



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

Programa de Maestría y Doctorado en Música

Facultad Nacional de Música  
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico  
Instituto de Investigaciones Antropológicas

## **Metodologías para la composición y reflexiones teóricas inspiradas en algunos aspectos de la psicoacústica de los tonos complejos**

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTORADO EN MÚSICA  
(Composición musical)

PRESENTA:

**Sergio Antonio Aguilar Aguirre**

TUTORES PRINCIPALES

**Dr. Victor Adán Acevedo**  
(Programa de Maestría y Doctorado en Música)

**Dr. Juan Sebastián Lach Lau**  
(Conservatorio de Las Rosas)

Ciudad de México, Mayo 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.

Declaro conocer el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, plasmado en la Legislación Universitaria. Con base en las definiciones de integridad y honestidad ahí especificadas, aseguro mediante mi firma al calce que el presente trabajo es original y enteramente de mi autoría. Todas las citas de, o referencias a, la obra de otros autores aparecen debida y adecuadamente señaladas, así como acreditadas mediante los recursos editoriales convencionales.

<b>Índice</b>	<b>3</b>
Dedicatoria	5
Agradecimientos	6
Epígrafe	7
<b>Introducción</b>	<b>8</b>
<b>Marco teórico</b>	<b>8</b>
<b>Hipótesis</b>	<b>12</b>
<b>Capítulo I</b>	
<b>Fundamentos y conceptos teóricos</b>	<b>13</b>
1.1 El espectro armónico	13
1.2 Percepción de altura	15
1.3 Fusión tonal	16
1.4 Banda crítica	16
1.5 Escucha holística vs. analítica	17
1.6 Relación entre duración y percepción de altura	18
1.7 Dualidad armónica	18
<b>Capítulo II</b>	
<b>Encuestas</b>	<b>19</b>
2.1 Encuesta I	19
2.2 Encuesta II	36
<b>Capítulo III</b>	
<b>Reflexiones teóricas inspiradas en algunos aspectos de la psicoacústica de los tonos complejos</b>	<b>53</b>
3.1 Espacio armónico con fronteras subjetivas	53
3.2 Primer boceto del espacio armónico	54
3.3 Desarrollo del primer boceto	62
3.4 Transformaciones <i>armónico-tímbricas</i>	65
3.5 Conclusiones generales de las reflexiones teóricas	73
<b>Capítulo IV</b>	
<b>Diseño de escalas</b>	<b>74</b>
4.1 Escalas Justas	74
4.2 Temperamentos	78
4.3 Diseño de escalas justas para clavecín	79
4.4 Cifrado	84
<b>Capítulo V</b>	
<b>Metodologías para la composición inspiradas en algunos aspectos de la psicoacústica de los tonos complejos</b>	<b>86</b>
5.1 <i>Arpeggios/escucha analítica vs holística</i>	86
5.2 <i>Transformaciones armónico-tímbricas</i>	90
5.3 <i>Bells</i> (Poema de A. Poe)	94
5.4 <i>Estudio armonía-timbre</i>	102

5.5 <i>Transiciones</i>	108
5.6 Cantata Infantil	110
<b>Conclusiones</b>	<b>111</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>112</b>
<b>Apéndice</b>	<b>114</b>

***Dedicatoria***

*A mi familia y amigos.*

## **Agradecimientos**

*A la UNAM por darme un oficio.  
A mi madre por hacerme fuerte.  
A mi padre por darme un ejemplo.  
A mi hijo por darme esperanza.  
A mis amigos y músicos Adriana Avilés y  
Esteban Ruiz por ayudarme a materializar mi trabajo.*

## **La limitación**

*...Las posibilidades ilimitadas no son lo que conviene al hombre. Su vida se fundiría en lo indefinido...*

*I Ching*



## Introducción

En la presente tesis, desarrollé una serie de metodologías para la composición y reflexiones teóricas, inspiradas en algunos fenómenos psicoacústicos que ocurren en la percepción de los tonos complejos tales como: la claridad y ambigüedad en la altura (Roederer, 1997, pp. 57-58); la fusión y fisión tonal (DeWitt, L. A. y Crowder, R. G., 1987, pp. 73-84); la escucha *analítica vs. holística* (Sethares, 1999, pp. 25-27); así como los fenómenos que ocurren dentro de la banda crítica: batimentos, rugosidad y el límite de discriminación de frecuencia (Roederer, 1997, pp. 37-46). Para componer utilicé principalmente el clavecín, secuencias de ondas senoidales y en un menor grado las voces. Escogí el clavecín porque es posible afinar de manera independiente sus dos teclados y crear escalas de más de 12 alturas por octava. Para esta investigación diseñé dos escalas en afinación justa, una de 23 alturas y otra de 24. A la par del trabajo en composición, realicé una serie de reflexiones teóricas que intentan arrojar una luz sobre una posible manera de organizar la armonía a partir de los fenómenos psicoacústicos que mencioné. En cierto sentido las obras musicales son el laboratorio en donde pongo a prueba algunas de las reflexiones que planteo en la tesis. La manera en que apliqué las metodologías es diferente en cada una de las composiciones. En algunas el discurso musical gira en torno a las metodologías a la manera de un estudio, y en otras ocasiones utilicé las metodologías sólo en ciertos momentos. En ambos casos intento que estas fluyan dentro del discurso como un recurso estético, y no como una demostración rígida de la teoría. Por otro lado, realicé dos encuestas con muestreo no probabilístico por voluntarios, que arrojaron una serie de indicios que podrían servir para informar la armonía, así como para futuras investigaciones en el área de la psicoacústica.

## Marco teórico

La relación que los compositores tenían con el sonido cambió con la llegada de la grabación. Su manipulación a través de la tecnología y la teoría de señales han hecho posible analizar la estructura del sonido, volviéndolo un material musical en sí mismo, extendiendo de este modo el acto de componer. Las distinciones entre nota, frecuencia, timbre y armonía se volvieron confusas o incluso irrelevantes, y la tradición fue incapaz de organizar esta gran cantidad de nuevos materiales musicales. Fueron necesarias nuevas maneras de formalizar y estructurar la música. En este sentido, los primeros spectralistas franceses, más que establecer una serie de reglas arbitrarias, utilizaron la estructura del sonido para constituir su sistema de composición. Las investigaciones en acústica y psicoacústica ayudaron a conceptualizar y formalizar sus ideas fundamentales. La tecnología permitió el análisis del sonido y de este modo el timbre fue empleado como un generador de armonía. Los primeros spectralistas utilizaron los parciales del espectro de un determinado sonido para construir sus escalas y acordes. Jean-Claude Risset por ejemplo, utilizó en 1969 el timbre de un gong para componer los acordes de su obra *Mutations*. En este punto las fronteras entre timbre y armonía se comenzaron a disolver, naciendo conceptos como el *timbre-acordes* (*timbre-chords*). De este modo, clasificaciones como consonancia

perfecta, consonancia imperfecta y disonancia se comenzaron a volver irrelevantes. Los compositores comenzaron a explorar diferentes formas de organizar sus materiales musicales. Por ejemplo, Tristan Murail en *Désintégrations* (1982) utilizó la inarmonicidad para medir sus acordes, mientras que Kaija Saariaho utilizó un eje Sonido/Ruido para crear tensión y relajación en *Verblendungen* (1982-1984), y Joshua Fineberg utilizó una jerarquía para organizar la armonía basado en la fundamental virtual en su obra *Streamlines* (1995) (Pressnitzer, 1999, p. 2-8).

Por otro lado, entre 1971 y 2006, el estadounidense James Tenney compuso obras que podrían ser clasificadas como espectralistas. Su composición frecuentemente fue paralela a los desarrollos de los espectralistas europeos, aunque en ocasiones se adelantó o tuvo elementos de contraste. Su trabajo de composición esta ligado con la dualidad del timbre y la armonía, así como con la expansión del significado de los términos de la armonía tradicional. Fue un pionero de la composición algorítmica por computadora, modelado del timbre y generación de sonido por computadora, junto con Max Mathews, en los laboratorios Bell en New Jersey (Wannamaker, 2008, p. 91-93). Tenney desarrolló un modelo teórico de espacio armónico en donde las alturas son representadas como puntos en un espacio multidimensional, y estas son clasificadas según su proporción con respecto a una altura de referencia 1/1 (Tenney, 1983, pp. 11-19). Una de las diferencias esenciales entre la música de Tenney y de los espectralistas franceses es el uso de la afinación justa. Los espectralistas europeos suelen preferir las aproximaciones microtonales temperadas para acercarse a las frecuencias del espectro armónico de los sonidos, mientras que la afinación justa usada por Tenney permite afinar de manera exacta las frecuencias de la serie de armónicos naturales. Por otra parte, en nuestro país, el compositor y teórico Juan Sebastián Lach Lau ha desarrollado herramientas para la composición algorítmica basado en las curvas de disonancia perceptual, utilizándolas como fuentes generadoras para la composición y el estudio de la armonía. Con sus herramientas extrae materiales de alturas de señales de audio, y las analiza de acuerdo a sus cualidades tímbricas y armónicas (Lach, 2012, pp. 1-3, 8-12).

También algunos psicoacústicos han hecho planteamientos a la teoría musical. Ya en 1877 Helmholtz había notado que la rugosidad es un atributo importante a considerar en la música. Él creía que la rugosidad era la base acústica de la disonancia de los intervalos musicales. Otros casos más recientes son los de Terhardt, Parncutt y Strasburger, quienes han aplicado a la teoría de la música relacionada con la composición algorítmica, estimaciones de la importancia perceptual de alturas específicas en acordes musicales, y estimaciones de la fuerza percibida en la relación armónica entre sucesivos pares de tonos o acordes (Parncutt & Strasburger, 1994, pp. 88-89). Otro caso es el de David Huron, quien propuso utilizar los resultados experimentales relativos a la fusión tonal para ampliar la terminología de la tradición musical. Clasifica las consonancias perfectas con una fusión tonal aumentada, a las consonancias imperfectas con una fusión tonal comparativamente baja y a las disonancias con una fusión tonal disminuida (2005, pp. 18-22).

La psicoacústica ha servido para desarrollar ciertos aspectos de la teoría musical y ha sido aplicada a la composición de diversas maneras. En este sentido,

mi intención es aportar un grano de arena en el desarrollo de metodologías para la composición inspiradas en fenómenos psicoacústicos, y contribuir con reflexiones teóricas que ayuden a encontrar maneras alternativas de organizar la armonía. Estas reflexiones giran en torno a ciertos fenómenos psicoacústicos que le ocurren a los tonos complejos tales como: la percepción de la claridad y ambigüedad en la altura; la fusión y fisión tonal; la escucha *analítica* vs. *holística*; así como los fenómenos que ocurren dentro de la banda crítica: batimientos, rugosidad y el límite de discriminación de frecuencia. Además de lo anterior, considero que el registro auditivo y el timbre de los instrumentos que ejecutan los acordes, deben ser tomados en cuenta para organizar la armonía.

Cuando comencé a reflexionar en la maestría sobre la posibilidad de organizar la armonía con base en estos fenómenos psicoacústicos, no conocía el trabajo de los espectralistas, James Tenney y Juan Lach, por lo que la perspectiva con que abordé y apliqué la información científica a los procesos de composición no tiene nada que ver con los antecedentes históricos que he mencionado. Como es natural pueden darse puntos de coyuntura entre mi trabajo y lo que ya se ha propuesto, pero dado que la lógica de mis reflexiones y de mis metodologías es distinta, la perspectiva resultante ofrece siempre un punto de vista alternativo. A continuación voy a plantear las bases y lógica de mis reflexiones teóricas, sobre las cuales descansan mis planteamientos teóricos y metodologías para la composición.

Tanto los tonos complejos como los acordes son estructuras conformadas por alturas. Los acordes se componen por varios tonos complejos y a su vez los tonos complejos se componen por varias senoidales o tonos simples (Sethares, 1999, pp. 13-14; Pierce, 1999, p. 7). Tanto los tonos complejos como los tonos simples son percibidos con alturas al ser escuchados de manera aislada (Rasch, y Plomp, 1999, p. 93). Al analizar los tonos complejos y acordes de esta manera es posible decir que ambos poseen una estructura constituida por alturas. Desde esta perspectiva los tonos complejos pueden ser vistos como estructuras de alturas más pequeñas o simples, mientras que los acordes son estructuras más grandes o complejas. A partir de este análisis no es descabellado pensar que acordes y tonos complejos no son muy distintos entre sí. Si los armónicos de un tono complejo están afinados igual que las alturas de un acorde, entonces el tono y el acorde poseen una estructura de alturas homóloga. A partir de este momento llamaré a este tipo de tonos y acordes *homólogos* (TAH).

Un fenómeno que puede ayudarnos a entender esta relación es la escucha holística y analítica. Esta nos dice que un mismo tono puede ser percibido como acorde o como tono dependiendo de la manera en que se le escuche. Cuando oímos por separado los armónicos de un tono complejo, lo estamos escuchando de manera “analítica”, es decir, estamos percibiendo de manera armónica un evento acústico que normalmente concebimos como una sola imagen sonora con una altura. De manera inversa es posible escuchar algunos acordes fundidos en una sola imagen, es decir, podemos percibir un conjunto de tonos complejos como un todo. A este tipo de escucha se le llama “holística” (Huron, 2001, pp. 21-22, Sethares, 1999, pp. 25-27). Incluso es posible percibir un acorde como una sola altura. Esto sucede con los órganos de pipa que se encuentran en algunas catedrales e iglesias, los cuales sintetizan de manera acústica sus diferentes

sonidos a través de la combinación de sus pipas. El hecho de que en algunos momentos confundamos una cosa con la otra, podría estar indicando que los acordes y los tonos complejos no son muy diferentes entre sí, o que por lo menos tienen más cosas en común de lo que parece.

Podría decirse que los acordes se encuentran en el plano de la armonía y que los tonos complejos se encuentran en el plano de la monofonía o melodía. En el siguiente esquema podemos observar esta idea de manera gráfica. En él aparecen dos círculos que se intersectan formando tres secciones. El círculo que representa los tonos complejos se encuentra en un plano inferior porque estas son las estructuras de alturas más simples. Por el contrario el círculo que representa los acordes contiene estructuras más complejas y se ubica en un plano superior. Al intersectarse los dos círculos se genera una sección central que representa todos los acordes y tonos complejos que no pueden ser diferenciados claramente como una cosa u otra.

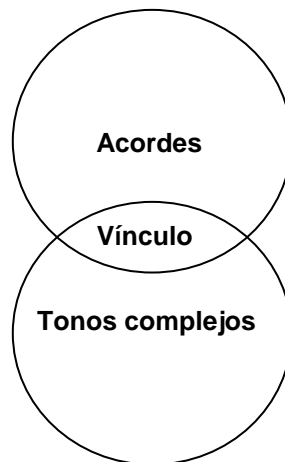


Ilustración 1.1

Delimitar de manera objetiva esta frontera resulta muy complicado porque no existen suficientes estudios psicoacústicos para establecerla. Para llevar a cabo dicha tarea tendríamos que contabilizar todos los eventos que no pueden ser identificados claramente como un acorde o un tono complejo, e iniciar una investigación que contemple individuos de diversas edades y culturas. Sin embargo para los fines de esta reflexión teórica, basta con saber que existe la posibilidad de dicha coyuntura entre planos.

Uno de los factores que más altera la percepción de acordes y tonos complejos es la zona del registro auditivo donde se ejecutan. El oído humano no percibe igual las alturas en todo el registro auditivo. Algunas frecuencias tienen que ser amplificadas más que otras para ser escuchadas al mismo nivel. En este sentido las frecuencias que están alrededor de 1 KHz son las que el oído percibe con mayor facilidad. La zona de mayor sensibilidad es entre 0.5 y 5 kHz (Huron D., 2001, p. 8; Jiménez L. y Picquart M., 2010, p.741). Cuando las frecuencias son muy altas se comienza a perder la percepción de la claridad de la altura. Por arriba de los 5 kHz las frecuencias comienzan a sonar como “siseos” desprovistos de

una altura tonal definida. Esto es porque existen menos células especializadas en la cóclea para captar estas frecuencias, sólo la tercera parte de la membrana basilar esta encargada de analizar las frecuencias que van de los 4 KHz a los 16 KHz. Parncutt (1989) acuñó el término *tonalness* o falta de tonalidad para nombrar este fenómeno psicoacústico (Huron D., 2001, pp. 7-8; Roederer, 2008, p. 31).

Además de esto, el ancho de la banda crítica varía a lo largo del registro auditivo. Su ancho es de aproximadamente una tercera menor a lo largo del registro medio y agudo, y crece progresivamente en el registro grave hasta casi una octava (Roederer, 1997, pp. 37-46). Esto ocasiona, por ejemplo, que acordes que son percibidos con claridad y consonancia perceptual en el registro medio, sean percibidos con rugosidad en el registro grave. De manera análoga, el límite de discriminación de frecuencia se amplía en la zona grave. Esto puede provocar que las alturas de intervalos pequeños como la segunda mayor o la tercera menor no puedan ser percibidas por separado. Este límite puede variar considerablemente de persona a persona (Roederer, 1997, pp. 37-46).

Otro de los factores que afectan la percepción de los acordes es el timbre de los instrumentos que los ejecutan. La percepción de un intervalo depende en gran medida de la interacción de los espectros armónicos. Si ambos espectros tienen una gran cantidad de armónicos en común, lo más probable es que no sean percibidos batimentos y rugosidad. Pero si por el contrario, los espectros del intervalo no tienen armónicos comunes, y además caen dentro de la banda crítica, percibiremos rugosidad y batimentos. El principal problema para establecer las fronteras de las regiones armónicas es que no existen investigaciones científicas que nos permitan trazarlas. Hacen falta investigaciones psicoacústicas en ambientes controlados acerca de como percibimos un mismo acorde con diferentes timbres a lo largo de todo el registro auditivo.

## **Hipótesis**

Es posible desarrollar metodologías para componer progresiones de acordes y tonos complejos, inspiradas en los fenómenos psicoacústicos de la claridad y ambigüedad en la altura; la fusión y fisión tonal; la escucha *analítica vs. holística*; así como los fenómenos que ocurren dentro de la banda crítica: batimentos, rugosidad y el límite de discriminación de frecuencia. Considero que podría ser esbozado un espacio armónico a partir de estos fenómenos psicoacústicos si también tomamos en cuenta factores como el registro auditivo, y el timbre de los instrumentos que ejecutan los acordes. Esta idea surge de la sospecha, de que existe una estrecha relación entre la percepción de acordes y la percepción de tonos complejos que tienen estructuras de alturas similares.

## Capítulo I. Fundamentos y conceptos teóricos

En este capítulo expongo las bases teóricas sobre las cuales se inspiran mis metodologías para la composición y reflexiones teóricas. La exposición de los conceptos es breve para agilizar la lectura y no desviar la atención de la directriz de la investigación. Si el lector desea saber más sobre los fundamentos puede consultar las referencias en la bibliografía.

### 1.1 El espectro armónico

El teorema de Fourier dice que cualquier sonido periódico puede ser analizado de manera exacta como la suma de ondas senoidales (Sethares, 1999, pp. 13-14; Pierce, 1999, p. 7). La mayoría de los sonidos empleados en la música tradicional occidental son cuasi-periódicos, esto es, tienen la característica de ser periódicos durante la mayor parte de su duración y de estar compuestos predominantemente por senoidales en proporciones armónicas, es decir, múltiplos enteros de una frecuencia fundamental. Estas características en conjunto nos permiten percibir los espectros como una altura (Orduña, y Boullosa, 1998, p. 206; Roederer, 2008, pp. 52-54; Sethares, 1999, p. 86). Los sonidos *glisados* y la gran mayoría de los ruidos no son periódicos. Generalmente la altura que percibimos tiene una relación directa con la fundamental. Esta relación es aproximadamente logarítmica; un intervalo entre 200 y 300 Hz lo percibimos equivalente a uno entre 2000 y 3000 Hz (Orduña, y Boullosa, 1998, p. 206). La serie de armónicos naturales es entonces una sucesión de los parciales armónicos que están presentes en un tono complejo. Éstos se obtienen multiplicando la frecuencia fundamental por números enteros, es decir, multiplicando por 1 da la fundamental, por 2 la octava, por 3 la quinta, por 4 la doble octava, etc. Es preciso recalcar que la cantidad de parciales y su intensidad varían de instrumento a instrumento. Aunque los primeros parciales suelen estar presentes con mayor frecuencia e intensidad, no constituye una regla ya que dependerá de los materiales y forma del instrumento u objeto sonoro.

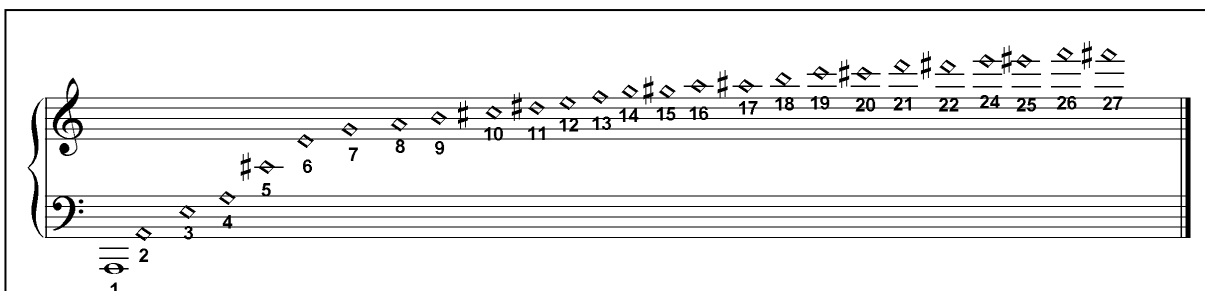


Ilustración 1.2 Armónicos naturales de una fundamental afinada en La a 55 Hz.

### Campanas

Desde el siglo X antes de cristo, las campanas han sido usadas para acompañar rituales siendo uno de los instrumentos más antiguos del mundo. Las campanas suelen estar hechas de metal, madera, arcilla, cristal y de muchos otros materiales

que puedan ser moldeados para sostener las oscilaciones. Su tamaño es muy variable, existen desde las pequeñas campanas ornamentales hasta las gigantescas campanas de las catedrales. Debido a la gran variedad de tamaños y materiales, las campanas logran producir una gran cantidad de alturas y timbres. El espectro armónico de las campanas tiene la característica de ser inarmónico y su envolvente de amplitud tiene la característica de tener un ataque rápido, seguido de un largo decaimiento (Sethares, 1999, p. 123).

Es interesante reflexionar ¿cómo a pesar de que existen una gran variedad timbres de campanas, solemos asociarlas a todas en una misma entidad o grupo? Tal vez el que sean instrumentos tan antiguos y que existan en varias regiones del mundo influya en que las cataloguemos en un mismo conjunto.

## Clavecín

La historia del clavecín se remonta al menos al año 1400. Éste fue el soporte principal de los ensambles musicales a través del barroco y principios del periodo clásico hasta aproximadamente 1800, cuando fue suplantado por el *pianoforte*. (Neville F. y Rosing T., 2005, p. 340). Su espectro armónico se caracteriza por poseer muchos armónicos pares. A continuación podemos observar el espectro armónico de una cuerda La 3, de un clavecín fabricado en México por Alejandro Vélez en 1996. La longitud de la cuerda es de 40 cm. Y el plectro rasga la cuerda en 10 cm. (Jiménez L. y Picquart M., 2010, p.747).

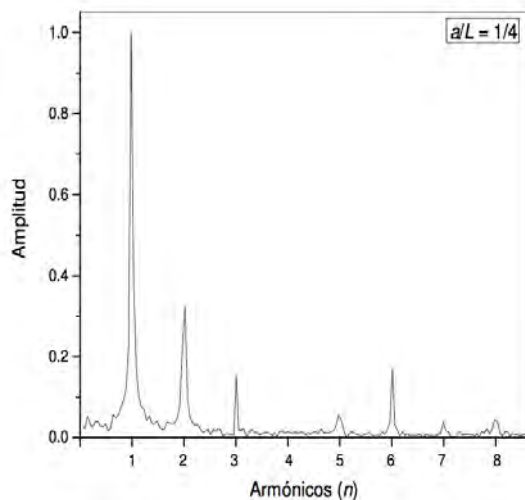


Ilustración 1.3

## Comparación de los espectros

El espectro inarmónico de las campanas hace que su altura sea percibida con cierto grado de ambigüedad. Por el contrario, el espectro armónico del clavecín hace que éste sea percibido con una altura clara. Sin embargo, a pesar de esta diferencia, la envolvente de amplitud es similar. Ambas tienen un ataque súbito, aunque la del clavecín es notablemente más breve que la de la mayoría de las campanas.

## 1.2 Percepción de la altura

Los seres humanos le asignamos una altura a un conjunto de ondas senoidales. Esto se debe a que los armónicos son múltiplos enteros de una misma frecuencia fundamental. Dos parciales contiguos forman par con esta misma frecuencia. Es por esto que todos los armónicos superiores al sonar juntos, producen una sola sensación de altura que corresponde a la fundamental. Se le llama “seguimiento de la fundamental” al mecanismo auditivo que nos permite asignar una sensación de altura única a un tono compuesto de un instrumento musical (Roederer, 1997, pp. 57-58). Incluso tenemos la capacidad de asignarle una sola altura a una serie de parciales armónicos que no contenga la frecuencia fundamental y algunos de sus múltiplos. El primero en observar el fenómeno de la fundamental ausente fue Seebeck en 1841, pero fue hasta 1938 que Schouten formuló la teoría de la periodicidad de la altura. Varios científicos han intentado averiguar cuál es el mínimo de parciales necesarios para experimentar esta sensación. Todos los experimentos se han llevado a cabo dentro de la región dominante que se ubica aproximadamente de los 500 a los 2000Hz. Los parciales que se encuentran dentro de esta región tienen una mayor influencia para determinar la altura que será percibida. Smoorenburg comprobó en 1970 que con sólo el sexto y séptimo parcial es posible lograrlo. Gracias a estos experimentos es posible predecir, por ejemplo, que los espectros armónicos que se encuentren dentro de la región dominante y no posean por lo menos un par de parciales adyacentes dentro de sus primeros 7 armónicos, serán percibidos con una altura ambigua. Rasch y Plomp demuestran que la combinación de dos frecuencias sinusoidales, una de 900hz y otra de 1100hz, serán percibidas como una altura ambigua, ya que existen dos posibles fundamentales que corresponden aproximadamente a 180hz y 220hz (1999, pp. 95-98). La primer fundamental se obtiene al dividir  $900\text{Hz} / 5 = 180\text{Hz}$ ; y  $1100\text{Hz} / 6 = 183.33\text{Hz}$ . De este modo tenemos que las frecuencias de 900 y 1100 Hz corresponden a los parciales 5 y 6 de una fundamental afinada aproximadamente a 180Hz. Por otro lado la segunda fundamental se obtiene al dividir  $900\text{Hz} / 4 = 225\text{Hz}$  y  $1100\text{Hz} / 5 = 220\text{Hz}$ . De este modo tenemos que las frecuencias de 900 y 1100 Hz corresponden a los parciales 4 y 5 de una fundamental afinada aproximadamente a 220Hz.

