viena y Londres han producido dos escuelas. Los pianistas vieneses se distinguen particularmente por su precisión, claridad y rapidez de ejecución. Por eso, los instrumentos manufacturados en esa ciudad (Viena) son extremadamente fáciles de tocar... El uso de los pedales en Alemania es casi desconocido. Los pianos ingleses tienen un sonido más lleno y un teclado más pesado. Los ejecutantes de ese país han adoptado un es

tilo alargado y la hermosa manera de cantar que los distingue; y es indispensable usar el pedal largo con el fin de encubrir la sequedad inherente al piano. Dussek, Field y J.B. Cramer, los jefes de esa escuela que fue fundada por Clementi, usan el pedal cuando las armonías no cambian. Dussek, sobre todos, fue responsable de eso, porque el usaba el pedal casi constantemente cuando tocaba en público."⁽²⁶⁾

Para completar esta parte dedicada al piano vienés, es necesario señalar ahora algunos efectos especiales que podían producir -- ciertos pianos de este tipo. Para entender el origen de algunos de estos efectos, hay que tener en cuenta lo siguiente:

"Al final del siglo XVIII, después del tratado de la Emperatriz Rusa con los turcos, y con un creciente interés en las costumbres de aquellos enemigos en Austria, algunos instrumentos turcos fueron introducidos a las Bandas Reales. Los tambores, triángulos y platillos fueron usados, no sólo en la música militar, sino además para el acompañamiento de danzas. Gluck usó la banda turca en su ópera 'Iphigénie en Tauride' con efecto terrorífico... Mozart y Beethoven fueron atraídos por la música turca y la Marcha o Rondo en estilo turco vino a ser popular en la música para teclado. Una influencia similar se ve en 'El Rapto del Serrallo' de Mozart. Todo tipo de mecanismos con tambor fueron adaptados -

(26) Sumner, op. cit., p. 49 y 50.

al piano. El más simple era una baqueta de tambor puesta en acción por un pedal, la cual pegaba sobre la tabla armónica del instrumento. En otro, una membrana de tambor era tensada sobre un agujero circular en la tabla armónica, y era golpeada por una baqueta con cabeza esférica accionada por el pie... Triángulos y platillos fueron también añadidos a los recursos de ciertos pianos." (27)

A continuación se da una lista de los efectos típicos del piano vienés, los cuales en un principio fueron producidos a través de manijas, más tarde por rodilleras y finalmente por pedales:

Registro del Forte. Se lograba levantando los apagadores. La mezcla de sonidos resultante se usó por mucho tiempo como un efecto especial y no para mejorar el sonido o simplificar la ejecución como se hace actualmente.

Registro del Piano o Moderador. Consistía en interponer una tira de tela entre las cuerdas y los martillos. El sonido resultante era suave y velado. La intensidad del sonido podía incluso graduarse, pues la tira de tela presentaba varios grosores.

Registro de Una Corda o Due Corda. En este caso, todo el mecanismo era recorrido lateralmente con el fin de que los martillos sólo

(27) ibidem, p. 58.

lo golpearan una o dos cuerdas de los grupos de tres. En sus partituras, Beethoven precisaba *due corda* o *una corda*.

Registro de Fagot. Consistía en presionar un rollo de pergamino contra las cuerdas correspondientes a los sonidos más graves del instrumento. Se producía un sonido nasal parecido al del fagot. Este registro se puede encontrar en muchos de los grandes pianos vieneses del primer cuarto del siglo XIX, y era especialmente popular para acompañar marchas.

Registro de Música Turca. Con él se imitaban grandes tambores, - platillos y campanas. Ya se habló con anterioridad de cómo se obtenía el sonido de los tambores. El efecto de los platillos se - lograba al golpear las cuerdas más graves con una barra de metal, al tiempo que sonaban tres campanas.

Además de estos registros, hubo algunos más que sólo se mencionarán: registro de arpa, registro de clavecín, registro de sonidos armónicos, registro de *Dolce Compara*, etc.

Desde un principio hubo maestros que se opusieron a la utilización de estos efectos especiales. A este respecto, Hummel decía que fuera de los pedales del *forte* y del *piano*, los demás eran - inútiles y de ningún valor tanto para el ejecutante como para el instrumento. Una opinión semejante daba Czerny en su *Escuela de Pianoforte*, en donde apuntaba que sólo tres pedales eran neces-

rios: el pedal del forte, el pedal de una corda y el pedal del piano. Añadía también que "...todos los demás pedales, tales como el de fagot y arpa, o los de tambor y campanas, triángulo, etc., son juguetes para niños cuyo uso desdeñará un intérprete verdadero." (28)

Alrededor de 1800, compositores y ejecutantes buscaban extender las posibilidades del pianoforte. Se requería ahora de un instrumento que no sólo reuniera en uno las cualidades del piano vienés y el inglés, sino que además produjera un sonido que llenara satisfactoriamente una gran sala. Para avanzar en la línea antes mencionada, se requerían varias cosas: tablas armónicas y armazones más fuertes, cuerdas que soportaran una mayor tensión y mecanismos de acción adecuados.

La necesidad de extender las posibilidades del piano, estaban dada, en parte, por las influencias musicales de la época, entre las cuales destaca el creciente interés en la ópera. Además, existía la necesidad de producir en el piano algunos efectos, como por ejemplo el tremolando del violín, o bien efectos de masas instrumentales.

Uno de los constructores más importantes de esta época fue el alemán Sebastián Erhardt (nombre afrancesado luego en Érard), na-

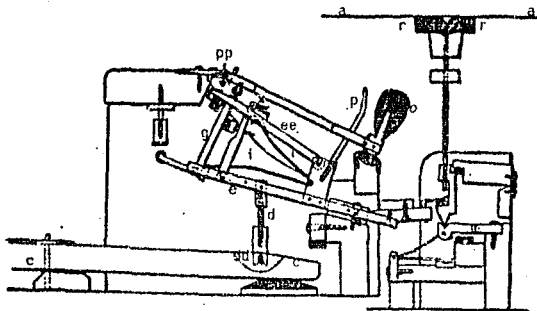
(28) Sumner, op. cit., p. 58.

cido en Estrasburgo en 1752. Érard emigró a París en 1768 "para entrar luego en la casa de un fabricante de claves franceses. Te niendo sólo veinte años y dando pruebas concluyentes de su excepcional capacidad, recibe por parte de la duquesa de Villeroy el ofrecimiento de su castillo a fin de que instalara un taller de experimentación.

Ahí construye, en 1777, el primer piano en Francia. En ese mismo año invitaba a su hermano Johannes Baptist a reunirse con él en París, y juntos fundaban la célebre casa que aún hoy subsiste -- [1939]. El piano debe a Sebastián Érard la única cosa que faltaba a la concepción original de Cristofori: el 'doble escape' -- (Fig. 32). Este dispositivo consiste esencialmente en un resorte, - que, haciendo rebotar el martillo en su fase de retorno hacia el punto de partida, lo detiene a mitad del camino, quedándo, por - lo tanto, más cerca de la cuerda. Este dispositivo no sólomente tiene la ventaja de aligerar grandemente el teclado, sino que, a demás, permite la repetición de una misma nota a grandes velocidades, ventaja que antes era completamente imposible, pues el - martillo debía desplazarse recorriendo mucho camino antes de vol ver nuevamente a su punto de partida." (29)

En 1818, Sebastian Érard tenía listo el diseño del doble escape, mas debido a su avanzada edad, la realización práctica fue lleva

(29) Casella, op. cit., p. 29.



(Fig. 32) Diagrama del mecanismo Érard. "c es la tecla; d una palanca transmisora, centrada en dd para dar el golpe con un transmisor, e, que rige la lengüeta g, y repercute el golpe del martillo, o, empujado por la lengüeta que se separa con un movimiento hacia adelante, después de haber tocado el martillo recubierta de cuero, en relación con el corte del mecanismo inglés. Este escape está controlado en x; un doble resorte, i l, empuja en alto una palanca empennada ee, cuyo alzamiento es frenado en pp provocando un segundo y doble escape. Un pequeños estribo sobre el dorso del martillo, llamado repetición desciende a ee a mitad de su fase de retorno, y con este descenso permite a g de volver a su puesto, y de encontrarse listo para un segundo golpe antes de que la tecla haya vuelto materialmente hacia arriba. En este mecanismo el freno p no está detrás si no delante del martillo, fijado en el soporte, e, el cual, además, cuando la tecla se encuentra descendida tira hacia abajo el apagador inferior."(30)

da a cabo por su cobrino Pierre Érard, quien patentó el invento en Inglaterra en 1821.

"El término doble escape es tal vez engañoso, y una mejor desig-

(30) Ibidem, p. 43.

nación sería 'escape compuesto'. En un principio, este mecanismo pareció muy complicado para poder ser firme y confiable, mas fue simplificado por Herz y usado, de manera modificada, por Steinway, Bechstein, Pleyel, Collard y Broadwood.

Sebastian construyó [también] piano-órganos con dos teclados, - pianos con dispositivos para transportar y teclados de pedal, pa tentó métodos de prolongación del sonido del piano, y usó alam- bre de cobre para las octavas graves."(31)

Con respecto al piano con pedales antes mencionado, hay que añadir lo siguiente: "Pierre Érard, primero en Inglaterra y después en Francia, explota una patente para la asociación de un pedale- ro, hacia el año 1850. Para un instrumento con una extensión de siete octavas, el pedal comprende una treintena de teclas que po nen en vibración las cuerdas correspondientes al teclado manual. Para un piano de este tipo Schumann escribe en 1845 sus Seis Es- tudios en forma de Canon, op. 56, y los Seis Bocetos, op. 58."(32)

"Los pianos Érard fueron favorecidos por Liszt y después fueron tocados frecuentemente en Europa por Paderewski, Busoni, Sauer, Planté, Bauer, Berthe Marx, Goldschmitt, Risler, Ricardo Vines y muchos otros. Thalberg, Hummel, Moscheles, Steibelt, Herz, Pixis, Mendelssohn y Verdi poseyeron pianofortes Érard." (33)

(31) Sumner, op. cit., p. 55.

(32) Varios autores, op. cit., p. 17.

(33) Sumner, op. cit., p. 55.

Es interesante lo que Liszt escribió a Pierre Érard, al día siguiente de ofrecer un concierto en la Scala de Milán. La carta, fechada el 18 de junio de 1839, dice así: "... 'Mi enorme éxito [es] debido, en parte, a tu magnífico instrumento. Que no se me diga pues, nunca más, que el piano no es un instrumento conveniente para una gran sala, que los sonidos se pierden en ella, que los matices desaparecen... Es un hecho reconocido aquí que jamás piano alguno ha producido un efecto semejante...' El instrumento de que habla Liszt, sin ser un gran piano de concierto, tal como él lo precisa, no puede, sin embargo, tener un lugar en el espacio exiguo de una habitación normal. Los constructores, para responder a las necesidades de su clientela, deben aplicarse a producir pianos de uso más corriente. Después de cierto tiempo, se inclinan por la forma vertical, pero ésta presenta dificultades en lo que concierne al mecanismo horizontal: el retorno del martillo, en efecto, no puede producirse bajo la acción de su propio peso. El arreglo de las cuerdas graves es igualmente difícil de resolver, dada la longitud que deben alcanzar necesariamente. Desde el final del siglo XVIII, los constructores ingleses Stodart y Southwell, muy pronto seguidos por el vienés Matthias Müller y por Isaac Hawkins, de Filadelfia, consiguen realizar tales instrumentos. Sin embargo hay que esperar hasta el año 1811 para que el constructor inglés Wornum produzca un piano de pequeño modelo cuyo uso se extiende rápidamente. Las cuerdas verticales, descienden hasta el suelo, y el mecanismo es una adaptación del mecanismo doble inglés. La firma francesa Ignace -

Pleyel, reconociendo el interés de esta fabricación, se asegura, en 1815, la ayuda de Henri Pape para intensificar su fabricación. Numerosos 'pianinos' son puestos así en venta, tanto en Francia como en Inglaterra.

Entonces se suscita de nuevo el interés por la idea de disponer las cuerdas oblicuamente, idea utilizada ya a mediados del siglo XVIII por Frederici para su instrumento piramidal.

En 1827 los constructores parisienses Blanchet y Roller exponen en el Louvre su primer 'piano-puente', en el que las cuerdas están extendidas en diagonal desde el ángulo superior izquierdo al ángulo inferior derecho. Una sesgadura en forma de arca, practicada en la base del cofre para dejar espacio a los pies del ejecutante, explica el curioso nombre del instrumento.

Al año siguiente (1828), Henri Pape propone su 'piano en forma de consola', cuya altura no sobrepasa el metro y donde el problema de las cuerdas se ve resuelto con gran ingeniosidad. Las cuerdas graves están cruzadas encima de las agudas, y este procedimiento revolucionará la técnica tradicional. Da excelentes resultados, y por ello es aplicado muy pronto a los otros tipos de piano, que adquieren 'más sonido' y sostienen mejor el acorde."⁽³⁴⁾

Una vez alcanzados los principales adelantos con respecto al me-

(34) Varios autores, *op. cit.*, p. 16 y 17.

canismo del piano, la tarea que se imponía era la de crear un ar mazón más resistente, ya que la madera no era capaz de resistir por mucho tiempo la gran tensión que ejercían las cuerdas. Los a delantos logrados en este campo, son los que condujeron al piano a obtener el tipo de sonoridad que actualmente presenta y nos es tan familiar.

Casella, en su libro ya citado, da una exposición de los pasos - que siguió la evolución del armazón del piano:

"Después de infructuosas tentativas, Broadwood aplica por primera vez, en 1808, refuerzos metálicos y en 1822 perfecciona esta modificación. El norteamericano Babcock patentaba en 1827 en Filadelfia el primer tablón metálico formando una sola pieza con el puentecillo también de hierro. El inglés Allen contruye luego, en 1831, el primer telar enteramente metálico, en el cual se reu nia en una sola fundición el tablón, el puentecillo y la plancha que sujeta las cuerdas.

Otros perfeccionamientos se sumaron a esta invención, por parte de Chickering y de Bord: este último, inventó en 1843 el llamado 'capotasto' metálico (adaptado más tarde por Steinway con el nombre de 'Capo d'Astro', nombre que quedó hasta hoy día en esa casa). Por último, Theodor Steinway hizo patentar en 1876 la célebre armazón conocida con el nombre de Cupola iron frame, verdadera construcción maciza y blindada, de una sola pieza de acero, -

no modificándose sensiblemente desde aquel entonces. El uso de la armazón de metal, realizado en Inglaterra, fue aceptado en vasta escala por los constructores alemanes, y más tarde por todos los de otros países." (35)

Para terminar esta parte dedicada a los primeros pianos, se dará a continuación información sobre las principales casas constructoras de pianos que han existido en Alemania, Inglaterra, Francia, Austria, Norte América e Italia:

"Alemania, que desde el primer momento se puso a la vanguardia en la fabricación de este instrumento, ha sabido conservar aún hasta nuestros días, un puesto de primera línea en esta industria. A la casa de Silbermann, le siguieron después otros gloriosos nombres, tales como Ibach (fundada en 1794), Schiedmayer (esta casa fue fundada en Erlangen en 1789, pero luego trasladada a Stuttgart en 1806), Blüthner (fundada en 1853), Rönisch, Kaps, Steingraber, Forster, Schwechten, Gotrian-Steinweg (fundada por Heinrich Steinweg en 1825, antes de su viaje a Estados Unidos) y finalmente, Bechstein (fundada en 1856).

Inglaterra ha ocupado hasta hace un siglo, un lugar conspicuo en la historia pianística, no solamente por la bondad de sus producciones, sino también por las sagaces e inteligentes innovaciones aportadas a la misma fabricación. La casa Broadwood (aún floreciente) ha gozado por largo tiempo de alta fama, por la perfec-

ción de sus pianos y por la afortunada audacia de sus adelantos técnicos. Al lado de esa, la casa Collard (de la cual fue socio capitalista y consejero artístico Muzio Clementi) tuvo largos años de prosperidad. Otras casas dignas de ser recordadas son las de Hopkinson y Chappell.

En Francia, después de la fundación de la casa Erard, le siguen la Pleyel (cuyos instrumentos eran los preferidos por Chopin), - la Gaveau, y otras menores, como la Bord, Kriegelstein, Elcké, - Boisselot, todas, a excepción de las tres primeras, ya desaparecidas. La producción francesa está casi totalmente acaparada por el mercado interno, mientras la exportación, tan importante hasta fines del siglo pasado, tuvo que ceder sus armas frente a la competencia alemana y también a la norteamericana.

En Austria, las antiguas fábricas surgidas en el 1700, han desaparecido todas. Pero aún existe una excelente casa que mantiene en alto el nombre vienés en el campo de tal industria: la Bösendorfer (fundada en 1828).

En Norte América, aún siendo la última en aparecer, la industria del piano ha alcanzado desde el siglo pasado un enorme desarrollo. Después de la más antigua e importante fábrica, la Casa Chickering, de Boston (fundada en 1823), aparecieron otras firmas: Knabe, Baldwin y Mason & Hamlin. Pero el nombre de mayor fama de la industria norteamericana, y probablemente del mundo entero, -

es el de la Casa Steinway & Sons, de Nueva York, fundada en 1853 por Heinrich Steinweg, de Braunschweig, quien tomando luego la ciudadanía norteamericana, anglicizó su propio apellido en -- 'Steinway'. Este industrial tuvo como colaboradores a sus propios hijos: Heinrich, Karl, Albrecht y Wilhelm, todos inapreciables ayudantes, a los cuales se sumó más tarde, otro de mayor valor: su hermano Theodor, quien por su parte se trasladó de Braunschweig a Nueva York.

Tanto Heinrich como su hermano, eran hombres ingeniosos, de una formidable capacidad técnica y de una gran sensibilidad artística (Heinrich era un excelente pianista). Supieron en pocos años crear un tipo de piano que difícilmente conoce rivales, sea por la resistencia a las variaciones de temperatura, o bien por la belleza, potencia y duración del sonido, y la maravillosa ductilidad y obediencia de teclado. La casa Steinway tiene una filial europea, en Hamburgo, la cual nada tiene que ver con la casa Grotrian-Steinway, fundada también por el mismo constructor.

En Italia, la industria del piano permaneció dentro de límites modestos... si observamos el caso de todas las grandes firmas: Silbermann, Érard, Pleyel, Broadwood, Collar-Clementi, Blüthner, Steinweg, Bechstein, Steinway, etc., observaremos que 'la industrialización de un tipo determinado de piano, es producto de la capacidad de un artesano de excepcional valor', quien logró crear un piano con una 'personalidad' completamente original. Hasta

ahora debemos constatar con pesar, que semejante artifice no se ha encontrado aún en Italia después de la muerte de Cristofori.

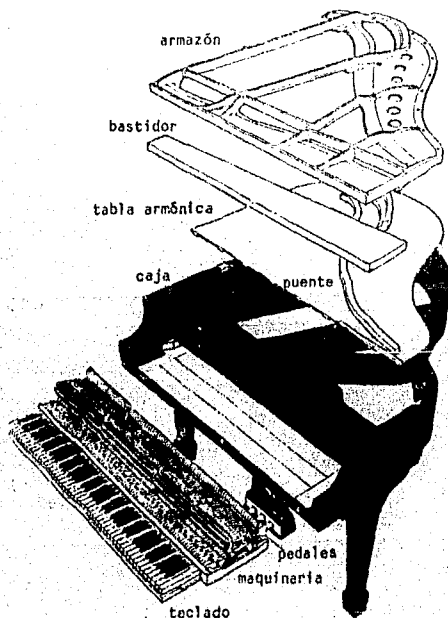
De todas maneras, sería sumamente injusto el no recordar a dos -
excelentes casas italianas, las que algún día estarán en condi -
ciones de construir pianos de cola de concierto comparables a -
los mejores de los extranjeros. Estas casas son: la Ancili de -
Cremona, y la de Schultz & Polmann de Bolzano." (36)

(36) Casella, op. cit., p. 30-33.