Existe una explicación alternativa en donde el patrón *espacial* producido por el estímulo de los dos tonos a lo largo de la membrana basilar, es analizado y equiparado lo más posible a configuraciones “familiares” (por ejemplo a las posiciones de las regiones de resonancia de armónicos vecinos). Cuando se logra una correspondencia, se produce una sensación de altura; cuando más de una correspondencia “aceptable” es posible, pueden resultar alturas ambiguas (Roederer, 1997, p. 60). Estas dos explicaciones del mecanismo de percepción de altura, nos sugieren de algún modo que existen diferentes estrategias de audición. Por otro lado, existen teorías que intentan explicar por qué desarrollamos como humanidad, la capacidad de percibir como unidad los componentes armónicos de un tono complejo. Una de ellas se basa en las explicaciones de la Gestalt acerca de la percepción humana, en donde se toman en cuenta hechos como el que los componentes armónicos de un sonido complejo están presentes siempre simultáneamente, así como que desde el principio de la humanidad hemos estado



expuestos como especie a estos componentes al hablar o al escuchar hablar a los demás. A esto le podemos sumar la exposición que tienen los niños pequeños a los cantos maternos. Hecho significativo porque la voz cantada tiene muchos componentes armónicos, así como la voz hablada principalmente en la pronunciación de las vocales. Todo esto puede ser visto como un proceso de aprendizaje de la percepción.

### **1.3 Fusión tonal**

La fusión tonal es la tendencia de algunas combinaciones de tonos complejos a entrar en cohesión en una misma imagen sonora. La fusión tonal es más probable cuando las alturas de los tonos complejos están en una relación interválica más simple y cuando el contenido espectral combinado de ellas corresponda con una misma serie armónica hipotética. Los intervalos que más favorecen la fusión tonal en orden decreciente son el unísono, la octava y la quinta. A estos intervalos les siguen las consonancias imperfectas y después las disonancias (DeWitt, L. A. y Crowder, R. G., 1987, pp. 73-84). Huron propone utilizar los resultados experimentales relativos a la fusión tonal para ampliar la terminología de la tradición musical. Clasifica las consonancias perfectas con una fusión tonal aumentada, a las consonancias imperfectas con una fusión tonal comparativamente baja y a las disonancias con una fusión tonal disminuida. Para él, los teóricos musicales han confundido por siglos la consonancia con la fusión tonal. La confusión se originó de amalgamar el concepto de “sonido suave” con el de “sonar como un solo sonido”. La creación musical medieval tendía a favorecer la idea de “sonar suavemente y sonar como un solo sonido”, mientras que en los siglos subsecuentes la creación musical tendió a favorecer la idea de “sonar suavemente” y “sonar como muchos sonidos” (2005, pp. 18-22).

### **1.4 Banda crítica**

Las sensaciones que provocan la superposición de dos tonos simples de igual amplitud y con una diferencia de frecuencia pequeña, varían notablemente según el tamaño de esta diferencia. Si tenemos dos tonos a una misma frecuencia y uno de ellos comienza a incrementarla gradualmente, lo primero que percibiremos es el mismo tono pero con una altura ligeramente más alta. Después comenzaremos a percibir una oscilación del tono o batido. La frecuencia del batido se incrementará a medida que la diferencia de frecuencias se haga más grande. Mientras que la diferencia sea aproximadamente menor a 10 Hz, los batidos serán percibidos claramente. Cuando la frecuencia de batido exceda los 15 Hz la sensación de batidos desaparecerá, dando lugar a una sensación de rugosidad o sensación desagradable. Poco después llegaremos al límite de discriminación de frecuencia, en donde comenzaremos repentinamente a escuchar dos tonos por separado, sin embargo, la rugosidad aún persistirá. Conforme se sigan separando las frecuencias llegaremos al límite de la banda crítica. Sólo después de pasar esta banda comenzaremos a percibir los dos tonos puros con claridad. El ancho de la banda crítica en el registro medio y agudo es aproximadamente de una

tercera menor, pero a lo largo del registro grave crece progresivamente hasta llegar a una octava. Por otro lado, el límite de discriminación de frecuencia es mayor que medio tono en la mayoría del registro, pero en el registro sobre agudo es mayor a un tono y en el registro muy grave sobrepasa incluso la tercera mayor. Es importante entender que estos umbrales varían de persona a persona. A continuación podemos observar una gráfica que indica los umbrales de la banda crítica y del límite de discriminación de frecuencia. Para una mejor interpretación de la gráfica es recomendable guiarse por las líneas intermitentes que indican los intervalos de tercera menor, tono y medio tono (Roederer, 1997, pp. 37-46).

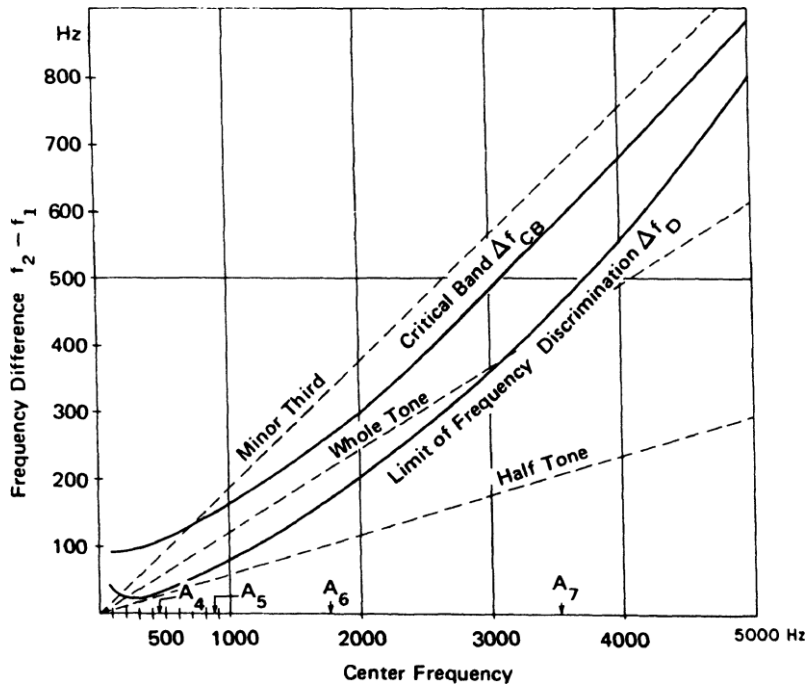


Ilustración 1.4 (Roederer, 2008, p. 40)

## 1.5 La escucha analítica vs. escucha holística

Existen técnicas como el “apagado selectivo” (*selective damping*) y la “excitación selectiva de modos” (*selective excitation of modes*) con las cuales es posible escuchar por separado la altura e intensidad de los parciales de un tono complejo. A este tipo de escucha se le conoce como escucha analítica. Existe otro tipo de escucha llamada holística con la cual oímos los parciales fundidos en una sola entidad que posee una misma altura y timbre. A este fenómeno se le conoce como fusión tonal. Existen algunos factores que favorecen este tipo de escucha. Si los parciales comienzan al mismo tiempo, si tienen envolventes de amplitud similares; si están relacionados armónicamente o si tienen la misma frecuencia de vibrato, tenderán a escucharse como una misma entidad. El golpe de una barra metálica puede ser percibido como un sólo sonido si es escuchado holísticamente y como un conjunto de parciales si es escuchado analíticamente. De este modo, el mismo estímulo puede ser descrito como un acorde o como sólo sonido (Huron, 2001, pp. 21-22; Sethares, 1999, pp. 25-27; Houtsma, Rossing and Wagenaars, 1987, p.56).

## **1.6 Relación entre duración y percepción de altura**

Para que un tono complejo sea percibido con una altura debe poseer cierta duración. Los primeros experimentos de Savart hechos en 1830, indican que la sensación de altura se desarrolla después de sólo dos ciclos. Cuando los tonos son muy breves son descritos como “clicks” que no poseen una altura clara, pero cuando poseen mayor duración son percibidos con una altura (Sethares, 1999, p. 37, Houtsma, Rossing and Wagenaars, 1987, p.39).

## **1.7 Dualidad armónica**

La dualidad armónica tiene que ver con dos aspectos de la armonía. Por un lado esta la parte proporcional que involucra alturas y fundamentales, pero que al mismo tiempo no toma en cuenta el timbre y el registro. Por ejemplo, cuando en una clase tradicional de armonía se afirma que los acordes mayores son consonantes, no se está tomando en cuenta el timbre de los instrumentos que podrían ejecutar el acorde, ni se está especificando la zona del registro auditivo. Por otro lado, está el aspecto tímbrico que tiene que ver con las sensaciones que nos produce un acorde y con su constitución acústica. Por ejemplo, cuando describimos un acorde como brillante u oscuro estamos haciendo una descripción de este tipo. Estos dos aspectos de la armonía coexisten en todo momento pero en algunas ocasiones se inclina la balanza hacia uno de los dos. La perspectiva del compositor es muy importante, porque es él quien determina cual de los dos aspectos sobresale (Lach, 2012, pp. 4-7). Desde la perspectiva de la dualidad armónica, el boceto de espacio armónico que desarrollaré en el capítulo III, se encontraría más cargado del lado del timbre que de la proporción.

## Capítulo II

### Encuestas

El enfoque de la investigación es mixto porque empleo metodologías cualitativas y cuantitativas. Este enfoque me permitió extraer significado de los resultados que arrojaron dos encuestas, que realicé con muestreos no probabilísticos por voluntarios. La teoría musical que construí la realicé extrayendo significado de estos resultados. En esta busco profundizar en las ideas a partir de la riqueza en la interpretación. Si el enfoque de las encuestas fuera puramente cuantitativo, sería necesario realizar una inmensa investigación psicoacústica con condiciones controladas a individuos de diferentes culturas y edades, lo que se sale del marco de una investigación en composición musical. Sin embargo, los resultados de mi investigación ofrecen indicios que podrían servir para realizar futuras investigaciones en el área de la psicoacústica. El objetivo de las encuestas es obtener información sobre algunas preguntas que surgieron de mis reflexiones teóricas tales como: ¿cuál es el vínculo entre TAH? ¿qué tanta similitud es percibida entre los TAH en comparación con tonos y acordes que no son *homólogos*? ¿qué tanto influye la envolvente en la percepción de similitud de tonos y acordes *homólogos*? y ¿cuánta similitud existe entre el sonido de las campanas y los acordes *homólogos* a los tonos con ambigüedad en su altura?. Las encuestas se componen por preguntas sobre las muestras de audio. La primer encuesta fue aplicada dentro de un salón de clases, los cuestionarios fueron en papel y la audición con un mismo aparato de sonido para todos los individuos. Las muestras de la primer encuesta las elaboré con sonidos sintetizados de clavecín, piano, cuerdas, voz y ondas senoidales, en los sintetizadores *Korg X-3* y *N364*. La segunda encuesta la diseñé en *google forms* para ser contestada por internet. Esta se compone por 160 comparaciones de audio divididas en 5 secciones de 32. Cada comparación contiene un acorde y un tono. Las muestras fueron hechas con el editor de audio *Cool Edit* y con los sintetizadores *Korg X-3* y *N364*.

#### 2.1 Encuesta I

La primer encuesta fue aplicada a dos grupos de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN). Uno de 16 estudiantes de música y otro de 19 estudiantes de enfermería. Esto con el fin de analizar por separado las respuestas de personas con entrenamiento auditivo y sin entrenamiento. A continuación aparecen las preguntas junto con sus objetivos. En la encuesta original fueron hechas más preguntas pero los resultados no fueron analizados porque estas estuvieron mal planteadas. El cuestionario de la encuesta original puede ser consultado en el apéndice (pp. 160-184).

### **1 ¿Qué tanto se parecen las 2 secuencias?**

El objetivo de esta pregunta es averiguar qué tanta similitud es percibida entre una secuencia de 4 tonos complejos y otra secuencia de 4 acordes *homólogos* a los tonos (TAH).

### **2 ¿Qué tanto se parecen entre sí los eventos de la secuencia?**

El objetivo de esta pregunta es averiguar si los acordes que componen una misma secuencia son percibidos con similitud. Me interesa saber si es percibida entre ellos una sonoridad homogénea, para así fundamentar la creación de regiones armónicas que agrupen los acordes según la manera en que los percibimos.

### **3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?**

El objetivo de esta pregunta abierta es averiguar si los encuestados encuentran parecido entre las muestras y cualquier sonido que conozcan. Voy a exponer tres diferentes tipos de acordes y sus tonos *homólogos*: los acordes que son *homólogos* a los tonos con altura clara, los acordes que son *homólogos* a los tonos con altura ambigua, y los acordes que son *homólogos* a los tonos que tienen todos sus parciales dentro de la banda crítica y fuera del límite de discriminación de frecuencia. En específico, quiero averiguar si los encuestados relacionan las campanas con los acordes *homólogos* a los tonos ambiguos. En mi experiencia como compositor he observado que a algunas personas les resultan parecidos este tipo de acordes a las campanas, y me interesa averiguar si esta asociación es generalizada o es sólo la percepción de algunas personas.

### **4 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?**

El objetivo de esta pregunta cerrada es averiguar qué tanto se parecen los acordes a las campanas. A diferencia de la pregunta anterior, en esta sí se predispone al encuestado a relacionar lo que escuchó con las campanas. Esta pregunta sólo fue aplicada a los acordes *homólogos* a los tonos con ambigüedad en su altura.

### **5 ¿Cuál de los cuatro acordes se parece más al sonido de una campana?**

El objetivo de esta pregunta es averiguar qué tanto afecta el timbre de los instrumentos, a la percepción de similitud entre las campanas y los acordes *homólogos* a los tonos con ambigüedad en su altura. En esta pregunta es ejecutado el mismo acorde con 4 timbres diferentes: clavecín, piano, cuerdas y voces.

## Resultados de la encuesta

### Pregunta 1

Ambos grupos calificaron del 1 al 10 qué tanto parecido encontraron entre las dos secuencias, siendo 10 el máximo de parecido y el 1 un parecido inexistente. Fueron comparados los TAH que corresponden a las muestras 1.1 y 1.2. La 2.1 se compone por acordes mayores justos y la 1.1 por sus tonos homólogos.

<b>Muestra 1.1 F=55hz Secuencia de 4 tonos complejos con altura clara</b>							
Tono 1		Tono 2		Tono 3		Tono 4	
Armónico	Frecuencia	Armónico	Frecuencia	Armónico	Frecuencia	Armónico	Frecuencia
12 (E6)	660	16 (A6)	880	20 (C#7)	1100	24 (E7)	1320
10 (C#6)	550	12	660	16	880	20	1100
8 (A5)	440	10	550	12	660	16	880
6 (E5)	330	8	440	10	550	12	660
5 (C#5)	275	6 (E5)	330	8 (A5)	440	10 (C#6)	550

<b>Muestra 1.2 F=55hz Secuencia de 4 acordes en afinación justa</b>							
Acorde 1		Acorde 2		Acorde 3		Acorde 4	
Alturas	Frecuencia	Alturas	Frecuencia	Alturas	Frecuencia	Alturas	Frecuencia
12 (E6)	660	16 (A6)	880	20 (C#7)	1100	24 (E7)	1320
10 (C#)	550	12	660	16	880	20	1100
8 (A5)	440	10	550	12	660	16	880
6 (E5)	330	8	440	10	550	12	660
5 (C#5)	275	6 (E5)	330	8 (A5)	440	10 (C#6)	550

<b>Estudiantes de enfermería</b>	
<b>Tipo de calificación</b>	<b>Número de personas que dieron esa calificación</b>
<b>10</b>	5
<b>9</b>	1
<b>8</b>	4
<b>7</b>	5
<b>6</b>	0
<b>5</b>	2
<b>4</b>	0
<b>3</b>	1
<b>2</b>	0
<b>1</b>	1
Total	140
Promedio	7.3
Desviación estándar	2.4

Estudiantes de música	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	1
9	3
8	8
7	2
6	0
5	3
4	0
3	0
2	0
1	0
Total	130
Promedio	7.6
Desviación estándar	1.4

**Datos sobresalientes:** El promedio de *percepción de similitud* para el grupo de enfermería fue de 7.3 con una desviación estándar del 2.4, mientras que para el grupo de estudiantes de música fue de 7.6 con una desviación estándar de 1.4 que es la más baja de la encuesta. Destaca en el grupo sin entrenamiento musical que cinco personas calificaran con 10 (26.3%). También fueron comparados TAH con altura ambigua. La muestra 2.1 contiene los tonos y la muestra 2.2 los acordes.

Muestra 2.1 F=55hz Secuencia de 4 tonos complejos con altura ambigua							
Tono 1		Tono 2		Tono 3		Tono 4	
Armónico	Frecuencia	Armónico	Frecuencia	Armónico	Frecuencia	Armónico	Frecuencia
13 (F6)	715	13	715	14	770	16 (A6)	880
11 (D#6)	605	12	660	13	715	14	770
10 (C#6)	550	11	605	12	660	13	715
9 (B5)	495	10	550	11	605	12	660
8 (A5)	440	9	495	10	550	11	605
6 (E5)	330	8	440	9	495	9	495

Muestra 2.2 F=55hz Secuencia de 4 acordes en afinación justa							
Acorde 1		Acorde 2		Acorde 3		Acorde 4	
Altura	Frecuencia	Altura	Frecuencia	Altura	Frecuencia	Altura	Frecuencia
13 (F6)	715	13	715	14	770	16 (A6)	880
11 (D#6)	605	12	660	13	715	14	770
10 (C#6)	550	11	605	12	660	13	715
9 (B5)	495	10	550	11	605	12	660
8 (A5)	440	9	495	10	550	11	605
6 (E5)	330	8	440	9	495	9	495

Estudiantes de enfermería	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	0
9	0
8	3
7	3
6	0
5	5
4	0
3	1
2	1
1	6
Total	81
Promedio	4.2
Desviación estándar	2.6

Estudiantes de música	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	1
9	2
8	3
7	4
6	0
5	1
4	1
3	2
2	1
1	0
Total	97
Promedio	6.4
Desviación estándar	2.3

El promedio para el grupo de enfermería fue de 4.2 con una desviación estándar de 2.6, mientras que para el grupo de estudiantes de música fue de 6.4 con una desviación estándar de 2.3.

**Conclusiones:** Los resultados de estas comparaciones indican que los individuos encuestados percibieron algún grado de similitud entre TAH.



## Pregunta 2

Ambos grupos calificaron del 1 al 10 qué tanto parecido encontraron entre las dos secuencias, siendo 10 el máximo de parecido y el 1 un parecido inexistente.

Estudiantes de enfermería	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	0
9	5
8	3
7	2
6	2
5	2
4	1
3	3
2	0
1	1
Total	119
Promedio	6.2

Estudiantes de música	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	2
9	3
8	5
7	2
6	2
5	3
4	0
3	0
2	0
1	0
Total	128
Promedio	7.5

Comparación de los tonos de la Muestra 1.1	
Promedio grupo de enfermería	6.2
Promedio grupo de música	7.5

**Datos sobresalientes:** El 26.3% del grupo de estudiantes de enfermería calificó con 9. El resto de los resultados fueron muy diversos pero destaca que sólo un encuestado de ambos grupos calificó con 1.

Estudiantes de enfermería	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	0
9	5
8	4
7	2
6	1
5	3
4	0
3	1
2	1
1	2
Total	119
Promedio	6.2

Estudiantes de música	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	0
9	1
8	4
7	3
6	1
5	1
4	1
3	1
2	0
1	0
Total	80
Promedio	6.6

Comparación de los acordes de la Muestra 1.2	
Promedio grupo de enfermería	6.2
Promedio grupo de música	6.6

**Datos sobresalientes:** Sobresale que el 26.3% del grupo de estudiantes de enfermería calificó con 9. El resto de los resultados fueron muy diversos.

Estudiantes de enfermería	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	1
9	1
8	3
7	4
6	2
5	5
4	0
3	1
2	0
1	2
Total	113
Promedio	5.9

Estudiantes de música	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	1
9	1
8	3
7	2
6	2
5	4
4	1
3	1
2	0
1	0
Total	96
Promedio	6.4

Comparación de los tonos de la Muestra 2.1	
Promedio grupo de enfermería	5.9
Promedio grupo de música	6.4

**Datos sobresalientes:** El 26.3% del grupo de estudiantes de enfermería calificó con 5. El resto de los resultados fueron muy diversos. Sólo dos encuestado de ambos grupos calificaron con 1.

Estudiantes de enfermería	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	5
9	3
8	2
7	3
6	0
5	3
4	2
3	0
2	0
1	1
Total	138
Promedio	7.2

Estudiantes de música	
Tipo de calificación	Número de personas que dieron esa calificación
10	1
9	2
8	1
7	7
6	4
5	0
4	1
3	0
2	1
1	0
Total	73
Promedio	6.6

Comparación de los acordes de la Muestra 2.2	
Promedio grupo de enfermería	7.2
Promedio grupo de música	6.6

**Datos sobresalientes:** El promedio del grupo de enfermería es mayor que el de música. Resalta que el 26.3% del grupo de estudiantes de enfermería calificó con 10 y que el 68.4% calificara con 7 o más. Por otro lado sólo un encuestado de ambos grupos calificó con 1.

**Conclusiones:** Es interesante que todas las secuencias obtuvieron promedios relativamente altos y parecidos, sin importar si estaban compuestas por acordes o por tonos, o si éstos eran ambiguos o con claridad en la altura. Esto parece estar indicando que está siendo percibido cierto grado de similitud entre los tonos o acordes de una misma secuencia; y que existe una sonoridad homogénea entre el mismo tipo de acordes y tonos. Esta información reafirma la idea de que los

acordes pueden ser organizados en regiones armónicas según sus características psicoacústicas.

### Pregunta 3

Únicamente fueron contabilizados los acordes asociados a las campanas, porque ningún tono fué asociado a las mismas. Por otro lado, sólo fueron contabilizadas las respuestas que hacen referencia a campanas u otros objetos metálicos, porque nada más me interesa encontrar indicios de que existen otras personas que escuchan esta asociación.

<b>Muestra 4.5</b> F=13.75hz Acorde con "altura clara" fuera de la región dominante	
Altura	Frecuencia
10	137.5
8	110
6	82.5
5	68.75
4 (A2)	55

<b>Objetos que se parecen a la Muestra 4.5</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Grupo Enfermería</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Grupo música</b>
1	Campanas de una iglesia		
1	Campana		

<b>Muestra 4.6</b> F=27.5hz Acorde con "altura clara" fuera de la región dominante	
Altura	Frecuencia
10	275
8	220
6	165
5	137.5
4 (A3)	110

<b>Objetos que se parecen a la Muestra 4.6</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Grupo Enfermería</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Grupo música</b>
1	Campanadas		

<b>Muestra 4.7</b> F=55hz Acorde con "altura clara" y con una altura dentro de la región dominante	
Altura	Frecuencia
10	550
8	440
6	330
5	275
4 (A4)	220

Objetos que se parecen a la Muestra 4.7			
Cantidad	Grupo Enfermería	Cantidad	Grupo música
1	Campanadas de iglesia		

<b>Muestra 4.8</b> F=110hz Acorde con "altura clara" y con una altura fuera de la región dominante	
Altura	Frecuencia
10	1100
8	880
6	660
5	550
4 (A5)	440

Objetos que se parecen a la Muestra 4.8			
Cantidad	Grupo Enfermería	Cantidad	Grupo música
1	Campanadas de Reloj	1	Campanitas
1	Timbre o una campanita		

**Conclusiones:** No esperaba que los acordes *homólogos* a los tonos con claridad en su altura fuera asociado a las campanas. Aunque el número de personas que percibieron este tipo de similitud fue muy bajo, los datos podrían estar indicando que el timbre del clavecín o la afinación justa influyen en la percepción de similitud con las campanas. Los 4 acordes fueron percibidos como campanas por al menos una persona. En general los estudiantes de música fueron más analíticos y técnicos en sus respuestas, es decir, algunos reportaron escuchar acordes mayores tocados con clavecín. En contraste, el grupo de enfermería asoció de manera más intuitiva y espontánea los acordes con campanas u otros objetos sonoros.

<b>Muestra 5.7</b> F=13.75hz Acorde con "altura ambigua" fuera de la región dominante	
Altura	Frecuencia
13	178.75
12	165
11	151.25
10	137.5
9 (B3)	123.75

Objetos que se parecen a la Muestra 5.7			
Cantidad	Grupo Enfermería	Cantidad	Grupo música
1	Campana	1	Golpe metálico
1	Piano o reloj viejo		

**Muestra 5.8** F=27.5hz  
Acorde con "altura ambigua" fuera de la región dominante

Altura	Frecuencia
13	357.5
12	330
11	302.5
10	275
9 (B4)	247.5

<b>Objetos que se parecen a la Muestra 5.8</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Grupo Enfermería</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Grupo música</b>
2	Campanas de iglesia		
1	Campanas		
1	Campanas de un velorio		
1	Campanas viejas		
1	Campanas de reloj viejo		
1	Reloj antiguo		
1	Reloj antiguo de pared		

**Muestra 5.9** F=55hz  
Acorde con "altura ambigua" dentro de la región dominante

Altura	Frecuencia
13	715
12	660
11	605
10	550
9 (B5)	495

<b>Objetos que se parecen a la Muestra 5.9</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Grupo Enfermería</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Grupo música</b>
1	Campanas de iglesia		
1	Campanas de monaguillos		
1	Iglesia		
1	Reloj antiguo		
1	Reloj de una torre		
1	Dos cazuelas chocando		
1	Traste de metal golpeándose		

**Muestra 5.10** F=110hz  
Acorde con "altura ambigua" dentro de la región dominante

Altura	Frecuencia
13	1430
12	1320
11	1210
10	1100
9 (B6)	990

Objetos que se parecen a la Muestra 5.10			
Cantidad	Grupo Enfermería	Cantidad	Grupo música
1	Sonido de campana	1	Campanas
1	Campanita para que abran la puerta	1	Golpeteo de cucharas cuando lavas los trastes
1	Triángulo	1	Alambre o fierro rompiéndose
1	Hoja metálica		
1	Objeto metálico golpeándose		
1	Reloj de pared		

**Conclusiones:** Los acordes *homólogos* a los tonos con ambigüedad en su altura, son el tipo de acorde que esperaba que los encuestados asociaran a las campanas. Me sorprendió la cantidad de personas que respondieron haber percibido algún tipo de similitud con campanas u otros objetos metálicos. Por ejemplo, en el grupo de enfermería con la muestra 5.10, 6 estudiantes de 19 encontraron similitud, mientras que en el grupo de música fueron 3 de 16. Es importante resaltar que esta fue una pregunta abierta y no hubo ningún tipo de predisposición, por lo que los encuestados tenían la libertad de contestar cualquier cosa. De manera similar a las muestras anteriores los estudiantes de música fueron más analíticos y técnicos en sus respuestas, por lo que asociaron muy poco las campanas a este tipo de acordes. Por otro lado, los estudiantes de enfermería fueron más intuitivos y espontáneos en sus respuestas.

Muestra 6.6	
F=3.4375hz Cluster fuera de la región dominante	
Altura	Frecuencia
25	85.9375
24 (E3)	82.5
23	79.0625
22	75.625
21 (D3)	72.1875

Muestra 6.6			
Cantidad	Grupo Enfermería	Cantidad	Grupo música
1	Campanas		

Muestra 6.7 F=6.875hz	
Cluster fuera de la región dominante	
Altura	Frecuencia
25	171.875
24 (E4)	165
23	158.125
22	151.25
21 (D4)	144.375



<b>Objetos que se parecen a la Muestra 6.7</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Grupo Enfermería</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Grupo música</b>
1	Campanas		
1	Fierro golpeándose		
1	Metal golpeándose		

<b>Muestra 6.8</b> F=13.75hz <i>Cluster fuera de la región dominante</i>	
Altura	Frecuencia
25	343.75
24 (E5)	330
23	316.25
22	302.5
21 (D5)	288.75

<b>Objetos que se parecen a la Muestra 6.8</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Grupo Enfermería</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Grupo música</b>
1	Campanadas de iglesia		
1	Metal golpeándose		
1	Fierro golpeándose		
1	Reloj antiguo		

<b>Muestra 6.9</b> F=27.5hz <i>Cluster dentro de la región dominante</i>	
Altura	Frecuencia
25	687.5
24 (E6)	660
23	632.5
22	605
21 (D6)	577.5

<b>Objetos que se parecen a la Muestra 6.9</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Grupo Enfermería</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Grupo música</b>
1	Metal golpeándose	1	Choque de dos objetos metálicos semi-huecos
1	Un cilindro de gas golpeándose	1	Golpe de un tubo
1	Triángulo		

<b>Muestra 6.10</b> F=55hz <i>Cluster dentro de la región dominante</i>	
Altura	Frecuencia
25	1375
24 (E7)	1320
23	1265
22	1210
21 (D7)	1155

<b>Objetos que se parecen a la Muestra 6.10</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Grupo Enfermería</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Grupo música</b>
1	Campana	1	Sonido viajando por un tubo metálico
1	Triángulo de metal	1	Golpe de una varilla metálica
1	Metal golpeándose		
1	Dos metales chocando		
1	Golpe a un cilindro de gas		
1	Cazuelas chocando		

**Conclusiones:** Los acordes *homólogos* a los tonos que tienen todos sus parciales dentro de la banda crítica y fuera del límite de discriminación de frecuencia, también fueron asociados a las campanas. Es notable la cantidad de asociaciones en el registro agudo.

#### Pregunta 4

Ambos grupos calificaron del 1 al 10 qué tanto parecido encontraron entre las dos secuencias, siendo 10 el máximo de parecido y el 1 un parecido inexistente. A continuación aparecen los promedios de los grupos.

<b>Similitud de una campana con la Muestra 5.6</b>	
Promedio grupo de enfermería	4.7
Promedio grupo de música	4.9

<b>Similitud de una campana con la Muestra 5.7</b>	
Promedio grupo de enfermería	5.3
Promedio grupo de música	5.1

<b>Similitud de una campana con la Muestra 5.8</b>	
Promedio grupo de enfermería	4.7
Promedio grupo de música	5.7

<b>Similitud de una campana con la Muestra 5.9</b>	
Promedio grupo de enfermería	5.1
Promedio grupo de música	6.5

<b>Similitud de una campana con la Muestra 5.10</b>	
Promedio grupo de enfermería	5.2
Promedio grupo de música	7.0

**Conclusiones:** Aunque esperaba un mayor promedio en las muestras que corresponden al registro grave, se puede observar que los encuestados encontraron algún tipo de parecido con las campanas. Es interesante como a medida que las muestras se vuelven más agudas, se incrementa el promedio de similitud. En este caso se repitió la tendencia de la pregunta 3 en donde la tendencia aumentó en el registro agudo.

## Pregunta 5

Ambos grupos calificaron del 1 al 10 qué tanto parecido encontraron entre las dos secuencias, siendo 10 el máximo de parecido y el 1 un parecido inexistente.

A continuación aparecen los promedios de los grupos.

<b>Muestra 3.1</b> F=13.75hz Acorde con "altura ambigua" fuera de la región dominante ejecutado con sonido de clavecín, piano, cuerdas y voces	
Altura	Frecuencia
19 (C5)	261.25
17(A#4)	233.75
15(G#4)	206.25
13 (F4)	178.75
11(D#4)	151.25
9 (B3)	123.75

Comparación de los acordes de la Muestra 3.1					
Grupo de enfermería			Grupo de música		
Timbre	Promedio	Desviación estándar	Timbre	Promedio	Desviación estándar
Clavecín	4.2	3.1	Clavecín	5.2	3.2
Piano	4.5	2.6	Piano	4.5	3.0
Cuerdas	2.6	2.5	Cuerdas	1.9	1.6
Voces	2.2	2.5	Voces	1.8	1.7

<b>Muestra 3.2</b> F=27.5hz Acorde con "altura ambigua" fuera de la región dominante ejecutado con sonido de clavecín, piano, cuerdas y voces	
Altura	Frecuencia
19 (C6)	522.5
17(A#5)	467.5
15(G#5)	412.5
13 (F5)	357.5
11(D#5)	302.5
9 (B4)	247.5

Comparación de los acordes de la Muestra 3.2					
Grupo de enfermería			Grupo de música		
Timbre	Promedio	Desviación estándar	Timbre	Promedio	Desviación estándar
Clavecín	4.6	2.7	Clavecín	6.3	2.3
Piano	5.3	2.8	Piano	6.4	2.5
Cuerdas	2.4	2.2	Cuerdas	2.1	1.9
Voces	3.1	3.0	Voces	2.0	1.7

**Muestra 3.3** F=55hz  
Acorde con "altura ambigua" dentro de la región dominante ejecutado con sonido de clavecín, piano, cuerdas y voces

Altura	Frecuencia
19 (C7)	1045
17(A#6)	935
15(G#6)	825
13 (F6)	715
11(D#6)	605
9 (B5)	495

Comparación de los acordes de la Muestra 3.3					
Grupo de enfermería			Grupo de música		
Timbre	Promedio	Desviación estándar	Timbre	Promedio	Desviación estándar
Clavecín	6.4	3.0	Clavecín	7.1	2.1
Piano	6.1	2.8	Piano	8.4	1.9
Cuerdas	2.7	2.8	Cuerdas	2.2	1.9
Voces	2.0	2.6	Voces	2.6	2.6

**Conclusiones:** Estos resultados parecen estar indicando que el timbre de los instrumentos es determinante en la percepción de los acordes. Al parecer un factor importante además del contenido espectral es la envolvente de amplitud. El clavecín y el piano poseen envolventes con una caída de amplitud similar a las de las campanas, lo que contrasta con las muestras de cuerdas y voces que poseen una envolvente con una amplitud fija.

Es importante hacer notar que en la pregunta 1 se obtuvieron promedios de similitud altos, al comparar tonos con envolvente de amplitud fija con sus acordes *homólogos*. Esto parece estar indicando que la envolvente influye hasta cierto punto en la percepción de similitud, pero que no es determinante al 100%.

Para indagar más al respecto, en la segunda encuesta fueron comparados TAH, pero en esta ocasión los tonos fueron grabados en dos versiones: una con amplitud fija y otra con una envolvente de amplitud similar al clavecín. De este modo podremos averiguar qué tanto influye la envolvente en la percepción de similitud entre los TAH.

## Observaciones e interpretaciones generales de los resultados:

- Sólo los acordes fueron asociados a las campanas y nunca los tonos complejos.
- Los estudiantes de enfermería asociaron mucho más los acordes a las campanas que los alumnos de música. Esto podría deberse a que los estudiantes de música tienden a ser más analíticos en su escucha y en sus respuestas. En contraste, el grupo de enfermería asoció de manera más intuitiva y espontánea los acordes con campanas u otros objetos sonoros.
- No esperaba que fueran asociados a las campanas los acordes *homólogos* a los tonos con altura clara; y los acordes *homólogos* a los tonos que tienen todos sus parciales dentro de la banda crítica y fuera del límite de discriminación de frecuencia. Este fenómeno se acentuó sobre todo con los acordes más agudos.
- A medida que los acordes se vuelven más agudos, aumenta el número de asociaciones con las campanas.

## 2.2 Encuesta II

Objetivos y características generales de la segunda encuesta:

- Pretendo medir que tanta similitud esta siendo percibida entre los tonos y acordes. Quiero averiguar si los TAH son percibidos con mayor similitud que los tonos y acordes que no son *homólogos*.
- Para averiguar que tanto afecta el registro auditivo a la percepción, las muestras fueron grabadas en 5 diferentes registros.
- Para averiguar que tanto influye la envolvente a la percepción de similitud, los tonos aparecen en dos versiones: una con envolvente similar al clavecín y otras con amplitud fija.
- Me interesa averiguar que tanta similitud es percibida entre los *acordes con claridad en la altura*, y los tonos simples afinados igual que su fundamental.

### Abreviaturas de las muestras

Abreviatura	Muestras con senoidales
TC	Tono con claridad en la altura
TCe	Tono con claridad en la altura y envolvente similar al clavecín
TA	Tono con ambigüedad en la altura
TAe	Tono con ambigüedad en la altura y envolvente similar al clavecín
TB	Tono con sus parciales dentro de la banda crítica
TBe	Tono con sus parciales dentro de la banda crítica y envolvente similar al clavecín
TS	Tono simple
TSe	Tono simple con envolvente similar al clavecín

Abreviatura	Muestras con clavecín
<b>AC</b>	Acorde con claridad en la altura
<b>AA</b>	Acorde con ambigüedad en la altura
<b>AB</b>	Acorde con sus alturas dentro de la banda crítica
<b>A</b>	Altura de clavecín

Para clarificar y agilizar el análisis puse en una sola tabla la información de todas las muestras que poseen la misma estructura de alturas, incluyendo acordes, tonos con envolvente de amplitud similar al clavecín, y tonos con envolvente de amplitud fija.

#### Composición de los TAH con claridad en la altura en los 5 registros

<b>Muestras: 1TC, 1TCe y 1AC F=27.5hz</b>	
Armónico/Altura	Frecuencia
10	275
8	220
6	165
5	137.5
4 (A3)	110

<b>Muestras: 2TC, 2TCe y 2AC F=55hz</b>	
Armónico/Altura	Frecuencia
10	550
8	440
6	330
5	275
4 (A4)	220

<b>Muestras: 3TC, 3TCe y 3AC F=110hz</b>	
Armónico/Altura	Frecuencia
10	1100
8	880
6	660
5	550
4 (A5)	440

<b>Muestras: 4TC, 4TCe y 4AC F=220hz</b>	
Armónico/Altura	Frecuencia
10	2200
8	1760
6	1320
5	1100
4 (A6)	880

<b>Muestras: 5TC, 5TCe y 5AC F=440hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
10 (C#9)	4400
8	3520
6	2640
5	2200
4 (A7)	1760

**Composición de los TAH con ambigüedad en la altura en los 5 registros**

<b>Muestras: 1TA, 1TAe y 1AA F=13.75hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
13 (F4)	178.75
12 (E4)	165
11 (D#4)	151.25
10 (C#4)	137.5
9 (B3)	123.75

<b>Muestras: 2TA, 2TAe y 2AA F=27.5hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
13	357.5
12	330
11	302.5
10	275
9 (B4)	247.5

<b>Muestras: 3TA, 3TAe y 3AA F=55hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
13	715
12	660
11	605
10	550
9 (B5)	495

<b>Muestras: 4TA, 4TAe y 4AA F=110hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
13	1430
12	1320
11	1210
10	1100
9 (B6)	990

<b>Muestras: 5TA, 5TAe y 5AA F=220hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
13	2860
12	2640
11	2420
10	2200
9 (B7)	1980

**Composición de los TAH dentro de la banda crítica en los 5 registros**

<b>Muestras: 1TB, 1TBe y 1AB F=6.875hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
25	171.875
24 (E4)	165
23	158.125
22 (D#4)	151.25
21 (D4)	144.375

<b>Muestras: 2TB, 2TBe y 2AB F=13.75hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
25	343.75
24	330
23	316.25
22	302.5
21 (D5)	288.75

<b>Muestras: 3TB, 3TBe y 3AB F=27.5hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
25	687.5
24	660
23	632.5
22	605
21 (D6)	577.5

<b>Muestras: 4TB, 4TBe y 4AB F=55hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
25	1375
24	1320
23	1265
22	1210
21 (D7)	1155



<b>Muestras: 5TB, 5TBe y 5AB F=110hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
25	2750
24	2640
23	2530
22	2420
21 (D8)	2310

### **Tonos simples y sonidos aislados con clavecín en los 5 registros**

<b>Muestras: 1TS, 1TSe y 1A F=27.5hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
4 (A3)	110

<b>Muestras: 2TS, 2TSe y 2A F=55hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
4 (A4)	220

<b>Muestras: 3TS,3TSe y 3A F=110hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
4 (A5)	440

<b>Muestras: 4TS, 4TSe y 4A F=220hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
4 (A6)	880

<b>Muestras: 5TS, 5TSe y 5A F=440hz</b>	
<b>Armónico/Altura</b>	<b>Frecuencia</b>
4 (A7)	1760

### **Resultados**

A pesar de que el número de personas que accedieron a participar fue menor a 20, los datos recabados nos muestran indicios de como podrían comportarse las tendencias con un número mayor de individuos. A continuación aparece una lista con las observaciones que realicé después de analizar los promedios de las comparaciones. El promedio nos indica que tanta similitud fue percibida entre cada par de muestras, siendo el 10 un máximo de similitud y 0 ningún tipo de similitud. Además del promedio aparece la desviación estándar, que es un dato muy importante porque nos indica que tanto se separan los datos, por ejemplo, la desviación estándar de una respuesta al azar entre 0 y 10 es de aproximadamente 3.16, por lo que las desviaciones estándar que sean iguales o superiores a este número nos están indicando que no hay consenso entre los encuestados. Si se

desea verificar el promedio de las 160 comparaciones puede consultar el apéndice (pp. 185-190).

### Observación 1

El registro auditivo afecta notablemente la percepción de similitud de los TAH. El registro 1 que es el mas grave de todos reportó los promedios de similitud más bajos de los TAH. En las siguientes tablas aparecen los promedios de tres diferentes tipos de TAH. Cada comparación fue hecha en cinco diferentes zonas del registro auditivo. Exceptuando la comparación 83 (amarillo) el promedio de las regiones 2, 3, 4 y 5 siempre fue mayor que el promedio del registro 1.

#### Tonos con altura y envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
1	<b>1TC</b>	<b>1AC</b>	5.2	3.1
33	<b>2TC</b>	<b>2AC</b>	8	1.9
65	<b>3TC</b>	<b>3AC</b>	8.2	1.9
97	<b>4TC</b>	<b>4AC</b>	6.7	3.2
129	<b>5TC</b>	<b>5AC</b>	7.1	2.6

#### Tonos con altura y envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
5	<b>1TCe</b>	<b>1AC</b>	6	2.9
37	<b>2TCe</b>	<b>2AC</b>	8	1.6
69	<b>3TCe</b>	<b>3AC</b>	7.8	1.9
101	<b>4TCe</b>	<b>4AC</b>	7.1	3.1
133	<b>5TCe</b>	<b>5AC</b>	7.7	2.6

#### Tonos con altura ambigua y envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
10	<b>1TA</b>	<b>1AA</b>	3.7	3.0
42	<b>2TA</b>	<b>2AA</b>	5.2	3.5
74	<b>3TA</b>	<b>3AA</b>	6	3.0
106	<b>4TA</b>	<b>4AA</b>	5.2	2.8
138	<b>5TA</b>	<b>5AA</b>	4.5	3.0

### Tonos con altura ambigua y envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
14	<b>1TAe</b>	<b>1AA</b>	4.2	3.2
46	<b>2TAe</b>	<b>2AA</b>	5.2	2.9
78	<b>3TAe</b>	<b>3AA</b>	8	1.4
110	<b>4TAe</b>	<b>4AA</b>	6.7	3.0
142	<b>5TAe</b>	<b>5AA</b>	5.3	2.9

### Tonos con sus parciales dentro de la banda crítica y con envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
19	<b>1TB</b>	<b>1AB</b>	3.5	3.0
51	<b>2TB</b>	<b>2AB</b>	4.8	2.8
83	<b>3TB</b>	<b>3AB</b>	3.2	3.0
115	<b>4TB</b>	<b>4AB</b>	4.7	3.0
147	<b>5TB</b>	<b>5AB</b>	4	3.0

### Tonos con sus parciales dentro de la banda crítica y con envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
23	<b>1TBe</b>	<b>1AB</b>	4.2	2.8
55	<b>2TBe</b>	<b>2AB</b>	4.5	3.2
87	<b>3TBe</b>	<b>3AB</b>	4.5	3.3
119	<b>4TBe</b>	<b>4AB</b>	6.1	2.7
151	<b>5TBe</b>	<b>5AB</b>	4.4	3.2

### Observación 1.1

Cuando fueron comparados en los registros 2 y 3 los TAH con altura clara, el promedio de similitud subió y la desviación estándar de la varianza bajó (azul). Esta tendencia se dio tanto en las comparaciones que implicaron tonos con envolvente fija, como en las que implicaron tonos con una envolvente similar al clavecín, de hecho el promedio de ambas comparaciones fue muy parecido en los 5 registros. El que se haya repetido la misma tendencia en ambas comparaciones confirma de algún modo que el registro afecta notablemente la percepción de las estructuras de alturas. Consultar las tablas de la observación 1.

### Observación 2

Los TAH siempre fueron percibidos con mayor similitud que cualquier otro par de muestras en todos los registros. Esto parece indicar que la estructura de alturas esta siendo percibida, y por lo tanto podría estar indicando que existe un vínculo acústico entre los TAH.

## Observación 2.1

Los TAH con claridad en su altura (azul) obtuvieron mayor promedio de similitud que los otros dos tipos de TAH. La única excepción se dio en el registro 3 con los tonos ambiguos con una envolvente similar al clavecín (amarillo). Estos reportaron un promedio ligeramente superior al de los TAH con claridad en la altura. Resulta curioso que la desviación estándar de esta excepción sea la más baja de toda la encuesta. Esto podría estar indicando que en este registro se escuchan con mayor claridad este tipo de estructura de alturas.

### Registro 1 Tonos con envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
1	1TC	1AC	5.2	3.1
10	1TA	1AA	3.7	3.0
19	1TB	1AB	3.5	3.0

### Registro 1 Tonos con envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
5	1TCe	1AC	6	2.9
14	1TAe	1AA	4.2	3.2
23	1TBe	1AB	4.2	2.8

### Registro 2 Tonos con envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
33	2TC	2AC	8	1.9
42	2TA	2AA	5.2	3.5
51	2TB	2AB	4.8	2.8

### Registro 2 Tonos con envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
37	2TCe	2AC	8	1.6
46	2TAe	2AA	5.2	2.9
55	2TBe	2AB	4.5	3.2

### Registro 3 Tonos con envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
65	3TC	3AC	8.2	1.9
74	3TA	3AA	6	3.0
83	3TB	3AB	3.2	3.0

### Registro 3 Tonos con envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
69	3TCe	3AC	7.8	1.9
78	3TAe	3AA	8	1.4
87	3TBe	3AB	4.5	3.3

### Registro 4 Tonos con envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
97	4TC	4AC	6.7	3.2
106	4TA	4AA	5.2	2.8
115	4TB	4AB	4.7	3.0

### Registro 4 Tonos con envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
101	4TCe	4AC	7.1	3.1
110	4TAe	4AA	6.7	3.0
119	4TBe	4AB	6.1	2.7

### Registro 5 Tonos con envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
129	5TC	5AC	7.1	2.6
138	5TA	5AA	4.5	3.0
147	5TB	5AB	4	3.0

### Registro 5 Tonos con envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
133	5TCe	5AC	7.7	2.6
142	5TAe	5AA	5.3	2.9
151	5TBe	5AB	4.4	3.2

## Observación 2.2

En el registro 4 (verde) se dieron los porcentajes más altos y más cerrados. Esto podría estar indicando que en este registro se percibe con mayor claridad la similitud entre los TAH. Las frecuencias del registro 4 se encuentran alrededor de los 1000hz que es la zona del registro en que mejor percibe el oído humano. Estos promedios se dieron sólo con los tonos que tienen una envolvente de amplitud similar al clavecín. Consultar tablas de la observación 2.

### Observación 2.3

Al comparar los tonos con ambigüedad con los 3 diferentes tipos de acordes se obtuvieron algunos datos inesperados. En las siguientes tablas aparecen los tonos y acordes que no son *homólogos* junto con los TAH con ambigüedad (azul). En casi todos los registros el promedio de los TAH es apenas un poco mayor que el promedio de los tonos y acordes que no son *homólogos*. Sólo en el registro 3 (amarillo) el promedio de los TAH fue mucho mayor. Aparentemente el registro afecta el grado en que se percibe la similaridad de este tipo de TAH.

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
9	1TA	1AC	2.5	3.0
10	1TA	1AA	3.7	3.0
11	1TA	1AB	3.1	3.3

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
13	1TAe	1AC	3	2.9
14	1TAe	1AA	4.2	3.2
15	1TAe	1AB	3	3.1

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
41	2TA	2AC	3	3.1
42	2TA	2AA	5.2	3.5
43	2TA	2AB	4	2.6

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
45	2TAe	2AC	3.7	2.8
46	2TAe	2AA	5.2	2.9
47	2TAe	2AB	4.6	2.7

Comp.	Muestras		Promedio	Varianza Desviación Estándar
73	3TA	3AC	3.1	3.2
74	3TA	3AA	6	3.0
75	3TA	3AB	1.9	2.2

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
77	3TAe	3AC	4.2	3.2
78	3TAe	3AA	8	1.4
79	3TAe	3AB	2.9	3.2

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
105	4TA	4AC	3.5	2.9
106	4TA	4AA	5.2	2.8
107	4TA	4AB	2.8	3.0

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
109	<b>4TAe</b>	<b>4AC</b>	5.2	3.1
110	<b>4TAe</b>	<b>4AA</b>	6.7	3.0
111	<b>4TAe</b>	<b>4AB</b>	2.7	2.5

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
137	<b>5TA</b>	<b>5AC</b>	5	3.1
138	<b>5TA</b>	<b>5AA</b>	4.5	3.0
139	<b>5TA</b>	<b>5AB</b>	3	2.9

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
141	<b>5TAe</b>	<b>5AC</b>	5	2.8
142	<b>5TAe</b>	<b>5AA</b>	5.3	2.9
143	<b>5TAe</b>	<b>5AB</b>	2.8	3.2

## Observación 2.4

Al comparar los tonos que tienen sus parciales dentro de la banda crítica con los 3 diferentes tipos de acordes se obtuvieron algunos datos inesperados. En todos los registros el promedio de los TAH (azul) es apenas un poco mayor que el promedio de los tonos y acordes que no son *homólogos*. Estos datos parecen estar indicando que existe dificultad para percibir este tipo de estructura de alturas. Los resultados muestran que fue percibida prácticamente la misma similitud entre los TAH, y los tonos y acordes que no son *homólogos*. Sólo en el registro 4 los TAH con envolvente (verde) fueron percibidos con un poco de mayor similitud.

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
17	<b>1TB</b>	<b>1AC</b>	2.4	2.8
18	<b>1TB</b>	<b>1AA</b>	3.1	2.8
19	<b>1TB</b>	<b>1AB</b>	3.5	3.0

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
21	<b>1TBe</b>	<b>1AC</b>	3.2	2.5
22	<b>1TBe</b>	<b>1AA</b>	2.9	2.5
23	<b>1TBe</b>	<b>1AB</b>	4.2	2.8

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
49	<b>2TB</b>	<b>2AC</b>	3.5	3.0
50	<b>2TB</b>	<b>2AA</b>	3.7	2.7
51	<b>2TB</b>	<b>2AB</b>	4.8	2.8

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
53	<b>2TBe</b>	<b>2AC</b>	4.2	3.0
54	<b>2TBe</b>	<b>2AA</b>	4.2	2.5
55	<b>2TBe</b>	<b>2AB</b>	4.5	3.2

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
81	<b>3TB</b>	<b>3AC</b>	2.3	2.2
82	<b>3TB</b>	<b>3AA</b>	2.9	2.7
83	<b>3TB</b>	<b>3AB</b>	3.2	3.0

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
85	<b>3TBe</b>	<b>3AC</b>	3.7	3.2
86	<b>3TBe</b>	<b>3AA</b>	4.5	3.1
87	<b>3TBe</b>	<b>3AB</b>	4.5	3.3

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
113	<b>4TB</b>	<b>4AC</b>	3.9	3.4
114	<b>4TB</b>	<b>4AA</b>	3.6	3.5
115	<b>4TB</b>	<b>4AB</b>	4.7	3.0

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
117	<b>4TBe</b>	<b>4AC</b>	4.5	3.2
118	<b>4TBe</b>	<b>4AA</b>	4.4	3.2
119	<b>4TBe</b>	<b>4AB</b>	6.1	2.7

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
145	<b>5TB</b>	<b>5AC</b>	3.6	2.8
146	<b>5TB</b>	<b>5AA</b>	3.1	2.5
147	<b>5TB</b>	<b>5AB</b>	4	3.0

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
149	<b>5TBe</b>	<b>5AC</b>	3.3	3.3
150	<b>5TBe</b>	<b>5AA</b>	3.1	2.8
151	<b>5TBe</b>	<b>5AB</b>	4.4	3.2

### Observación 3

Los acordes con claridad en su altura fueron comparados con sus tonos *homólogos* y con tonos simples afinados igual que su fundamental. Esperaba que los TAH obtuvieran un promedio mucho mayor que la comparación hecha con tonos simples. Sin embargo, los TAH obtuvieron la desviación estándar más baja (amarillo), lo que indica que los encuestados percibieron más o menos los mismos grados de similaridad. Es posible que este pequeño porcentaje a favor de los TAH, junto con la baja desviación estándar, nos esté indicando que esta siendo



percibida la estructura de alturas además de la fundamental. Sin embargo esto también podría ser interpretado de otras formas. Por ejemplo, podría ser que la altura percibida del tono simple o complejo este siendo asociada a la fundamental del acorde, y por eso los promedios fueron muy cercanos. Otra interpretación sería que el acorde esta siendo percibido como un “gran” tono complejo con una sola altura global, y por lo tanto la altura del tono simple es percibida como algo similar. Lo que parece ser claro es que la altura es un factor muy importante en la percepción de similaridad de este tipo de TAH. En las siguientes tablas aparecen en gris las comparaciones que involucran tonos con envolvente similar al clavecín.

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
1	<b>1TC</b>	<b>1AC</b>	5.2	3.1
25	<b>1TS</b>	<b>1AC</b>	4.7	3.3
5	<b>1TCe</b>	<b>1AC</b>	6	2.9
29	<b>1TSe</b>	<b>1AC</b>	5.3	3.4

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
33	<b>2TC</b>	<b>2AC</b>	8	1.9
57	<b>2TS</b>	<b>2AC</b>	6.1	2.5
37	<b>2TCe</b>	<b>2AC</b>	8	1.6
61	<b>2TSe</b>	<b>2AC</b>	5.8	2.4

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
65	<b>3TC</b>	<b>3AC</b>	8.2	1.9
89	<b>3TS</b>	<b>3AC</b>	6.2	2.8
69	<b>3TCe</b>	<b>3AC</b>	7.8	1.9
93	<b>3TSe</b>	<b>3AC</b>	6.6	2.4

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
97	<b>4TC</b>	<b>4AC</b>	6.7	3.2
121	<b>4TS</b>	<b>4AC</b>	5.4	3.1
101	<b>4TCe</b>	<b>4AC</b>	7.1	3.1
125	<b>4TSe</b>	<b>4AC</b>	6.7	2.8

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
129	<b>5TC</b>	<b>5AC</b>	7.1	2.6
153	<b>5TS</b>	<b>5AC</b>	4.8	2.8
133	<b>5TCe</b>	<b>5AC</b>	7.7	2.6
157	<b>5TSe</b>	<b>5AC</b>	5.2	2.7

#### Observación 4

Los tonos con envolvente de amplitud similar al clavecín no obtuvieron un promedio mucho mayor que los tonos con amplitud fija. Sorprendentemente en algunas ocasiones los promedios fueron los mismos o incluso los tonos con envolvente obtuvieron un promedio menor (azul). Esto parece estar indicando que la envolvente no juega un papel muy importante en la percepción de similaridad.