1.2 Tecnología y posibilidades sonoras del piano moderno.

1.2.1 Tecnología del piano moderno.

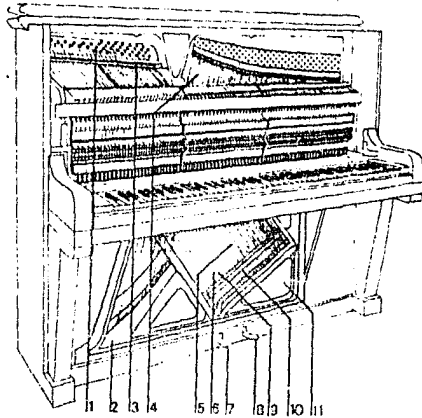
a) Los elementos constitutivos del piano y su ensamblaje. Aunque en aras de una descripción sencilla, se traten por separado las partes estructurales del piano: el mueble, el armazón, la tabla armónica, las cuerdas, el mecanismo, etc., hay que recordar que un buen instrumento debe funcionar armoniosamente como un todo - integrado, del mismo modo en que se coordinan las finas estructuras anatómicas de un organismo vivo y sano. (Fig. 33 a y b)



(Fig. 33a) Elementos constitutivos del piano de cola.

(Fig. 33 b) Elementos constitutivos del piano vertical.

- 1 Clavijas
- 2 Armazón
- 3 Puente
- 4 Trfos de cuerdas
- 5 Dños de cuerdas
- 6 Cuerdas sencillas
- 7 Pedal del piano
- 8 Pedal para sostener el sonido
- 9 Cuerdas de la región grave
- 10 Puente
- 11 Tabla armónica



La caja del piano.- Se entiende por caja del piano la estructura de madera que forma la parte exterior del instrumento y le sirve también de caja de resonancia.

Las formas que se han dado a las cajas del piano han estado determinadas por el estilo ornamental de moda en cada época. Actualmente las cajas tienden a estar cada vez menos ornamentadas y a presentar más superficies lisas.

Tanto las técnicas como los materiales usados en la elaboración de una caja influirán en el producto sonoro final del instrumento. Una técnica muy usada actualmente es la de pegar varias láminas de madera muy delgadas llamadas chapas. Estas chapas, que suelen estar hechas de madera de álamo, abeto o haya, tienen a -

proximadamente cinco milímetros de grueso. Por medio de esta técnica se obtienen piezas muy fuertes y que al mismo tiempo conservan cierta elasticidad. Es especialmente importante en la fabricación de los pianos de cola, cuyas partes curvas no podrían ser moldeadas de no usarse láminas delgadas. En pianos de cola como el Bechstein y el Steinway se utilizan hasta 20 de estas capas. Por medio de moldes y a través de la aplicación de presión y calor se obtienen las partes curvas de estos instrumentos. Finalmente se pega la última chapa, que esta vez es de alguna madera preciosa: caoba, nogal, palosandro, sicómoro, arce, etc. Las chapas van encoladas entre sí, o bien pegadas por medio de adhesivos de tipo plástico. Estos últimos han demostrado dotar al mueble de una mayor resistencia a los cambios climáticos.

Hoy en día se construyen varios tamaños de piano de cola: el de cuarto de cola reducido, cuarto de cola, media cola y el gran piano de concierto. También los pianos verticales se construyen en diversos tamaños.

El bastidor.- Esta pieza también recibe el nombre de clavijero. Consiste en un bloque muy fuerte de madera de haya hecho a base de láminas delgadas pegadas entre sí. Al pegar las capas, se busca que los ángulos que presentan sus vetas no coincidan. De esta forma se obtiene una pieza muy fuerte.

El bastidor está destinado a recibir las clavijas. Para este fin

se le hacen agujeros en número igual al de cuerdas. Las clavijas, que presentan estrías superficiales, deben quedar presionadas en sus agujeros. La presión debe ser tal que las clavijas ni se "barran" con la tensión de las cuerdas, ni se atoren, sino que puedan ser movidas con precisión por medio de una llave de afinación. El bastidor de un piano no puede verse, ya que se encuentra detrás de la armazón.

La tabla armónica.- También llamada caja armónica o caja de resonancia. Esta tabla, hecha con varios listones delgados de madera, tiene como fin amplificar la vibración de las cuerdas. Estas últimas, por sí solas, tienen una superficie de contacto con el aire muy pequeña. Gracias a la tabla armónica, la vibración de las cuerdas tiene oportunidad de entrar en contacto con el aire en una superficie mucho más grande.

Las tablas armónicas se elaboran con diferentes tipos de madera: Pino rumano (*Picea abies*), Sitka canadiense, Pino noruego (*Picea excelsa*), también llamado Pino suizo o Abeto rojo; Abeto pectinado (*Abies pectinata*), etc.

Se escogen aquellos árboles que no presenten deformaciones y que estando en medio del bosque hayan recibido poca luz solar. La madera es cortada cuidadosamente con el fin de que haya homogeneidad en los anillos y las vetas de las piezas. En la selección y corte de la madera, se busca también que ésta contenga un mínimo

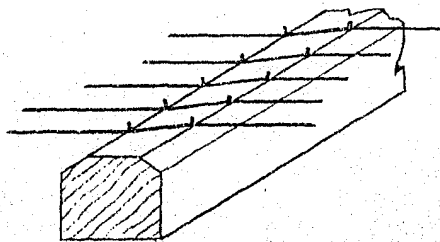
de resina, ya que dicha substancia absorbe y resiste las ondas sonoras.

Los troncos son cortados en tablas no muy largas de 11.5 a 34.5 cm. de ancho y 7 mm. de grueso aproximadamente, que son puestas a secar. Para construir la tabla armónica se usan de 15 a 25 tablas (según el tamaño del piano) de características muy semejantes y pegadas una al lado de la otra.

La tabla armónica así formada es un excelente transmisor, ya que en la dirección de sus vetas, el sonido viaja a 4,572 m. por segundo aproximadamente (15,000 pies/seg.) y presenta muy poca resistencia al paso de las vibraciones. Con lo anterior se quiere decir que la tabla tiene la propiedad de transmitir los sonidos con un mínimo de absorción de su energía.

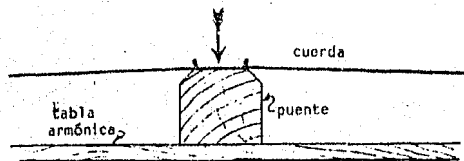
La energía se transmite de las cuerdas a la tabla armónica por medio de un puente hecho de madero de Pino suizo o de Maple. A este puente, que forma parte de la tabla armónica, se fijan puntas de hierro con el fin de que las cuerdas mantengan una misma distancia entre unas y otras (Fig. 34).

(Fig. 34) Puente con puntas de hierro mostrando la colocación de las cuerdas.



La tabla armónica se coloca de tal manera que sus vetas corran - paralelamente a la línea del puente. Debido a que la velocidad - del sonido a través de las vetas de la madera es de sólo 1,219.2 m/seg., se colocan aproximadamente 10 barras de madera, de dos a tres centímetros por lado, en ángulos rectos a la veta de la tabla armónica. Las barras distribuyen la energía sonora prontamen - te a todas las partes de la tabla armónica y además la soportan. Es importante señalar que existe un tamaño ideal para la tabla - armónica, ya que si fuera muy larga, varias partes de ella vibra - rían en diferentes fases y destruirían su efecto. Lo mismo po - - dría ocurrir si el material del que está hecha la tabla no trans - mitiera el sonido a gran velocidad.

A las tablas armónicas se les da cierta curvatura hacia las cuer - das. Dicha curvatura desaparece debido a la tensión que ejercen las cuerdas, a través del puente, sobre la tabla. Este juego de tensiones debe ser calculado cuidadosamente, pues de él depende en gran medida la calidad del sonido resultante (Fig. 35).



(Fig. 35) Colocación del puente sobre la tabla armónica. La flecha indica el sentido en - que las cuerdas ejercen fuerza.

Una tabla armónica ideal no debe disipar la energía de las cuerdas muy rápido, de otro modo el piano perdería su poder de sostener los sonidos. Por otra parte, la tabla debe estar tan acoplada a las cuerdas que cuando éstas dejen de vibrar, la tabla también lo haga.

Cuadro de acero fundido.- También llamado marco de metal o armazón. Es una pieza de acero fundido. En su parte superior presenta perforaciones destinadas a las clavijas insertas en el bastidor (piano vertical). La parte contraria a estas perforaciones se encuentra empernada con el fin de poder enganchar las cuerdas. El cuadro de acero tiene la función de resistir la gran tensión ejercida por las cuerdas, la cual puede llegar a ser hasta de 20 toneladas en los grandes pianos de cola.

El teclado.- Por lo general, las teclas se hacen con madero de tilo, pero pueden ser también de madera de abeto o haya. La superficie de la tecla de que dispone el pianista, se encuentra cubierta con marfil, en el caso de las teclas correspondientes a los sonidos naturales. Las teclas altas se han cubierto tradicionalmente de madera de ébano. Actualmente, tanto unas como otras se pueden recubrir con materiales plásticos. Es interesante notar que el marfil de las teclas tiende a decolorarse al estar en la obscuridad, sin embargo, al exponerlo a la luz brillante recobra su blancura.

Las teclas van colocadas sobre una tabla llamada portateclado. - Esta tabla tiene dos filas de puntas metálicas que aseguran la posición de las teclas y su exacta equidistancia. La extensión de un teclado de piano moderno es de 88 teclas, aunque hay excepciones, como es el caso del piano Bösendorfer Imperial, que cuenta con más teclas en la región grave.

Las cuerdas.- Son las encargadas de convertir la energía cinética directa del martillo en energía vibratoria. Están hechas de alambre acerado de diferentes calibres y en algunos casos van enrolladas de un alambre de cobre más o menos grueso. Esto último se usa para las cuerdas de las notas muy graves, que de no presentar el enrollado, deberían tener una longitud exagerada para producir su afinación.

En el plan acústico de un piano se tienen en cuenta, por un lado, ciertas leyes fundamentales de la acústica y por otro, la experiencia que los constructores han reunido en muchas décadas. Dichas leyes acústicas, brevemente expresadas, son las siguientes: Ley de las longitudes: la frecuencia del sonido producido es inversamente proporcional a la longitud de la cuerda.

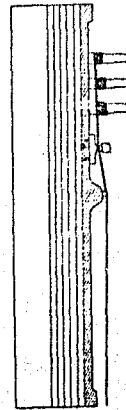
Ley de las tensiones: La frecuencia del sonido producido es proporcional a la raíz cuadrada del peso de tensión (el cual es modificado por la afinación).

Ley de las masas: la frecuencia del sonido producido es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la masa unitaria de la cuerda.

En la región media y aguda del piano, cada sonido es producido por un trío de cuerdas afinadas al unísono. En la región grave, se distinguen dos secciones: una de ellas presenta dos cuerdas entorchadas por cada sonido; la otra sección, la más grave, tiene una sola cuerda entorchada, muy gruesa, por cada sonido.

En la figura 36 se puede ver la colocación de las cuerdas con respecto al cuadro de acero en el piano vertical.

(Fig. 36) Posición de las cuerdas con respecto a la armazón.



Existen dos sistemas para fijar las cuerdas. Uno de ellos es el llamado sistema independiente. En él, cada cuerda está formada de una sola pieza de alambre que corre de la clavija de afina...

ción al perno en donde es amarrada. El otro sistema, llamado de cuerdas compartidas, consiste en hacer correr una cuerda de la clavija al perno, pero en vez de ser amarrada a este último, tan sólo lo rodea para formar una nueva cuerda que correrá ahora hacia la clavija. Así pues, un solo alambre forma lo que parecen ser dos cuerdas. Debido a la presión que existe en el punto en que la cuerda rodea al perno, no hay peligro de que la primera se corra, inclusive cuando la tensión de un lado y otro es diferente. El sistema de cuerdas compartidas fue inventado por James Stewart en 1827. Un mismo piano, sea vertical u horizontal, puede presentar los dos sistemas a la vez: el independiente en la región grave y el de cuerdas compartidas en la región media y aguda.

"La construcción y ensamblaje de los diversos elementos de un piano comprende un elevado número de operaciones. La caja armónica, una de las piezas más delicadas en su realización, porque su superficie es terciada y el perfil debe ser estricto, se rodea de un cuadro de madera muy resistente llamado 'barrera'. La tabla, provista de sus puentes, se fija al mueble; el conjunto recibe entonces el cuadro de fundición. Las clavijas se hunden, a través del cuadro, en el bastidor. Las cuerdas son, en la misma operación, colocadas y tendidas sobre el cuadro metálico encima de la caja armónica. La mecánica y su teclado, construidos en otro departamento, son ajustados finalmente al piano. La fabricación de los elementos mecánicos es un trabajo muy minucioso, que sue-

le confiarse a mujeres. Cada pieza se encola delicadamente, aislada de las otras por minúsculas piezas de fieltro, y cada palanca se fija sobre un eje metálico provisto también de fieltro. La confección de un teclado es también delicada: se presenta en principio como una pieza de madera única, perfectamente calibrada y modelada, que se corta según un trazado muy preciso, tecla por tecla. Hay que advertir que ninguna tecla de piano es intercambiable. El piano 'funciona' entonces, pero no tiene vida. Después de varios ajustes sucesivos, al final del proceso pasa a manos de un 'igualador', que aislado en una cabina, al abrigo de los ruidos exteriores, dará la afinación a cada nota. Tratará el fieltro de cada macillo por 'picaje' o 'punzaje'. Este trabajo, extremadamente delicado, exige grandes conocimientos técnicos, así como un oído y un gusto musical de primer orden. La afinación dará al piano su personalidad y transformará el 'ruido' de cada nota en un sonido acordado y armonioso." (37)

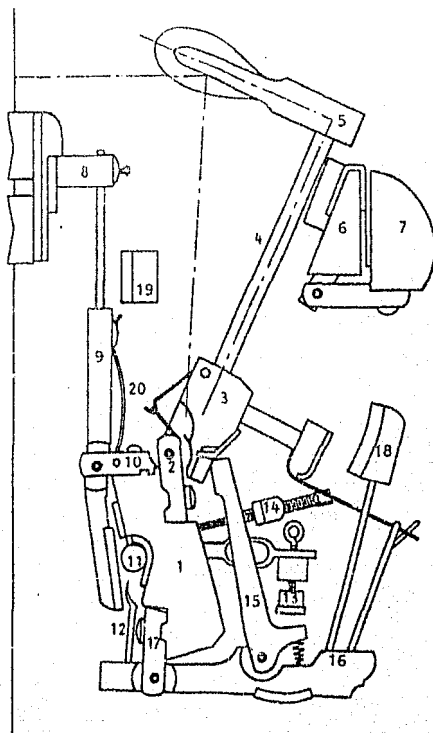
(37) Enciclopedia Salvat de la Música, Salvat Editores, S.A., Barcelona, 1967, tomo III, p. 622.

b) Tipos de maquinaria. Se entiende por maquinaria el conjunto de elementos mecánicos que permiten transmitir a los martillos -- los impulsos dados a las teclas. Los pianos modernos presentan tres tipos principales de mecanismos. Uno de ellos corresponde al piano vertical, los otros dos al piano de concierto. La diferencia entre los dos mecanismos del piano de cola es que uno de ellos posee doble palanca y el otro no.

A continuación se presenta un dibujo del mecanismo típico de los pianos verticales modernos. Más adelante se describe el ciclo de operación de dicho mecanismo.

- 1.- Barra principal.
- 2.- Apoyo articulado de la nuez del martillo.
- 3.- Nuez
- 4.- Mástil
- 5.- Cabeza del martillo
- 6.- Barra limitadora de la carrera del martillo.
- 7.- Barra de descanso de los martillos
- 8.- Cabeza del apagador.
- 9.- Vástago del apagador
- 10.- Apoyo articulado del vástago del apagador.
- 11.- Varilla del pedal derecho
- 12.- Cuchara
- 13.- Accionador del escape
- 14.- Barra tope del escape
- 15.- Escape
- 16.- Base de palancas
- 17.- Apoyo articulado de la base de palancas.
- 18.- Atrapo o paramartillo
- 19.- Barra tope del apagador
- 20.- Resorte del apagador

(Fig. 37) Mecanismo del piano vertical.



Brevemente descrito, el ciclo de operación del mecanismo del piano vertical moderno es el siguiente:

Cuando es accionada la tecla, un pilote impulsa a la base de palancas (16). Al girar sobre su punto de apoyo, esta palanca produce dos efectos: por un lado hace elevarse al escape (15), el cual transmitirá el movimiento a la nuez (5), por otro lado mueve una cuchara metálica (12) que hará girar sobre su eje al vástago del apagador (9), consiguiendo así que se separe el apagador de la cuerda para que al ser golpeada pueda vibrar libremente. Volviendo al primer efecto, cuando la nuez es impulsada se ve obligada a girar sobre su eje; este movimiento giratorio es el que conduce al mástil y la cabeza del martillo hacia la cuerda. El escape no empuja a la nuez todo el tiempo, sino que, poco antes de que el martillo golpee la cuerda, se escapa del mecanismo por medio de un movimiento giratorio. Este último se produce cuando la parte inferior del escape entra en contacto con un botón que forma parte del conjunto posicionador (13). Este mecanismo de escape permite que el martillo se encuentre sin ningún apoyo en el momento de golpear la cuerda, pudiendo rebotar con rapidez sin riesgo de obstruir las vibraciones. Si la tecla se mantiene oprimida sucederá lo siguiente: después de golpear la cuerda, el martillo regresará parte de su carrera hasta encontrarse con el paramartillo (18), que a su vez ha sido elevado junto con la base de palancas (16). Si se suelta la tecla, se provoca el descenso de la base de palancas. Junto con ella baja el paramartillo, per

mitiendo que el martillo continúe su carrera hasta el punto de descanso. También baja el escape, el cual por medio de un resorte se vuelve a colocar en posición para impulsar la nuez. Al mismo tiempo, la cuchara (12) se separa del vástago del apagador, - permitiendo que por medio de un resorte (20) el apagador vuelva a presionar la cuerda y sofoque el sonido.

Hay que hacer notar, que para que el escape vuelva a estar en posibilidad de impulsar la nuez, no es necesario soltar completamente la tecla, sino sólo una parte. Esto permite una mayor velocidad en la repetición de un sonido, pues el mecanismo no necesita volver al punto de reposo para poder impulsar de nuevo al martillo.

Para completar esta descripción, se hablará del funcionamiento de los pedales que posee el piano vertical.

El pedal derecho. Al presionar este pedal, se pone en acción un juego de palancas que provocará la elevación de una vara de madera de forma cilíndrica. Esa vara, a su vez, hace moverse hacia las cuerdas a la varilla del pedal derecho (11). Esta varilla empuja simultáneamente a todos los vástagos de los apagadores (9), provocando que estos últimos se separen de las cuerdas. Al estar presionado el pedal, las cucharas (12) dejan de tener efecto sobre el sistema de apagadores. El resultado es que el teclado se aligera, pues al presionar las teclas no se tiene que vencer el

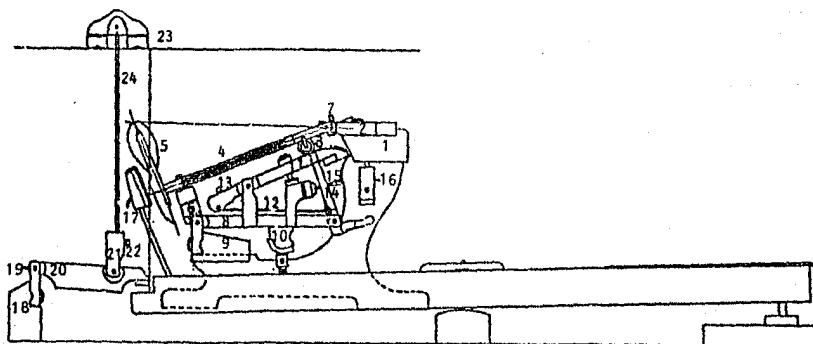
resorte que mantiene al apagador en contacto con la cuerda. Por medio de este pedal se pueden mantener vibrando las cuerdas, aun que se levanten las teclas respectivas. Además, debido a que todas las cuerdas están libres, se crean efectos de vibración por simpatía que contribuyen a enriquecer el sonido del instrumento.