#### Tonos con altura clara y envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
1	<b>1TC</b>	<b>1AC</b>	5.2	3.1
33	<b>2TC</b>	<b>2AC</b>	8	1.9
65	<b>3TC</b>	<b>3AC</b>	8.2	1.9
97	<b>4TC</b>	<b>4AC</b>	6.7	3.2
129	<b>5TC</b>	<b>5AC</b>	7.1	2.6

#### Tonos con altura clara y envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
5	<b>1TCe</b>	<b>1AC</b>	6	2.9
37	<b>2TCe</b>	<b>2AC</b>	8	1.6
69	<b>3TCe</b>	<b>3AC</b>	7.8	1.9
101	<b>4TCe</b>	<b>4AC</b>	7.1	3.1
133	<b>5TCe</b>	<b>5AC</b>	7.7	2.6

#### Tonos con altura ambigua y envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
10	<b>1TA</b>	<b>1AA</b>	3.7	3.0
42	<b>2TA</b>	<b>2AA</b>	5.2	3.5
74	<b>3TA</b>	<b>3AA</b>	6	3.0
106	<b>4TA</b>	<b>4AA</b>	5.2	2.8
138	<b>5TA</b>	<b>5AA</b>	4.5	3.0

#### Tonos con altura ambigua y envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
14	<b>1TAe</b>	<b>1AA</b>	4.2	3.2
46	<b>2TAe</b>	<b>2AA</b>	5.2	2.9
78	<b>3TAe</b>	<b>3AA</b>	8	1.4
110	<b>4TAe</b>	<b>4AA</b>	6.7	3.0
142	<b>5TAe</b>	<b>5AA</b>	5.3	2.9

### Tonos dentro de la banda crítica y envolvente fija

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
19	<b>1TB</b>	<b>1AB</b>	3.5	3.0
51	<b>2TB</b>	<b>2AB</b>	4.8	2.8
83	<b>3TB</b>	<b>3AB</b>	3.2	3.0
115	<b>4TB</b>	<b>4AB</b>	4.7	3.0
147	<b>5TB</b>	<b>5AB</b>	4	3.0

### Tonos dentro de la banda crítica y envolvente similar al clavecín

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
23	<b>1TBe</b>	<b>1AB</b>	4.2	2.8
55	<b>2TBe</b>	<b>2AB</b>	4.5	3.2
87	<b>3TBe</b>	<b>3AB</b>	4.5	3.3
119	<b>4TBe</b>	<b>4AB</b>	6.1	2.7
151	<b>5TBe</b>	<b>5AB</b>	4.4	3.2

Recordemos que en la primer encuesta fue ejecutado un mismo acorde con 4 timbres distintos y se preguntó cuál de ellos se parecía más al sonido de una campana. Los 4 timbres utilizados fueron: piano, clavecín, cuerdas y voces. Los 2 primeros tienen una envolvente parecida a una campana, mientras que los 2 últimos tienen una amplitud fija. El porcentaje fue significativamente más alto para los timbres de piano y clavecín. Con base a estos resultados supuse que la envolvente podía haber sido determinante en la percepción de similitud. Sin embargo a partir de los resultados de esta segunda encuesta podría suponerse que el contenido de los espectros armónicos de cada uno de los 4 timbres juega un papel más trascendental en la percepción de similitud. La única excepción se presentó en la comparación 78 (amarillo). Esta fue hecha en el registro 3 y el tono implicado posee una envolvente similar al clavecín. Esta comparación arrojó uno de los promedios de similitud más altos y una de las desviaciones estándar más bajas de la encuesta.

#### Observación 4.1

Fue comparada una altura de clavecín, con un tono simple y con un tono complejo. En este caso la envolvente tampoco afectó mucho el promedio. En la comparación 96, que fue hecha en el registro 3 con un tono simple con envolvente similar al clavecín, se obtuvo el promedio más alto y una de las desviaciones estándar más bajas.

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
28	<b>1TS</b>	<b>1A</b>	5.5	3.1
60	<b>2TS</b>	<b>2A</b>	6.7	3.4
92	<b>3TS</b>	<b>3A</b>	6.5	3.5
124	<b>4TS</b>	<b>4A</b>	7.5	2.8
156	<b>5TS</b>	<b>5A</b>	6.2	3.1

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
32	<b>1TSe</b>	<b>1A</b>	6.1	3.0
64	<b>2TSe</b>	<b>2A</b>	7.5	3.0
96	<b>3TSe</b>	<b>3A</b>	8.4	1.4
128	<b>4TSe</b>	<b>4A</b>	7.6	2.8
160	<b>5TSe</b>	<b>5A</b>	6.2	3.3

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
4	<b>1TC</b>	<b>1A</b>	4.5	2.9
36	<b>2TC</b>	<b>2A</b>	5.4	2.1
68	<b>3TC</b>	<b>3A</b>	5	3.1
100	<b>4TC</b>	<b>4A</b>	5.2	2.6
132	<b>5TC</b>	<b>5A</b>	5.3	3.4

Comp.	Muestras		Promedio	Desviación Estándar
8	<b>1TCe</b>	<b>1A</b>	4.8	2.8
40	<b>2TCe</b>	<b>2A</b>	5.7	3.0
72	<b>3TCe</b>	<b>3A</b>	5.9	2.2
104	<b>4TCe</b>	<b>4A</b>	6	2.6
136	<b>5TCe</b>	<b>5A</b>	5.8	3.1

### Observaciones e interpretaciones generales de los resultados:

- Los TAH siempre fueron percibidos con mayor similitud que cualquier otro par de muestras en todos los registros. Esto parece indicar que la estructura de alturas está siendo percibida y que existe un vínculo acústico y psicoacústico entre los TAH.
- La zona del registro auditivo afecta notablemente la percepción de una misma estructura de alturas. En el registro 2, 3 y 4 se presentaron los promedios más altos de similaridad, mientras que en los registros 2 y 3 se presentaron las desviaciones estándar más bajas. Esto evidencia la importancia que tiene el registro en la percepción de acordes, por lo que sería muy importante tomarlo en cuenta para la organización y análisis de la armonía.

- El registro 3 reporta los promedios de similitud más altos para los TAH con claridad en la altura y también para los que tienen ambigüedad.
- Los promedios de los TAH con sus parciales dentro de la banda crítica son bajos excepto en el registro 4 donde alcanzaron un promedio de 6.1 y una desviación estándar de 2.7. Esto podría estar indicando que este tipo de estructuras de alturas es difícil de percibir en la mayor parte del registro auditivo.
- Los resultados de esta segunda encuesta hacen suponer que la envolvente de amplitud no afecta mucho la percepción de similitud de los TAH. Como mencioné en la observación 4, en la primer encuesta supuse que la envolvente podía haber sido determinante en la percepción de similitud, sin embargo, a partir de los resultados de esta segunda encuesta, podría pensarse que el contenido espectral de cada uno de los cuatro timbres juega un papel más trascendental en la percepción de similitud.

## Capítulo III

### Reflexiones teóricas inspiradas en algunos aspectos de la psicoacústica de los tonos complejos

En las secciones 3.1, 3.2 y 3.3 desarrollé una serie de reflexiones teóricas en donde describo el proceso de gestación de mi boceto de espacio armónico, y en la sección 3.4 desarrollé el concepto de *Transformaciones armónico-tímbricas*, que nació dentro del contexto de las primeras reflexiones.

#### 3.1 Espacio armónico con fronteras subjetivas

Trazar las fronteras de un espacio armónico basado en la percepción es una tarea bastante compleja porque las fronteras o límites de la percepción no pueden ser definidas con exactitud. Esto se debe a que una buena parte de los umbrales psicoacústicos varían de individuo a individuo. Hablar de percepción implica hablar de subjetividad. Para poder organizar los acordes tomando en cuenta como los percibimos hacen falta una gran cantidad investigaciones psicoacústicas. En este sentido las investigaciones que he citado y las encuestas que he realizado sirven para darnos una idea de la importancia que juegan el registro auditivo y el timbre en la percepción de los acordes. De este modo es posible visualizar lo que podrían llegar a aportar estos parámetros si los tomáramos en cuenta dentro de la organización y análisis de la armonía. Sólo a través de una investigación psicoacústica podremos establecer con cierta objetividad las fronteras de un espacio armónico de este tipo. A pesar de estas limitantes existen ciertos márgenes dentro de la percepción con los cuales se puede trabajar para diseñar un boceto.

El espacio armónico que pretendo bosquejar pretende organizar la armonía utilizando la percepción como eje principal. El boceto se basa en la idea de que los TAH no son muy distintos entre sí a nivel de la percepción. Como ya fue expuesto en el capítulo II es muy difícil de comprobar científicamente este vínculo. Sin embargo existen indicios que indican que los TAH podrían estar siendo relacionados debido que comparten la misma estructura de altura. En las encuestas realizadas los TAH siempre fueron percibidos con mayor similitud que cualquier otro par de muestras. Si bien esta información no es generalizable al resto de la población, por lo menos sí es suficiente como para justificar el desarrollo de un boceto teórico basado en esta especulación. Este vínculo permite en teoría trasladar algunos principios psicoacústicos que actúan en el plano de los tonos complejos, y utilizarlos como criterio para organizar los acordes desde otra perspectiva. Como ya mencioné antes, me baso en las investigaciones sobre la claridad y ambigüedad en la altura; la fusión y fisión tonal; la escucha *analítica* vs. *holística*; así como en los fenómenos que ocurren dentro de la banda crítica: batimientos, rugosidad y el límite de discriminación de frecuencia. Además de esto considero como el registro auditivo y el timbre de los instrumentos afectan la percepción de los acordes. A continuación explicaré los orígenes del boceto que se remontan a mi tesis de maestría (Aguilar, S., 2011, pp. 42-54). Las reflexiones

teóricas de este doctorado parten de esta idea primigenia. A continuación voy a explicar el boceto original con algunas modificaciones hechas en este doctorado.

### **3.2 Primer boceto del espacio armónico**

La idea inicial fue encontrar un esquema sencillo que me permitiera organizar los acordes justos en un mismo espacio armónico. Esto me llevó a simplificar demasiado el espacio y a no considerar el registro auditivo ni el timbre de los instrumentos que ejecutan los acordes. En este primer boceto de espacio armónico, catalogué los acordes justos en 4 regiones a partir del concepto del TAH. El método que utilicé para catalogar los acordes consistió analizar sus alturas como si fueran los parciales armónicos de un tono complejo, por ejemplo, una triada mayor en posición cerrada sería analizada como un tono compuesto por los armónicos 4, 5 y 6 (ilustración 3.1 segundo compás). De este modo analicé los acorde atribuyéndoles las mismas características de los tonos. Este método de catalogación resultó ser muy simplista, porque para saber cómo va a ser percibido un acorde, es necesario considerar el registro y el timbre de los instrumentos. Sin embargo, en esta parte del proceso creí que un esquema simple podría darme una fórmula universal, y procedí a agrupar los acordes según las características que tendrían si hipotéticamente fueran tonos complejos.

Las regiones armónicas las definí a partir de los fenómenos psicoacústicos que considero son los más sobresalientes y comunes en la percepción de los tonos complejos. En total planteo 4 regiones armónicas porque en mi experiencia he observado que son 4 las sonoridades más peculiares, comunes y distinguibles al escuchar acordes y tonos complejos. La terminología que empleo para nombrar y describir cada una de las regiones la desarrollé a partir de la terminología y conceptos de los propios fenómenos psicoacústicos. A continuación aparece la descripción de las características generales de cada región armónica.

#### **Fusión tonal-claridad en la altura**

En esta región son agrupados los acordes que son *homólogos* a los tonos que producen una altura clara, y que tienen una tendencia a ser percibidos en una sola imagen sonora, es decir, que presentan un alto grado de fusión tonal. La teoría psicoacústica dice que incluso los tonos que carecen de fundamental pueden ser percibidos con altura. Para esto es necesario que contengan por lo menos un par de armónicos contiguos dentro de sus primeros 7 parciales. Los acordes de esta región deben tener una estructura análoga a este tipo de tonos. A continuación podemos ver algunos ejemplos. Para hacer más fluida la redacción en algunas ocasiones llamaré armónicos a las alturas que componen los acordes.

F= 55hz

Ilustración 3.1

La fundamental de todos los ejemplos es *LA* y su frecuencia aparece debajo del primer cifrado. Cuando la fundamental cambie de octava su frecuencia será indicada nuevamente.

El primer acorde tiene sus 5 primeros armónicos y es el único del ejemplo que posee fundamental. El resto de los acordes tienen parciales contiguos dentro de los primeros 7. En teoría si estos fueran tonos complejos serían percibidos con una altura de 55hz.

Para complementar la clasificación de los acordes utilizo la terminología de Huron. Esta organiza las consonancias perfectas como el unísono, la octava y la quinta con una fusión tonal aumentada, y a las consonancias imperfectas como la tercera y la sexta con una fusión tonal comparativamente baja. En este sentido la tercera mayor justa no debería de pertenecer a esta región armónica, sin embargo consideré las siguientes 2 razones a favor de incluir este intervalo en esta región:

- Es el intervalo que complementa la triada mayor que es fundamental dentro de la tonalidad.
- La tercera mayor justa formada por los parciales 5 y 6 genera poca rugosidad por estar sus alturas fuera de la banda crítica en la mayor parte del registro auditivo. Si se desea lograr un mejor grado de fusión es preferible que las alturas del intervalo se encuentren separadas por una o más octavas, o bien en inversión como sexta. De ese modo la esencia del intervalo estará presente sin que sus alturas caigan dentro de la banda crítica.

Otro criterio para esta región fue omitir el séptimo armónico porque genera intervalos de segunda y séptima, los cuales producen disonancia perceptual y disminuyen la fusión tonal. Si bien esta región alberga pocos acordes, sus características psicoacústicas están muy bien definidas: todos tienen una tendencia a ser percibidos con fusión tonal y con consonancia perceptual.



### Fusión tonal disminuida-claridad en la altura

En esta región se encuentran los acordes que son *homólogos* a los tonos que son percibidos con altura, pero que su fusión tonal es disminuida debido a la presencia de consonancias imperfectas que se encuentran en el límite de la banda crítica. El intervalo 7/6 se encuentra en este umbral porque es la tercera menor más grande que se genera dentro de la serie armónica. Además de esto es el último intervalo dentro del espectro que permite la percepción de altura, recordemos que un espectro por lo menos debe de contar con los parciales 6 y 7 para este efecto. Esta región puede verse como una graduación intermedia entre las *fusión tonal-claridad en la altura* y la *fusión tonal-ambigüedad en la altura-rugosidad*.

<p>16 (1) 12 (3) 10 (5) 7 6</p> <p>F= 27.5hz</p>	<p>7 6 5</p> <p>F= 55hz</p>	<p>10 (5) 7 4 3</p>	<p>7 6 3 2</p>
--	-------------------------------------	---------------------------------	----------------------------

Ilustración 3.2

Todos los acordes de la ilustración excepto el primero tienen varios armónicos dentro de los primeros 7. Este acorde se encuentra en los límites de la región, porque un tono con estas características estaría al límite de la percepción de su altura. Una constante que tienen todos los acordes de esta región es el armónico 7.

### Fusión tonal-ambigüedad en la altura-rugosidad

Los acordes de esta región son *homólogos* a los tonos que no generan ningún tipo de fusión, que no poseen altura clara y que tienen rugosidad. Esta región es muy rica en posibilidades porque existen una gran variedad de intervalos disonantes que pueden ser empleados. Estas posibilidades pueden acrecentarse si son empleadas escalas de más de 12 alturas. A continuación aparecen 4 ejemplos con la escala cromática.

15  
13  
11  
9  
F= 27.5hz

19  
16 (1)  
13  
11  
F= 13.75hz

24 (3)  
18 (9)  
13  
8  
F= 6.875hz

26 (13)  
21  
19  
9  
F= 27.5hz

Ilustración 3.3

Los intervalos de estos acordes buscan estar dentro de la banda crítica pero sin sobrepasar el límite de discriminación de frecuencia. Dado que los tonos simples con intervalos mayores a la banda crítica no generan rugosidad, evité usar intervalos grandes en estos ejemplos. Esta es una limitante para este modelo de organización, porque no es posible predecir cómo vamos a percibir estos intervalos una vez que sean ejecutados por diferentes instrumentos. Es muy probable que la mayoría de los intervalos disonantes que son más grandes que la banda crítica generen rugosidad, debido a los probables choques que se generarían entre los espectros armónicos que participan en el intervalo.

### Fusión dentro de la banda crítica-ambigüedad en la altura-rugosidad y batimentos

Los acordes de esta región son homólogos a los tonos que tienen sus parciales dentro de la banda crítica y fuera del límite de discriminación de frecuencia. Esto genera la percepción de una sola masa de batimentos y rugosidad. Para generar una mayor variedad de acordes es recomendable utilizar escalas de más de 12 alturas por octava, porque mientras más pequeños y diversos sean los intervalos de una escala, mayor será variedad de frecuencias en los batimentos. A continuación aparecen 4 ejemplos posibles con la escala cromática.

13  
12 (3)  
11  
10 (5)  
9  
F= 27.5hz

22 (11)  
21  
20 (5)  
19

16 (1)  
15  
14 (7)  
13

19  
18 (9)  
17  
16 (1)

Ilustración 3.4

Todos los acordes del ejemplo están compuestos por parciales contiguos y no cuentan con sus primeros 7 armónicos. Dado que los intervalos de la serie armónica se vuelven gradualmente más pequeños, los acordes compuestos por parciales más lejanos a la fundamental tenderán a escucharse con mayor fusión, por que sus frecuencias estarán fuera del límite de discriminación de frecuencia.

### Combinación de las regiones armónicas

Es posible que ciertos acordes tengan características de más de una región, pero estas características al estar mezcladas no son fáciles de distinguir. En el segundo compás de la ilustración 3.5 podemos observar que las cuatro alturas más agudas están muy cerca entre sí, lo que provoca que queden fuera del límite de discriminación de frecuencia y sean percibidas como una masa de batimentos. En contraste las tres alturas más graves generan *fisión*, *rugosidad* y *ambigüedad*. Al escuchar detenidamente este acorde es posible percibir ambas características simultáneamente.

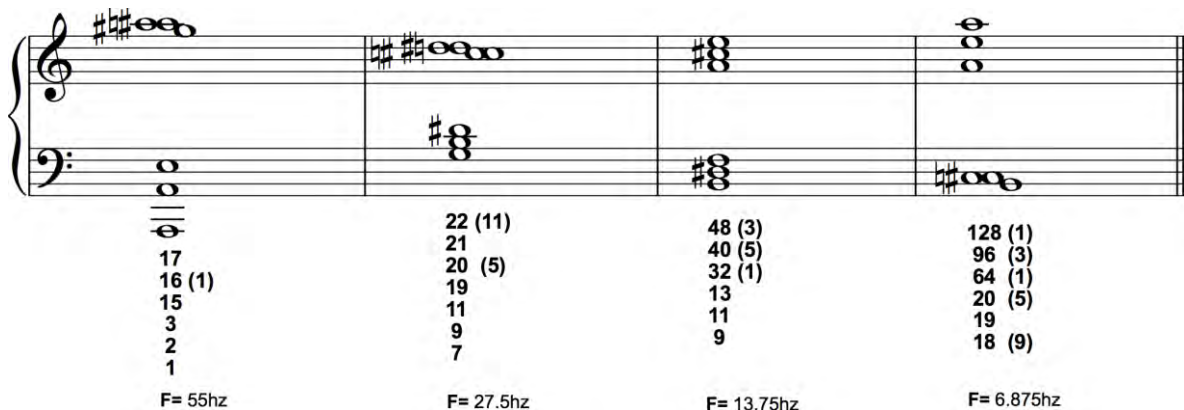


Ilustración 3.5

Es recomendable que exista una distancia interválica considerable entre cada fenómeno, para que estos puedan ser escuchados por separado y no se empalmen ni enmascaren. Existen algunas limitantes para la combinación de las regiones porque no es posible combinar en un mismo acorde características antagónicas como por ejemplo, fusión y fisión, o consonancia y disonancia perceptual. En los ejemplos de los compases 1 y 4 son combinados acordes que tienden a ser percibidos con fusión tonal, con acordes que tienden a ser percibidos con fusión, rugosidad y batimentos. En este caso la rugosidad y los batimentos disminuyen la fusión tonal y la consonancia, pero al estar separados los dos efectos, es posible apreciar que existen dos sonoridades diferentes. En el compás 3 se combinan dos triadas: una que tiende a ser percibida con fusión tonal, y otra que tiende a ser percibida con fisión, rugosidad y ambigüedad. En este caso la fusión tonal tienden a ser opacada por la fisión, rugosidad y ambigüedad.

## Organización de las regiones armónicas

El criterio con que organicé las 4 regiones se basa en un análisis que realicé a los intervalos de la serie de armónicos naturales. El análisis es hipotético, está hecho a partir de la proporción y no considera el registro auditivo, es decir, funciona como cuando catalogamos un intervalo de quinta como consonante, sin cuestionar en que zona del registro será ejecutado. En el análisis estudio la manera en que se distribuyen las regiones armónicas a lo largo de la serie. Como es sabido los intervalos que se forman entre los armónicos contiguos, se vuelven gradualmente más pequeños o estrechos a medida que se alejan de la octava producida por la fundamental y el primer armónico. Al analizar los intervalos tenemos que las regiones armónicas se distribuyen de una manera muy particular. A continuación aparece una tabla con los primeros 22 intervalos. Estos aparecen analizados en fracción, proporción y en cents (centésimos de semitono).

Componente	Fracción	Proporción	Intervalo (Cents)
1	1/1	1	0
2	2/1	2	1200
3	3/2	1.5	702
4	4/3	1.333333	498
5	5/4	1.25	386
6	6/5	1.2	316
7	7/6	1.166667	267
8	8/7	1.142857	231
9	9/8	1.125	204
10	10/9	1.111111	182
11	11/10	1.1	165
12	12/11	1.090909	151
13	13/12	1.083333	139
14	14/13	1.076923	128
15	15/14	1.071429	119
16	16/15	1.066667	112
17	17/16	1.0625	105
18	18/17	1.058824	99
19	19/18	1.055556	94
20	20/19	1.052632	89
21	21/20	1.05	84
22	22/21	1.047619	81

**Ilustración 3.6** Los cálculos fueron realizados con un programa hecho en Javascript por Felipe Orduña.

Los cuatro primeros intervalos poseerían altura clara, fusión tonal, consonancia perceptual, y no generarían batimentos ni rugosidad. Estas características corresponden a la región de la *Fusión tonal-claridad en la altura*, por lo que tenemos que esta es la primer región en aparecer en la serie de armónicos naturales.

Los intervalos 5/4 y 6/5 son consonancias imperfectas por lo que representan una degradación de la fusión pero no de la claridad en la altura. En teoría un tono dentro de la región dominante, compuesto sólo con los parciales 4 y 5, o con los parciales 6 y 5, debería de ser percibido con una fundamental virtual y

con altura, igual que los primeros intervalos de la serie. De este modo tenemos que el intervalo  $6/5$  es el último en pertenecer a la región de la *Fusión tonal-claridad en la altura*.

Es evidente como a medida que la serie avanza los intervalos se vuelven menos consonantes. La tercera mayor justa es menos consonante que la quinta, y la quinta es menos que la octava. El intervalo  $7/6$  es la primera tercera menor que aparece en la serie y por lo tanto es el primer intervalo en estar en los márgenes de la banda crítica, por lo que podría ser percibido con rugosidad. Por lo tanto tenemos que la región de la *Fusión tonal disminuida-claridad en la altura* inicia con este intervalo. Otra característica de esta región es la percepción de altura. Recordemos que para que un tono complejo pueda ser percibido con una fundamental virtual, por lo menos debe de contar con los armónicos 6 y 7. Por lo que este intervalo representa la frontera entre la claridad y la ambigüedad en la altura.

Los intervalos  $9/8$ ,  $10/9$ , y  $11/10$  son segundas mayores de diferentes tamaños. La proporción  $8/7$  es la más grande seguida de la  $9/8$  y la más pequeña es la de  $10/9$ . Al estar los intervalos dentro de la banda crítica podrían ser percibidos con rugosidad, pero aún sería posible distinguir las alturas por separado. Por otro lado estos intervalos serían percibidos con ambigüedad en la altura y sin una fundamental virtual. De este modo la tercer región en emerger es *Fisión tonal-ambigüedad en la altura-rugosidad*.

A partir del intervalo  $12/11$  se forman una serie de segundas menores. Estos intervalos están fuera del límite de discriminación de frecuencia y por lo tanto las frecuencias no pueden ser percibidas por separado. A este fenómeno le llamo *fusión dentro de la banda crítica* porque de manera similar a la fusión tonal, los armónicos se funden pero en este caso en una masa de batimentos. Por lo tanto tenemos que la cuarta región armónica en aparecer es la *Fusión dentro de la banda crítica-ambigüedad en la altura-rugosidad y batimentos*. De este modo tenemos que las regiones armónicas aparecen dentro de la serie de la siguiente manera:

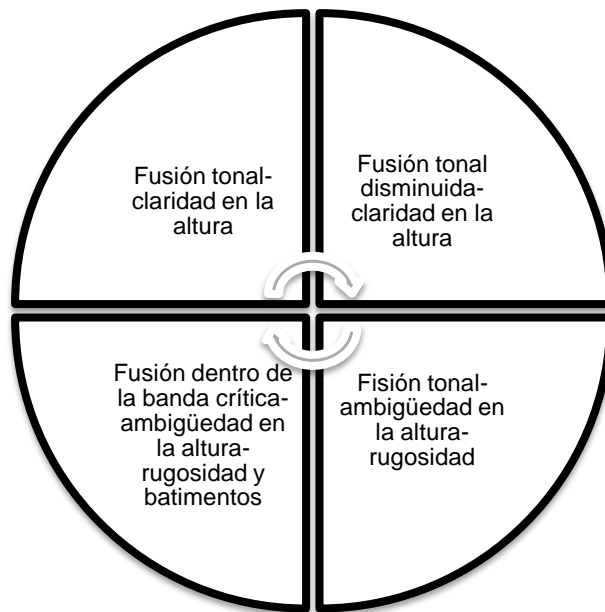
1. *Fusión tonal-claridad en la altura*
2. *Fusión tonal disminuida-claridad en la altura*
3. *Fisión tonal-ambigüedad en la altura-rugosidad*
4. *Fusión dentro de la banda crítica-ambigüedad en la altura-rugosidad y batimentos*

Ahora bien, si continuamos este análisis hipotético de los intervalos, llegaríamos a un punto en donde la proporción es perceptualmente equivalente al unísono. Es decir, la proporción nunca será matemáticamente igual a uno, pero el intervalo resultante sería percibido como un unísono. En la siguiente tabla podemos observar esta tendencia en las proporciones. El intervalo de  $3463/3562$  es redondeado a 0 cents aún cuando la proporción es marcada con 1.000289. Esto es porque los centésimos de tono son una medida de la percepción, en donde las fracciones decimales suele ser redondeadas porque no son percibidas.

Componente	Fracción	Proporción	Intervalo (Cents)
3452	3452/3451	1.00029	1
3453	3453/3452	1.00029	1
3454	3454/3453	1.00029	1
3455	3455/3454	1.00029	1
3456	3456/3455	1.000289	1
3457	3457/3456	1.000289	1
3458	3458/3457	1.000289	1
3459	3459/3458	1.000289	1
3460	3460/3459	1.000289	1
3461	3461/3460	1.000289	1
3462	3462/3461	1.000289	1
3463	3463/3462	1.000289	0

**Ilustración 3.7** Los cálculos fueron realizados con un programa hecho en Javascript por Felipe Orduña.

Para que estos armónicos hipotéticos pudieran ser audibles, la fundamental tendría que ser infrasónica. Por ejemplo, si la fundamental fuera de 0.5Hz, entonces el armónico 3462 sería de 1731Hz y el armónico 3463 de 1731.5Hz. Es importante aclarar que la intención de este análisis no es encontrar el momento preciso de la serie en que se llega al unísono perceptual, sino más bien, reconocer que en algún punto existe un retorno a la primer región armónica. En la siguiente ilustración aparece esta idea representada de manera esquemática.



**Ilustración 3.8**

Las flechas que aparecen al centro del círculo representan el giro o retorno de las regiones armónicas dentro de la serie de armónicos naturales. Por lo que este

esquema sugiere un espacio armónico en donde las regiones se suceden de manera cíclica.

### 3.3 Desarrollo del primer boceto

Si tomáramos el anterior boceto y lo adaptáramos a diferentes zonas del registro auditivo, lo primero que notaríamos es que las fronteras entre las regiones cambiarían de ubicación. Una triada mayor justa, en posición cerrada, ejecutada en el parte más grave del registro auditivo, sería percibida con rugosidad porque el ancho de la banda crítica en esta zona puede llegar a ser mayor a una quinta. Por otro lado, las alturas de la tercera mayor podrían no ser percibidas por separado, porque el límite de discriminación de frecuencia en esta zona puede ser superior a una tercera mayor. Por el contrario, la misma triada en el registro medio y agudo sería percibida con un alto grado de consonancia perceptual, y sus alturas podrían ser percibidas por separado si se escuchan de manera *analítica*. Por lo tanto, la triada mayor tendría que ser clasificada dependiendo de la zona del registro en donde se ejecute. Todo esto nos indica que la correlación entre percepción y proporción varía a lo largo del registro auditivo, lo que contradice el planteamiento estático del modelo original.

En el siguiente esquema abstracto aparece nuestro espacio representado como un cilindro, en donde cada óvalo es una proyección de un círculo que contiene las 4 regiones armónicas. El esquema muestra ahora las diferentes zonas del registro auditivo. El óvalo que se encuentra en la parte superior representa el umbral agudo de nuestra audición, mientras que el óvalo que se encuentra en la parte inferior representa el umbral grave; de manera similar los óvalos a lo largo del cilindro representan puntos intermedios del registro auditivo. Si pudiéramos compararlos podríamos observar como cambian las fronteras de las regiones armónicas según la zona del registro.

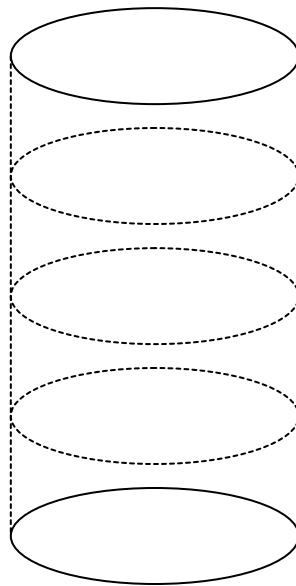


Ilustración 3.9

En este esquema aún no estoy considerando que cada instrumento genera diferente contenido espectral y envolvente de amplitud, por lo que será necesario replantear el esquema para representar el timbre. Imaginemos ahora un espacio armónico que contenga todos los acordes posibles, ejecutados por un mismo tipo de instrumento, en todo sus registros. En el caso de los instrumentos melódicos como los alientos madera y metal, estoy considerando los acordes que podrían ser ejecutados por varios instrumentos del mismo tipo. De este modo sería posible contener en un mismo espacio armónico todas las posibilidades de un mismo timbre instrumental. A esto lo llamaré: *posibilidades armónico-tímbricas de un instrumento*. De este modo tenemos que cada instrumento tiene su propio espacio armónico con sus propias *posibilidades armónico-tímbricas*. Ahora bien, si cada instrumento posee un espacio *armónico-tímbrico* individual, entonces una orquesta o un ensamble mixto posee un espacio multidimensional, o al menos implicaría considerar un universo en donde se interrelaciona varios espacios *armónico-tímbricos* diferentes.

En el siguiente esquema abstracto, aparecen los espacios *armónico-tímbricos* de 3 instrumentos diferentes. En la parte central del esquema se puede apreciar como los instrumentos A, B y C se intersectan. Esto significa que los 3 instrumentos comparten una cierta cantidad de características *armónico-tímbricas*.

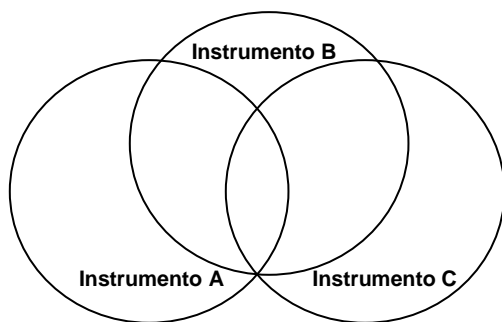


Ilustración 3.10

El tamaño de esta intersección variará dependiendo de la cantidad de características *armónico-tímbricas* que compartan los instrumentos. Por ejemplo, si comparamos un violín, una viola y un chelo, seguramente la relación *armónico-tímbrica* sería muy grande; pero si por el contrario, comparáramos un piano, un gamelán de indonesia, y un balafón africano, esta intersección sería mucho más pequeña, o incluso podría no existir, debido a que los instrumentos poseen distinta afinación y características tímbricas. Esto ocasiona que los instrumentos no puedan generar los mismos acordes y por lo tanto sus espacios *armónico-tímbricos* no se intersectan. A continuación podemos observar esta idea de manera esquemática.



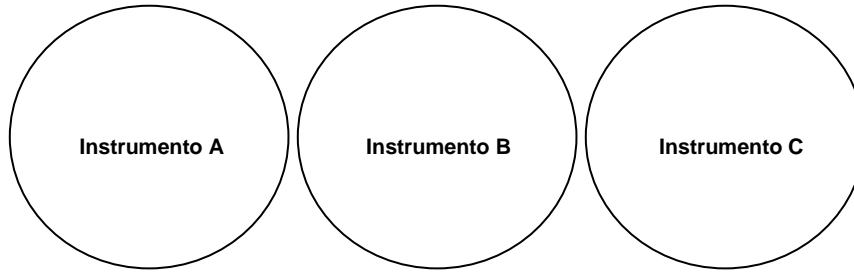


Ilustración 3.11

Con lo anterior podemos pensar que existen por lo menos tres formas básicas de relación entre los instrumentos. El tercer caso sería donde uno de los instrumentos tiene relación con dos instrumentos, pero dos de ellos no tienen relación entre sí. A continuación podemos observar esta idea de manera esquemática.

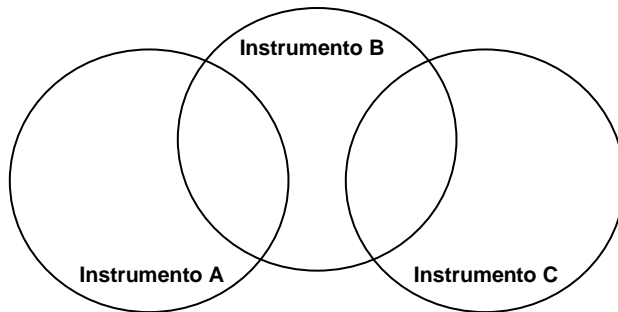


Ilustración 3.12

En este caso el instrumento B tiene relación con los instrumentos A y B, pero el instrumento A no tiene ninguna relación con C.

Seguramente en la práctica las formas en que se interrelacionan los instrumentos son mucho más complejas que esto, pero mientras no existan investigaciones que nos permitan trazar las fronteras de nuestro espacio *armónico-tímbrico*, no podremos ir más allá de este modelo teórico. Las investigaciones sobre la percepción de la altura y los fenómenos de la banda crítica, fueron hechas sólo con intervalos de tonos simples. Hacen falta investigaciones psicoacústicas en ambientes controlados acerca de como percibimos un mismo intervalo o acorde con diferentes timbres de instrumentos. Esto es importante porque la percepción de un intervalo depende en gran medida del contenido armónico de los tonos complejos participantes. La consonancia perceptual por ejemplo, depende en gran medida de la interacción de los espectros armónicos de un intervalo. Si ambos espectros tienen una gran cantidad de armónicos en común, y estos no producen batimientos ni rugosidad entre sí, entonces el intervalo será percibido con consonancia perceptual. Pero si por el contrario, los espectros del intervalo no tienen armónicos comunes, y además

caen dentro de la banda crítica ocasionando la percepción de rugosidad y batimientos, entonces el intervalo será percibido con disonancia perceptual.

### 3.4 Transformaciones armónico-tímbricas

Si un pulso repetitivo es acelerado lo suficiente llegará a ser percibido como una frecuencia continua. Si en vez de un pulso utilizamos un acorde, también percibiremos al acelerarlo una frecuencia continua pero con una estructura armónica más compleja, a esto lo llamaré *pulso armónico*. Es posible hacer pequeñas transformaciones en la tímbrica del *pulso armónico*, a través de ligeros cambios en las proporciones del acorde, de la misma manera en que un tono complejo puede ser modificado en su timbre, si se alteran los componentes de su espectro armónico. Aunque esta metodología es de naturaleza discontinua, puede ser percibida como continua si el *pulso armónico* es lo suficientemente rápido. Sin embargo, mi trabajo no aborda la continuidad, por lo que sólo me limito a mencionar los alcances que puede llegar a tener esta metodología.

La primer ocasión en donde exploré esta idea fue en la composición *Arquitectura sonora* para clavecín a cuatro manos que realicé en la maestría (Aguilar, 2011, pp. 76-80). Esta obra utiliza la escala justa diatónica y se distingue por emplear una secuencia de acordes con la misma duración de principio a fin (*tempo*: negra igual a 120). En el pasaje que va del compás 42 al 48, manipulé el timbre del *pulso armónico* de manera gradual, saturando la armonía con alturas cercanas. Varias de las alturas son comunes entre los acordes, esto provoca un pedal armónico que le da unidad a la secuencia. El resultado es una masa de batimientos que se repite, pero con variaciones tímbricas provocadas por las notas que no son comunes a los acordes.

336 (21)	176 (11)	768	88 (11)	192 (3)	176 (11)	352 (11)
288 (9)	152 (19)	608	80 (5)	168 (21)	168 (21)	320 (5)
240 (15)	136 (17)	512	72 (9)	144 (9)	144 (9)	288 (9)
216 (27)	120 (15)	448	64 (1)	128 (1)	128 (1)	256 (1)
192 (3)	96 (3)	416	56 (7)	112 (7)	112 (7)	224 (7)
152 (19)	80 (5)	336 (21)	52 (13)	104 (13)	104 (13)	208 (13)
120 (15)	64 (1)	256(1)	40 (5)	80 (5)	80 (5)	160 (5)
104 (13)	54 (27)	208(13)	34 (17)	68 (17)	68 (17)	136 (17)
80 (5)	40 (5)	160(5)	26 (13)	56 (7)	56 (7)	112 (7)
54 (27)	34 (17)	136(17)	20 (5)	52 (13)	52 (13)	104 (13)
42 (21)	26 (13)	120(15)	17	44 (11)	44 (11)	88 (11)
27	18 (9)	104(13)	15	34 (17)	38 (19)	96 (19)
16 (1)	12 (3)	76 (19)	13	30 (15)	34 (17)	68 (17)
	7	52 (13)	10 (5)	26 (13)	30 (15)	60 (15)
		27	7	20 (9)	26 (13)	52 (13)
			4 (1)	13	20 (5)	42 (21)
				7	13	26
					7	20 (5)
						15

Ilustración 3.13

El cifrado que aparece debajo de los acordes indica el armónico al que corresponde cada altura, para mayor información consultar la sección 4.4.

En un segundo pasaje que se da al final de la obra, se logra un efecto tímbrico interesante. Este pasaje se construye sobre la serie de armónicos naturales. En el cifrado se puede observar como se construye la serie de *La* comenzando con sus armónicos superiores.

62

21	22	24	24	24
20	21	22	22	22
19	20	21	21	21
18	19	20	20	20
17	18	19	19	19
16	17	18	18	18
15	16	17	17	17
14	15	16	16	16
	14	15	15	15
		14	14	14
			13	13

4 67

24	24	24	24	24
22	22	22	22	22
21	21	21	21	21
20	20	20	20	20
19	19	19	19	19
18	18	18	18	18
17	17	17	17	17
16	16	16	16	16
15	15	15	15	15
14	14	14	14	14
13	13	13	13	13
12	12	12	12	12
11	11	11	11	11
	10	10	10	10
	10	9	9	9
			8	8
				7

72

24	24	24	24	24	24
22	22	22	22	22	22
21	21	21	21	21	21
20	20	20	20	20	20
19	19	19	19	19	19
18	18	18	18	18	18
17	17	17	17	17	17
16	16	16	16	16	16
15	15	15	15	15	15
14	14	14	14	14	14
13	13	13	13	13	13
12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11
10	10	10	10	10	10
9	9	9	9	9	9
8	8	8	8	8	8
7	7	7	7	7	7
6	6	6	6	6	6
	5	5	5	5	5
		4	4	4	4
			3	3	3
				2	2
					1

Ilustración 3.14

De manera similar al pasaje anterior, el pedal armónico que se establece con las alturas agudas proporciona unidad a la secuencia. Es interesante como surge de un *cluster* la serie de armónicos naturales.

Para este trabajo compuse dos obras que exploran diversas posibilidades del *pulso armónico*. La primera que analizaré se titula *Estudio armonía-timbre* y es para clavecín y cinta. A diferencia de *Arquitectura sonora*, en esta obra intercalé un silencio entre los acordes para evitar la percepción de polifonía entre las voces de los acordes.

Sergio A. Aguilar A

♩ = 100

Senoidales

Clave

Dejar vibrar siempre

19  
17  
15  
13  
11  
9

19  
17  
15  
13  
11  
9

9

17 21 II 46 (23) 50 (25)

15 19 21 19

13 13 11 15

19  
17  
15  
13  
11  
9

Ilustración 3.15

La obra comienza con un acorde que se repite 12 veces y que es acompañado por senoidales que cambian de frecuencia en cada ejecución del acorde. El objetivo de esta sección es provocar ligeros cambios en el timbre del acorde a través de las senoidales. La amplitud de estas es baja para que se integren de manera sutil al timbre del acorde. Sus frecuencias al principio coinciden con las alturas del acorde, pero conforme avanza la secuencia comienzan a ejecutar otros armónicos de la serie. Al terminar esta sección los acordes cambian de proporción en cada pulso.

Otro momento en donde se puede observar un cambio gradual en el timbre del *pulso armónico* es al final de la obra. Este pasaje se construye con acordes muy densos que generan junto con las senoidales una masa continua de batimientos y rugosidad.

The musical score consists of several staves. The top staff is a bass clef with a key signature of one sharp (F#) and a common time signature. It contains a melodic line with slurs and dynamic markings. Below it are two staves labeled 'I' and 'II', each with a bass clef and a key signature of one sharp. These staves contain melodic lines with various dynamics and slurs. The bottom two staves are a grand staff (treble and bass clefs) with a key signature of one sharp, containing chordal accompaniment. Performance instructions include dynamics such as *mp*, *p*, *mf*, *f*, *pp*, *ff*, and *fff*. Numerical values in parentheses are placed throughout the score, often indicating specific measures or fingerings. At the bottom of the page, there are three columns of numerical data corresponding to the staves above.

96 (3)	96 (3)	96 (3)
80 (5)	80 (5)	84 (21)
64 (1)	66 (33)	76 (19)
62 (31)	64 (1)	72 (9)
58 (29)	62 (31)	66 (33)
56 (7)	59	64 (1)
50 (25)	58 (29)	62 (31)
48 (3)	56 (7)	59
47	53	58 (29)
43	50 (25)	56 (7)
37	48 (3)	53
35	47	52 (13)
31	46 (23)	50 (25)
	43	48 (3)
	41	47
	37	46 (23)
	35	43
	31	41
		37
		35
		31

Ilustración 3.16

140

II  $mp > pp$   $p$   $f$   $p$

188 (47)  
184 (23)  
82 (43)

I  $p < f$   $p$   $mp$   $p$   $mf$

152 (19)  
144 (9)  
136 (17)

I  $ff$   $p < ff$   $mp$   $fff$   $mp$

II  $p$   $ff$   $p$   $ff$

II  $pp$   $ff$   $mp$   $mf$   $f$   $mp$

I  $p$   $ff$   $mp$   $ff$

96 (3)  
88 (11)  
84 (21)  
80 (5)  
76 (19)  
72 (9)  
68 (17)  
66 (33)  
64 (1)  
62 (31)  
60 (15)  
59  
58 (29)  
56 (7)  
54 (27)  
53  
52 (13)  
50 (25)  
48 (3)  
47  
46 (23)  
43  
41  
37  
35  
31

96 (3)  
88 (11)  
84 (21)  
80 (5)  
76 (19)  
72 (9)  
68 (17)  
66 (33)  
64 (1)  
62 (31)  
60 (15)  
59  
58 (29)  
56 (7)  
54 (27)  
53  
52 (13)  
50 (25)  
48 (3)  
47  
46 (23)  
43  
41  
37  
35  
31

96 (3)  
88 (11)  
84 (21)  
80 (5)  
76 (19)  
72 (9)  
68 (17)  
66 (33)  
64 (1)  
62 (31)  
60 (15)  
59  
58 (29)  
56 (7)  
54 (27)  
53  
52 (13)  
50 (25)  
48 (3)  
47  
46 (23)  
43  
41  
37  
35  
31

Ilustración 3.17

Aunque el ataque de los acordes rompe la continuidad del discurso de las senoidales, estos se integran y fluyen dentro de la masa de batimentos como un mismo gesto.

La segunda obra que analizaré tiene como objetivo estudiar de manera exhaustiva el *pulso armónico*. Esta es sólo para clavecín y se titula *Transformaciones armónico-tímbricas*. Para ella ideé una estrategia que me permitió evitar la percepción de polifonía entre las voces, e incrementar la velocidad del *pulso armónico* a un ritmo de octavos a un tiempo de 160. Esto es considerablemente más rápido que las piezas anteriores, y se debe a la utilización de una mejor estrategia compositiva, la cual consiste en utilizar combinaciones de alturas cercanas en afinación, para evitar saltos interválicos que puedan ser percibidos como movimiento melódico. En el siguiente pasaje de la obra se puede observar como se combinan las voces de la triada del primer teclado con el segundo. Recordemos que los dos teclados tienen diferente afinación, la triada que se forma en el primer teclado (pentagrama inferior) esta afinada igual que los armónicos naturales 4 (*La*), 5 (*Do#*) y 6 (*Mi*) de *La*, mientras que la triada del segundo teclado está afinada según los armónicos 31, 41 y 47. El armónico 31 se afina 55 cents abajo del armónico 32 (*La*); el armónico 47 se afina 36 cents abajo del armónico 48 (*Mi*); mientras que el armónico 41 esta 43 cents arriba del armónico 40 (*Do#*).

The image shows two systems of musical notation for a harpsichord piece. The first system covers measures 24 to 28, and the second system covers measures 29 to 33. Each system consists of two staves: a treble clef staff on top and a bass clef staff on the bottom. The notation is dense, featuring many beamed notes and rests, characteristic of a fast, rhythmic passage. The key signature has one sharp (F#), and the time signature is 8/16. The music illustrates the combination of two different triads as described in the text.

Ilustración 3.18

Al mezclarse las alturas de las dos triadas se producen efectos tímbricos casi continuos producto de los diferentes tipos de batimentos y rugosidad.

Por último vamos a observar los últimos compases de la obra, en donde se ejecutan *clusters* con los dos teclados. En este caso el efecto tímbrico es una masa compacta de batimentos y rugosidad, debido al estrecho ancho de frecuencias que abarcan los *clusters*.





Ilustración 3.19

Desde esta perspectiva, el timbre está siendo transformado por la combinatoria de proporciones. Como ya expuse al principio de esta sección la percepción de continuidad o discontinuidad del *pulso armónico* depende del tiempo, pero como pudimos observar también influyen las proporciones de los acordes y su densidad.

La idea de transformar el timbre de los acordes a través de sus proporciones también se puede abordar desde la perspectiva de la *Tolerancia armónica*. Dentro de esta lógica nuestro oído suele aceptar pequeñas desafinaciones en los intervalos sin que estos dejen de conservar su identidad armónica. Por ejemplo, un intervalo en afinación justa como el  $41/32$ , que es muy cercano en afinación a la tercera mayor  $40/32$ , sería percibido como una tercera mayor más que como un intervalo con su propia identidad. En este sentido, es posible jugar con estas pequeñas diferencias en la proporción, variando el timbre e identidad armónica de intervalos o acordes. Por ejemplo, si mezclamos las tres alturas de los dos intervalos que acabamos de mencionar ( $41/40/32$ ), lo que percibiríamos es una tercera con batimientos y rugosidad, y no un acorde de tres alturas. Esto se debe a que el intervalo entre las alturas 40 y 41 es muy pequeño, apenas de 43 cents, lo que ocasiona que las alturas no puedan ser percibidas por separado. El límite de discriminación de frecuencia varía a lo largo del registro auditivo pero siempre es mayor que medio tono (Roederer, 1997, pp. 43). Por otro lado, la altura 32 al encontrarse a una tercera mayor de distancia de las otras dos, garantiza estar fuera de la banda crítica en la mayor parte del registro auditivo, por lo que será percibida como una altura diferente a las otras dos que quedaron fundidas dentro de la banda crítica. De este modo, a partir de la combinación de ciertos intervalos, es posible transformar el timbre de algunos acordes sin que estos pierdan su identidad y esencia armónica.

A continuación podemos apreciar una aplicación de esta idea en mi obra *Transiciones* para clavecín que analizaremos más a detalle en la sección 5.5. En el compás 45 podemos apreciar una quinta pura (pentagrama inferior) que es mezclada con una quinta desafinada una octava arriba (pentagrama superior). El *La* desafinado se encuentra 27 cents abajo, mientras el *Mi* desafinado se encuentra 36 cents arriba. Estas desafinaciones provocan batimientos y rugosidad en el intervalo, pero este no pierde su identidad totalmente. De manera similar en el compás 46 aparece el acorde de *La* mayor. En el pentagrama inferior aparece la fundamental y su tercera en afinación justa, mientras que en el pentagrama

superior aparece una quinta desafinada 36 cents arriba, y dos terceras desafinadas una octava arriba.

The image shows musical notation for measure 45. The upper staff contains three notes: a quarter note G4, a quarter note B4, and a quarter note D5. The lower staff contains three notes: a quarter note G3, a quarter note B3, and a quarter note D4. Numerical annotations are placed between the staves:  $6 +36$  and  $4 -27$  under the first measure;  $10 -43$ ,  $10 -66$ , and  $6 +36$  under the second measure. Fingerings are indicated below the lower staff: 3 and 2 for the first measure, 5 and 4 for the second, and 7, 6, and 5 for the third.

Ilustración 3.20

En el pentagrama inferior del compás 47 aparece un acorde de *Do#* disminuido, mientras que en el pentagrama superior aparece una sexta desafinada, la cual se compone por la tercera del acorde (+36 cents), y por dos falsas fundamentales octava arriba, una con -43 cents y otra con -66 cents. Como se puede observar en estos ejemplos, a partir de la combinación de cierto tipo de proporciones, es posible crear variantes tímbricas en un mismo tipo de intervalo o de acorde, las cuales consisten en diferentes grados de rugosidad y batimentos.

### 3.5 Conclusiones generales de las reflexiones teóricas

Por un lado las reflexiones nos ofrecen el bosquejo de un posible espacio armónico, y por otro lado el desarrollo y aplicación de los conceptos teóricos de *transformaciones armónico-tímbricas* y *pulso armónico*. Vimos que para poder definir las fronteras del bosquejo hacen falta una gran cantidad de investigaciones en el área de la psicoacústica. A pesar de ello fue posible estructurar algunos aspectos del espacio y especular sobre algunas de sus posibilidades. Algunos de los posibles beneficios serían tener una organización de los acordes mucho más informada de la realidad acústica y psicoacústica, lo cual podría beneficiar tanto a la composición como al análisis armónico. Por otro lado los planteamientos hechos a la psicoacústica ofrecen un terreno fértil para muchas investigaciones de índole científico. Hoy en día existen programas como SPEAR (Sinusoidal Partial Editing Analysis and Resynthesis) que podrían ayudar enormemente en la titánica labor de analizar acordes con diferentes timbres (<http://www.klingbeil.com/spear/>).

## Capítulo IV

### Diseño de escalas

Al inicio de este capítulo explico en que consisten las afinaciones justas y los temperamentos, para después explicar el proceso que seguí para diseñar mis escalas y su cifrado. Estas escalas son de suma importancia para la investigación, porque es a través de ellas que pude acceder a las armonías que planteo en la tesis.

#### 4.1 Escalas justas

Las escalas justas son aquellas que están compuestas por intervalos en proporciones de números enteros:  $2/1$ ,  $3/2$ ,  $4/3$ , etc. (ilustración 1.1) Los intervalos de la serie de armónicos naturales tienen estas proporciones, por lo tanto las alturas de cualquier escala justa pueden ser vistas como parciales de una misma serie armónica.

#### Afinación pitagórica

La afinación pitagórica también es justa. Este sistema afina las alturas de la escala encadenando quintas perfectas ( $3/2$ ) ascendentes y descendentes a partir de una nota fundamental o raíz (círculo de quintas). Las alturas son octavadas hacia arriba o hacia abajo el número de veces que sea necesario, hasta formar una escala dentro del rango de una octava (Sethares, 1999, pp. 50-54). En la siguiente ilustración podemos observar las proporciones de los intervalos de la escala diatónica de LA.

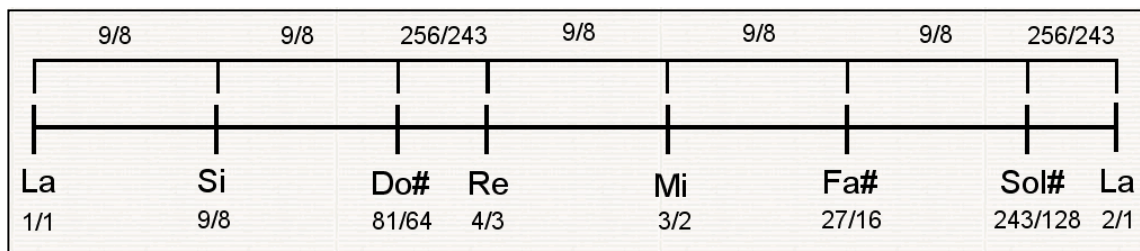


Ilustración 4.1

La escala diatónica pitagórica cuenta con octava, quinta y cuarta perfectas, así como con los armónicos 9 y 27. El único inconveniente es la ausencia de la tercera mayor justa, la cual debería de tener la proporción de  $5/4$  en vez de  $81/64$ .

256/243	2187/2048	256/243	2187/2048	256/243	2187/2048	256/243	256/243	2187/2048	256/243	2187/2048	256/243	
La	Sib	Si	Do	Do#	Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La
1/1	256/243	9/8	32/27	81/64	4/3	729/512	3/2	128/81	27/16	16/9	243/128	2/1

Ilustración 4.2

La afinación cromática pitagórica se caracteriza por tener 2 tipos diferentes de semitonos (256/243 y 2187/2048) y por su imposibilidad física de cerrar el círculo de quintas. Esto se debe a que la quinta de la afinación justa es un poco más grande que la quinta temperada. Si generamos una serie de quintas perfectas ascendentes y descendentes a partir de la nota *La* se obtiene el siguiente orden.

Sib	Fa	Do	Sol	Re	<b>La</b>	Mi	Si	Fa#	Do#	Sol#	Re#	La#
256/243	128/81	32/27	16/9	4/3	1/1	3/2	9/8	27/16	81/64	243/128	729/512	2187/2048

Ilustración 4.3

En un sistema temperado *La#* y *Sib* tendrían la misma afinación, algo que no pasa en el sistema pitagórico porque el círculo nunca se cierra. Esta diferencia de afinación es de 23.5 centésimos de semitono (cents) y es llamada “coma Pitagórica”. Para corregir este desajuste natural el *La#* es suplido por el *Sib*, lo que ocasiona una quinta disonante conocida como la “quinta del lobo” (Stanley, 2001, vol. 27, p. 461). Esta quinta imposibilita que suenen igual todas las tonalidades. Se cree que la afinación pitagórica fue muy popular y tal vez de uso generalizado en Europa desde la antigüedad hasta antes de que el intervalo de tercera comenzara a ser empleado como consonancia en el siglo XV (Stanley, 2001, vol. 20, p. 643-645). A continuación podemos observar una tabla que muestra la desafinación de las notas de la escala pitagórica con respecto del temperamento igual.