El pedal izquierdo. Al presionar este pedal, se acciona una palanca que hace ascender una vara de madera. Esta vara pone en acción a la barra limitadora de la carrera de los martillos (6). La función de esta barra es aproximar a todos los martillos hacia las cuerdas. Al reducirse la carrera de los martillos, se reduce también la cantidad de impulso que se les puede dar. Esto quiere decir que aplicando la misma fuerza al teclado se obtendrá una sonoridad menor, pues los martillos con una carrera reducida, desarrollan una velocidad menor que los que recorren toda su carrera y una velocidad menor se traduce en un golpe menos fuerte contra la cuerda.

Pedal de sordina. Algunos pianos verticales cuentan además con un tercer pedal, colocado en medio de los dos anteriormente descritos. Este pedal, conocido también como sordina, funciona así: al presionarlo se acciona una palanca que hará descender una vara de madera. En su movimiento descendente, la vara jala consigo una barra de madera que tiene pegada una tira gruesa de fieltro. Esta tira queda interpuesta entre las cuerdas y los martillos, de tal manera que el golpe de estos últimos no es directo sino a

través del fieltro. El resultado es una sonoridad extremadamente débil y de un timbre diferente al normal.

Maquinaria de doble palanca del piano de concierto moderno. La - figura 38 muestra las principales partes de este tipo de maquina -
ria:



(Fig. 38) Partes del mecanismo de doble palanca del piano de "cola".

- | | |
|--|--|
| 1.- Barra de los martillos | 13.- Tornillo regulador del resorte del escape |
| 2.- Apoyo del mástil del martillo | 14.- Escape |
| 3.- Rollo del mástil | 15.- Tornillo regulador del escape |
| 4.- Mástil | 16.- Botón accionador del escape |
| 5.- Cabeza del martillo | 17.- Atrape o paramartillo |
| 6.- Barra de descanso de los martillos | 18.- Barra de los apagadores |
| 7.- Tornillo de la repetición | 19.- Apoyo de la palanca del apagador |
| 8.- Primera palanca | 20.- Palanca del apagador |
| 9.- Barra de la primera palanca | 21.- Apoyo articulado de la varilla del apagador |
| 10.- Extensión | 22.- Tornillo del apoyo del apagador |
| 11.- Segunda palanca | 23.- Cabeza del apagador |
| 12.- Resorte del escape | 24.- Varilla del apagador |

Brevemente descrito, el ciclo de operación del mecanismo de palanca doble del piano de concierto es el siguiente: cuando es accionada la tecla, un pilote impulsa a la primera palanca (8) a través de la extensión (10). Junto con la primera palanca, se elevan también la segunda palanca (11) y el escape (14). Estos dos últimos elementos transmiten de inmediato el impulso al martillo a través del rolo del mástil (3). Al seguir elevándose, el brazo menor del escape llegará a toparse con el botón accionador (16), provocando que el escape describa un movimiento giratorio sobre su eje. Debido a este movimiento, el escape queda imposibilitado de seguir empujando al rolo del mástil y resbala a un lado de él. Esto tiene por objeto que al llegar a la cuerda, el martillo no esté siendo ya empujado, lo cual podría ocasionar un bloqueo de la vibración de la cuerda. Al iniciarse el movimiento giratorio del escape, sucede también lo siguiente: la parte más alta de la segunda palanca (11) se topa con el tornillo de la repetición (7). El resultado es un movimiento giratorio de la segunda palanca, actuando en contra del resorte del escape (12). Este movimiento giratorio provoca una disminución en el ángulo formado por la primera y la segunda palanca, contribuyendo a que la punta del escape se proyecte más allá de la superficie de la segunda palanca a través de la ventana que esta última posee. Por su parte, el paramartillo (17), que se encuentra fijo al final de la tecla, se eleva al sumirse la tecla. También la palanca del apagador es accionada por el movimiento de la tecla, provocando un movimiento ascendente en la varilla y en la cabeza

del apagador.

Si la tecla se mantiene sumida sucede lo siguiente: después de rebotar contra las cuerdas, la cabeza del martillo es detenida por el paramartillo, mientras que el mástil queda recargado sobre la segunda palanca. El escape, como ya se indicó, se encuentra a un lado del rollo del mástil, sin posibilidad de impulsarlo. Al mismo tiempo, la cabeza del apagador permanece levantada con lo cual las cuerdas pueden vibrar libremente.

Si la tecla es levantada unos pocos milímetros, el ángulo que forman la primera y la segunda palancas volverá a ser normal. Esto provocará que la punta del escape vuelva a estar a la altura de la superficie de la segunda palanca. En dicha posición, el escape se ve obligado a girar hacia la izquierda debido al resorte del escape. De esta manera, el escape vuelve a encontrarse debajo del rollo del mástil con posibilidad de impulsarlo. Esto permite repetir un sonido con mucha rapidez y sin necesidad de soltar por completo la tecla.

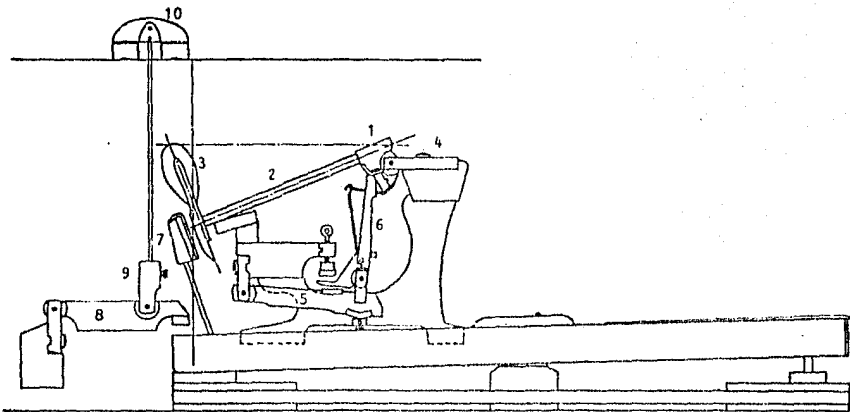
Si la tecla es levantada completamente, tanto las palancas, el martillo, el paramartillo y el apagador vuelven a sus posiciones originales y el sonido se apaga. De esta manera se completa el ciclo de operación.

Por otro lado, al accionar el pedal derecho se provoca la eleva-

ción simultánea de todos los apagadores, de manera semejante a lo que sucede en el piano vertical. En cambio, el pedal izquierdo provoca una acción completamente diferente. Mientras que en el piano vertical un volumen sonoro menor se logra reduciendo la carrera de los martillos, en el piano de concierto se logra desplazando toda la maquinaria un poco lateralmente, con el fin de que los martillos golpeen sólo una cuerda de dos, en el caso de los sonidos graves, y dos de tres, en el caso de los sonidos medios y agudos. Algunos pianos de concierto poseen además un tercer pedal, llamado pedal sostenuto, colocado en medio de los otros dos. La función de este pedal es sostener los apagadores -- que se encontraran levantados al momento de aplicar el pedal sostenuto. Las siguientes aplicaciones del pedal derecho no influirán en los apagadores sostenidos por el pedal sostenuto mientras éste siga accionado.

Maquinaria de palanca sencilla del piano de cola moderno. La figura 39 (página siguiente) muestra las partes principales de este mecanismo.

La maquinaria de palanca sencilla es eficiente si el contacto entre el escape (6) y la piel de la nuez (1) está en buena condición y bien ajustado. Como se podrá observar en la figura, este tipo de mecanismo presenta semejanzas con el mecanismo del piano vertical. Por ese motivo no repetiremos aquí el ciclo de operación.



(Fig. 39) Partes del mecanismo de palanca sencilla del piano de cola moderno.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1.- Nuez | 6.- Escape |
| 2.- Mástil del martillo | 7.- Atrape o paramartillo |
| 3.- Cabeza del martillo | 8.- Palanca del apagador |
| 4.- Apoyo de la nuez del martillo | 9.- Apoyo articulado de la varilla del apagador |
| 5.- Base de palanca | 10.- Cabeza del apagador |

1.2.2 Posibilidades sonoras en relación con el toque.

Para lograr una buena interpretación, además de un instrumento bien afinado y regulado, se necesita dominar el toque. Este término hace referencia a la capacidad del pianista para obtener una gama completa de grados en cuanto a la fuerza y calidad del sonido producido en el piano.

En este inciso se analizarán las relaciones que existen entre los diversos elementos constitutivos del toque y sus resultados sonoros. Para realizar este estudio, se han tomado como base las ideas que Tobias Matthay expone en su libro titulado The Act of Touch.

a) Perspectiva adecuada en el estudio del toque. Importancia de percibir siempre la resistencia de las teclas.

Tobias Matthay señala cuál debe ser la perspectiva al abordar el problema del toque. Según él, al aprender ciertos hábitos musculares que requieren atención en los detalles, no debemos perder de vista las características del instrumento para lograr un cierto efecto musical. Así pues, la perspectiva sería la siguiente: las acciones musculares se pensarán en razón de los requerimientos de la tecla, y éstos, a su vez, se pensarán sólo en razón del resultado musical deseado. (38)

(38) Matthay, Tobias, The Act of Touch. Ed. Bosworth & Co. LTD, London, 1963, pp. 119 y ss.

Esto quiere decir que el tratamiento de las teclas variará de acuerdo a la intensidad y calidad de sonido que dicte nuestro sentido musical. Por lo tanto, una técnica precisa y orientada musicalmente exigirá que los esfuerzos musculares varíen en correspondencia al tratamiento de la tecla que ha dictado el sentido musical del pianista.

Según Matthay, esta correspondencia sólo se puede asegurar si -- prestamos una firme atención a la resistencia que opone la tecla antes de su descenso y durante él, notando constantemente el punto en que la tecla cede al movimiento, aún en el caso de que la mano y el brazo realicen un trayecto grande antes de alcanzarla.

La atención que se preste a la percepción de resistencia que provoca la tecla, reforzará también la atención e intención musicales, pues nos obligará a referirnos constantemente a nuestra -- consciencia musical en el momento de juzgar qué tratamiento de la tecla debe realizarse.

Si se nos presenta una sucesión lenta de notas, se puede sentir y juzgar cada tecla por separado. En pasajes rápidos, en cambio, no deberá pensarse individualmente en cada tecla, sino en grupos de ellas que formen unidades más grandes.

La percepción de resistencia de la tecla a que hace mención Matthay, es la que permitirá formar un eslabón entre el teclado y

el ejecutante. En la medida en que la conexión creada sea más intima, se tendrá la sensación de que el conjunto que va desde el hombro hasta el martinete es una sola palanca.

Para estar siempre en posibilidad de percibir la resistencia del teclado, es necesario que el contacto de los dedos con las teclas sea lo menos percutido posible y se de como resultado de un movimiento de relajación del brazo (39). Hay que pensar además -- que la producción del sonido deseado se efectúa durante la corta carrera descendente de la tecla.

Ya sea que el descenso de la tecla sea parte de un movimiento interrupto del brazo, iniciado con anterioridad al contacto con el teclado, o bien se lleve a cabo por un movimiento que se inicia después de entrar los dedos en contacto con él, en cualquiera de los dos casos, antes de accionar la tecla, se debe percibir la resistencia de la misma, según indica Matthey.

Añade el autor que el tipo de martillos que posea el piano, suaves o duros, influirá en el tratamiento que se dé a las teclas:

(39) N.B. Según Matthey, el resultado de una acción percutida o "dura" será un sonido desagradable, que aunque de cerca parezca fuerte y lleno, a lo lejos sonará flaco, ya que este tipo de sonido tiene menos capacidad de "correr". Esto se debe a que cuando se aplica la energía súbitamente, la cuerda tiende a vibrar en segmentos, en vez de hacerlo en toda su amplitud. En la medida en que predomine este tipo de vibración segmentaria y sus armónicos correspondientes, el sonido será más desagradable y pobre. En cambio, si la energía se aplica gradualmente, se obtendrá un predominio de la vibración unitaria de la cuerda. El resultado será un sonido más puro, potente, con mayor poder de "correr" y en el que se ve reforzado el sonido fundamental. (Matthey, op. cit., pp. 75 y 76)

un martillo suave requerirá más impulso para producir una sonoridad brillante, mientras que uno duro necesitará más elasticidad por parte del brazo para producir una sonoridad menos brillante.

Con respecto a la distancia desde la cual se deben alcanzar las teclas, deberá ser tal, que el movimiento hacia y con la tecla sea lo más libre posible.

En opinión de Matthay, un correcto contacto con la tecla es el primer paso hacia la exactitud en la expresión.

b) Elementos constructivos del toque y su clasificación.

Elemento de "descanso" y elemento de "impulso añadido". Para Matthay, el toque consiste en la combinación de dos tipos de acciones musculares: el acto de descansar y el acto del impulso añadido.

Señala el autor que la continuidad y discontinuidad en el acto de descansar hacen más evidente el fraseo de la música, de la misma manera que el control de la respiración aclara el fraseo al hablar o cantar. Así pues, durante cada frase, ya sea en legato o staccato, se da de manera continua el acto de descansar.

Se puede descansar sobre el teclado de dos maneras:

1.- Colocando las manos relajadas sobre el teclado mientras el brazo sostiene su propio peso. La presión sobre el teclado será tan pequeña que las teclas no llegarán a hundirse. Esta forma de descansar al nivel de las teclas es la base de todos los staccati.

2.- Colocando las manos sobre el teclado y permitiendo que el brazo dé un poco más de peso hasta lograr que las teclas se hundan suavemente produciéndose un sonido pianissimo. Esta segunda manera de descansar al nivel de las teclas hundidas es la base de todos los Tenuti y Legati.

El primer tipo de descanso nos da información sobre la ubicación espacial de la tecla y la resistencia que ofrece a moverse. Sin ninguna otra ayuda, esta forma de descansar es incapaz de producir un sonido, por tanto, para obtener este último será necesario siempre el acto del "impulso añadido". El segundo tipo de descanso nos da la misma información que el anterior y además obliga a los dedos a mantener hundidas las teclas. Esta forma de descansar sí es capaz, por sí sola, de producir sonidos muy suaves y es, en opinión de Matthay, la única manera de obtener el verdadero y absoluto pianissimo. Cuando se requiera de una sonoridad mayor, habrá también que hacer uso del impulso añadido.

La manera de obtener el pp antes citado, constituye la única forma simple del toque, ya que en ella sólo interviene un acto: el

de descansar. Todas las demás formas del toque serán compuestas, pues en ellas intervendrán necesariamente tanto el "acto de descansar" como el del "impulso añadido".

Si al añadir impulso se está usando el descanso base del staccato, será posible que el dedo rebote junto con la tecla. Si por el contrario, al añadir impulso se está aplicando el descanso base del tenuto y el legato, el dedo se verá forzado a seguir accionando sobre la tecla. En el caso del legato, el peso que hay sobre una tecla será transmitido del fondo de ésta a la superficie de la tecla siguiente.

Como ya se indicó, todas las formas de toque del staccato y del tenuto y legato (a excepción de la del pp) requieren del "impulso añadido". Por esta razón, es muy importante que dicho impulso cese inmediata y completamente tan pronto el sonido es producido.

Tanto la intensidad como la calidad del sonido depende de cómo se aplique el "impulso añadido".

Matthay concluye que el toque está formado por un elemento continuo: el descanso, el cual determina la duración del sonido y otro elemento discontinuo: el "impulso añadido", el cual determina el tipo de sonido. Finalmente hace hincapié en la importancia de seleccionar bien el tipo de descanso a utilizar y en ser muy preciso en terminar el "impulso añadido" al escuchar el sonido. La si

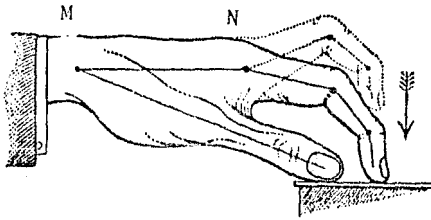
guiente tabla (1) resume los elementos vistos hasta aquí:

(TABLA 1)		TOQUE CONSISTE EN:	
EL DESCANSO El Elemento continuo		EL IMPULSO ANADIDO El Elemento discontinuo	
Coexiste durante cada frase o nota sostenida, tanto en su forma absolutamente continua, por ejemplo en todos los pasajes de dedos, como en su forma de continuidad <u>resumida</u> , en los pasajes de mano y brazo.		Dura solamente mientras se presiona la tecla y cesa instantáneamente con la emisión del sonido, no importa que clase de sonido	
PRIMERA FORMA O FORMA MAS LIGERA al nivel de las teclas sin presionar, es La Base de todos los Staccati.	SEGUNDA FORMA O FORMA MAS PESADA, al nivel de las teclas sumidas; incluye a la primera forma y es La Base de todos los Tenuti y Legati.	Se requiere para producir el sonido en todos los <u>staccati</u> ; también en todos los <u>Tenuti</u> y <u>Legati</u> de mayor volumen sonoro que pp.	
No tan pesada para sumir la tecla; por este motivo permite que la tecla rebote al finalizar el acto de sumir la tecla.	Suficiente para sumir la tecla - lo más suavemente y mantenerla - sumida.	Permite todas las las diferencias de sonido, tanto de calidad como de cantidad.	
	(a) <u>Tenuto</u> y todos los grados de duración menores hasta el staccato.	(b) <u>Legato</u> , cuando el Tenuto es transferido de dedo a dedo.	

Elemento de la actitud del dedo al tocar: "plana" o "doblada".

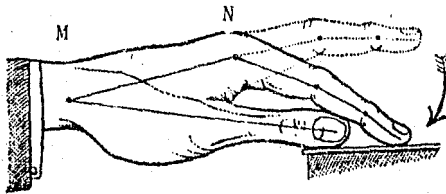
El brazo entero, que interviene al tocar el piano, puede ser dividido en cuatro partes principales: el dedo, la mano, el brazo y el antebrazo. Cada una de estas partes puede ser controlada separadamente ya que todas están provistas de músculos.

Con respecto al dedo, éste puede ser accionado con dos actitudes muy diferentes: la actitud de "doblar" (Fig. 40) y la actitud "plana" (Fig. 41).



(Fig. 40) La actitud de "doblar".

La posición que se muestra es con la tecla sumida; las líneas punteadas muestran el dedo índice completamente levantado. M es la muñeca y N, el nudillo.



(Fig. 41) La actitud "plana".

La posición que se muestra es con la tecla oprimida; las líneas punteadas muestran el dedo índice completamente levantado.

En la primera actitud el dedo se dobla o enrosca al subir y se --
desdobla o expande al bajar, manteniéndose siempre vertical la fa-
lange de la uña. En la segunda actitud, la "plana", las tres fa-
langes actúan en la misma dirección, como al iniciar el acto de a-
sír un objeto con la mano. En este caso, los dedos conservan una

forma plana.

A propósito de las diferentes partes en que se divide el brazo, - Matthey hace las siguientes observaciones: cualquier tipo de acción en cierta dirección implica un grupo de músculos que la hace posible. A este grupo de músculos se opone otro que permite el movimiento en la dirección contraria.

Cuando los grupos de músculos opositores se accionan simultáneamente, se crea la rigidez del miembro y se pierde la libertad de movimiento, provocándose fallas en el resultado sonoro y rítmico.

Así pues, en opinión de Matthey, el primer y más importante paso para adquirir una técnica correcta es aislar las acciones de un grupo de músculos de las de su grupo opositor. Otro de los pasos que conduce a una ejecución más fácil y exacta es el cuidar la relajación evitando cualquier acción muscular innecesaria.

Más adelante señala el autor que las acciones ejercidas hacia abajo al tocar el piano provocan reacciones ascendentes de la misma magnitud. Estas fuerzas ascendentes resultantes actúan a nivel de los nudillos, de la muñeca y ocasionalmente a nivel del hombro. Y es por este motivo que "...toda sensación, durante el acto de tocar, deberá ser invariablemente hacia arriba." (40)

(40) Matthey, op. cit., p. 197.

Elemento de combinación muscular.

Según Matthey, hay tres componentes musculares principales, con los cuales se puede construir el acto de tocar:

- 1.- Trabajo del dedo.
- 2.- Trabajo de la mano.
- 3.- Trabajo del brazo.

Estos componentes se pueden aplicar en diferentes combinaciones, dando por resultado la siguiente clasificación:

- 1) Trabajo del dedo solo, al tiempo que la mano y el brazo permanecen pasivos (el brazo soporta su propio peso).
- 2) Trabajo del dedo y la mano con el brazo pasivo.
- 3) Peso del brazo combinado con el trabajo del dedo y la mano.

Matthey señala que es de gran importancia escoger la mejor combinación muscular para cierto pasaje musical, ya que de ella depende la cantidad y calidad sonora obtenible, así como la agilidad posible.

Para obtener la primera combinación, el brazo debe soportar su peso elásticamente, de tal manera que "flote" sobre el teclado. La muñeca debe permanecer relajada completamente, mientras que el dedo es el único que actúa, mas su acción cesa inmediatamente al producirse el sonido.

La segunda combinación se obtiene dejando al brazo en la misma --

condición señalada antes, pero ahora la mano actuará junto con el dedo al presionar la tecla. Ambos dejarán de presionar al generarse el sonido.

La tercera combinación se logra añadiendo peso del brazo a la acción de la mano y el dedo. Igualmente, toda fuerza descendente deberá ceder al escuchar el sonido.

Con respecto a la velocidad que permite cada una de estas combinaciones, Matthey indica que la tercera sólo puede usarse en pasajes que no excedan cierta velocidad, pues esta combinación está condicionada a la repetición del levantamiento del brazo. La segunda combinación permite más agilidad, pero aún con cierto límite. La primera, por su parte, no ofrece límite de velocidad a no ser la dificultad mental de controlarla.

Con relación al volumen sonoro que se puede producir con cada combinación muscular, el autor señala que la tercera combinación nos ofrece una gama dinámica completa, desde el sonido más suave hasta el más potente. La segunda combinación no puede producir mucho sonido, ya que en este caso el brazo está sosteniéndose a sí mismo. La Primera combinación sólo proporciona una pequeña cantidad de sonido, ya que aquí no se cuenta más que con la acción del dedo y el peso de la mano que se posa relajadamente sobre el teclado.

Elementos de iniciativa del peso o iniciativa muscular.

La calidad del sonido también se ve afectada según la iniciativa que se tenga. Matthey dice que la tercera combinación es la única que permite una gama completa de calidades sonoras, ya que al incluirse el levantamiento del brazo, la acción se podrá iniciar -- por iniciativa del peso del brazo o por iniciativa muscular. La segunda y primera combinaciones sólo permiten una iniciativa de tipo muscular, no pudiéndose obtener por ellas el sonido cantado que en cambio le es propio a la tercera combinación en que se utiliza el peso.

Según Matthey, para obtener el sonido cantabile se debe combinar la "actitud plana" del dedo con la tercera combinación muscular, iniciando esta última por peso y no por iniciativa muscular. La explicación física de porqué se obtiene este tipo de sonido es la misma que ya apareció en la cita 39 de la página 84 de este trabajo.

El autor comenta que este sonido cantabile es el que se requiere en las melodías de Chopin por ejemplo, y mientras el pianista no sea capaz de lograrlo en toda su variedad: piano, forte, staccato, y legato, sus interpretaciones de música de Chopin serán muy poco afortunadas.

Para los pasajes rápidos y en forte, no hay que utilizar, en opi-

nión de Matthay, la tercera combinación sino la segunda, en la -- cual el peso del brazo está sostenido. En cuanto a la actitud del dedo, ésta deberá ser la de "doblar" en vez de la "plana". Para el éxito de esta combinación será necesario, como siempre, cuidar minuciosamente el cese de la acción al escuchar el sonido.

Las tres combinaciones musculares podrán aplicarse en staccato si utilizamos el "descanso" base del staccato, del que ya se habló - en páginas anteriores. Si, en cambio, se utiliza el "descanso" base del tenuto, en el cual hay un poco más de peso del brazo, se podrán obtener las tres combinaciones musculares en tenuto. Si además se trasfiere el peso de tecla a tecla, se obtendrán las combinaciones en legato.

Al finalizar esta parte, Matthay vuelve a recalcar la importancia de juzgar no sólo el cómo, sino el cuando debe sonar cada sonido. Sólo así se puede esperar aprender a emplear la técnica con un -- propósito musical.

La segunda tabla (página siguiente) muestra los tres tipos de "impulso añadido" que corresponden a las tres combinaciones musculares y sus relaciones con el movimiento, los tipos de "descanso", etc.

(TABLA 2)	<p style="text-align: center;">EL ACTO DEL IMPULSO AÑADIDO</p> <p style="text-align: center;">REQUERIDO DURANTE EL DESCENSO DE LA TECLA PARA PRODUCIR CUALQUIER SONIDO, EXCEPTO EL <u>TENUTO</u> Y <u>LEGATO</u> EN PPP, Y SIEMPRE TAN BREVE COMO EN EL <u>STACCATISSIMO</u>:</p>		
	PRIMERA ESPECIE	SEGUNDA ESPECIE	TERCERA ESPECIE
MOVIMIENTOS POSIBLES	Toques de dedo, sólomente.	Toques de dedo y toques de mano.	Toques dedo, <u>ma</u> no y brazo (+)
ACTITUDES DEL DEDO POSIBLES	(a) La actitud "plana", ---- ayuda a crear la calidad simpática. (b) La actitud de "doblar"--- ayuda a crear la calidad brillante.		
EL ACTO DE DESCANSAR --- requerido continuamente durante cada frase.	(A) La base <u>Staccato</u> , al nivel de las teclas sin presionar.	Peso de la mano sólomente,---insuficiente para hundir las teclas, o <u>man</u> tenerlas sumidas.	
	(B) La base <u>Tenuto</u> o <u>Legato</u> , al nivel de las teclas presionadas.	Peso del brazo suficiente, sin ayuda, de provocar el descenso de las teclas para producir <u>tenuto</u> o <u>legato</u> en ppp.	
(*) Produce un sonido "plano". (**) Produce un sonido "brillante". (+) Incluyendo los toques de rotación del brazo.			

Elemento de rotación del antebrazo.

Un elemento que hasta ahora no se ha mencionado y que en opinión del autor es muy importante es la "rotación del antebrazo". Este movimiento de rotación permite que la mano se adapte al teclado y se logre la igualdad de toque de todos los dedos. Asimismo hace posible, según se necesite, que los dedos, a un lado u otro de la mano, puedan hacer resaltar sus sonidos.

Los movimientos de ajuste del antebrazo se dan constantemente al tocar y muchas veces de manera inadvertida. Cuando dichos movimientos son notorios se puede hablar del toque de rotación.

Matthay añade que para asegurar la igualdad de toque de todos los dedos, se necesitan además movimientos libres de la muñeca, en sentido horizontal y vertical, movimientos que, sean grandes o pequeños, nunca deben ser inhibidos, siempre y cuando sean naturales.

A propósito de esta soltura que debe existir al tocar, Matthay propone tres puntos de eficiencia muscular de gran importancia:

- 1) Aprender a descansar adecuadamente sobre las teclas.
- 2) Aprender a medir con exactitud el momento clímax de aplicación de la energía, así como el momento de cesación de la misma.
- 3) Aprender a usar los dedos y las manos independientemente de la fuerza descendente que pueda ejercer el brazo.

Además, expone tres pruebas musculares que deben ser aplicadas constantemente durante la práctica y la ejecución:

- 1) La primera prueba consta de dos partes y tiene como fin asegurar un descanso adecuado y la liberación de dedos y mano de esfuerzos innecesarios. Primera parte.- Al tiempo que la mano yace suelta y los dedos permanecen en contacto con las teclas, el brazo se balancea suavemente hacia arriba y hacia abajo, provocándose el ascenso y descenso de la muñeca relajada.

El peso que ejercen los dedos sobre las teclas no debe variar durante la prueba, de tal manera que estas últimas nunca se hundan. Segunda parte.- Ahora los dedos se doblarán y desdoblarán de acuerdo a un movimiento hacia adelante y hacia atrás por parte del brazo y al igual que en la primera parte, los dedos deberán permanecer invariables en su posición y peso.

2) La segunda prueba tiene como fin el control del "impulso añadido" y la precisión en la producción del sonido. Para realizarla se toca un acorde sencillo, de preferencia por medio del peso del brazo. Al escucharse el sonido deberá cesar inmediatamente el esfuerzo de los dedos y la mano. Esto provocará que la muñeca caiga y el peso del brazo desaparezca. Debido a la relajación de la mano y la muñeca, las teclas que forman el acorde pueden levantarse, a pesar de que los dedos descansen en su superficie y a pesar del movimiento descendente de la muñeca y el brazo. El resultado será, por consecuencia, un sonido staccato, ya sea que la prueba se realice en pp o en ff.

3) El propósito de la tercera prueba es asegurar que cuando se vea la acción de los dedos y de la mano sin ninguna otra ayuda, no se dé la interferencia del movimiento descendente del brazo. Esta prueba se realiza tocando una escala o arpeggio cortos. Al llegar a la última nota, el dedo y la mano accionan súbitamente y con fuerza, lo cual trae consigo, por un lado, un sonido fuerte y staccatissimo, y por otro que el brazo se levante como si fuera -

lanzado al aire. Esta prueba se debe hacer también en pianissimo y sin el acento final. En este último caso, la sensación será de que el brazo flota hacia arriba en vez de ser lanzado.

Un último punto que debemos cuidar constantemente según Matthay es la comprobación de la soltura de la muñeca. Para este fin, el autor recomienda que nunca se inhiban los movimientos resultantes durante y después del hundimiento de las teclas.

Clasificación de los tipos de toque.

Para concluir este inciso sobre el toque, se hablará de su clasificación. Basándose en los principales elementos de construcción del toque ya tratados, Matthay hace una detallada clasificación - de la cual resultan 42 modos diferentes y bien definidos de tocar las teclas. Cada uno de estos modos permite una combinación diferente de cantidad de sonido, calidad del mismo y agilidad.

Esta clasificación, a pesar de su detalle, no es la más adecuada desde el punto de vista artístico, según señala el propio Matthay. Por este motivo, el autor propone además la siguiente clasificación, más adecuada para el intérprete. (Página siguiente, tabla 3)

(TABLA 3)

CLASIFICACION FINAL

En esta tabla, la base de la clasificación es la calidad del sonido.

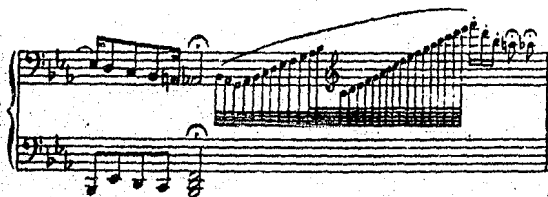
DIVISION I TOQUE POR PESO (Hecho para obtener un sonido "lleno")			DIVISION II TOQUE MUSCULAR (Hecho para obtener brillantez)		
Obtenible sólo-mente en:			Obtenible en:		
(a) Especie III, en su primer subgénero de iniciativa - de peso, y (b) La segunda forma del "descanso" cuando se usa sola.			Especie I, Especie II o Especie III en su segundo subgénero de iniciativa muscular.		
Ambas divisiones pueden ser aún modificadas, ya sea para obtener un sonido "bello" o bien uno más "agresivo", dependiendo del uso de la "actitud plana" o la "actitud de doblar" de los dedos, respectivamente.					
Ambas pueden estar acompañadas por:			(a) La base <u>Staccato</u> , que es el descanso al nivel de las teclas sin presionar, o (b) La base <u>Tenuto y Legato</u> , que es el descanso al nivel de las teclas presionadas.		
Puede presentarse bajo los siguientes aspectos de movimiento: (*)			Puede presentarse bajo los siguientes aspectos de movimiento: (*)		
a: Toque de dedos	b: Toque de mano (muñeca)	c: Toque de brazo	a: Toque de dedo 1ra especie 2da especie o 3ra especie, en su segundo subgénero.	b: Toque de muñeca 2da especie o 3ra especie en su segundo subgénero.	c: Toque de brazo 3ra especie en su segundo subgénero.
			Formado en la	Formado en la	Formado en la

(*) También como toque por rotación.

1.2.3 Observaciones relativas a la ejecución en pianos modernos de obras escritas para pianos e instrumentos antiguos.

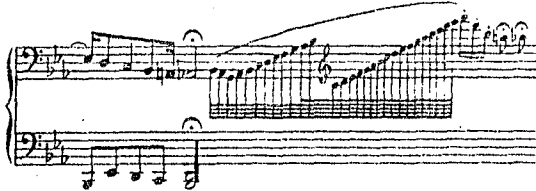
a) Música de W. Amadeus Mozart.- Los pianos de que disponía Mozart poseían una sonoridad más cercana a la del clavecín que a la de los pianos de nuestros días. En el capítulo anterior se explicó ya el porqué de esta sonoridad de los pianos vieneses y se habló también de la gran evolución que ha tenido el piano desde entonces. El pianista de hoy, que se propone interpretar una obra de Mozart, necesita conocer las diferencias entre el instrumento al que el compositor confió su pensamiento musical y el instrumento que él mismo posee. Para realizar las observaciones siguientes nos hemos basado en los comentarios de Paul y Eva Badura-Skoda que aparecen en su obra L'Art de Jouer Mozart au Piano.

Según estos autores, la región grave del pianoforte vienés constituye su registro más bello, además de que se prestaba a la ejecución de acordes muy densos, que, debido a la delgadez de las cuerdas, no resultaban pesados. (Ejem. 1)

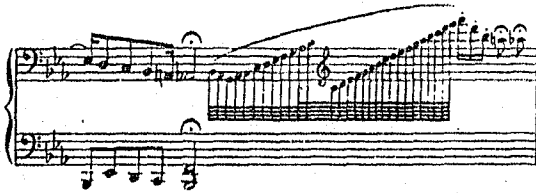


(Ejem. 1) Acordo muy denso en el registro grave. Sonata en c, K. 457, 2da mov. compés 53.

Este tipo de acordes, sin embargo, suenan desequilibrados en los pianos modernos (41). Badura-Skoda indica la solución: "Nosotros - recomendamos aligerar esos acordes para hacerlos lo más acepta - bles. Si se omite la quinta en el acorde del segundo movimiento - de la sonata en do menor, K. 457, compás 53:



la sonoridad mejora indudablemente. La tercera (re) puede, asimis - mo, tocarse más suavemente que las otras notas; y será mejor si - no se toca:



A la mitad del movimiento lento de la sonata en la menor, K. 310, se encuentra como acompañamiento los siguientes acordes:



(41) Paul & Eva Badura-Skoda, *L'Art de Jouer Mozart au piano*. Ed. Buchet/Chastel, Paris, 1974, p. 21 y ss.

Mozart, en este caso, tenía en mente, sin ninguna duda, un acompañamiento enriquecido y expresivo, como puede observarse en los acordes del registro grave, no obstante, en la mayor parte de los pianos modernos este pasaje suena mal. Si en el primer compás se hace la transposición de la tercera a la octava superior, el resultado se aproxima ventajosamente a lo que deseaba Mozart, pero entonces se necesita ser capaz de alcanzar la décima con la mano derecha:



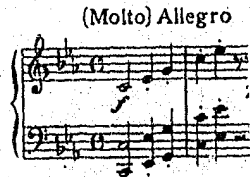
La versión escrita por Mozart no suena bien más que en algunos grandes pianos de concierto hechos para producir una sonoridad especialmente brillante y clara." (42)

Debido al mismo problema de sonoridad, el autor recomienda que en el inicio de la Fantasía en c, K. 475 y en el inicio de la sonata en c, K. 457, la mano izquierda se toque más suavemente que la derecha para obtener un sonoridad más equilibrada. (Ejemplos 2 y 3)

(Ejem. 2)
Fantasía en c,
K. 475.



(Ejem. 3)
Sonata
en c,
K. 457.



(42) Ibidem, pp. 188 y 189.

Badura-Skoda comenta que todos los pianos del siglo XVIII poseían una rodillera (43) que tenía la misma función del actual pedal de recho, y en su opinión es difícil que Mozart se haya privado de los recursos de esta rodillera que se sabe apreciaba mucho (44). El autor añade: "Ciertos pasajes de sus obras de piano reposan sobre un efecto de pedal, por ejemplo todo el principio de la Fantasía en re menor, K. 397, o el compás 46 de la Fantasía en do mayor, K. 394 (Ejemplos 4 y 5).

(Ejem. 4)

Fantasia en re menor,
K. 397, compases 1 y
2.

(Ejem. 5)

Fantasia en do mayor,
K. 394, compás 46.

Hay también numerosos pasajes cantables que toman más expresión y dan más efecto con la ayuda del pedal, como por ejemplo en la sonata en la mayor, K. 331, primer movimiento, variación IV, compás 3:

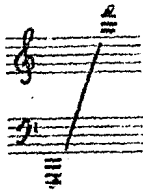
(43) Vid., p. 44 de ésta tesis.

(44) Loc. cit.

Y el solo de piano en el compás 40 de la Romanza del concierto en re menor, K. 466, parecería muy intrincado si uno se privara completamente del pedal." (45)

Según Badura-Skoda, la opinión de que no hay que utilizar el pedal al interpretar a Mozart está, desgraciadamente, muy extendida; la única justificación que encuentra el autor a esta idea es que más vale tocar Mozart sin pedal que con exceso de él, lo cual podría ensombrecer la claridad de la ejecución.

Como ya se ha indicado en el primer capítulo, las diferencias entre los pianos antiguos y los modernos no sólo son de sonoridad sino además de tesitura. La tesitura del piano de Mozart era la siguiente:



Comenta Badura-Skoda que cuando Mozart no contaba con un sonido agudo necesario para tocar algún tema transportado de tono, lo que hacía era variar ese tema sutilmente. "Esto era a veces logrado en la forma más sencilla. Así, en el concierto en si bemol, K. -- 595, tercer movimiento, compases 112 y 113:



(45) Badura-Skoda, op. cit., pp. 22 y 23.

la repetición (compases 251-252) reemplaza el diatonismo original por un cromatismo:



En Beethoven no es raro encontrar pasajes donde la limitación del teclado de la época parece haber contrariado la inspiración del compositor (por ejemplo: cuarto concierto en sol, primer movimiento, compás 318, o también en el quinto concierto en mi bemol, primer movimiento, compás 332). (Ejemplos 6 y 7)

318

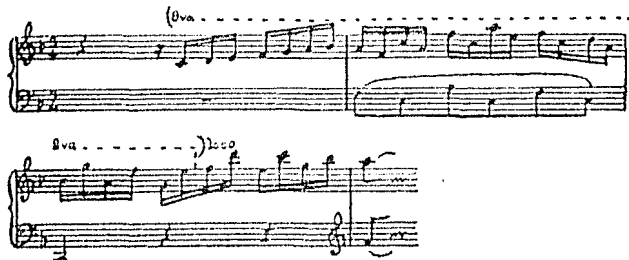
(Ejemplo 6). Beethoven, cuarto concierto en sol mayor, primer movimiento, compás 318.