Altura	Desafinación en cents con respecto del temperamento	Altura	Desafinación en cents con respecto del temperamento
A	0	D#	+12
A#	-10	E	+2
B	+4	F	-8
C	-6	F#	+6
C#	+8	G	-4
D	-2	G#	+10

Ilustración 4.4

## Límite

El límite de una escala indica cuales son los intervalos justos que se pueden ejecutar en ella. Existen 2 tipos de límite: el límite non y el límite primo. El límite non se obtiene dividiendo entre 2 el numerador y denominador de un intervalo hasta obtener el número non más pequeño. Por ejemplo, el límite non del intervalo  $10/9$  es 9 porque este número no puede dividirse entre 2. Por otro lado el límite primo se establece factorizando el numerador y denominador hasta obtener el número primo más grande. En este caso el intervalo  $10/9$  tiene un límite primo 5 porque 9 puede ser factorizado como  $3 \times 3$ , mientras que 10 puede ser factorizado como  $2 \times 5$ , de tal manera que el 5 es el número primo más grande. El límite toma relevancia a la hora de analizar los diferentes sistemas de afinación y determinar que tipos de intervalos utiliza. Para este trabajo el límite primo es el que tiene mayor utilidad porque indica que tipo de intervalos pueden ser utilizados dentro de una escala. Por ejemplo, la escala diatónica Justa tiene un límite primo 5, esto quiere decir que el intervalo justo más lejano que se puede ejecutar es la tercera mayor justa. A continuación podemos observar el límite primo de esta escala.

Notas	La	Si	Do#	Re	Mi	Fa#	Sol#	La
Proporción con respecto la fundamental	1/1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2/1
Límite	1	3	5	3	3	5	5	2
Proporción del intervalo	9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15	
Límite	3	5	5	3	5	3	5	

Ilustración 4.5

## Escala justa diatónica y cromática

En la siguiente ilustración aparecen las proporciones de la escala diatónica con afinación justa. Podemos apreciar como la escala posee dos tipos de tono, uno mayor con una proporción de  $9/8$  y otro un poco menor con una proporción de  $10/9$ . El semitono en este caso tiene una proporción de  $16/15$ .

	9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15
La	Si	Do#	Re	Mi	Fa#	Sol#	La
1/1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2/1

Ilustración 4.6

A diferencia de la escala cromática pitagórica que sólo cuenta con dos tipos de semitono, en la escala cromática justa existen cuatro diferentes tipos:  $16/15$ ,  $25/24$ ,  $27/25$  y  $135/128$ .

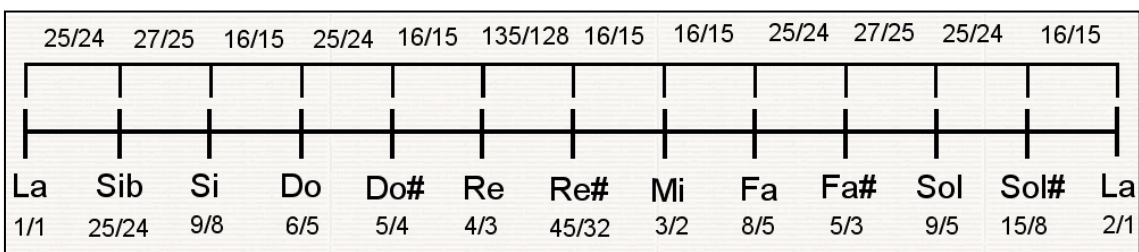


Ilustración 4.7

El método para afinar los intervalos de la escala cromática justa consiste en superponer intervalos de quinta y tercera a partir de la tónica. A partir de *La* se obtiene el *Do#* afinando una tercera justa ascendente y el *Fa* afinando una tercera descendente. A partir de estas 3 alturas se superponen quintas descendentes y ascendentes hasta completar las 12 notas de la escala. En la siguiente tabla podemos observar esta idea.

Factor	1/(3*3)	1/3	1	3	3*3
5		5/3 F# 5/3	5 Do# 5/4	15 Sol# 15/8	45 Re# 45/32
1	1/9 Sol 9/5	1/3 Re 4/3	<b>1</b> <b>La 1</b>	3 Mi 3/2	9 Si 9/8
1/5	1/45 Mib 64/45	1/15 Sib 16/15	1/5 Fa 8/5	3/5 Do 6/5	

Ilustración 4.8

A continuación podemos observar la desafinación que tiene la escala cromática justa con respecto de la temperada.

Altura	Desafinación en cents con respecto del temperamento	Altura	Desafinación en cents con respecto del temperamento
A	0	D#	-10
A#	-29	E	+2
B	+4	F	+14
C	+16	F#	-16
C#	-14	G	+18
D	-2	G#	-12

Ilustración 4.9

## Escalas de armónicos naturales

Sethares (1999, pp. 65-66) plantea la posibilidad de explorar la serie de armónicos naturales creando escalas basadas en ella. La serie conforme crece contiene mayor número de notas por octava. Sethares propone usar las octavas como una división natural y formar a partir de estas diferentes escalas. Por ejemplo, si empleamos la octava entre los parciales 8 y 16 obtenemos una escala natural de 8 alturas: *La* 8, *Si* 9, *Do#* 10, *Re#* 11, *Mi* 12, *Fa* 13, *Sol* 14, *Sol#* 15 y *La* 16. Ahora bien, si quisiéramos utilizar la siguiente octava como escala tendríamos una escala de 16 alturas entre los armónicos *La* 16 y *La* 32. Mientras más arriba vayamos en la serie armónica mayor número de armónicos contendrán las octavas.

El uso de este tipo de escalas podría ser prehistórico. Las flautas de pan encontradas en Nasca Perú fueron afinadas bajo este principio, y los antiguos instrumentos de metal que no poseen pistones como a las cornetas son vestigios que demuestran el uso de este tipo de escalas (Sethares, 1999, p. 66).

### 4.2 Temperamentos

El sistema temperado fue perfeccionado a lo largo de varios siglos para que fuera posible hacer una transposición idéntica en todas las tonalidades. Este sistema surgió para disminuir la disonancia de la quinta del lobo que se genera de manera natural en el sistema pitagórico que reinaba en Europa en la antigüedad. A partir del siglo XV comenzó un largo proceso para temperar la afinación pitagórica (Stanley, 2001, Vol. 25, pp. 248-264). Pero fue prácticamente hasta el siglo XX que el temperamento igual terminó por imponerse (Orduña y Boullosa, 1998, p. 208). Esto fue posible gracias a la fórmula matemática creada por Chilandi en el siglo XVIII (Jiménez L. y Picquart M., 2010, p.741). Esta divide la escala en 12 partes iguales utilizando la raíz doceava de 2:

$$r = \sqrt[12]{2} \approx 1.0594630943593$$

El inconveniente de este sistema es que las quintas puras deben volverse más pequeñas para que pueda cerrar el círculo de quintas. Esto provoca que todos los intervalos sean menos consonantes que los intervalos justos.

Existen temperamentos iguales de más de 12 divisiones. Algunos de ellos se acercan más a la afinación de los armónicos naturales. Esto se debe a que ciertos números utilizados como divisores de la escalas obtienen una mayor cercanía. Estos son: 19, 28, 29, 31, 34, 41, 53, 59, etc. (Orduña y Boullosa, 1998, p. 209). Para entender mejor esta idea veamos el siguiente ejemplo en donde se compara la cercanía de los temperamentos iguales de 12 y 31 divisiones. La línea superior representa al temperamento de 12 divisiones, la línea inferior al temperamento de 31, y la línea de en medio indica la ubicación de los primeros 7 armónicos naturales.

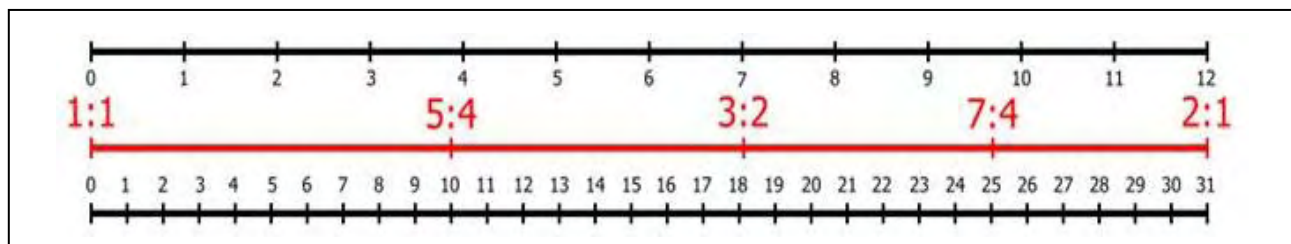


Ilustración 4.10 (imagen tomada de la Huygens-Fokker Foundation, consultar en la bibliografía la página 3 de internet)

Como podemos observar la altura número 10 del temperamento de 31 divisiones, esta más cerca del quinto armónico 5:4 que la altura número 4 el temperamento de 12 divisiones. De manera similar la altura 25 del temperamento de 31 se acerca más al séptimo armónico 7:4, que la altura 10 del temperamento de 12. Irónicamente la quinta justa 3:2 es un poco más precisa en el temperamento de 12 que en el de 31. Este desajuste natural sucede en todos los temperamentos sin importar el número de divisiones que tengan, claro que mientras más divisiones tenga la octava serán mayores sus posibilidad de coincidir o estar cerca de más armónicos. Lo que es un hecho es que ningún temperamento puede contener todas las afinaciones justas con precisión.

Los temperamentos iguales de más de 12 divisiones nunca han sido de uso popular a pesar de que se han construido a lo largo de la historia varios instrumentos para su ejecución. La mayoría fueron derivados del laud o de la guitarra, aunque también hubo instrumentos de teclado como el Archicembalo construido en 1555 por el italiano Nicola Vicentino, el cual posee 31 divisiones por octava. Otro ejemplo es el Harmonio que posee 53 divisiones por octava y cuenta con cuatro octavas y media. Este fue diseñado por el inglés Robert Holford Macdowall Bosanquet (1841–1912) y construido por T. A. Jennings en 1873 (Partch, 1979, pp. 392-394). En la actualidad existen instrumentos de teclado como el *Tonal Plexus* (página internet 1), el cual nos ofrece un banco de datos con varios tipos de divisiones de la octava, entre ellos el de 19, 31, y 53 divisores; o bien el piano microtonal diseñado para la *academia Sibelius* en Finlandia, el cual tiene 2 teclados superpuestos de manera similar al clavecín y está afinado en cuartos de tono (página internet 2). Algunos de los problemas prácticos de las escalas con muchas divisiones son que: Es más complicado construir instrumentos con más teclas, hoyos o trastes; Los instrumentos con más alturas resultan ser más complejos en su ejecución; Al haber más sonidos por octava se requiere de una mayor cantidad de símbolos para describirlos en el papel, y por ende resultara más compleja su interpretación.

### 4.3 Diseño de escalas justas para clavecín

El clavecín posee dos teclados que pueden ser afinados de manera independiente. Si combinamos ambos teclados es posible crear escalas de hasta 24 alturas por octava. De manera análoga es posible utilizar dos sintetizadores superpuestos verticalmente en un atril, con lo cual es posible utilizar una gama casi infinita de timbres. Considero que estas características únicas hacen del clavecín, uno de los instrumentos acústicos más eficientes para ejecutar música



microtonal. Por otro lado, al estar previamente afinado, el ejecutante sólo tiene que preocuparse por tocar las teclas correctas. De este modo no tiene que estar absorbido por la afinación como sucedería en la ejecución de otro tipo de instrumentos como las cuerdas sin trastes o las voces. Al utilizar el clavecín se evita la laboriosa tarea de construir un instrumento nuevo, y se puede aprovechar la técnica de ejecución que se ha desarrollado a lo largo de la historia.

## Planeación del diseño

Antes de diseñar una escala justa es importante reflexionar sobre qué tipo de armonías y melodías queremos obtener con ella. Algunas preguntas básicas que tenemos que hacernos sobre nuestra escala son: ¿cuántas alturas por octava queremos que tenga? ¿queremos que favorezca la transposición? ¿cuántos y cuáles armónicos primos queremos que contenga?. La transposición con afinaciones justas es posible si seleccionamos las alturas adecuadas. En mi tesis de maestría (Aguilar, 2011, pp. 41-42) diseñe una escala de 10 alturas justas que permite la transposición a 3 tonalidades dentro del límite 19. Con esta escala compuse un tratamiento fugado para la pieza *Fuga, Canon y Rock* (Aguilar, 2011, pp. 80-89, 104-108). Para lograr este diseño primeramente delimité el número de tonalidades que podían ser ejecutadas. Una escala justa de 24 alturas tiene un número limitado de tonalidades a las que puede acceder. Una escala de muchas alturas no podrá ser transpuesta en muchas tonalidades y una escala que pueda ser transpuesta en muchas tonalidades necesariamente tendrá que contener pocas alturas. Esto se puede entender mejor si observamos algunos de los divisores de 24:

$$2 \times 12 = 24$$

$$4 \times 6 = 24$$

$$3 \times 8 = 24$$

La primer operación nos permite tener una escala de 12 alturas que puede ser transpuesta a 2 tonalidades o viceversa, es decir, también podríamos tener una escala de 2 alturas que podría ser transpuesta a 12 tonalidades; la segunda operación nos provee 4 tonalidades con 6 alturas o viceversa; y la tercer operación nos da 3 tonalidades con 8 alturas o viceversa.

Para *Fuga, Canon y Rock* utilicé la operación 3 x 8 porque me permite tener una escala con un mínimo de 8 alturas, que pueden ser transpuestas a por lo menos tres tonalidades. La escala fue afinada en *LA* y contiene la tonalidad de la fundamental (1) y la de sus dos armónicos primos más cercanos: *Mi* (3) y *Do#* (5). Gracias a los 7 armónicos comunes entre las tres tonalidades quedaron teclas libres que me permitieron incrementar el número de alturas de la escala de 8 a 10. En la siguiente ilustración aparecen los dos teclados del clavecín con un cifrado. Los números encerrados en un círculo indican las tonalidades a las que pertenece cada una de las teclas, y el número pequeño que se encuentra debajo indica la función que tiene en cada tonalidad, es decir, a que número de armónico corresponde su afinación. Algunas teclas son comunes a varias tonalidades como es el caso del *Sol#* del teclado 1 que es común a las tres tonalidades.

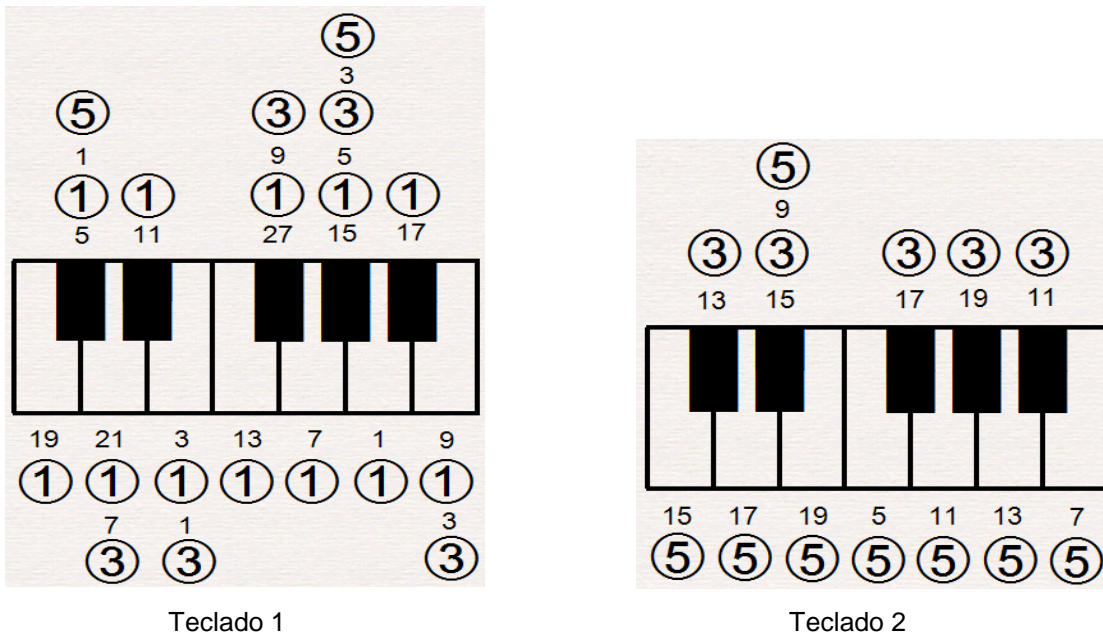


Ilustración 4.11

Se puede observar que el primer teclado contiene todos los armónicos de la fundamental, y que el segundo teclado contiene las alturas que complementan las tonalidades 3 y 5. La manera de escribir esta escala es muy sencilla, simplemente hay que utilizar un pentagrama para cada teclado. De este modo no es necesario utilizar escritura en fracciones de tono.

### Escala justa transpositora de 23 alturas

Esta escala fue la primera que hice para este doctorado y su diseño busca obtener el mayor número de tonalidades para transponer. La escala tiene en total 23 alturas que corresponden a los armónicos: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 21, 25, 27, 33, 35, 39, 45, 49, 55, 63, 65, 75, 77, 91, y 105. No todas las alturas pueden ser transpuestas. Conforme nos alejamos de la tonalidad de la fundamental el número de alturas que podemos trasponer se reduce gradualmente hasta llegar a tres. Las tonalidades más cercanas **3** y **5** tienen nueve alturas comunes que pueden ser transpuestas entre las tres primeras tonalidades. A medida que las tonalidades se alejan de la fundamental existen menos alturas comunes que transponer, por lo que sólo los primeros tres armónicos nones pueden ser transpuestos a todas las tonalidades. En la siguiente tabla se puede entender mejor esta idea. En cada fila se agrupan por color los armónicos que pertenecen a una misma tonalidad, y en cada columna se agrupan las alturas que corresponden a un mismo armónico. En la primer columna de izquierda a derecha se encuentran las fundamentales o tónicas de las tonalidades, mientras que en la segunda columna se encuentran todos los parciales número 3 de las nueve tonalidades. Por ejemplo, el **9** es el tercer parcial del armónico **3**, desde que  $3 \times 3 = 9$ ; mientras que el **15** es el tercer parcial del **5**, desde que  $3 \times 5 = 15$ , etc.

1	3	5	7	9	11	13	15	21
1	3	5	7	9	11	13	15	21
3	9	15	21	27	33	39	45	63
5	15	25	35	45	55	65	75	105
7	21	35	49	63	77	91	105	
9	27	45	63		105			
11	33	55	77					
13	39	65	91					
15	45	75	105					
21	63	105						

Ilustración 4.12

Una de las cualidades de esta escala es que se puede ejecutar la triada mayor justa en varias tonalidades. Normalmente en las escalas justas sólo se pueden ejecutar un numero reducido de triadas mayores, y como ya vimos en la sección 4.2 este acorde justo no se puede lograr con exactitud en ninguna escala temperada. Para lograr este diseño fueron omitidos los números primos mayores al 13, porque los parciales nones que no son primos tienen varios múltiplos y por lo tanto forman parte de dos o más tonalidades. En la siguiente ilustración aparece la distribución de la escala en los teclados.

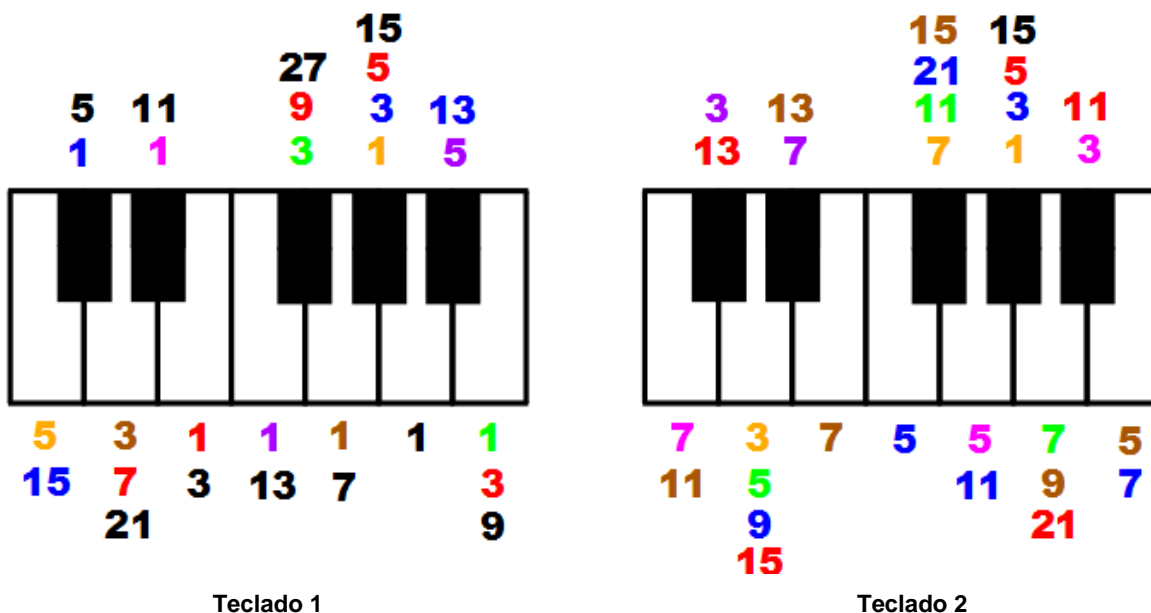


Ilustración 4.13

Otra característica de la escala es que sólo tiene 23 alturas porque el *sol* # de los 2 teclados está afinado al unísono. Esta decisión la tomé porque no había ningún

armónico importante que pudiera acomodarse en ese lugar y preferí dejar el unísono para facilitar las digitaciones.

### Escala Justa de números primos

Esta escala tiene un límite primo 59 y contrasta con la anterior porque 18 de las 24 alturas corresponden con la afinación de armónicos primos. Una escala de estas características no favorece la transposición porque contiene pocas alturas comunes entre tonalidades. A continuación aparece todos armónicos de la escala y en color más negro los armónicos primos: **1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 41, 43, 47, 53 y 59**. En la siguiente tabla se pueden comparar la cantidad de armónicos comunes entre las tonalidades vecinas de la escala. En la primer columna aparecen los armónicos que corresponden a la tonalidad de la fundamental, y en las otras columnas aparecen los armónicos de las tonalidades vecinas más cercanas. En rojo la tonalidad del armónico 3, en azul la del armónico 5 y en café la del armónico 7.

<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>	1		
<b>5</b>		1	
<b>7</b>			1
<b>9</b>	3		
<b>11</b>			
<b>13</b>			
<b>15</b>	5	3	
<b>17</b>			
<b>19</b>			
<b>21</b>	7		3
<b>23</b>			
<b>25</b>		5	
<b>27</b>	9		
<b>29</b>			
<b>31</b>			
<b>33</b>	11		
<b>35</b>		7	5
<b>37</b>			
<b>41</b>			
<b>43</b>			
<b>47</b>			
<b>53</b>			
<b>59</b>			

Ilustración 4.14

En la tabla se puede observar claramente como las alturas que son comunes a varias tonalidades corresponden a los armónicos nones, por ejemplo, el armónico 15 de la fundamental puede ser el armónico 5 de la tonalidad del tercer armónico, y el armónico 3 de la tonalidad del quinto armónico.

En la siguiente ilustración se puede observar como está distribuida la escala en los dos teclados.

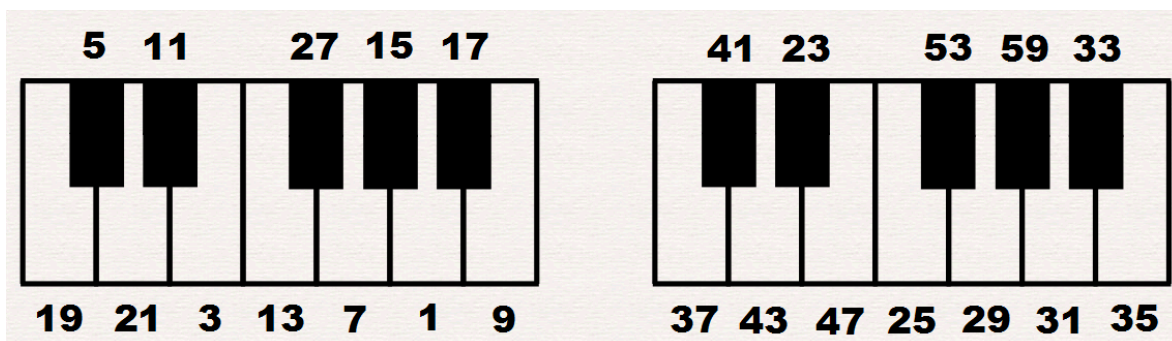


Ilustración 4.15

#### 4.4 Cifrado

Para mi tesis de maestría implementé un cifrado para analizar las alturas de los acordes justos como si fueran parciales de un espectro armónico (Aguilar, 2011, pp. 37-38). El cifrado consiste en una secuencia numérica que organiza las alturas de manera ascendente. El número encerrado en el círculo indica la tonalidad a la que pertenece cada acorde, y la frecuencia de la fundamental aparece indicada en hertz.

10

19	10	21	16	22
17	9	18	12	19
11	5	10	6	15
5	3	7	3	10
2	2	4	2	7
1	1	3	1	4

La 55hz. ①                      ③                      ①                      ⑤                      ①

Ilustración 4.16

Para esta tesis doctoral planteo un sistema alternativo que utiliza color para diferenciar las tonalidades del cifrado. De esta forma eliminé el número encerrado en el círculo simplificando y economizando la información. Utilicé el color negro para identificar la tonalidad de la fundamental y colores lo más contrastantes posibles para identificar el resto de las tonalidades. Este sistema funciona muy

bien con 7 tonalidades o menos, porque al emplear demasiados colores se corre el riesgo de confundirlos. En el siguiente ejemplo aparece el cifrado negro para indicar la tonalidad de la fundamental (*La*), y el cifrado azul para indicar la tonalidad del quinto parcial (*Do#*).

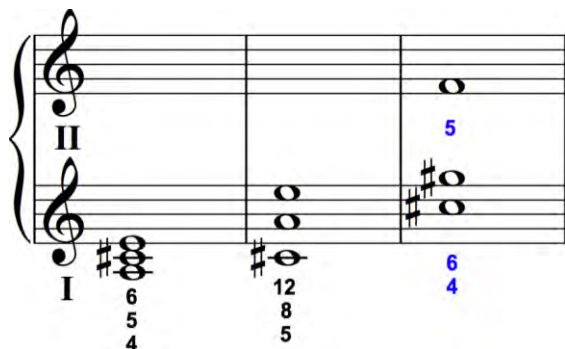


Ilustración 4.17

Para escribir los armónicos primos mayores al 19 indico con un número II romano que será utilizado el segundo teclado. En este caso el *Fa* que aparece en el pentagrama superior en realidad es un *Mi#* que es el quinto armónico de *Do#*. El *Mi#* es 68 cents más bajo que el *Fa* lo que es más de un cuarto de tono.

### Cifrado aproximado

El cifrado aproximado sirve para analizar acordes cuyas alturas no son justas, o bien para analizar intervalos justos en cents. Por ejemplo, el armónico 64 está afinado 27 cents por encima del armónico 63. En el siguiente ejemplo aparece en el pentagrama inferior el armónico 64, y en el pentagrama superior aparece el armónico 63 cifrado de dos formas distintas: con el número 63 y como un armónico 64 desafinado -27 cents.