En la página siguiente aparece el ejemplo siete, en el cual se puede observar como omite Beethoven una nota que no tenía su piano.

(Ejemplo 7) Beethoven, quinto concierto para piano en Eb, 1er mov. compás 332.

En Mozart, por el contrario, no es casi nunca necesario (sería -- aún conraindicado en la mayor parte de los casos) hacer alguna - de estas modificaciones que los pianistas agregan en la actuali - dad a los conciertos de Beethoven. Se pueden citar solamente dos excepciones a esta regla: una es en el concierto en sol mayor, K. 453, tercer movimiento, compás 56, en donde debe conservarse el - movimiento ascendente original de los compases 40-48 tocando el - sol más agudo:

La otra es en el concierto para tres pianos, K. 242, tercer movimiento; a partir del compás 155 se debe tocar un la sobreagudo si se quiere conservar después de la transposición el diseño melódico del compás 34:



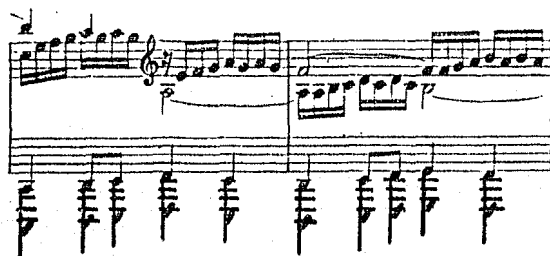
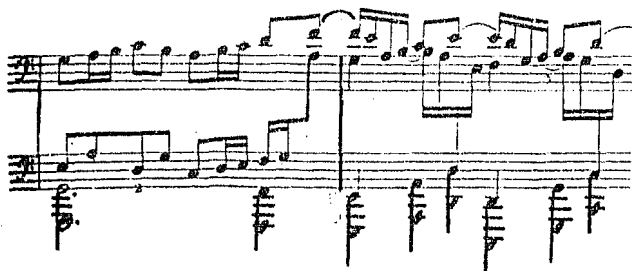
En este último concierto se puede también hacer lo mismo con los compases 50-51 del segundo movimiento, a modo de recordar los com pases 22-23. Pero eso no es una necesidad absoluta." (46)

Refiriéndose al registro grave, Badura-Skoda opina que la nota fa, la más grave de su piano, no era un límite natural para Mozart. - De hecho, el compositor mandó construir un teclado de pedales para pianoforte, que extendía la tesitura hacia lo grave del instru mento. Badura-Skoda habla de uno de estos teclados de pedales (s. XVIII) y señala que poseía aproximadamente dos octavas, la primera de las cuales era una "octava corta" de órgano (47), cuya nota más grave era el do más bajo del piano moderno (C). Según el mismo autor, Mozart debió utilizar este pedalier para doblar los ba-

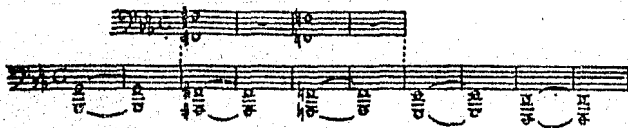
(46) Badura-Skoda, *op. cit.*, pp. 23-25.

(47) Vid. p. 17 de esta tesis.

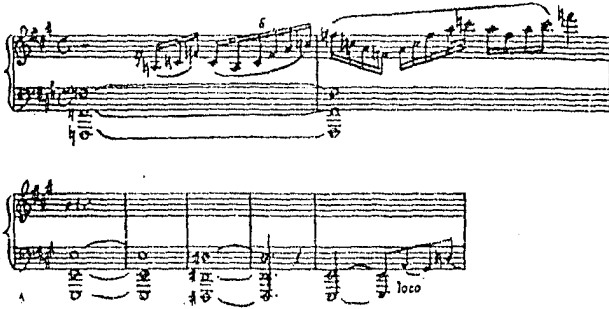
jos o temas importantes. La opinión de Badura es que, actualmente, lo mejor es respetar el texto tradicional de Mozart y no agregar sonidos graves por el hecho de que Mozart utilizó un pedalier, -- pues se corre el riesgo de crear una sonoridad muy densa. Sin embargo, hay algunas excepciones en que no considera un error de estilo recordar la existencia de dicho pedalier: "...en la Fantasia y Fuga en do, K. 394, se podrá doblar en la octava grave el sujeto de la fuga cuando reaparece por aumentación [de valores] en el bajo:



También en el desarrollo del primer movimiento del concierto en mi bemol, K. 482, compás 238 y siguientes se podrán sostener las octavas graves por analogía con los bajos de la orquesta:



Mozart pudo también haber utilizado sus bajos del pedalier en la cadencia original para el primer movimiento del concierto en la mayor, K. 488:



Pero esas son excepciones. Normalmente lo mejor será limitarse al texto tradicional de Mozart, especialmente por que hay gran peligro de hacer muy densa la sonoridad de un piano moderno cuando se hace un llamado a sus bajos profundos." (48)

Badura-Skoda hace notar que la música para piano de Mozart sugiere en muchas ocasiones otras sonoridades: por ejemplo de trompeta, flauta, cornos de caza, conjuntos orquestales, etc. Hace especial mención de la sonoridad y el ambiente que se creaba al accionar el dispositivo de una corda. (49)

Para el efecto de sugerir esta gama tan variada de sonoridades, -

(48) Badura-Skoda, *op. cit.*, pp. 26 y 27.

(49) *Vid.* pp. 49 y 50 de esta tesis.

Badura-Skoda señala algunos recursos: cambios de registro, oposiciones frecuentes del registro grave y el agudo, cruce de manos, alternancia de legato y staccato, contraste de texturas, etc.

Concluye el autor que: "Tocar Mozart sin usar toda la paleta de sonoridades no es sólo una falta de gusto sino además una falta de estilo." (50)

Las últimas observaciones que haremos serán acerca del conjunto piano-violín al interpretar a Mozart. Comenta Badura-Skoda a este respecto que la sonoridad de ambos instrumentos se ha modificado debido a la evolución que han tenido. Consecuentemente, el equilibrio entre ambos instrumentos también se ha alterado. Actualmente el violín es más potente, brillante y rico en armónicos que en época de Mozart. Por su parte, el piano moderno es más potente que el de Mozart pero más pobre en armónicos. Según Badura-Skoda, el pianista debe ser muy flexible para poder, en algunos casos, sugerir la sonoridad delicada del piano de Mozart, y en otras producir un sonido potente. Acerca de las sonatas para violín y piano, Badura-Skoda comenta que "... el peligro es sobre todo de que el piano toque demasiado fuerte y tape al violín. Pero hay pasajes donde la melodía es dada primero por el violín, después retomada por el piano, y si el pianista toca demasiado suave, la línea musical será destruida en lugar de resaltar. Un peligro particularmente temible surge cuando el violín toma la voz grave de una melodía escrita en terceras; es el violinista el que debe ceder a -

quí el paso al pianista, sin lo cual el equilibrio será falseado porque la voz inferior habrá sido indebidamente puesta en relieve. En la época clásica no existían sonatas para violín con acompañamiento de piano y Mozart compuso sonatas para piano con acompañamiento de violín. Lo mejor será pensar en dos instrumentos iguales, en que cada uno deberá, según el caso, subir la voz o dejar que su acompañante le domine." (51)

(51) Badura-Skoda, op. cit., p. 31.

b) Música de Ludwig van Beethoven.- El piano de Beethoven, más po-
tente que el de Mozart, muestra, sin embargo, una menor sonoridad
en comparación al piano moderno. Los primeros comentarios que ha-
remos están relacionados a esta menor sonoridad y para exponerlos
citaremos a Kenneth Drake, autor del libro Las Sonatas de Beetho-
ven como él las tocaba y enseñaba.

Como ya lo había indicado Badura-Skoda con respecto a Mozart, el
recurso de una corda creaba un ambiente de intimidad único. En la
música de Beethoven ocurre algo parecido. Parafraseando a Drake,
podemos decir que ningún piano moderno puede igualar el efecto u-
na corda del piano de la época de Beethoven. (52) Por ejemplo, en la
introducción del tercer movimiento de la sonata op. 110, en donde
se crea un efecto de inmovilidad y de suavidad (Ejemplo 8).

Adagio, ma non troppo

(Ejemplo 8). Beethoven, Sonata op. 110, tercer movimiento, compases 1-3.

(52) Drake, Kenneth, The Sonatas of Beethoven as he played and taught them; Indiana University -
Press, Bloomington, 1981, pp. 8 y ss.

Con respecto a la sonoridad general del instrumento, Drake señala que debido al diseño y bajo rango dinámico del mismo, las figuras de bajo de Alberti resultan fáciles de equilibrar y el sonido del piano tiene una mayor calidad de cantabile.

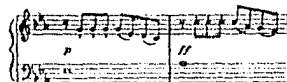
Basado en un comentario de Francis Tovey, Drake expone que Beethoven solía llevar la sonoridad de su instrumento al límite de su capacidad. Un ejemplo de lo anterior es el efecto del staccato fortissimi en la sección en la menor del rondo de la sonata op. 2 número 2 (Ejemplo 9).

(Ejemplo 9) Beethoven, sonata op. 2 # 2, cuarto mov., - rondo, compases 57 al 61.

Según Tovey, este pasaje, tocado en el piano de Beethoven, parecía llegar al límite de su capacidad sonora, por lo tanto hay que tener cuidado, al tocarlo en un piano moderno, de que no suene débil, ya que nuestro piano puede dar mucha más sonoridad. Esta mis

ma idea puede aplicarse a los ejemplos 10 y 11.

(Ejemplo 10) Beethoven, sonata en Eb, WoO 47, primer mov., compases 45-46.



A musical score for Example 10, showing two staves (treble and bass clef). The score includes various fingering numbers (1-5) and dynamic markings: piano (p) and fortissimo (ff). A crescendo marking "[cresc. poco a poco]" is present. The notation includes slurs and accents.

A musical score for Example 11, showing two staves (treble and bass clef). The score includes various fingering numbers (1-5) and dynamic markings: piano (p) and fortissimo (ff). A crescendo marking "[cresc. poco a poco]" is present. The notation includes slurs and accents.

(Ejemplo 11) Beethoven, sonata op. 111, primer mov. compases 108-114.

Drake señala que frente al problema sonoro de su piano, Beethoven exploró las siguientes soluciones: cambios dinámicos repentinos, por ejemplo el sforzando (sf), el piano subito o bien un crescendo corto; el uso armónico del pedal y el estilo sostenuto, que produce un legato más convincente.

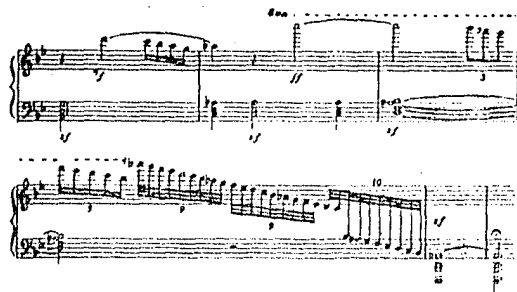
También se enfrentó Beethoven a problemas similares a los que tuvo Mozart con respecto a los límites en la tesitura de su instrumento. Los pianos que Beethoven conoció iban de una tesitura de cinco octavas a una de seis octavas y una cuarta. Drake cita el ejemplo de la sonata Patética, op. 13, en la cual Beethoven explotó un efecto de gran extensión entre el registro agudo y grave en varias ocasiones. (Ejemplos 12 y 13)

The image contains three musical excerpts from Beethoven's Sonata in D minor, Op. 13, First Movement. The first excerpt is a piano (pp) passage with a wide range. The second excerpt shows a crescendo (cresc.) leading to a forte (f) passage. The third excerpt shows a forte (f) passage with a dynamic change to fortissimo (ff).

(Ejemplo 12) Beethoven, sonata en do menor, op. 13, primer mov. compases 175-186.

(Ejemplo 13) Beethoven, -
sonata en do menor, op. 13,
primer mov. compases 197 -
202.

Para dar una idea de lo que eran estas extensiones en tiempos de -
Beethoven, Drake sugiere tocar en un piano moderno los siguientes
arreglos a los pasajes anteriores:



Al igual que Mozart, Beethoven se vió forzado a adoptar variantes en algunos pasajes paralelos que sobrepasaban la tesitura de su instrumento. Ante esta situación, surge la pregunta de si uno debe tocar esos pasajes como Beethoven los escribió o bien aprovechar la mayor extensión del piano moderno. A este respecto, Drake comenta que si Beethoven hubiera contado con más notas aguda y graves tal vez las hubiera usado, pero, por otra parte, se sabe que el compositor hacía variaciones en los temas aun sin tener el problema de la extensión de la tesitura. Para tratar de contestar la pregunta anterior, K. Drake cita la opinión de Karl Czerny que aparece en su Pianoforte-Schule: 'En la ejecución de sus obras -- [de Beethoven] (y en general de todos los compositores clásicos) el ejecutante no se debe permitir en parte alguna ninguna alteración de la composición: no adiciones, no abreviaciones. Aun en aquellas piezas escritas hace tiempo para el instrumento de cinco octavas, el intentar usar en la sexta octava notas adicionales, siempre viene a ser desfavorable, igual que los adornos, morden -

tes, trinos, etc., que el compositor mismo no ha indicado, aparecen superfluos, por más que estos adornos sean deliciosos por sí mismos. Porque uno quiere escuchar la obra de arte en su forma original, tal como el Maestro la concibió y escribió.' (53)

Según Drake. Czerny no incluía en sus restricciones ejemplos como los siguientes, en los cuales se añade una nota hacia lo agudo o hacia lo grave, con el fin de completar una marcha de octavas (ejemplos 14 y 15)

Example 14: Musical score for Beethoven's Sonata in D, Op. 10 No. 3, first movement, measures 18-22. The score shows a piano piece with a treble and bass staff. The treble staff has a melodic line with trills and ornaments, and the bass staff has a supporting bass line. The piece is in D major and 2/4 time. The score is marked with 'cresc.' and 'ff.'

(Ejemplo 14) Beethoven, sonata en D, op. 10 #3, primer mov., compases 18-22.

Example 15: Musical score for Beethoven's Sonata Op. 90, first movement, measures 211-217. The score shows a piano piece with a treble and bass staff. The treble staff has a melodic line with trills and ornaments, and the bass staff has a supporting bass line. The piece is in D major and 2/4 time. The score is marked with 'p'.

(Ejemplo 15) Beethoven, sonata op. 90, primer mov., compases 211-217.

Sin embargo, finaliza Drake, lo que sí tenía en mente Czerny era evitar los transportes exactos ya mencionados y el añadir sonidos octavados con el fin de crear mayor volumen sonoro, por ejemplo - en los compases 149-150 del primer movimiento de la sonata en fa menor op. 57 (ejemplo 16).

(Ejemplo 16) Beethoven, sonata en fa menor, op. 57, primer mov., compases 148-151.

Así pues, el pianista de hoy que evita alterar las obras de Beethoven, cuenta con el apoyo de la opinión de Czerny y a través de él de la de Beethoven, quien pedía escuchar sus obras como las había escrito.

CAPITULO II

LA AFINACION DEL PIANO Y LA REGULACION DE SU MECANISMO.

2.1 Afinación.

Tanto la afinación como la regulación del piano requieren, por -- parte del que las practica, una gran preparación y un ejercicio - constante. Es por este motivo, que no se puede esperar que un pinista domine completamente el arte de afinar y regular su propio instrumento. Sin embargo, sí es posible que obtenga conocimientos básicos y un mínimo de práctica que le permitan poder evaluar el estado del instrumento que va a utilizar: tal es el objetivo del presente capítulo.

2.1.1 Utilización de la escala igualmente temperada en la afinación del piano.

Actualmente, la afinación que se practica regularmente en los pianos es la que toma como base la escala igualmente temperada, que consiste en dividir la octava en 12 partes iguales. El objeto de este tipo de afinación es que los acordes que se tocan en una tonalidad tengan la misma calidad armónica al tocarse en cualquier otra tonalidad. Antes de que se generalizara el uso de la escala igualmente temperada, se utilizaron varios sistemas de afinación,

los cuales favorecían ciertas tonalidades en las cuales un acorde o una progresión de ellos sonaban muy armoniosos. Sin embargo, en otras tonalidades, más alejadas, el mismo tipo de acordes sonaban tan mal que no podían ser usados. En nuestros días, se escribe música para piano en todas las tonalidades, por lo tanto es imposible utilizar un sistema que favorezca ciertas tonalidades en detrimento de otras.

El procedimiento para hallar la frecuencia de cualquier sonido de la escala templada fue inventado por el alemán Ernesto Chladni y consiste en establecer una progresión cuadrática en la cual el primer término sea 1 y el último sea 2. En lenguaje matemático, la razón de esta progresión se expresa así:

$$\sqrt[12]{2} = 1.05946$$

El número resultante, al ser multiplicado doce veces por sí mismo dará por resultado 2. Así pues, si consideramos teóricamente que un sonido do tiene la frecuencia 1, el sonido do sostenido tendrá una frecuencia de $1 \times 1.05946 = 1.05946$. El sonido re tendrá una frecuencia de $1.05946 \times 1.05946 = 1.12245$. Si continuamos con este procedimiento, al llegar de nuevo al sonido do, una octava arriba del primero, obtendremos la frecuencia 2. Si se desea hallar la frecuencia de sonidos, pero en sentido descendente, se tendrá que dividir entre el número 1.05946 en vez de multiplicar por él.

"Para templar científicamente un instrumento de teclas según el temperamento igual, se parte del hecho de que como la quinta templada [temperada] es algo más baja que la quinta justa, el tercer armónico de un sonido y el segundo armónico de su quinta templada producirán pulsaciones marcadas (54). Basta determinar previamente el número de pulsaciones que producirá un intervalo para obtenerlo, variando la altura de uno de los sonidos que lo constituyen, hasta que se produzca el número de pulsaciones requeridas -- por la teoría. El intervalo se elegirá de manera que las pulsaciones puedan contarse directamente por el oído." (55)

En la escala igualmente temperada, todos los intervalos, excepto la octava, presentarán batimientos lentos que en ningún caso serán tan desagradables como para desecharlos en la práctica musical.

En la tabla 4, que aparece en la página siguiente, se muestran -- las frecuencias de los 6 armónicos correspondientes a las notas -- de la escala temperada.

(54) N.B.- Las pulsaciones a que se hace referencia, también llamadas batimientos, son el producto de la variación periódica de la amplitud de una oscilación, al combinarse con otra frecuencia -- ligeramente diferente. Al oído, los batimientos dan la impresión de un vaivén del sonido. Esta sensación, que es más clara en los sonidos graves, permite al afinador determinar el grado de afinación entre dos sonidos, ya sea eliminando los batimientos en ciertos intervalos (octava y unísono) o ajustando su número en otros (cuartas y quintas).

(55) Olazabal, Tirso de, Acústica Musical y Organología. Ed. Ricordi Americana, Buenos Aires, 1981, p. 79.

FUNDAMENTAL O						
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO	SEXTO
F	349.228	698.456	1047.684	1396.912	1746.140	2095.368
E	329.628	659.256	988.884	1318.512	1648.140	1977.768
D#	311.127	622.254	933.381	1244.508	1555.635	1866.762
D	293.665	587.330	880.995	1174.660	1468.325	1761.990
C#	277.183	554.366	831.549	1108.732	1385.915	1663.098
C	261.626	523.252	784.878	1046.504	1308.13	1569.756
B	246.942	493.884	740.826	987.768	1234.710	1481.652
A#	233.082	466.164	699.246	932.328	1165.410	1398.492
A	220.000	440.000	660.000	880.000	1100.000	1320.000
G#	207.652	415.304	622.956	830.608	1038.260	1245.912
G	195.998	391.996	587.994	783.992	979.990	1175.988
F#	184.997	369.994	554.991	739.988	924.985	1109.982
F	174.614	349.228	523.842	698.456	873.070	1047.684

(Tabla 4) Frecuencias de los seis primeros armónicos de cada nota de la escala temperada.

Esta tabla nos proporciona datos para poder hallar el número de batimientos que se producirán al darse simultáneamente dos sonidos. Por ejemplo, para determinar el número de batimientos del intervalo FA-DO hay que comparar las frecuencias de ambos sonidos que más se aproximen entre sí. En este caso, las frecuencias más próximas son la del tercer armónico de FA (523.842 Hz) y la del segundo armónico de DO (523.252 Hz). La diferencia entre estas dos frecuencias es $523.842 - 523.252 = 0.59$ Hz. Para facilitar la medición de este batimiento se puede calcularlo en un lapso de cinco segundos: $0.59 \times 5 = 2.59$ batimientos por cada cinco segundos.

En la tabla 5 aparecen los batimientos por segundo de todos los

INTERVALO A AFINAR	VELOCIDAD DE BATIMIENTO TEORICA EN 5 SEG.	VELOCIDAD DE BATIMIENTO REDONDEADA
QUINTAS	F-C	3 -
	F#-C#	3 +
	G-D	3.5 -
	G#-D#	3.5
	A-E	3.5 +
	Bb-F	4 -
CUARTAS	F-Bb	4 -
	F#-B	4 +
	G-C	4.5 -
	G#-C#	4.5 +
	A-D	5
	A#-D#	5.5 -
B-E	5.5 +	
C-F	6 -	

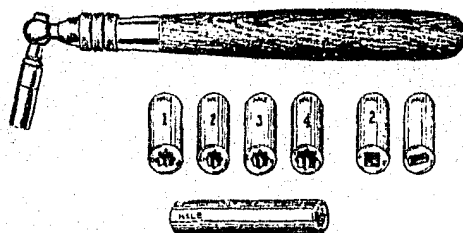
INTERVALOS DE PRUEBA	VELOCIDAD DE BATIMIENTO TEORICA POR SEGUNDO			VELOCIDAD DE BATIMIENTO MEDIA
	TERCERAS MAYORES	SEXTAS	TERCERAS MENORES	
F-A	6.93			7 -
F#-A#	7.34			7 +
G-B	7.78			8 -
F-D		7.93		8
A#-C	8.24			8 +
F#-D#		8.40		8.5 -
A-C#	8.73			8.5 +
G-E		8.89		9 -
B#-D	9.25			9 +
A#-F		9.42		9.5 -
F-A#			9.42	9.5 +
B-D#	9.80			10 -
F#-A			9.98	10
C-E	10.38			10 +
G-B#			10.58	10.5 +
D#-F	11.00			11
G#-B			11.20	11 +
A-C			11.87	12 -
A#-C#			12.58	12.5
B-D			13.33	13 +
C-E#			14.12	14 +
C#-E			14.96	15
D-F			15.85	16

(Tabla 6) Izquierda.- Batimientos en cinco segundos de los intervalos usados para establecer el temperamento. Derecha.- Batimientos por segundo de los intervalos utilizados para verificar la precisión de los intervalos afinados.

2.1.2 Herramientas usadas en la afinación.

Para afinar un piano se requieren las siguientes herramientas:

Una llave de afinación para hacer girar las clavijas (Fig. 42).



(Fig. 42) Llave de afinación con extensión y cabezas intercambiables.

Un diapasón, el cual produce una frecuencia estandarizada que sirve de referencia (Fig. 43).



(Fig. 43) Diapasón.

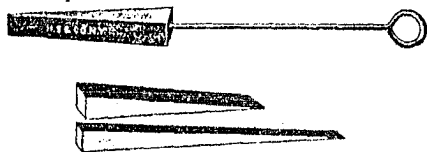
Una tira de fieltro. En la mayoría de los pianos a cada nota de la escala en la que se establece el temperamento le corresponden tres cuerdas. La tira de fieltro se inserta entre los coros de cuerdas para que sólo pueda vibrar libremente la cuerda intermedia (Fig. 44).



(Fig. 44) Tira de fieltro para establecer el temperamento.

Apagadores de goma o fieltro. Una vez afinadas las doce cuerdas centrales de la escala temperada, se retira la tira de fieltro y se afinan los unisonos con la ayuda de los apagadores de goma o fieltro (Fig. 45). (56)

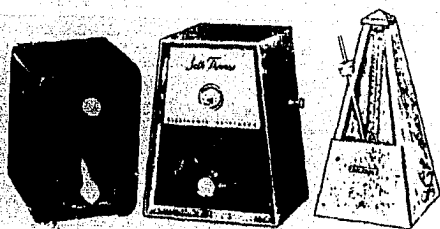
(56) Al afinar un piano completamente, es conveniente dejar la cinta de fieltro para facilitar el transporte del temperamento.



(Fig. 45) Apagadores de fieltro o goma.

Estos apagadores en forma de cuña sólo permiten que suenen a la vez dos cuerdas: la que ha sido afinada previamente y la que va a igualarse con ella.

Otra herramienta útil es un metrónomo, ya sea mecánico o electrónico, para aprender a juzgar la velocidad de los batimientos (Fig. 46).



(Fig. 46) Metrónomos, en sus tipos mecánico y electrónico.

2.1.3 Consideraciones acerca del uso de la llave de afinación.

En su libro Piano servicing, tuning & rebuilding, Arthur A. Reblitz sugiere algunos ejercicios preparatorios en el arte de afinar el piano. Antes de exponer estos ejercicios, se harán algunas indicaciones con respecto al uso de la llave de afinación que señala el autor.

La llave de afinar debe ser manejada con un gran control, ya que las cuerdas están escogidas de tal manera que difícilmente aguantan ser subidas más de medio tono del sonido que les corresponde. Además, los movimientos a realizar con la llave son bastante pequeños en el caso de pianos que no están muy desafinados.

A pesar de que las clavijas están hechas de acero, al ser giradas por la llave de afinación se tuercen internamente un poco. Es importante saber ésto, pues si dejamos las clavijas con esta torsión, el resultado será que con el tiempo volverán a su forma normal y las cuerdas cambiarán de afinación. Para evitar lo anterior se procede así: al subir la tensión de una cuerda, uno no se detiene al encontrar la frecuencia deseada, sino que la sobrepasa un poco y luego mueve la palanca en sentido contrario, sólo lo necesario para desdoblar la clavija y obtener la afinación buscada, pero ahora de manera estable.

Otro problema que se presenta al mover una clavija en cualquier -

dirección es que la tensión de la cuerda no se iguala de inmediato en toda su extensión. Esto se debe a que la cuerda tiene varios puntos de contacto, ya sea con el puente de madera o con la armazón metálica, los cuales provocan que la cuerda se divida en varias secciones, cada una de las cuales se tensa de diferente manera. Para evitar que con el tiempo la tensión se vuelva uniforme y cambie la afinación de la cuerda, el afinador tendrá que hacer sonar con fuerza y repetidas veces la cuerda para que la tensión se reparta de inmediato a lo largo de ella.

Un punto importante también, es la manera de colocar la llave de afinación en el clavijero. La posición ideal será aquella en que el mango quede fuera del cuerpo del piano y lo más cercano a un ángulo de 180° con respecto a las cuerdas (57). Esta posición hará difícil que la presión se aplique de tal manera que pueda doblar la clavija.

En el momento de aplicar fuerza a la llave de afinación, es importante que el codo esté regargado en alguna parte del piano. Esto evita que se maneje todo el brazo desde el hombro, lo cual es peligroso, pues podría resultar un movimiento grande y poco controlado y la consecuente ruptura de la cuerda.

2.1.4 Ejercicios preparatorios de afinación.

(57) En el plano de cola, el ángulo puede ser de 0 a 180° .

A continuación se exponen los cinco ejercicios de afinación que propone Arthur A. Reblitz (58).

Ejercicio de afinación 1. Objetivo: adquirir control sobre la llave de afinación y aprender a escuchar pulsaciones.

Procedimiento: Se toca el do central del piano y se busca el coro de cuerdas correspondiente. Se apaga la cuerda derecha, dejando libres la central y la izquierda. Se coloca la palanca en la clavija de la cuerda izquierda con el mango en la posición adecuada. En este punto se comprueba que la palanca esté en la clavija correcta.

Se sujeta el mango de la llave y se comienza a pulsar la tecla -- con la otra mano, aproximadamente una vez cada dos segundos. Poco a poco se empieza a empujar la llave en sentido contrario a las manecillas del reloj para sentir la resistencia de la clavija. Si se aplica poca fuerza, la clavija no alcanza a moverse, sin embargo se flexiona lo suficiente para variar la afinación del sonido. Si se aplica más fuerza, la clavija girará y se comenzarán a escuchar batimientos o pulsaciones. Mientras más se haga girar la clavija en el sentido ya indicado, las pulsaciones se irán haciendo cada vez más rápidas hasta que se vuelvan inaudibles. Ahora, se jala la llave gradualmente en el sentido de las manecillas del reloj, tan lentamente como sea posible, hasta que las cuerdas estén

(58) Reblitz, Arthur A., Piano Servicing, Tuning & Rebuilding. Ed. Vestal Press, New York, 1982, p. 47 y ss.

casi afinadas y reaparezcan las pulsaciones. Mientras se hace girar más la clavija hay que escuchar como los batimientos se van - alentando hasta que desaparecen completamente al estar las dos -- cuerdas a la misma frecuencia. Si se llega a este punto y se deja de aplicar presión sobre la llave, la cuerda se bajará un poco de afinación. Si la cuerda que se está afinando está baja, hay que - levantarla, poco a poco, hasta pasarse de la afinación correcta. Ahora que la cuerda está "alta" se aplica una ligera presión a la llave en sentido contrario a las manecillas del reloj, con el fin de evitar que la clavija se quede torcida y posteriormente se baje la afinación. Después de afinar la cuerda izquierda con respecto a la central, se procede a afinar la derecha, para lo cual se apaga la izquierda, de manera que la cuerda central sea siempre - el punto de referencia.

Ejercicio de afinación 2. Objetivo: afinar cualquier unísono en - el piano.

Procedimiento: Este ejercicio consiste en afinar el sonido f (59), como ya quedó indicado en el ejercicio uno, y después seguir afinando, nota por nota, hacia la región aguda. Mientras más alta es la frecuencia, más difícil es afinar los unísonos. Esto se debe a dos razones: por un lado, los movimientos que hay que hacer con - la llave de afinar son cada vez menores y por otro, los sonidos - cada vez duran menos. Debido a esto último, habrá que pulsar la -

(59) Vid. p. 16 de esta tesis.

tecla tan frecuentemente como sea necesario para que se sostenga el sonido.

Una vez que se han afinado todos los unisonos de la región aguda, se procede a afinar los correspondientes a la grave, comenzando por el sonido e. En el caso de los sonidos a los que les corresponden dos cuerdas, la que se ajustará será la izquierda, dejando como referencia la derecha. Cuando se sea capaz de afinar cualquier unísono en el piano, se realiza el ejercicio 3.

Ejercicio de afinación 3. Objetivo: aprender a afinar octavas.

Procedimiento: al igual que el unísono, la octava no debe presentar pulsaciones y por este motivo es también un intervalo fácil de afinar. En primer término se afinan los unisonos de cada nota de la escala temperada, la cual comienza en f y termina en f'. Una vez hecho ésto se apagan las cuerdas exteriores del coro correspondiente al f' y se coloca la palanca de afinación en el perno de su cuerda central. Se hace sonar esta nota al mismo tiempo que su octava grave, cuyas tres cuerdas ya estaban bien afinadas. Se procede a aflojar un poco la cuerda hasta oír batimientos y luego se hacen desaparecer siguiendo las mismas indicaciones del ejercicio 1. Una vez que se eliminen los batimientos, se continúa afinando octavas cromáticamente hacia la zona aguda. Conforme se avanza en esta dirección, las octavas se vuelven más difíciles de afinar y quizá convenga tocar la nota a afinar una fracción de se

gundo después de la nota de referencia. También, en estos casos, suele ayudar el voltear la cabeza en diferentes ángulos.

En la zona grave, cada octava presentará simultáneamente dos pulsaciones marcadas de diferente velocidad cada una. Si una de ellas se elimina, la otra se vuelve muy molesta, así que hay que buscar un término medio en que los dos batimientos sean lentos. De esta manera, el resultado será mejor que si se elimina por completo alguna de las pulsaciones.

Los ejercicios hasta aquí expuestos están dirigidos a los intervalos que no deberán presentar pulsaciones (unísonos y octavas). Los dos siguientes estarán enfocados a los demás intervalos, en los cuales no hay que eliminar sus batimientos, sino establecerlos a cierta velocidad.

Ejercicio de afinación 4. Objetivo: aprender a juzgar la velocidad de los batimientos.

Procedimiento: La velocidad de las pulsaciones se mide en pulsaciones por segundo. Para medir la velocidad de éstas en cierto intervalo de tiempo, es necesario poder contar los segundos con precisión. Aunque es posible aprender a contar segundos con un reloj de muñeca, es más fácil hacerlo con ayuda de un metrónomo: se ajusta éste a 60 golpes por minuto y se imita el pulso percutiendo con el dedo índice en alguna superficie. Se detiene el metrónomo

y sigue uno percutiendo, después se le vuelve a hacer funcionar - para verificar que se ha conservado el pulso con exactitud. Hay - que practicar hasta que se tenga claro mentalmente el lapso de un segundo. Otra manera de comprobar este aprendizaje, es pedir a otra persona que deslice el contrapeso del metrónomo. El aprendiz indicará cuando considere que este último marca 60 golpes por minuto. Una vez dominado el ejercicio se puede proseguir.

La velocidad de pulsación más lenta: tres batimientos por cinco - segundos (36 por minuto) es difícil de establecer con precisión - en un metrónomo mecánico, por eso conviene utilizar el doble de la velocidad, es decir, 72 pulsaciones por minuto y percutir con el dedo cada dos golpes para obtener la velocidad real. En este - ejercicio, como en el anterior, el objetivo es asimilar mentalmente ciertos lapsos. En la tabla 7 se muestran los lapsos que es necesario interiorizar para proceder a establecer el temperamento - por medio de los intervalos de cuarta y quinta.

BATIMIENTOS	VELOCIDAD DEL METRÓNOMO
3 por 5 segundos	72 (contar cada dos golpes)
3,5 por 5 segundos	84 (contar cada dos golpes)
4 por 5 segundos	96 (contar cada dos golpes)
4,5 por 5 segundos	108 (contar cada dos golpes)
5 por 5 segundos	60 (contar cada golpe)
5,5 por 5 segundos	66 (contar cada golpe)
6 por 5 segundos	72 (contar cada golpe)

(Tabla 7) Velocidades de batimiento usadas en la afinación.

Es importante señalar que los intervalos de prueba, terceras y --

sextas, no deben ser ajustados, sino sólo tenidos en cuenta para comprobar la exactitud de los intervalos afinados: cuartas y quintas. Si un intervalo de prueba no presenta la velocidad de pulsaciones correcta, se procederá a revisar los intervalos afinados - anteriormente. Los intervalos de prueba presentan batimientos que van desde seis hasta diez por segundo. Para asimilar estas velocidades no resulta conveniente utilizar el segundo como unidad de tiempo, sino la mitad de ese lapso (120 golpes por minuto). Una vez establecida esta unidad de tiempo con ayuda del metrónomo, se podrá practicar de acuerdo a la tabla 8:

BATIMIENTOS	BATIMENTOS POR GOLPE (120/seg.)
6 por segundo	3 batimientos por golpe
7 por segundo	7 batimientos por 2 golpes (entre 6 y 8 por segundo)
8 por segundo	4 batimientos por golpe
9 por segundo	9 batimientos por 2 golpes (entre 8 y 10 por segundo)
10 por segundo	5 batimientos por golpe

(Tabla 8) Velocidades de batimiento usadas para pruebas.

Ejercicio de afinación 5. Objetivo: aprender a establecer una velocidad específica en las pulsaciones de un intervalo.

Procedimiento: este ejercicio consiste en establecer y comprobar, una por una, las velocidades que aparecen en la tabla 7. Para realizar lo anterior se pueden usar las cuerdas del sonido c' de la siguiente manera: la derecha se apagará, la central se usará como referencia y la izquierda es la que se hará variar por medio de la llave de afinación. La comprobación de las diferentes velocidades

des se puede realizar con el metrónomo y el reloj de pulsera.

2.1.5 Pasos a seguir para establecer el temperamento igual. Esta información está basada también en el libro de Arthur A. Reblitz anteriormente citado.

Primer paso.- Se apagan las cuerdas exteriores de los coros correspondientes a los sonidos que van de f a f' , de manera que sólo pueda vibrar la cuerda central de cada coro. Esto se logra insertando la tira de fieltro entre los diferentes tríos de cuerdas.

Segundo paso.- Este paso consiste en establecer el sonido c'' con ayuda de un diapasón. A este respecto hay que señalar que no todos los afinadores usan el mismo punto de partida, ni siguen la misma secuencia de sonidos. Tanto el punto de partida como la secuencia señalados aquí, son los que aparecen en el libro de Reblitz.

Tercer paso.- Se afina el c' con el c'' antes afinado. Como se trata de una octava, no deberán haber pulsaciones.

Cuarto paso.- Se afina el sonido f con el c' . Aquí se trata de una quinta que deberá presentar un poco menos de tres batimientos por cinco segundos cuando el sonido f esté un poco alto.

Quinto paso.- Se afina el sonido f' con el f antes afinado hasta

eliminar pulsaciones.

Sexto paso.- Se verifica el intervalo $f - c'$, comparándolo con el intervalo $c' - f'$. Si la afinación es correcta, $c' - f'$ deberá tener exactamente el doble de vibraciones que $f - c'$ y la octava $f - f'$ no deberá tener batimientos.

Séptimo paso.- Se continúa estableciendo el temperamento de acuerdo a la tabla 9:

INTERVALO A AFINAR Y VELOCIDAD DE BATIMIENTO POR 5 SEGUNDOS	COMPARACION CON VELOCIDADES DE BATIMIENTO DE INTERVALOS PREVIAMENTE AFINADOS	INTERVALOS DE PRUEBA Y VELOCIDADES DE BATIMIENTOS POR SEGUNDO
C 3 - (nko 6-)	F-C = C-F (6-)	REFERIRSE A LOS PASOS 4 a 6
G-C 4.5-	G-C > F-C (3-)	
G-D 3.5-	G-D > F-C (3-) G-D < G-C (4.5-)	F-D (8)
A-D 5	A-D > G-C (4.5-)	F-A (7-) < F-D (8)
A-E 3.5+	A-E > G-D (3.5-) A-F < G-C (4.5-)	G-E (9-) > F-D (8) G-E < C-E (10+)
B-E 5.5+	B-E > A-D (5)	G-B (8-) > F-A (7-) G-B < F-D (8)
F#-B 4+	F#-B > A-E (3.5+) F#-B < G-C (4.5-)	F#-A (10) > G-E (9-) F#-A < C-E (10+)
F#-C# 3+	F#-C# > F-C (3-) F#-C# < G-D (3.5-)	A-C# (8.5+) > F-D (8) A-C# < G-E (9-)
G#-C# 4.5+	G#-C# > G-C (4.5-) G#-C# < A-D (5)	A-C (8+) < F-D (8) A-C < A-C# (8.5+) F-A# (9.5-) = A#-F (9.5-) F-A# > G-E (9-) F-A# < F#-A (10)
G#-D# 3.5	G#-D# > G-D (3.5-) G#-D# < A-E (3.5+)	F#-D# (8.5-) > A-C (8+) F#-D# < A-C# (8.5+) B-D# (10-) > F-A# (9.5-) B-D# < F#-A (10)
A#-D# 5.5-	A#-D# > A-D (5) A#-D# < B-E (5.5+)	F#-A# (7+) > F-A (7-) F#-A# < G-B (8-) B#-D (9+) > G-E (9-) B#-D < A#-F (9.5-)
B> F 4-	B> F = F-B> B> F > A-E (3.5+) B> F < F#-B (4+)	

(Tabla 9): Secuencia para establecer el temperamento.