Ilustración 4.18

## Capítulo V

### Metodologías para la composición inspiradas en algunos aspectos de la psicoacústica de los tonos complejos

Las obras musicales son el laboratorio en donde pongo a prueba algunos de mis planteamientos teóricos. La manera en que apliqué las metodologías es diferente en cada una de las composiciones. En algunas el discurso musical gira en torno a las metodologías a la manera de un estudio y en otras ocasiones utilizo las metodologías sólo en los momentos que el discurso musical lo requiere. En ambos casos intento que estas sean un recurso estético y no una demostración rígida de la teoría. Los materiales musicales que no tienen ninguna relación con la teoría no serán analizados. Las partituras pueden ser consultadas en el apéndice.

#### 5.1 Arpeggios/escucha analítica vs. holística

Esta obra la realicé exclusivamente con ondas senoidales, porque uno de sus objetivos es estudiar la escucha *analítica* y *holística* dentro de los tonos complejos. Para lograr esto, en una sección de la obra desarrollé un discurso, en donde presento algunos tonos complejos con sus parciales ejecutados de manera simultánea y de manera arpegiada. Este contraste permite identificar individualmente los parciales al volver a escuchar los tonos fusionados. De este modo, estamos escuchando un tono como si fuera un acorde, lo que reafirma la idea de que acordes y tonos no son muy distintos entre sí.

En el compás 76 aparece un tono con altura ambigua compuesto por los parciales 47, 53 y 59, y cuya fundamental hipotética sería un *La* afinado a 27.5hz. Estos parciales los seleccioné porque me gusta como suenan juntos, mientras que el tono que aparece en el compás 78 fue compuesto a partir de los parciales subsiguientes del primer tono: 48, 54 y 60; es decir, el parcial 48 sigue después del 47, el 54 del 53, y el 60 del 59. A pesar de que los armónicos de ambos tonos son muy cercanos en afinación es posible diferenciarlos claramente. Esto se debe probablemente a que el primero está compuesto por números primos, mientras que el segundo utiliza proporciones más simples: el 24 corresponde al armónico 3, el 54 al 27 y el 60 al 15.

The image displays a musical score for two sections: 'Senoidales' (measures 76-81) and 'S.' (measures 82-87). The score is written for piano, with a tempo marking of quarter note = 120. The key signature is one sharp (F#). The 'Senoidales' section features a complex tone in measure 76, marked *mf*, consisting of partials 47, 53, and 59. The 'S.' section features a complex tone in measure 82, also marked *mf*, consisting of partials 48, 54, and 60. The partials are listed as follows: 60 (15), 54 (27), and 48 (3). The score uses a grand staff with two treble clefs and two bass clefs. The 'Senoidales' section is marked with 'II' and 'I' on the upper and lower staves respectively. The 'S.' section is marked with 'S.' on the upper staff.

Ilustración 5.1

Del compás 76 al 87 los tonos tienden a ser percibidos de manera *holística* porque sus parciales se funden en una sola entidad. A partir del compás 88 los armónicos de los tonos son ejecutados de manera arpegiada y contrapuntística, lo que permite escuchar y analizar su composición. De este modo al volver a escuchar los armónicos simultáneamente se perciben como un acorde.



Ilustración 5.2

En el compás 95 agregué al primer tono complejo el parcial 37, quedando ahora conformado por los parciales 37, 47, 53 y 59. De manera similar le agregué gradualmente al segundo tono los armónicos 72 y 88 en el compás 96, los armónicos 108 y 36 en el compás 98, los armónicos 108 y 36 en el compás 99, y finalmente del armónico 144 en el compás 100. Este incremento de armónicos en el tono genera la percepción de un aumento en su densidad, de la misma manera que sucede con un acorde cuando le son sumadas alturas.



Ilustración 5.3

La otra metodología que empleé para estudiar la escucha *analítica* y *holística* consistió en generar varias senoidales de larga duración con envolventes de



amplitud independientes. Al tener amplitudes independientes es posible identificar con mayor facilidad las senoidales aún sonando simultáneamente. Para enfatizar las diferentes frecuencias utilicé dentro del discurso varios sobresaltos en la amplitud que suenan como ataques repentinos. De este modo es posible tener un discurso donde por momentos se funden las senoidales en una sola entidad y en otros momentos se producen melodías y transformaciones graduales en el timbre del tono complejo. En las siguientes ilustraciones podremos apreciar una sección de la obra que va del compás 53 al 64, en donde aparece un pasaje compuesto con sólo nueve senoidales, que representan los armónicos 2, 4, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 24 de una fundamental afinada en *La* a 55hz.

53

4 (1)

mf 7

24 (3)

ff

ff

pp

ff

ff

pp

21

20 (8)

p

f p

f

f

19

p

mp ff p

ff

mp

ff

f

ff

18 (9)

ff

f

p

f

ff

ff

17

ff

ff

f

ff

16 (4)

ff

p

ff

pp

p ff p

ff p

The image displays a musical score for Illustración 5.4, consisting of nine staves. The top staff is a bass clef with a '7' bracket and a '2' below it. The subsequent staves are treble clefs. The score is characterized by a dense texture of notes, often beamed together, and includes various dynamic markings such as *f*, *ff*, *p*, and *pp*. The notation includes slurs, accents, and some specific rhythmic markings like '5' and '3' under groups of notes. The overall impression is one of a highly detailed and expressive musical passage.

Ilustración 5.4

Más que un tono complejo el resultado es un timbre que sufre transformaciones producto del constante cambio en la intensidad de sus componentes. El tratamiento dado a las senoidales, el cual forma una melodía acompañada construida con los ataques en *fortissimo*, contribuye considerablemente para contrastar la escucha *analítica* y *holística*.

En la siguiente ilustración aparecen los compases que faltan de la sección que estamos analizando. En ellos podemos apreciar como se funden todas las sonoidales en un *forte* al final del compás 64.

Ilustración 5.5

## 5.2 Transformaciones armónico-tímbricas

Esta composición tiene como objetivo estudiar la tolerancia armónica y las transformaciones tímbricas que se pueden lograr, al combinar proporciones muy cercanas en afinación dentro de un mismo acorde. La obra es para clavecín y los dos teclados están afinados con mi escala justa de números primos (ver sección 4.3). Para agilizar la redacción en algunas ocasiones me referiré a las alturas como armónicos.

La composición comienza con un acorde en *La* mayor, al cual le sigue un largo silencio que desemboca en otro acorde de *La* mayor, pero con su quinta ligeramente desafinada. En realidad, la nota que substituye la afinación de la quinta natural es el armónico 47 que se afina 36 cents abajo. La tolerancia armónica sugiere que las proporciones que corresponden a parciales muy lejanos de la serie armónica, son percibidas como proporciones más simples. En teoría, la afinación del armónico 47 no debería afectar la percepción del acorde, por lo que ambos acordes podrían funcionar como triada mayor, ya que en realidad ninguno posee la afinación temperada. Para determinar esto de manera objetiva, se tendrían que realizar investigaciones psicoacústicas acerca de como están siendo percibidas estas diferencias en la afinación, para así poder establecer las fronteras de la tolerancia armónica.

El discurso se desarrolla a partir de la combinación de la triada mayor justa con las alturas más cercanas que se encuentran en el segundo teclado. Al comienzo de la obra son alternados los dos acordes que acabo de mencionar. La

extensa duración del primer silencio ayuda a no tener muy presente el primer acorde en la memoria, y de este modo es posible jugar más con la percepción. El ritmo lo compuse a partir de la serie de Fibonacci. Esta serie la he utilizado frecuentemente para determinar el ritmo, tiempo, duración de varias de mis obras (Aguilar, 2004, pp. 26-53, 93-130; Aguilar, 2011, pp. 80-89). Sin embargo en esta ocasión no analizaré la forma en que apliqué la serie.

The image displays a musical score for a cello, labeled 'Clavecín'. It consists of three systems of music. The first system starts with a tempo marking of quarter note = 160. The second system begins at measure 9, and the third system begins at measure 14. The notation includes bass clefs, a key signature of one sharp (F#), and various rhythmic patterns and chordal textures.

Ilustración 5.6

En esta ilustración es posible observar como son intercaladas cada una de las notas de la triada de manera progresiva. Los siguientes armónicos del segundo teclado en ser utilizados son: el 31 y 41. El armónico 31 esta -55 cents abajo del 32 (*La*) mientras que el armónico 41 esta 43 cents arriba del 40 (*Do#*). La serie de Fibonacci la utilizo en cada una de las voces del acorde, por lo que tengo 3 series contrapuestas que generan un patrón de combinaciones complejo. En la siguiente ilustración es posible ver como se vuelve más diversa la combinatoria.

19

24

Ilustración 5.7

A partir del compás 28 comienzo a superponer gradualmente las 2 triadas, por lo que la armonía se vuelve más densa debido a los batimentos que se generan. En el primer tiempo de este compás aparece la quinta duplicada con los 2 teclados. En la siguiente ilustración es posible ver como aumenta la densidad de los acordes.

29

34

38

42

Ilustración 5.8

A partir del compás 35, comencé a utilizar gradualmente otras alturas cercanas que no había empleado, esto con el fin de variar la tímbrica de la masa de batimentos. Desde cierto punto de vista, estoy transformando la tímbrica de los acordes a través de ligeras variaciones en sus proporciones.

Hacia el final de la obra se desarrolla otro tratamiento armónico. A partir del compás 98 son ejecutados *clusters* con la mano derecha y a partir del compás 100 con la izquierda. La obra termina con una masa de batimentos producto de la saturación armónica provocada por los *clusters*.

The image displays five systems of musical notation for piano, numbered 91, 96, 101, 109, and 111. Each system consists of two staves (treble and bass clef) joined by a brace on the left. The notation is characterized by dense, vertical groupings of notes, often spanning multiple octaves, which are typical of 'clusters'. The key signature is one sharp (F#). The first system (91) shows a steady progression of these clusters. The second system (96) introduces more complex, multi-measure clusters. The third system (101) features very dense, multi-measure clusters. The fourth system (109) shows clusters with some rhythmic variation. The fifth system (111) concludes with a final, dense cluster.

Ilustración 5.9

### 5.3 Bells

En esta musicalización del poema *Bells* de Edgar Allan Poe, traté de recrear los 4 diferentes tipos de campanas que el poema describe, con diferentes tipos de acordes, en diferentes zonas del registro del clavecín. Para componer los acordes utilicé la información que obtuve en la primer encuesta (sección 2.1), así como mi apreciación y gusto personal. A continuación aparece el poema en su idioma original.

#### *Bells (E. A. Poe)*

##### I

*Hear the sledges with the bells -  
Silver bells!  
What a world of merriment their melody foretells!  
How they tinkle, tinkle, tinkle,  
In the icy air of night!  
While the stars that oversprinkle  
All the heavens seem to twinkle  
With a crystalline delight;  
Keeping time, time, time,  
In a sort of Runic rhyme,  
To the tintinnabulation that so musically wells  
From the bells, bells, bells, bells,  
Bells, bells, bells -  
From the jingling and the tinkling of the bells.*

##### II

*Hear the mellow wedding bells -  
Golden bells!  
What a world of happiness their harmony foretells!  
Through the balmy air of night  
How they ring out their delight!  
From the molten-golden notes,  
And all in tune,  
What a liquid ditty floats  
To the turtle-dove that listens, while she gloats  
On the moon!  
Oh, from out the sounding cells  
What a gush of euphony voluminously wells!  
How it swells!  
How it dwells  
On the Future! -how it tells  
Of the rapture that impels  
To the swinging and the ringing  
Of the bells, bells, bells,  
Of the bells, bells, bells, bells,  
Bells, bells, bells -  
To the rhyming and the chiming of the bells!*

### III

*Hear the loud alarum bells -  
Brazen bells!  
What a tale of terror, now, their turbulency tells!  
In the startled ear of night  
How they scream out their affright!  
Too much horrified to speak,  
They can only shriek, shriek,  
Out of tune,  
In a clamorous appealing to the mercy of the fire,  
In a mad expostulation with the deaf and frantic fire,  
Leaping higher, higher, higher,  
With a desperate desire,  
And a resolute endeavor  
Now -now to sit or never,  
By the side of the pale-faced moon.  
Oh, the bells, bells, bells!  
What a tale their terror tells  
Of despair!  
How they clang, and clash, and roar!  
What a horror they outpour  
On the bosom of the palpitating air!  
Yet the ear it fully knows,  
By the twanging  
And the clanging,  
How the danger ebbs and flows;  
Yet the ear distinctly tells,  
In the jangling  
And the wrangling,  
How the danger sinks and swells,  
By the sinking or the swelling in the anger of the bells -  
Of the bells,  
Of the bells, bells, bells, bells,  
Bells, bells, bells -  
In the clamor and the clangor of the bells!*

### IV

*Hear the tolling of the bells -  
Iron bells!  
What a world of solemn thought their monody compels!  
In the silence of the night,  
How we shiver with affright  
At the melancholy menace of their tone!  
For every sound that floats  
From the rust within their throats  
Is a groan.  
And the people -ah, the people -  
They that dwell up in the steeple,  
All alone,  
And who tolling, tolling, tolling,  
In that muffled monotone,  
Feel a glory in so rolling*



*On the human heart a stone -  
 They are neither man nor woman -  
 They are neither brute nor human -  
 They are Ghouls:  
 And their king it is who tolls;  
 And he rolls, rolls, rolls,  
 Rolls  
 A paeon from the bells!  
 And his merry bosom swells  
 With the paeon of the bells!  
 And he dances, and he yells;  
 Keeping time, time, time,  
 In a sort of Runic rhyme,  
 To the paeon of the bells,  
 Of the bells -  
 Keeping time, time, time,  
 In a sort of Runic rhyme,  
 To the throbbing of the bells,  
 Of the bells, bells, bells -  
 To the sobbing of the bells;  
 Keeping time, time, time,  
 As he knells, knells, knells,  
 In a happy Runic rhyme,  
 To the rolling of the bells,  
 Of the bells, bells, bells -  
 To the tolling of the bells,  
 Of the bells, bells, bells, bells,  
 Bells, bells, bells -  
 To the moaning and the groaning of the bells.*

El poema es el protagonista de esta obra interdisciplinaria, por lo que la música cumple con la función de acompañarlo o dialogar con él. En este sentido fui muy cauteloso y medido en el uso de la voz cantada, para no alterar la correcta pronunciación del poema, y de sus múltiples onomatopeyas, que son sonidos implícitos en el poema que tuve que considerar. Por esta razón, además de por mi propio gusto estético, decidí utilizar más la voz declamada que cantada. En la partitura indico de manera aproximada el ritmo de la declamación, sus matices y algunos aspectos del timbre de la voz. El clavecín por el contrario tiene la mayor parte de la carga musical, porque es el encargado de recrear algunos de los paisajes sonoros que describe el poema. A continuación analizaré el proceso y criterios que tomé para recrear los 4 diferentes tipos de campanas.

## I

En la primer sección del poema se describen los tintineos de las campanas de plata de los trineos. Este tipo de campanas las interpreté como campanas pequeñas de sonido brillante, que decidí representar con trinos en el registro sobreagudo. Para recrear los *tintineos* utilicé los intervalos del acorde mayor porque me parece que la consonancia puede emular mejor el brillo de este tipo de

campanas. En la primer encuesta tanto los acordes homólogos a los tonos ambiguos, como los acordes homólogos a los tonos con claridad en la altura, fueron asociados a las campanas y campanitas en este registro (ver pp. 28-33). A continuación aparece el final de la primer sección en donde se puede apreciar como se combinan los trinos con el poema.

21  $\text{♩} = 70$   
*Declamar*

S. bells, bells, bells, Bells, From the jingling and  
 bells, bells, bells, the tinkling of the bells.

C. *ff* *f*

Ilustración 5.10

Los trinos se componen por intervalos de los acordes mayores de *La*, *Mi* y *Do#*. Los trinos ejecutados con el primer teclado están en *La*, mientras que los trinos ejecutados con dos teclados en el ejemplo anterior están en *Do#*.

## II

En la segunda sección son mencionadas campanas de oro y una boda, por lo que decidí recrear las campanas de una iglesia. Para este fin hice una bi-ritmia que emula los campanarios con dos acordes de diferente duración. Para imitar el brillo y tamaño de estas campanas utilicé el registro medio-agudo. En la siguiente ilustración es posible apreciar un fragmento de esta sección.

Ilustración 5.11

Decidí que los acordes tuvieran características tímbricas contrastantes, para que fuera posible apreciar la bi-ritmia. El primer acorde es *homólogo* a los tonos con claridad en la altura, mientras que el segundo es *homólogo* a los tonos ambiguos porque se compone por las alturas 11, 13 y 15 de *La*. A través de la consonancia perceptual del primer acorde pretendo aportar brillo a la sonoridad general de la bi-ritmia, mientras que con el segundo pretendo aportar ambigüedad, que es una de las características más comunes de las campanas. En la primer encuesta ambos acordes fueron asociados a las campanas en este registro.

### III

En la tercer sección son mencionadas campanas de bronce y son asociadas a un estado de alarma y peligro. El poema describe el balanceo de las campanas, su chocar, rugir, rechinar y chillar fuera de tono. Para recrear esto decidí utilizar acordes homólogos a los tonos ambiguos, en el registro medio-grave, con mayor duración que los acordes anteriores. De este modo intento sugerir el balanceo amplio de grandes campanas oxidadas y desafinadas. Al comienzo de la sección se desarrolla una bi-ritmia con dos acordes que poseen alturas muy cercanas. Las alturas del primer acorde corresponden a los armónicos 8, 10, 11 y 13, de *La*, mientras que las alturas del segundo corresponden a los armónicos 15, 17, 19 y 21. Debido a la zona del registro auditivo las alturas caen dentro de la banda crítica, lo que agrega al timbre rugosidad y aspereza. Estas características tímbricas las utilizo para sugerir el rugir y rechinar fuera de tono de las campanas.

70  $\text{♩} = 90$   
*Declamar*

S. What a tale of terror!, now, their turbulency tells! in the startled ear of night  
 (Miedo, terror)

C.

Ilustración 5.12

A partir del compás 84 agrego un acorde a la bi-ritmia para volverla tri-ritmia. Para no generar una sensación de vacío, mantengo ligadas las notas comunes de los acordes. En la siguiente ilustración es posible apreciar como el tercer acorde se incorpora en el tercer tiempo del compás 85.

84  $\text{♩} = 90$   
*Declamar*

S. Oh, the bells, bells, bells! What a tale their terror tells Of despair! How they clang, and clash, and roar!  
 (Miedo, terror)

C. *f*

87

S. What a horror they outpour On the bosom of the palpitating air! Yet the ear it fully knows,

C.

Ilustración 5.13

90

S. By the twanging And the clanging, How the danger ebbs and flows; Yet the ear distinctly tells.

C.

93

S. In the jangling And the wrangling, How the danger sinks and swells, By the sinking or the swelling in the anger

C.

96

S. of the bells- Of the bells, Of the bells. bells, bells, bells,

C.

99

S. Bells, bells, bells- In the clamor and the clangor of the bells!

C.

102

S.

C.

Ilustración 5.14

## IV

En la cuarta sección son mencionadas campanas de hierro y son utilizados para describirlas adjetivos como oxidado, gemido, quejido y lamento. Este tipo de campanas las interpreté como de gran tamaño, de sonido áspero, rugoso y con batimentos. Para recrear estas campanas decidí utilizar el registro más grave del clavecín. A continuación podemos observar el inicio de la sección final de la obra en donde se desarrolla una cuatri-ritmia.

The image shows a musical score for voice (S.) and harpsichord (C.). The score is divided into two systems. The first system starts at measure 155, marked with a tempo of ♩ = 90 and the instruction 'Declamar'. The voice part has the lyrics: 'To the rolling of the bells, Of the bells, bells, bells, To the tolling of the'. The harpsichord part consists of two staves, I and II, with a '8vb' (8va below) marking. The second system starts at measure 159, with the voice part having the lyrics: 'bells, Of the bells, bells, bells, bells, Bells,'. The harpsichord part continues with similar accompaniment. The key signature has one sharp (F#).

Ilustración 5.15

El primer acorde aparece en el primer tiempo del compás 155, y forma un pequeño *cluster* que se compone por alturas que corresponden a los armónicos 9, 10 y 11. En esta zona del registro auditivo algunas personas asociaron los *clusters* a campanas o metal golpeándose, por lo que decidí usar estos acordes para emular el metal oxidado. El segundo acorde aparece en el último tiempo del mismo compás, y sus alturas corresponden a los armónicos 31, 41 y 47. Estas alturas son cercanas en afinación a las alturas de la triada mayor en afinación justa (32, 40 y 48). Decidí usar este acorde porque en esta zona del registro algunas personas asociaron el acorde mayor a las campanas y dado que este acorde es cercano en afinación al acorde mayor, creo que puede ser percibido como una campana desafinada, vieja y oxidada. El tercer acorde aparece en el primer tiempo del compás 157 y se compone por alturas que corresponden a los armónicos 27, 34 y 40. Con este acorde busco un efecto similar al anterior, porque este también forma una triada que varía muy poco en afinación de la triada mayor de Fa#. En el cuarto tiempo del compás 158 aparece el último acorde de la cuatri-ritmia. Sus alturas corresponden a los armónicos 11, 12 y 18, y su característica

tímblica más notoria son los batimentos que genera la segunda menor del intervalo 12/11.

De manera similar a la sección anterior, la polirritmia genera una especie de melodía producto de la combinación de los acordes. En la siguiente ilustración es posible apreciar los últimos compases de la obra.

The image displays three systems of musical notation, each consisting of three staves. The top staff is a treble clef staff with lyrics underneath. The middle and bottom staves are bass clef staves. The first system (measures 163-166) has lyrics: "bells, bells - to the moaning and the groaning of the". The second system (measures 167-170) has the lyric "bells." above the first measure, followed by rests in the top staff. The third system (measures 171-174) shows the final measures of the piece, ending with a double bar line. The notation includes various chords, some with long notes, and rests. There are circled numbers (8) in the bass staves, possibly indicating a specific instrument or part.

Ilustración 5.16

#### 5.4 Estudio Armonía-Timbre

El objetivo de esta obra es estudiar como se interrelacionan algunos acordes y tonos a través de su estructura de alturas. La obra se divide en tres secciones: **A**, **B** y **C**. La sección **A** se desarrolla del compás 1 al 37 y está compuesta a partir de un acorde que es *homólogo* a un tono con ambigüedad en su altura. El acorde se repite 12 veces y se compone por las alturas que corresponden a los armónicos 9, 11, 13, 15, 17 y 19. En las primeras 5 repeticiones las senoidales tienen la misma afinación que algunas de las alturas del acorde. El objetivo de esta sección es provocar ligeras transformaciones tímbricas del acorde, a través de la adición de ondas senoidales.

Senoidales

Clave

Dejar vibrar siempre

19  
17  
15  
13  
11  
9

Ilustración 5.17

Algunas senoidales están afinadas en octavas superiores que las alturas del acorde, tal es el caso del armónico 18 que es la octava del armónico 9 y del armónico 44, que es la doble octava del 11 (pentagrama superior ilustración 5.17).

A partir del compás once utilizo algunos armónicos que no corresponden a ninguna de las alturas del acorde. En este compás aparece el armónico 21, en el compás trece el 46 y en el compás quince el 50.

Senoidales

Clave

Dejar vibrar siempre

19  
17  
15  
13  
11  
9

Ilustración 5.18



Del compás 18 al 24 se comienza a hilvanar una melodía con las senoidales. Este tratamiento funciona de manera muy similar a la metodología que utilicé la sección 5.1 (ilustraciones 5.4 y 5.5), la cual tiene el propósito de estudiar la escucha *analítica* y *holística*. En la siguiente ilustración se pueden apreciar en *forte* las senoidales que participan en la melodía.

2

Ilustración 5.19

A partir del compás 25 le agrego al acorde la altura que corresponde al armónico contiguos más grave, por ejemplo, al acorde del compás 25 le agregué la altura que corresponde al armónico 8, al siguiente acorde le agregué la altura que corresponde al armónico 7, etc. La sección termina en el compás 37 con un acorde cifrado con: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Es interesante como surge del acorde original la serie de armónicos naturales. De este modo el acorde que comenzó siendo *homólogo* a un tono con ambigüedad en su altura, termina por transformarse en un acorde *homólogo* a un tono con claridad en su altura.

25

Ilustración 5.20

En la sección **B** que va del compás 38 al 67 no participa el clavecín. Esta se desarrolla sólo con ondas senoidales. A continuación se puede apreciar una breve melodía derivada de los materiales expuestos en **A**.

4 37

I 7 *pp* *f*  
 I 6 *pp*  
 I 5 *pp* *f* *pp*  
 I 4 *pp* *f* *pp*  
 I 3 *pp* *f* *pp*  
 I 2 *pp* *f* *pp*

9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2

Ilustración 5.21

**C** se desarrolla del compás 68 al 153. En esta sección vuelven a aparecer los acordes con un pulso constante, pero ahora las proporciones de los acordes son siempre distintas.

68

*p* 11 42 (21) Similar 17

*p* 9 38 (19) Similar 15

*p* 7 II 23 Similar 13

I 12 II 42 (21) I 22 (11)  
 11 40 (5) 18 (9)  
 10 (5) 38 (19) 17  
 9 32 (1) 15  
 8 (1) 24 (3) 14 (7)  
 7 23 13

Ilustración 5.22

Los acordes del compás 68 al 126, son *homólogos* a los tonos con ambigüedad en su altura y los acordes que van del compás 127 hasta el final, se componen por intervalos muy cerrados que están dentro de la banda crítica y fuera del límite de discriminación de frecuencia. Progresivamente los acordes se componen por intervalos cada vez más cerrados provocando que surja una gran masa de batimentos. De manera análoga las ondas senoidales se mantienen muy cerca en frecuencia para generar una textura con batimentos y rugosidad. En esta sección las senoidales se aglomeran en pequeños grupos, de modo que podemos observar como interactúan dentro de las diferentes bandas críticas. Cada pentagrama da seguimiento a un diferente grupo de senoidales. De este modo es posible manejar una envolvente de amplitud para cada grupo y tener un mejor control de los batimentos que se generan.

96 (3)	96 (3)	96 (3)
88 (11)	88 (11)	88 (11)
84 (21)	84 (21)	84 (21)
80 (5)	80 (5)	80 (5)
76 (19)	76 (19)	76 (19)
72 (9)	72 (9)	72 (9)
68 (17)	68 (17)	68 (17)
66 (33)	66 (33)	66 (33)
64 (1)	64 (1)	64 (1)
62 (31)	62 (31)	62 (31)
60 (15)	60 (15)	60 (15)
59	59	59
58 (29)	58 (29)	58 (29)
56 (7)	56 (7)	56 (7)
54 (27)	54 (27)	54 (27)
53	53	53
52 (13)	52 (13)	52 (13)
50 (25)	50 (25)	50 (25)
48 (3)	48 (3)	48 (3)
47	47	47
46 (23)	46 (23)	46 (23)
43	43	43
41	41	41
37	37	37
35	35	35
31	31	31

Ilustración 5.23

## 5.5 Transiciones

*Transiciones* es una obra para clavecín en donde apliqué dos metodologías para transformar la armonía. Las metodologías se inspiran en los principios de la percepción de altura de los tonos complejos. La primera de ellas fue utilizada para desarrollar la armonía del tema principal de la obra. En la siguiente ilustración podemos apreciar el tema en su versión original que aparece en los primeros compases. Este explora la transposición del acorde mayor justo a varias tonalidades. Las tonalidades en las que es ejecutado corresponden a la fundamental *La* (cifrado negro), a *Mi* (armónico 3 en rojo), a *Do#* (armónico 5 en azul) y a *Sol* (armónico 7 en café). Todos los acordes con excepción del último están en posición cerrada.