Ya que las pulsaciones se pueden provocar tanto apretando como aflojando una cuerda, es importante tener en cuenta lo siguiente: todas las quintas en el sistema igualmente temperado serán más "chicas" que la quinta justa. Esto quiere decir que sus pulsaciones deberán producirse al subir el sonido inferior del intervalo justo, o bien al bajar el superior. Por otra parte, todas las cuartas, terceras mayores y sextas mayores son más "grandes", ya sea que tengan el sonido superior más alto o el inferior más bajo.

Cuando cada intervalo esté afinado correctamente, se pueden usar las pruebas finales que ya se indicaron en la parte derecha de la tabla 6.

Si el temperamento está bien establecido, deberá darse un aumento gradual en la velocidad de las pulsaciones de los intervalos de cuarta, quinta, sexta y tercera mayor y menor conforme éstos van ascendiendo.

Octavo paso.- Se retira la cinta de fieltro y se afinan los unísonos con respecto a las cuerdas centrales en las que se estableció el temperamento (60).

Noveno paso.- Se afina la región aguda como se indicó en el ejercicio 3, comenzando por el sonido #f'. Se apagan las cuerdas laterales y la central se afina tomando como referencia el sonido -

(60) Hay afinadores que prefieren dejar al último estos unísonos con el fin de facilitar el transporte del temperamento.

#f' que se encuentra una octava abajo. Después se afinan los unísonos de #f''.

Décimo paso.- Se afina la región grave como se indicó también en el ejercicio 3, comenzando con el sonido e.

Afinación con ayuda de aparatos electrónicos.

Para terminar este inciso dedicado a la afinación, se harán algunos comentarios sobre el uso del afinador electrónico.

El afinador electrónico es un aparato que determina con exactitud el momento en que un sonido tiene una frecuencia determinada, la cual corresponde a algún sonido de la escala igualmente temperada. Para ello cuenta con dos selectores: uno para el nombre del sonido y otro para su registro.

Si los pianos fueran instrumentos acústicamente perfectos, sería posible afinar cada uno de sus sonidos mediante el afinador electrónico y obtener al final un conjunto en que las octavas fueran justas, es decir, sin pulsaciones. Sin embargo, debido a la falta de armonía de ciertos sonidos, las octavas deben ser agrandadas un poco para que no presenten batimientos. Si el piano se afina electrónicamente sin compensar la falta de armonía, el resultado será que la región aguda quedará "baja" y la grave "alta". Por lo tanto, es necesario determinar el grado de inarmonía de cada nota.

y compensarlo al usar un aparato.

La opinión falsa de que un piano no puede ser bien afinado por me dios electrónicos se debe a que algunos afinadores los han usado sin tener en cuenta la falta de armonía de los sonidos. Si se sigue el procedimiento correcto se podrá afinar un piano con ayuda del afinador electrónico, según lo indica Arthur A. Reblitz en su obra antes citada.

Para afinar bien un piano con un aparato electrónico, hay que ser capaz de eliminar las pulsaciones de cualquier unísono sin ayuda del aparato. Asimismo, hay que tener la misma habilidad en el uso de la llave de afinar que cuando se afina de oído.

El primer paso al afinar electrónicamente es calibrar el aparato al sonido "la" de 440 Hz. Después se establece el temperamento en las cuerdas centrales de los sonidos que van de f a e'. Cada uno de estos sonidos deberá ser ajustado hasta que el aparato indique "afinado". Posteriormente se afinan los unísonos correspondientes por oído o mediante el aparato ya calibrado. Para afinar la zona a guda y compensar la inarmonía, se deberá seguir el siguiente procedimiento: después de establecer el temperamento, la nota si --- guiente a afinar será f'. La frecuencia de la fundamental de este sonido coincide con la frecuencia del segundo armónico del sonido f. Se selecciona el sonido f' en el afinador electrónico y se toca el sonido f. Lo que el aparato leerá será el segundo armónico

del sonido f . Si la indicación es "afinado", se procederá a afinar el sonido f' con el aparato. Si el segundo armónico resulta más - alto en la lectura, se recalibrará el afinador hasta que marque "a - finado" y después se podrá afinar el sonido f' con el aparato. De esta manera, la fundamental del sonido f' estará afinada con el - segundo armónico de f y no se producirán pulsaciones. Este mismo procedimiento se aplica para cada nota en la región aguda del piano.

Para afinar la región grave, se utiliza el procedimiento contra - rio. El primer sonido a afinar hacia lo grave es e . Se comienza por tocar el sonido e' y se lee su segundo armónico en el aparato. Este segundo armónico debe tener la misma frecuencia que la fundamental del sonido e' . Se ajusta el sonido e hasta que su segundo armónico esté afinado. El mismo procedimiento se aplica a los demás sonidos de la región grave.

Algunos aparatos de afinación vienen acompañados de tablas de com - pensación. Dichas tablas son muy exactas al aplicarse sus datos - en la afinación de ciertos pianos en los cuales están basadas, pero en otros instrumentos los resultados no son óptimos. Lo mejor es utilizar el método de compensación señalado anteriormente.

2.2 Regulación.

2.2.1 Generalidades.

La regulación del piano consiste en una serie de ajustes llevados a cabo en los diversos elementos mecánicos del instrumento con miras a un funcionamiento eficiente del mismo.

De modo general, la regulación consiste en los siguientes tipos de acciones: ajuste de distancias entre diversos elementos de los mecanismos, por ejemplo el espacio entre las teclas; nivelación de ciertos conjuntos mecánicos, por ejemplo la altura de las teclas; alineamiento de ciertas partes, v. gr. los martinetes con respecto a las cuerdas y con respecto a los paramartillos; lubricación de ciertas partes, v. gr. las puntas de balanza; ajuste del grado de fricción entre ciertas piezas, por ejemplo la fricción entre las puntas de balanza y sus guías.

2.2.2 Herramientas básicas para la regulación.

Las herramientas básicas para realizar las acciones antes mencionadas son las siguientes:

Desarmador.- Este desarmador no presenta ensanchamientos, lo cual facilita su uso entre la maquinaria y evita dañarla. (Fig. 47)

Tanto el desarmador anterior como las herramientas que se describirán a continuación, pueden usarse con un mango común. (48)

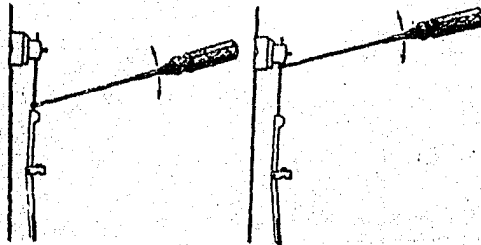


(Fig. 48) Mango o maneral.

Llave reguladora de los apagadores.- Esta llave sirve para deformar las varillas de los apagadores con fines de ajuste. En la figura 49 se muestra la herramienta y en la 50 la manera de usarla.



(Fig. 49) Llave reguladora de los apagadores.

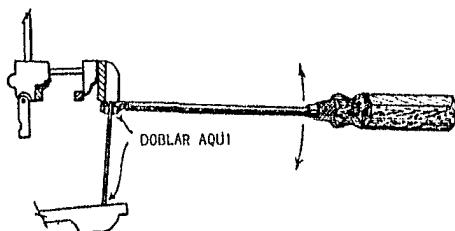


(Fig. 50) Aquí se muestran los niveles a que se puede aplicar la herramienta.

Regulador de los atrapes.- Esta herramienta tiene un uso similar a la anterior, la diferencia es que ésta se usa en las varillas de los atrapes. (Figuras 51 y 52)



(Fig. 51) Regulador de los atrapes.



(Fig. 52) Lugar de aplicación del regulador de los atrapes.

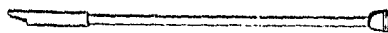
Llave espaciadora de las teclas.- La función de esta llave es torcer las puntas de las mortajas con el fin de espaciar uniformemente las teclas. (Fig. 53)



(Fig. 53) Llave espaciadora de las teclas.

Desarmador de campana.- Su función es hacer girar diversos torni-

llos de regulación existentes en la maquinaria. (Fig. 54)



(Fig. 54) Desarmador de campana.

A esta herramienta básica hay que añadir diversos patrones de medida utilizados para establecer distancias estandarizadas, por ejemplo, la carrera de las teclas.

2.2.3 Comprobación de la regulación del piano.

La regulación completa de un piano es una tarea delicada que requiere de gran experiencia y herramienta especializada y excede los límites de este trabajo el exponer sus procedimientos. Por lo tanto, nos limitaremos a dar información tendiente a poder comprobar la regulación del instrumento en general y a determinar cuánto ésta es necesaria.

Las siguientes observaciones pueden revelar el estado general de regulación de un piano:

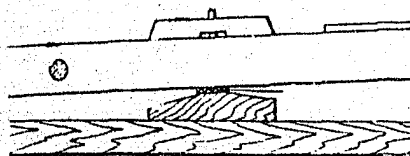
- 1) Al oprimirse el pedal derecho, todos los apagadores deben levantarse al mismo tiempo, sin movimientos extraños, anticipados o atrasados y a la misma altura.

La distancia que el apagador se separa de las cuerdas debe ser la misma cuando se aplica el pedal que cuando sólomente se pulsa la tecla sin accionar el pedal. (61) Para verificar lo anterior se -- procede a sumir la tecla y a continuación se acciona el pedal.

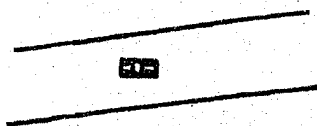
2) Los apagadores deben comenzar a moverse a la mitad del recorri do de los martinetes hacia las cuerdas. Para verificar lo ante -- rior, se oprime una tecla poco a poco hasta sentir que aumenta la resistencia de ésta. En ese momento es cuando la tecla empieza a actuar sobre el apagador. Como ya se indicó, el martinete deberá estar a la mitad de su recorrido en ese instante. Otra manera de verificar es poniendo un dedo sobre el apagador y sumiendo la tecla hasta sentir que el apagador es impulsado. No es necesario re -- visar todas las teclas del instrumento, basta con algunas a diver -- sas alturas.

3) Las teclas no deberán presentar ningún juego en relación a la maquinaria. Esto quiere decir que al accionar una tecla, deberá haber inmediatamente una reacción en la maquinaria.

4) Las puntas de balanza deben estar exactamente al centro de las mortajas cuando la mecánica está puesta. (Figuras 55 y 56)



(Fig. 55) Vista lateral de la mortaja y la punta de balanza.



(Fig. 56) Vista superior de la mortaja y la punta de balanza.

(61) En este punto no todos los técnicos están de acuerdo, pues si se trata de una pianola, los apagadores, con el pedal, se levantan menos que con toda la tecla, aunque siempre uniformemente.

5) Los espacios entre las teclas deben ser regulares.

6) Todas las teclas blancas deberán estar a la misma altura. Para comprobar lo anterior, se coloca el lado completamente recto de una tabla sobre el teclado, lo cual hará resaltar si alguna tecla está más baja que las demás. Después se procede a golpear suavemente las teclas con la tabla; si alguna de ellas está alta, presentará movimiento.

7) Todas las teclas negras deberán estar a la misma altura.

8) Todas las teclas blancas deberán estar al mismo nivel después de ser presionadas. Para revisar lo anterior, se utiliza un patrón. Si no se cuenta con él, bastará con una comparación del nivel de varias teclas sumidas.

9) Los espacios entre los martinetes deben ser regulares y éstos deben herir las tres cuerdas que tienen destinadas en la región media y aguda del instrumento. Esto se comprueba haciendo hacia adelante la barra del pedal izquierdo hasta que todos los martinetes toquen las cuerdas. Si el piano no cuenta con la barra, o los topes de la barra no permiten que los martinetes lleguen a las cuerdas, éstos pueden ser empujados hacia las cuerdas con la mano. En la figura 57 se pueden apreciar las trayectorias correcta e incorrecta de un martillo hacia las cuerdas.

CAPITULO III

ACUSTICA DE LAS SALAS DE CONCIERTO

Se puede afirmar que el soporte físico para alcanzar determinados niveles de excelencia en la ejecución de obras musicales al piano, está constituido por el conjunto "instrumento-ejecutante-ámbito - espacial".

En los capítulos anteriores se han estudiado con detalle los dos primeros elementos de ese soporte; se han visto las características de los pianos, considerados éstos como instrumentos productores de sonidos y se ha hecho mención a los diversos tipos, formas y mecanismos que inciden en la calidad sonora de los mismos. Asimismo, por lo que toca al ejecutante, se ha recopilado y comentado una serie de indicaciones y sugerencias que el pianista debe tomar en cuenta al tocar, para garantizar con ello, ejecuciones de alta calidad.

El último capítulo se ha reservado para analizar el "ámbito espacial", tercer factor estrechamente ligado al óptimo aprovechamiento de los recursos sonoros del piano. Este ámbito lo configura el lugar o recinto que delimita el espacio donde se verifican los diversos fenómenos de carácter acústico originados por el piano o cualquier instrumento musical, cuyo resultado final, desde el punto de vista psicofisiológico, se traduce en una mayor o menor ca-

lidad de la percepción auditiva musical.

Los recintos o lugares destinados a la audición musical colectiva pueden clasificarse en abiertos y cerrados. En el primer caso se encuentran los teatros al aire libre y los kioscos de las plazas públicas. En el segundo, los teatros cubiertos, los auditorios y las salas de conciertos, entre otros.

En la actualidad, la problemática inherente a la audición de la palabra o de la música en los recintos abiertos, se resuelve mediante el empleo de equipos amplificadores de carácter electrónico, lo cual no es materia de esta tesis.

Tomando en consideración que la casi totalidad de las obras pianísticas han sido escritas para ser ejecutadas en recintos cerrados, en el presente trabajo se hará referencia únicamente a este tipo de espacios.

3.1 Antecedentes.

El estudio de la calidad acústica de las salas o recintos destinados a la audición, así como el desarrollo de las técnicas de construcción que de esos estudios se desprende, no han sido objeto de una ciencia verdadera más que a partir de principios de este siglo, bajo el impulso del arquitecto americano Wallace Sabine. Antiguamente los métodos empíricos daban algunas veces excelentes -

resultados, pero sin saber exactamente por qué.

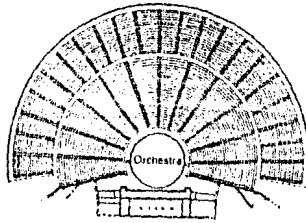
Las primeras construcciones de orden arquitectónico ligadas a la audición datan del tiempo de los griegos, quienes, desde el siglo VI a.c., formulan y establecen con base en la observación los fundamentos de la acústica.

Pitágoras y sus seguidores, cuya filosofía buscaba identificar la estructura de los números con la del mundo físico, consiguieron establecer las relaciones existentes entre la longitud de las cuerdas y el tono de los sonidos. A ellos se deben los dos aspectos típicos de los primeros estudios de la acústica; el musical, interesado por el aspecto fisiológico-estético, y el físico-matemático, interesado por el aspecto experimental.

Según Herón, siglo I a.c., los griegos sabían que el sonido se debe a los choques y al movimiento vibratorio de las partículas del aire. Por la forma de sus teatros, se deduce que tenían, asimismo, conocimiento del fenómeno de la reflexión.

En el teatro griego y en el de su sucesor, el teatro romano, la orquesta central estaba reservada para el coro; la escena, para la representación, y el graderío, que circunda buena parte de la orquesta (con un ángulo menor en el teatro romano) se destinaba al público. El sonido llegaba a éste, bien de modo directo, bien reflejado una vez por la orquesta o conjuntamente, condición es-

timada entonces como necesaria y suficiente para una audición a -- gradable.



(Fig. 59) Vista superior de un teatro griego.

Por su parte, los romanos tenían conocimiento de los fenómenos -- del eco (al que llamaban resonancia), de la interferencia (dissonancia) y de la reverberación (consonancia, si era normal, o circumsonancia, si era demasiado fuerte). Sin embargo, no se sabe a ciencia cierta si estos conocimientos influyeron en la construcción de sus teatros.

Después de los romanos es preciso dejar transcurrir más de doce -- siglos para que, con Galileo (1564-1642), se produzcan nuevos avances en materia de acústica; él logra determinar experimentalmente las relaciones matemáticas entre frecuencia, longitud, tensión y masa de las cuerdas vibrantes.

Durante los siglos XVII, XVIII y XIX se va estructurando paulati-

namente, mediante el análisis y la observación, la ciencia acústica. Surge en este lapso la teoría de los cuerpos vibrantes, la teoría ondulatoria, el estudio de los fenómenos de la reflexión, interferencia, resonancia y modulación; se analizan y miden las diversas magnitudes de carácter acústico como son la presión sonora y la velocidad de propagación en diferentes medios. Los nombres de Newton, Huygens, d'Alambert, Bernouilli, Euler, Fourier y Lord Rayleigh, están estrechamente ligados con el desarrollo y formulación de la acústica como ciencia. (63)

No obstante el avance científico al que se llegó durante el siglo XIX, no hubo una presencia directa de principios o leyes de orden acústico que orientaran y normalizaran el diseño y construcción de los recintos cerrados destinados a la audición colectiva. En esa época se construyeron teatros, auditorios, anfiteatros y salas de concierto en los que, la mayor o menor calidad acústica fue producto de experiencias acumuladas y en algunos casos del azar.

En el presente siglo y con el apoyo de otras ciencias, en especial la electrónica, la acústica hace avances significativos y logra espectaculares desarrollos tecnológicos. Se construyen altavoces, micrófonos, amplificadores, registradores y grabadoras de las frecuencias audibles; surgen los gramófonos, antecesores de los actuales equipos modulares de sonido que emplean las más sofisticadas formas de registro y reproducción de sonido; se escu-

(63) Diccionario Enciclopédico Salvat Universal, Salvat Editores, S.A., Barcelona, 1975, Tomo I, p. 161.

cha en estereofonía, se habla de alta fidelidad y se emplean rayos láser para descodificar música grabada, etc.

El desarrollo científico y técnico experimentado por la acústica ha hecho que surjan, de acuerdo con su ámbito de especialización, diversas ramas de esta ciencia, como son la Acústica Física, Subacuática, Fisiológica, Musical y la Arquitectural, entre otras.

3.2 Características de las Salas de Concierto.

Como se dijo en párrafos anteriores, corresponde a Wallace C. Sabine iniciar, con bases científicas, el estudio de las características acústicas de los recintos destinados a la audición.

Sabine, físico de la Universidad de Harvard, fue encargado, en -- 1895, de corregir la mala acústica de la sala principal de conferencias del museo Fogg de Arte en Harvard. Inició el trabajo midiendo con su cronómetro y su propio oído la atenuación de la -- fuerza de las ondas sonoras al rebotar en las paredes de la sala. Halló que la reverberación (64) de la recién terminada sala era tan grande que las palabras pronunciadas en tono normal rebotaban una y otra vez durante cinco segundos y medio. Esto hacía que cuando un conferenciante terminaba de decir una frase de quince palabras,

(64) N.B. La reverberación es la persistencia del sonido en el interior de un recinto cerrado des pues de su emisión, debida a las múltiples reflexiones de aquél en las paredes del recinto.

todavía las primeras palabras seguían yendo y viniendo. Para disminuir este tiempo de reverberación, Sabine investigó cuidadosamente las características de absorción (65) del sonido mediante el empleo de diferentes materiales. Para esto utilizó como primer material aislante gran cantidad de cojines, con los que cubrió los asientos, pasillos y la pared posterior de la sala de conferencias, y pudo observar que el tiempo de reverberación se redujo a 1.14 segundos.

En investigaciones posteriores empleando diversos métodos y materiales absorbentes, Sabine puso a punto procedimientos y técnicas que hicieron que la Acústica Arquitectural dejara de ser un arte empírico y se convirtiera en una ciencia relativamente precisa.(66)

Puede decirse que la Acústica Arquitectural es la ciencia que trata del proyecto y edificación de recintos que aseguren a todos -- los oyentes, la percepción más ventajosa de los sonidos difundidos adecuadamente. El objeto de la Acústica Arquitectural consiste en diseñar una estructura de manera que facilite la inteligibilidad del habla y las cualidades estéticas de la música, en un ambiente libre del ruido exterior. (67)

(65) N.B. La absorción es la disminución de la intensidad de una onda sonora al atravesar el medio en el que se propaga o al incidir sobre un obstáculo.

(66) Colección Científica de Time Life, Sonido y Audición. Ed. Lito Offset Latina, S.A. México, 1977, pp. 15 y 16.

(67) Enciclopedia Salvat de la Ciencia y la Tecnología. Salvat Editores, S.A., Barcelona, 1964, Tomo I, pp. 150 y 151.

Los principales problemas que se presentan son: la elección del emplazamiento; el diseño, forma y dimensiones de las salas; la selección y colocación de materiales absorbentes y reflectores (68) que proporcionen las condiciones óptimas para el aumento, disminución y distribución del régimen permanente del sonido en los locales.

Tomando en cuenta la definición anterior, todo recinto en el que los asistentes deban percibir palabras o música debe ofrecer características acústicas apropiadas. Cuando se trata de pequeños locales (algunas centenas de metros cúbicos) estas características se reducen a pocas cosas, por ejemplo, un tiempo de reverberación comprendido dentro de ciertos límites. Por lo que toca a grandes recintos, como sería una sala de conciertos, el número de requisitos es mayor.

En términos generales, las cualidades de tipo acústico que se exigen en un local destinado a la audición se refieren principalmente a la sonía de los sonidos útiles (presión sonora) y a la calidad de los sonidos percibidos (inteligibilidad).

Por lo que toca a la sonía de los sonidos útiles (palabra, canto, música) ésta debe sobrepasar netamente la del ruido de fondo. Para lograr esto y alcanzar una buena calidad de sonido, es neces-

(68) N.B. Los materiales reflectores son aquellos en los que tiene lugar el fenómeno de la reflexión. La reflexión es el cambio en la dirección de propagación de un fenómeno ondulatorio, como la luz o el sonido, cuando incide sobre una superficie reflectante.

rio satisfacer, de acuerdo con Robert Josse (69), los siguientes requisitos:

a) Que la sala no sea exageradamente grande con respecto a la potencia de las fuentes acústicas. Hay que tomar en cuenta que la sonoridad de los sonidos útiles depende de la intensidad del sonido directo y de la intensidad del sonido reverberado. Se sabe que la intensidad del sonido directo se debilita más, cuanto mayor es la distancia fuente-oyente. Por ejemplo, si se toma el caso de un orador experimentado cuya voz tenga un potencial de 80 decibeles (70), a la distancia de 30 m el nivel de presión del sonido directo es sólo de 40 decibeles (dB) aproximadamente. Por lo que toca a la intensidad del sonido reverberado será tanto más débil cuanto mayor sea el poder de absorción del recinto, poder que crece, en el caso de las grandes salas, con la superficie ocupada por los asistentes.

(69) Josse, Robert, La Acústica en la Construcción, Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1975, pp. 269 y ss.

(70) N.B. El decibel acústico es igual a 10 veces el logaritmo de la relación de una presión sonora dada entre la presión acústica mínima audible a la frecuencia de 1000 Hz. A la presión mínima audible también se le conoce como umbral de audición. En la siguiente tabla se compara la intensidad relativa, la presión sonora en decibeles y la fuente sonora.

Intensidad relativa	dB	Fuentes sonoras
100 000 000 000 000	140	Fuego de artillería
10 000 000 000 000	130	Umbral del dolor
1 000 000 000 000	120	Avión de hélice al despegar
100 000 000 000	110	Plantas industriales ruidosas
10 000 000 000	100	" " "
1 000 000 000	90	Sinfónica a su máx. presión sonora
100 000 000	80	Aspiradora de polvo
10 000 000	70	Tráfico intenso
1 000 000	60	Conversación normal de dos personas
100 000	50	Restaurante tranquilo
10 000	40	Barrio residencial de noche
1 000	30	Recámara
100	20	Interior de teatro vacío
10	10	Respiración normal
1	0	Umbral de la audición (0.00002 Pa)

Con respecto a las salas destinadas a la audición, los especialistas recomiendan no sobrepasar los siguientes volúmenes:

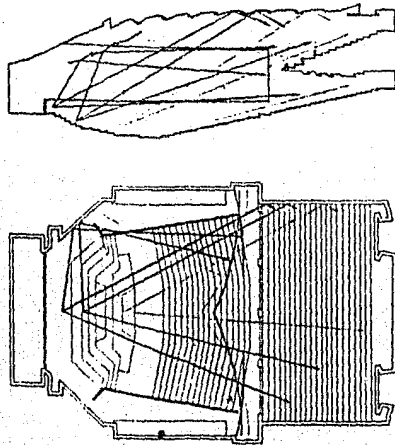
- 3 000 m³ para un orador medio
- 6 000 m³ para un orador entrenado
- 10 000 m³ para un solista
- 20 000 m³ para una gran orquesta sinfónica
- 50 000 m³ para una masa coral

b) Que la forma de la sala sea tal que los rayos sonoros que van directamente de la fuente de sonido a los oyentes no encuentren obstáculos y, especialmente, que no pasen demasiado rasantes con el público, ya que esto incrementa en forma importante la atenuación del sonido; para evitar esta situación se recomienda distribuir las localidades en gradas, lo cual, a su vez, favorece una buena visión del proscenio.

c) Debe ajustarse la capacidad de absorción de la sala en tal forma que la reverberación refuerce al sonido directo sin hacerle perder demasiado su claridad.

d) El nivel de los ruidos parásitos deberá ser tanto más bajo -- cuanto más débil sea la intensidad de los sonidos útiles. Para lograr esto, la sala debe encontrarse bien protegida contra los ruidos del exterior. Además, las instalaciones del local, como el mobiliario y los equipos de ventilación deben ser lo más silenciosos posible.

e) Para evitar el eco en el interior de las salas de concierto es preciso que el intervalo que transcurre entre la percepción de la onda directa y la onda reflejada sea inferior a $1/20$ de segundo. Como la velocidad del sonido en el aire es de unos 340 m/seg., la diferencia de recorrido entre la onda directa y la reflejada no debe ser superior a 17 metros. Esta condición debe cumplirse escrupulosamente en la construcción de las salas destinadas a la audicción, por lo que las superficies que pudieran dar lugar a reflexiones de ondas sonoras con una diferencia de recorridos superior a los 17 metros respecto a las ondas directas, se recubrirán con materiales absorbentes del sonido. En la figura 60 se representan las distintas trayectorias que recorre el sonido para llegar a -- a los oyentes.



(Fig. 60) Sección vertical y planta del Royal Festival Hall de Londres.

Las indicaciones anteriores son de carácter general para lograr una buena audición, ya sea de la palabra (auditorios o salas de conferencias) o del canto y la música instrumental (teatros y salas de conciertos).

Pasaremos a analizar con mayor detalle, el caso de las salas de concierto.

El oyente habituado a escuchar música instrumental viva es capaz de apreciar que una sala de conciertos determinada es mejor acústicamente hablando que otra; sin embargo, es poco probable que pueda explicar las razones de este hecho, a menos que recurra a conceptos físicos simples como son el eco, el ruido de fondo, etc.

Son muy numerosos los parámetros que intervienen para que una sala de concierto sea buena o mala desde el punto de vista acústico, y puede afirmarse que algunos de ellos no son aún totalmente conocidos.

En general, las obras musicales han sido compuestas para una sala bien determinada y en consecuencia, sólo en salas de características similares es donde parece, por lo que toca al recinto, mejor interpretadas. No obstante que esta similitud no siempre puede ser observada, el público se adapta a las salas que se construyen.

Cualquier sala de conciertos puede ser mejorada acústicamente. A

este respecto, es oportuno mencionar lo dicho por Garnier, arquitecto de la Opera de París: 'Sé muy bien que hablando en propiedad no existen salas positivamente malas y que no se puedan acondicionar en caso necesario, sé muy bien que, con el tiempo, a las salas les sucede como al vino en las botellas, y que si no cabe esperar un éxito completo, tampoco hay por qué temer un fracaso.'(71)

L. Beranek llevó a cabo una amplia investigación, referida a 54 salas de concierto, en las que encuestó a numerosos oyentes, músicos y directores de orquesta con el propósito de establecer un listado de los efectos o características que debe tener una sala para que ésta pueda considerarse óptima o buena desde el punto de vista acústico.

Con los datos de la encuesta, trató de relacionar las apreciaciones subjetivas con diversas variables de orden físico. En esta forma estableció 18 características cuyas definiciones no son del todo precisas y cuantificables con todo rigor, ya que varias de ellas conservan un buen grado de subjetividad.

A continuación se describirán únicamente diez de estas características por considerarlas las más importantes. (72)

1.- Intimidad. Es la impresión necesaria de que la música se interpreta en una sala pequeña. Esta sensación está relacionada con

(71) Josse, op. cit., p. 273.

(72) Ibidem, p. 274 y ss.

el tiempo que separa la llegada del sonido directo y la del primer sonido reflejado por las paredes de la sala.

Se considera buena la intimidad si este tiempo no sobrepasa 20 milisegundos, para salas de concierto y 25 milisegundos para salas de ópera.

Sabiendo que en 20 milisegundos el sonido sólo recorre unos 7 m, se ve en seguida la dificultad que existe para dar esta impresión de intimidad en una gran sala. Esta es una de las razones por las que una sala grande nunca puede ser la copia pura y simple, por homotecia, de una sala pequeña.

Uno de los acondicionamientos que permiten dar una buena sensación de intimidad a una gran sala consiste en suspender, entre el techo y el suelo del local, especialmente encima de la platea, paneles reflectores inclinados de modo que reflejen los sonidos hacia el auditorio.

2.- Vivacidad. Por oposición a una sala "sorda", llamada también "muerta", una sala reverberante se llama "viva", ya que refuerza los sonidos y modifica su duración.

La vivacidad de una sala es necesaria, ya que las principales obras musicales han sido compuestas teniendo en cuenta. Está esencialmente vinculada al tiempo de reverberación de la sala a --

frecuencias medias y agudas (500 Hz y más).

Los tiempos de reverberación óptimos, a las frecuencias medias y con la sala ocupada son:

- música romántica	2.2 s
- música clásica	1.7 s
- música barroca	1.5 s
- ópera italiana	1.5 s
- ópera wagneriana	1.7 s

Siendo estos tiempos relativamente largos, se comprende que, si no se quiere utilizar volúmenes demasiado grandes, resulta indispensable reducir la absorción a su valor mínimo, es decir, a la que constituye el propio público.

3.- Calor. El calor de una sala es el complemento, a las frecuencias bajas, de su vivacidad a las frecuencias medias y agudas. Dicho de otra manera, gracias a él la sala debe reforzar los sonidos graves (250 Hz y menos) de forma que haga la música más cálida.

Si la sala reproduce mal los sonidos graves, la música parece frágil, carente de fuerza.

Para que un sonido se perciba "calido", es preciso que el tiempo de reverberación de la sala a las frecuencias bajas sea unas 1.2

veces mayor que a las frecuencias medias.

La falta de bajos es por lo general atribuible a un exceso de paneles ligeros (madera o yeso).

4.- Sonía de los sonidos directos y de los sonidos reverberados.(73)

5.- Claridad. Una sala suena de forma clara cuando sonidos sucesivos (definición horizontal) y sonidos simultáneos (definición vertical) se perciben distintamente. La claridad es función de la intensidad del sonido directo, del tiempo que media entre el instante de llegada del sonido directo y el del primer sonido reflejado y del tiempo de reverberación. Se halla, pues, íntimamente vinculada a varios de los efectos que acabamos de describir. Una sala sonará de forma más o menos clara según la naturaleza de la música que se ejecute en ella.

6.- Difusión. Una sala de concierto parece ser tanto mejor cuanto mayor es la sensación de que el sonido reverberado proviene de todas las direcciones con igual intensidad. Esta difusión del campo reverberado se consigue mediante un relieve acentuado de las paredes. Si el techo y los muros laterales son planos y desnudos, es decir, sin cofres, alvéolos, balcones, etc., la difusión es en general deficiente.

7.- Equilibrio. La sensación de equilibrio corresponde al hecho -

(73) Víd., pp. 156-159.

de percibir los distintos instrumentos de la orquesta con sonías relativamente correctas. Esta cualidad depende, en gran medida, - de las distintas superficies reflectoras situadas en las proximidades de la orquesta.

8.- Ausencia de eco. Pueden producirse ecos cuando las superficies reflectoras de gran tamaño son de tal naturaleza, que los rayos reflejados por las mismas llegan con demasiado retraso respecto al sonido directo.

La sensación de eco está vinculada a la vez al citado retardo y a la intensidad del sonido reflejado. Cuanto más débil es ésta, comparativamente a la del sonido directo, tanto más admisible es el retraso.

9.- Ausencia de ruido de fondo. Cuanto mayores son las dimensiones de la sala, es decir, cuanto más débil es la sonía de los sonidos útiles, más exigente se debe ser sobre el valor límite que el nivel de ruido de fondo no debe sobrepasar.

10.- A las cualidades precedentes cabe añadir una, particularmente sensible a los músicos y al director de orquesta: los músicos tienen que oírse bien unos a otros, de modo que puedan tocar al unísono. Esta cualidad está vinculada a la presencia de superficies reflectoras cerca de la orquesta.

Para satisfacer al máximo las características citadas anteriormente

te, se recomienda tomar en cuenta las siguientes indicaciones generales relativas al diseño y acondicionamiento interior de las salas de concierto:

- Que los rayos sonoros directos no encuentren obstáculos en su transmisión.
- Aprovechar las paredes laterales del proscenio como elementos reflectores del sonido.
- En grandes salas, habilitar elementos reflectores cercanos a la orquesta.
- Para que no se presente el fenómeno de focalización se evitarán las grandes superficies cóncavas.
- Las superficies planas al final de la sala (a espalda de los oyentes) deberán ser lo suficientemente absorbentes para evitar ecos.
- Procurar una difusión adecuada del sonido diseñando paredes con relieves acentuados.

C O N C L U S I O N E S

La información de carácter general recopilada en este trabajo, relativa a la historia del piano, su desarrollo tecnológico y sonoro, su afinación y regulación, los tipos de toques y las características acústicas de las salas destinadas a la audición musical, nos conduce a las siguientes conclusiones:

El conocimiento de la evolución tecnológica y sonora del piano -- permite al ejecutante realizar interpretaciones más adecuadas en los pianos modernos.

Comparar las características de los pianos actuales con las de -- los pianos de los siglos XVIII y XIX, permite al pianista resolver algunos problemas que se presentan al tocar en instrumentos -- modernos obras escritas en aquellos tiempos.

El dominio de diversos tipos de toque le da al pianista la posibilidad de lograr interpretaciones más variadas, interesantes y correctas.

El conocimiento de las bases de la afinación y la regulación del piano, ayuda a crear conciencia de la importancia de estos elementos en el logro de una interpretación óptima.

La utilización de un piano bien afinado, permite recrear con más

exactitud y belleza los pensamientos musicales.

Tocar en un piano bien regulado, asegura fidelidad y ductilidad - en los mecanismos del instrumento.

Los conocimientos que tenga el pianista acerca de afinación y regulación de su instrumento le permitirán formarse una idea del estado de los pianos que toque y le darán elementos para comunicarse apropiadamente con los afinadores y técnicos especializados en la regulación y reparación de pianos.

En relación con la acústica de las salas de concierto se pueden tomar las siguientes actitudes:

Si se trata de salas pequeñas (menores de 3000 m^3) prácticamente no existen problemas mayores de orden acústico. La preocupación - deberá estar centrada en dosificar la presión sonora, cuya regulación se hará fundamentalmente cuidando la energía transmitida al teclado y graduando la abertura de la tapa del piano.

En salas mayores, si es necesario y en cuanto sea posible, habrá que pedir la colocación de paneles de madera en la parte poste - rior y a los costados del piano, a un ángulo tal que el sonido reflejado refuerce el sonido directo.

En todos los casos es aconsejable efectuar previamente pruebas de

sonoridad en las que se pueda apreciar, aunque sea a un nivel culitativo, los rangos de reverberación y de eco. Con estos elementos el pianista estará en condiciones de regular su ejecución para lograr el mejor resultado acústico.

Estos conocimientos permiten al pianista opinar, orientar e influir, aún sin ser un especialista en acústica arquitectural, para que se atienda técnica y profesionalmente el diseño y la construcción de nuevas salas, así como la rehabilitación y adecuación de las ya existentes.

Finalmente, se sugiere, por considerarlo útil, que los temas básicos tratados en esta tesis se incorporen, previa estructuración y ajuste por los organismos técnicos adecuados, al curriculum de estudios de la carrera de licenciado en piano.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Badura-Skoda, Paul & Eva, L'Art de Jouer Mozart au Piano. Ed. Buchet/Chastel, Paris, 1974.
- 2.- Candé, Roland de, La Musique. Ed. du Seuil, Paris, 1969.
- 3.- Casella, Alfredo, El Piano. Ed. Ricordi Americana, Buenos Aires, 1976.
- 4.- Colección Científica de Time Life, Sonido y Audición. Ed. Lito Offset Latina, S.A., México, 1977.
- 5.- Diagram Group, Musical Instruments of the World. Ed. Bantam Books, Inc., New York, 1978.
- 6.- Diccionario Enciclopédico Salvat Universal. Salvat Editores, S.A., Barcelona, 1975, Tomo I.
- 7.- Drake, Kenneth, The Sonatas of Beethoven as he played and taught them. Indiana University Press, Bloomington, 1981.
- 8.- Enciclopedia Salvat de la Ciencia y la Tecnología. Salvat Editores, S.A., Barcelona, 1964, Tomo I.
- 9.- Enciclopedia Salvat de la Música. Salvat Editores, S.A., Barcelona, 1967.

- 10.- Hamel & Hürlimann, Enciclopedia de la Música. Ed. Grijalbo, Barcelona, 1970.
- 11.- Historia de las Civilizaciones. Ed. Marín, S.A., Barcelona, 1981, tomo II (Grecia y Roma).
- 12.- Josse, Robert, La Acústica en la Construcción. Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1975.
- 13.- Matthey, Tobias, The Act of Touch. Ed. Bosworth & Co. LTD, London, 1963.
- 14.- Olazabal, Tirso de, Acústica Musical y Organología. Ed. Ricordi Americana, Buenos Aires, 1981.
- 15.- Reblitz, Arthur A., Piano Servicing, Tuning & Rebuilding. Ed. Vestal Press, New York, 1982.
- 16.- Sumner, William Leslie, The Pianoforte. Ed. Macdonald and Jane's, London, 1978.
- 17.- Varios Autores, La Música. Ed. Planeta, Barcelona, 1982.
- 18.- Yerges, Lyle f., Sound, Noise & Vibration Control. Ed. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1978.