Ilustración 5.24

La metodología que utilizo para transformar la armonía, surge de la reflexión teórica donde propongo que los TAH no son muy distintos entre sí. Con base en lo anterior, compongo los acordes como si estuviera construyendo tonos complejos, es decir, las alturas del clavecín (tonos complejos) las empleo como si fueran armónicos naturales (tonos simples). Esta metodología funciona de la siguiente manera: un tono complejo necesita poseer por lo menos un par de armónicos contiguos dentro de sus primeros 7 parciales, para ser percibido con una fundamental virtual y una altura clara. En este caso el tema es variado en seis ocasiones seguidas y en cada una de ellas los acordes pierden la altura más grave, la cual es substituida por la altura que corresponde al armónico subsiguiente más agudo de la serie. Dicho de otro modo, la armonía de cada nueva variación pierde gradualmente los armónicos que le dan claridad a la altura. A continuación podemos observar la primer variación del tema. En esta variación fue eliminado el armónico 4 y fue substituido por el 7.

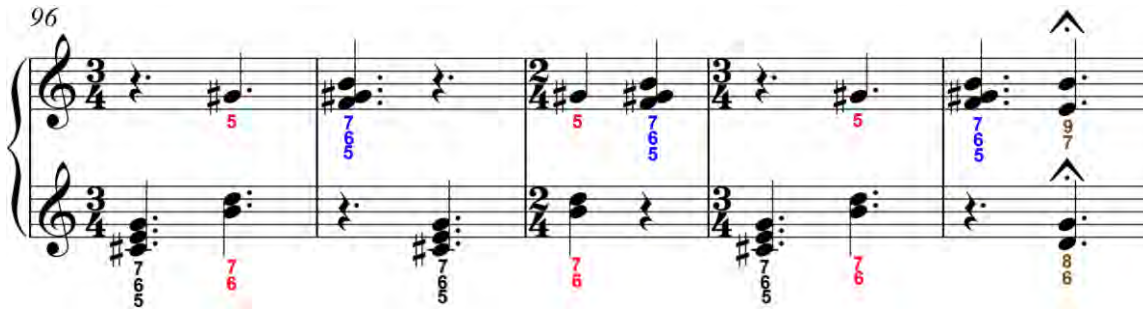


Ilustración 5.25

El último de los acordes del tema no fue sujeto a este procedimiento, por lo que su armonización es libre en todas las variaciones. En la siguiente tabla podemos observar las alturas que componen los acordes en cada variación.

	Tema	Variación 1	Variación 2	Variación 3	Variación 4	Variación 5	Variación 6
Alturas	4,5 y 6	5,6 y 7	6,7 y 9	7,9 y 11	9,11 y 13	11,13 y 15	13,15 y 21

Aunque la claridad y ambigüedad de la altura son fenómenos psicoacústicos asociados a la percepción de tonos complejos, es innegable que la armonía de la última variación del tema, es más ambigua o difusa que la armonía del tema original, por lo que se podría interpretar como un efecto análogo.

La segunda metodología que utilicé aparece del compás 51 al 64. Esta progresión la probé con ondas senoidales para verificar si se producían fundamentales virtuales. El tono que aparece en el compás 51, 53, 55 y 57 no lo percibí con una fundamental virtual, mientras que los tonos que aparecen en los compases 52, 54 y 56 si los percibí con una fundamental virtual. A partir de esta información, traté de provocar un vaivén entre los TAH que si tienen altura virtual, con los TAH que no la tienen.

La segunda metodología funciona de manera inversa a la primer metodología, es decir, en este caso es eliminado el parcial más agudo y substituido por el siguiente parcial más grave.

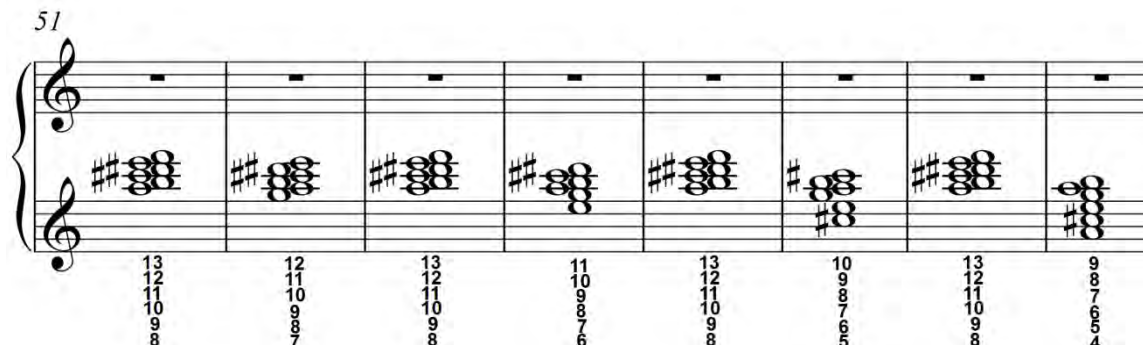


Ilustración 5.26

A partir del compás 58 los espectros poseen claridad en su altura, pero es hasta el compás 61 que se genera una alta fusión tonal del espectro.

58 *Accelerar rapidamente hasta llegar a* -----  $\text{♩} = 350$   $\text{♩} = 145$

Ilustración 5.27

## 5.6 Cantata infantil

En esta obra sólo utilicé un material musical que se vincula con la teoría. Del compás 56 al 74 pretendo imitar el sonido de una campana a partir de un acorde *ambiguo* ejecutado con voces. En la primer encuesta se preguntó: ¿cuál acorde se parece más al sonido de una campana?. En esta pregunta fue mostrado un mismo acorde ejecutado con 4 timbres diferentes: piano, clavecín, cuerdas y voces. El promedio de similitud del piano y clavecín fue más alto que el de las voces y cuerdas. Esto lo atribuí a que el piano y el clavecín tienen una envolvente de amplitud similar a una campana, mientras que los timbres que utilicé de voces y cuerdas poseían una amplitud fija. Me interesa averiguar si empleando voces reales y una envolvente similar a una campana, se puede aumentar la percepción de similitud. La directora de coro y soprano Adriana Avilés, sugirió emplear un efecto nasal similar al utilizado en la opera China, para ayudar a que el acorde sea percibido como campana. El acorde se compone por los armónicos: 11 (Re#), 13 (Fa), 15 (Sol#) y 17 (La #).

56 *Imitar la envolvente de una campana*  $\text{♩} = 56$   $\text{♩} = 130$  *Imitar la envolvente de una campana*

Coro

*ff* *mf* *f* *ff*

*i* *i i i o o* *HR* *i*

*ff* *din dan don dan* *f* *i*

*ff* *ff*

66 *Imitar la envolvente de una campana*

Coro

*pp* *i* *i* *i* *i* *ff*

*pp* *i* *i* *i* *i* *ff*

Ilustración 5.28

## Conclusiones

Mi interpretación de los resultados de las encuestas, es que existe cierto grado de relación entre los TAH a nivel de la percepción. Para determinar de manera objetiva la existencia y grado de esta relación, sería necesario realizar una serie de investigaciones psicoacústicas con condiciones controladas y con individuos de estudio de diferentes edades y culturas. Con base en lo anterior, bosquejé algunas de las características que tendría un espacio armónico, organizado a partir de fenómenos psicoacústicos que ocurren a los tonos complejos y que además considera el timbre de los instrumentos y el registro auditivo. Para definir de manera objetiva este espacio, serían necesarias investigaciones psicoacústicas que revelen cómo percibimos los acordes de un determinado sistema armónico, tocados por diferentes instrumentos y en diferentes zonas del registro auditivo. La investigación fue fundamental para precisar los límites de mis planteamientos teóricos y para establecer una base sólida sobre la cual desarrollar mis reflexiones y metodologías para la composición. En este sentido, las composiciones, además de ser el laboratorio donde pongo a prueba aspectos de la teoría, son obras artísticas que pretenden integrar las metodologías dentro un discurso musical. Algunas composiciones son estudios enfocados en desarrollar de manera integral ciertos aspectos de la teoría y otras composiciones utilizan las metodologías sólo en los momentos que el discurso musical lo requiere. Para este fin diseñé dos escalas justas para clavecín, que pueden ser ejecutadas con dos sintetizadores superpuestos o bien, con las voces, cuerdas o cualquier instrumento que permita estas afinaciones. Considero que en una investigación en composición musical es trascendental vincular de manera coherente los trabajos de composición e investigación, de lo contrario, se pierde el sentido de una investigación en esta disciplina artística. Para esta tesis fue fundamental el enfoque mixto, el cual implicó utilizar algunas características de los métodos cualitativos y cuantitativos. Gracias a este enfoque, fue posible analizar los datos, extraerles significado, interpretarlos y construir teoría musical.



## Bibliografía

- Aguilar, S., 2004, *Notas al programa*, Biblioteca UNAM, México D.F.
- Aguilar, S., 2011, *Principios de un sistema armónico para la afinación justa*, Tesis Biblioteca UNAM, México D.F.
- DeWitt, L. A., & Crowder, R. G. (1987). "Tonal fusion of consonant musical intervals: The oomph in Stumpf", *Perception & Psychophysics*, 41(1), 73–84.
- Houtsma, Rossing & Wagenaars, 1987, *Auditory demonstrations*, Institute for perception research, Eindhoven.
- Huron, D., 2006, *Sweet Anticipation*, The MIT Press, Massachussets.
- Huron D., 2001, "A derivation of the rules of voice-leading from perceptual principles, An interdisciplinary journal", Vol. 19, N°1, pp. 1-64, *University of california press*.
- Jiménez L. y Picquart M., 2010, "Estudio simplificado del timbre de cuerdas percutidas, punzadas y pulsadas", *latin-american journal of physics education*, Vol. 4, n°3, septiembre, pp. 741-752.
- Lach J., 2012, *Curvas de disonancia perceptual como fuentes generadoras para la composición y el estudio de la armonía*.
- Neville F. y Rosing T., 2005, *The physics of musical instruments*, Springer, New york.
- Orduña, F. y Boullosa, R., 1998, "Escalas musicales y sus temperamentos", *Revista mexicana de física*, 44 (2), México D.F., pp. 205-210.
- Parncutt, R., & Strasburger, H., 1994, "Applying psychoacoustics in composition: "Harmonic progressions of "nonharmonic" sonorities", *Perspectives of new music*, Vol. 32, N° 2, pp. 88-129,
- Partch, H., 1979, *Genesis of a Music*, A dacapo paperback, New York.
- Pierce, J., 1999, "The Nature of Musical Sound" en *The Psychology of Music*, Academic press, San Diego, pp. 1-23.

Pierce, J., 1985, *Los sonidos de la música*, Prensa científica, editorial Labor, Madrid.

Pressnitzer, D., 1999, "Acoustics, psychoacoustics and spectral music", institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique (IRCAM), Paris.

Rasch, R. y Plomp, R., 1999, "The perception of musical tones" en *The Psychology of Music*, Academic press, San Diego, pp. 89-112.

Roederer, J., 2008, *The Physics and Psychophysics of Music*, Geophysical Institute University of Alaska.

Roederer, J., 1997, *Acústica y Psicoacústica de la Música*, Ricordi, Buenos Aires.

Sethares, W., 1999, *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*, Springer, Londres.

Stanley, S. (editor), 2001, *The new Grove Dictionary of Music and Musicians*, Grove, Oxford.

Tenney, J., 1983, "John Cage y la teoría de la armonía", *traducción al español J. Lach*, pp. 1-20.

Wannamaker, R., 2008, "The spectral music of James Tenney", *Contemporary Music Review*, Vol. 27, nº 1, pp. 91-130.

### **Páginas de internet**

1. <http://hpi.zentral.zone/tonalplexus>

2. <http://www.classicalmpr.org/story/2016/01/25/the-sibelius-academy-acquires-a-new-quartertone-piano>

3. <http://www.huygens-fokker.org/microtonality/theory.html>

4. <http://www.klingbeil.com/spear/>

# Apéndice

## Composiciones

### Transformaciones armónico-tímbricas

Desafinar el teclado I con respecto del temperamento igual, el número de cents que se indica a continuación:  
A = 0 A# = +5 B = +4 C = -02 C# = -14 D = -29 D# = -49 E = +2 F = +41 F# = +6 G = -31 G# = -12  
Desafinar el teclado II con respecto del temperamento igual, el número de cents que se indica a continuación:  
A = -55 A# = -46 B = -44 C = -49 C# = +29 D = +11 D# = +28 E = -34 F = -27 F# = -26 G = +29 G# = -41

Sergio A. Aguilar A.

Clavecín

$\text{♩} = 160$

The musical score is written for Clavecín (Cembalo) and consists of six systems of music. Each system has two staves: a right-hand staff (RH) and a left-hand staff (LH). The tempo is marked as quarter note = 160. The key signature has one sharp (F#). The score includes various rhythmic patterns, including eighth and sixteenth notes, and complex chordal textures. The systems are numbered 1, 9, 14, 19, 24, and 29. The notation includes dynamic markings like *z* (zaccato) and *mf* (mezzo-forte).

34

Measures 34-37: Bass clef, dense chordal texture with many notes per measure.

38

Measures 38-41: Bass clef, dense chordal texture with many notes per measure.

42

Measures 42-45: Bass clef, dense chordal texture with many notes per measure.

46

Measures 46-50: Bass clef, sparse notes, some rests.

51

Measures 51-55: Grand staff, sparse notes, some rests.

56

Measures 56-60: Grand staff, sparse notes, some rests.

61

Measures 61-65: Grand staff, sparse notes, some rests.

68

Musical notation for measures 68-77. Treble clef with a key signature of one sharp (F#). The melody consists of eighth and quarter notes with rests. The bass line has a similar rhythmic pattern with some chromatic movement.

78

Musical notation for measures 78-85. Treble clef with a key signature of one sharp (F#). The melody continues with eighth and quarter notes. The bass line features a steady eighth-note accompaniment.

86

Musical notation for measures 86-90. Bass clef with a key signature of one sharp (F#). The bass line has a melodic line with eighth and quarter notes. The treble line has a steady eighth-note accompaniment.

91

Musical notation for measures 91-95. Bass clef with a key signature of one sharp (F#). The bass line has a melodic line with eighth and quarter notes. The treble line has a steady eighth-note accompaniment.

96

Musical notation for measures 96-100. Bass clef with a key signature of one sharp (F#). The bass line has a melodic line with eighth and quarter notes. The treble line has a steady eighth-note accompaniment.

101

Musical notation for measures 101-105. Bass clef with a key signature of one sharp (F#). The bass line has a melodic line with eighth and quarter notes. The treble line has a steady eighth-note accompaniment.

106

Musical notation for measures 106-110. Bass clef with a key signature of one sharp (F#). The bass line has a melodic line with eighth and quarter notes. The treble line has a steady eighth-note accompaniment.

109



111



The image shows two systems of musical notation for piano. The first system, labeled '109', consists of two staves. The upper staff is in bass clef and contains a sequence of chords and notes. The lower staff is in bass clef and contains a similar sequence. The second system, labeled '111', also consists of two staves. The upper staff is in bass clef and contains a sequence of chords and notes. The lower staff is in bass clef and contains a similar sequence. The notation includes various chord symbols and note values.

Tepic Nayarit Junio 2016

Desafinar el teclado I con respecto del temperamento igual, el número de cents que se indica a continuación:  
**A = 0 A# = +5 B = +4 C = -2 C# = -14 D = -29 D# = -49 E = +2 F = +41 F# = +6 G = -31 G# = -12**  
 Desafinar el teclado II con respecto del temperamento igual, el número de cents que se indica a continuación:  
**A = -55 A# = -46 B = -44 C = -49 C# = +29 D = +11 D# = +28 E = -34 F = -27 F# = -26 G = +29 G# = -41**

# Bells

Sergio A. Aguilar A.

Declarar el texto de manera teatral con las emociones indicadas. Cuando en el compás no esté indicado el tiempo, la duración será definida por la declamación.

**I**

**70**

*Declarar*

Soprano

Hear the sledges with the bells  
(Asombro, misterio, expectativa) *mp*

Silver bells!  
(Regocijo, alegría) *f*

What a

Clave

**I**

4

S.

world of mer - ri - ment the - ir me - lo - dy fore - tells!

C.

**80**

6

S.

*Declarar*

How they tin - kle, tin - kle, tin - kle, In the icy air night!  
(Regocijo, alegría) *p* (misterio) *ff*  
(imitar el sonido del viento)

C.

**I**

**50**

10

S.

*Declarar*

While the stars that overs - prin - kle  
*mf* (misterio) *pp* (viento) *mp*

C.

*Dejar vibrar siempre*

**I**

**II**

2  
12  $\text{♩} = 50$   
Declamar

S. *All the heaven seem to twin - kle*  
(asombro) *p* *mf* *mf* (viento)

C. II  
I

14  $\text{♩} = 75$   
Declamar

S. *With a crystalline delight;*  
(asombro) *mf* *f* Keeping time, time, time,

C. II  
I

Dejar vibrar los arpeggios siempre

$\text{♩} = 125$

19  $\text{♩} = 70$   
Declamar

S. *In a sort of ru - nic rhyme* *To the tintinnabulation that so musically wells.* *From the bells,*  
(hablado sin emoción) *mf* (asombro) *f* (Orgullo, felicidad exasperada)

C. II  
I

21  $\text{♩} = 70$   
Declamar

S. bells, bells, bells, Bells, From the jingling and  
bells, bells, bells, the tinkling of the bells.

C. II  
I



27 **Declear**  $\text{♩} = 90$  3

S. **Hear the mellow wedding bells,** **Golden bells!**  
 (Asombro, misterio, expectativa) (Regocijo, alegría) **What a**

*mf* *ff* *f*

C.

31

S. world of hap - pi - ness the - ir har - mo - ny fore - tells!

C.

33  $\text{♩} = 90$  **Declear**

S. **Through the balmy air of night** **How they ring out their delight!** **From the molten-golden notes,** **And all in tune,**  
 (Asombro, sorpresa, alegría)

*f*

C.

37  $\text{♩} = 110$  **Declear**  $\text{♩} = 110$

S. **What a liquid ditty floats** **To the turtle-dove that listens,**  
 (Asombro, sorpresa, alegría)

*mf*

C.

43  $\text{♩} = 110$  **Declear**  $\text{♩} = 110$

S. *mp* i o i o o i o i **While she goats,** **On the moon!** *mp* i a i o i o o i

*mp* *mf* *mp*

C.

4  
49  $\text{♩} = 110$   
*Declamar*

S. Oh, from out the sounding cells What a gush of euphony voluminously wells!  
*f*  
(Asombro, sorpresa, alegría)

C. I II I

53  $\text{♩} = 110$   
*Declamar*

S. How it swells! How it dwells On the future! - how it tells

C. II I

57  $\text{♩} = 110$   
*Declamar*

S. Of the rapture that impels To the swinging and the ringing Of the bells  
*ff*

C. II I

61  $\text{♩} = 90$   
*Declamar*

S. bells, bells, Of the bells, bells, bells bells, bells, bells, bells - To the rhyiming and the chiming of the bells!

C. I

67 **III**  
 S. *Declamar*  
 Hear the loud alarm bells Brazen bells!  
 (Misterio, asombro, sorpresa) (Asombro, sorpresa)  
*mp* *f*

70 **♩ = 90**  
 S. *Declamar*  
 What a tale of terror!, now, their turbulency tells! in the startled ear of night  
 (Miedo, terror)

73 **♩ = 90**  
 S. *Declamar*  
 How they scream out their affright! To much horrified to speak, They can only shriek, shriek, Out of tune

76 **♩ = 110**  
 S. *Declamar con la voz raspada, como cuando se cierra la garganta cuando se está afónico*  
 In a clamorous appealing to the mercy of the fire, In a mad expostulation with the deaf and  
 (Voz de amenaza y advertencia de una bruja)  
*mf*

Provocar ligeras irregularidades rítmicas de modo que no siempre coincidan los ataques de la mano derecha con los de la izquierda. Imitar la rítmica del fuego.

6 78

S. frantic fire, Leaping higher, higher, higher, With a desperate desire, And a resolute endeavor

C.

81

S. Now - now to sit or never, By the side of the pale-faced moon.

C.

84  $\text{♩} = 90$   
Declarar

S. Oh, the bells, bells, bells! What a tale their terror tells Of despair! How they clang, and clash, and roar!  
(Miedo, terror)

C.

87

S. What a horror they outpour On the bosom of the palpitating air! Yet the ear it fully knows,

C.

90

S. By the twanging And the clanging, How the danger ebbs and flows; Yet the ear distinctly tells.

C.

93

S. In the jangling And the wrangling, How the danger sinks and swells, By the sinking or the swelling in the anger

C.

96

S. of the bells- Of the bells, Of the bells. bells, bells, bells, bells,

C.

99

S. Bells, bells, bells- In the clamor and the clangor of the bells!

C.

102

S.

C.

8

105 **IV** *Declamar*  $\text{♩} = 90$  *Declamar*

S. Hear the tolling of the bells - Iron bells! What a world of solemn thought their monody compels!  
 (Misterio, asombro, sorpresa) *ff* (Miedo, tristeza) *mf*

C. I *8<sup>vb</sup>* II *8<sup>vb</sup>*

110

S. In the silence of the night, How we shiver with a fright At the melancholy menace of their tone!

C. *8<sup>vb</sup>*

113

S. For every sound that floats From the rust within their throats Is a groan.

C. *8<sup>vb</sup>*

116  $\text{♩} = 110$

*Declamar con la voz raspada, como cuando se cierra la garganta cuando se está afónico*

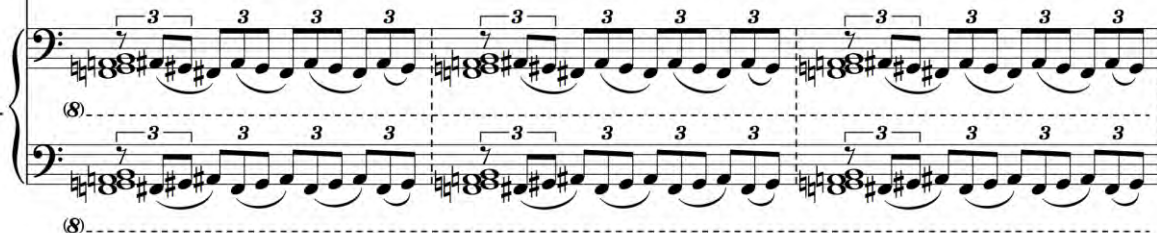
S. And the people -ah, the people- They that dwell up in the steeple, All alone,  
 (Voz de amenaza y advertencia de una bruja) *mf*

C. II *8<sup>vb</sup>* I *8<sup>vb</sup>*

Provocar ligeras irregularidades rítmicas de modo que no siempre coincidan los ataques de la mano derecha con los de la izquierda. Imitar la rítmica del fuego.


119

S. And who tolling, tolling, tolling, In that muffled momotone, Feel a glory in so rolling

C. 

122

S. On the human heart a stone- They are neither man nor woman- They are ghouls

C. 

125

S. And their king it is who tolls; And he rolls, rolls, rolls, Rolls

C. 

128

$\text{♩} = 90$   
Declamar

S. A paeon from the bells! And his merry bosom swells With the paeon of the bells!  
(Miedo, terror)

C. 

10  
132  $\text{♩} = 125$

S.  $\text{And he dances, and he yells; Keeping time, time, time, In a sort of Ru-nic rhyme}$   
*f* (hablado sin emoción)

C.  $\text{I}$   $\text{II}$

138  $\text{♩} = 90$  *Declamar*  $\text{♩} = 125$

S.  $\text{To the paeon of the bells, Of the bells-Keeping time, time, time, In a sort of Ru-nic rhyme}$   
*f* (hablado sin emoción)

C.  $\text{II}$   $\text{II}$

144  $\text{♩} = 90$  *Declamar*  $\text{♩} = 125$

S.  $\text{To the throbbing of the bells, Of the bells, bells, bells-To the sobbing of the bells; Keeping time, time, time,}$

C.  $\text{I}$

150

S.  $\text{As - he knells, knells, knells, In a ha - ppy Ru - nic rhyme}$   
(hablado sin emoción)

C.  $\text{I}$   $\text{II}$



155  $\bullet = 90$   
Declamar

S. To the rolling of the bells, Of the bells, bells, bells, To the tolling of the

C. I  $8^{th}$   
II  $8^{th}$

159

S. bells, Of the bells, bells, bells, bells, Bells,

C.  $8^{th}$

163

S. bells, bells - to the moaning and the groaning of the

C.  $8^{th}$

167

S. bells.

C.  $8^{th}$

171

C.  $8^{th}$

Desafinar el teclado I con respecto del temperamento igual, el número de cents que se indica a continuación:  
 A= 0 A#= +5 B= +4 C= -2 C#= -14 D= -29 D#= -49 E= +2 F= +41 F#= +6 G= -31 G#= -12  
 Desafinar el teclado II con respecto del temperamento igual, el número de cents que se indica a continuación:  
 A= -55 A#= -46 B= -44 C= -49 C#= +29 D= +11 D#= +28 E= -34 F= -27 F#= -26 G= +29 G#= -41

# Estudio Armonía-Timbre

Sergio A. Aguilar A.

$\text{♩} = 100$

Senoidales

Clave

Dejar vibrar siempre

I 19 17 15 13 11 9

9

I 17 21 II 46 (23) 50 (25)

15 19 21 19

13 13 11 15

I 19 17 15 13 11 9

2

Musical score for the first system, measures 17-21. The score is written for four staves: Treble 1, Treble 2, Treble 3, and Piano. The key signature is one sharp (F#). The time signature is 4/4. The first staff (Treble 1) contains measures 17, 18, 19, 20, and 21. The second staff (Treble 2) contains measures 27, 28, 29, 30, and 31. The third staff (Treble 3) contains measures 13, 14, 15, 16, and 17. The piano part (Piano) contains measures 9, 10, 11, 12, and 13. The score includes dynamic markings *f* and *pp*. Measure numbers are indicated below the staves: 46 (23) and 50 (25) for Treble 1; 27 and 21 for Treble 2; 13 for Treble 3; and 19, 17, 15, 13, 11, 9 for Piano.



Musical score for the second system, measures 21-25. The score is written for four staves: Treble 1, Treble 2, Treble 3, and Piano. The key signature is one sharp (F#). The time signature is 4/4. The first staff (Treble 1) contains measures 21, 22, 23, 24, and 25. The second staff (Treble 2) contains measures 19, 20, 21, 22, and 23. The third staff (Treble 3) contains measures 15, 16, 17, 18, and 19. The piano part (Piano) contains measures 9, 10, 11, 12, and 13. The score includes dynamic markings *f*, *pp*, and *<f> pp*. Measure numbers are indicated below the staves: 23 and 58 (29) for Treble 1; 19 and 44 (11) for Treble 2; 15 and 17 for Treble 3; and 19, 17, 15, 13, 11, 9 for Piano.

25

19 19 19 19 17 13

17 17 17 17 15 11

15 15 15 15 13 9

13 13 13 13 11 8

11 11 11 11 9 7

9 9 9 9 8 6

8 8 8 8 7 5

7 7 7 7 6 4

6 6 6 6 5 3

5 5 5 5 4 3



37

I 7 *pp* *f*

I 6 *pp*

I 5 *pp* *f* *pp*

I 4 *pp* *f* *pp*

I 3 *pp* *f* *pp*

I 2 *pp* *f* *pp*

9 8 7 6 5 4 3 2

43

Musical score for measures 43-47, consisting of six staves. The notation includes various dynamics such as *pp*, *f*, *mf*, and *pp*. The music features complex rhythmic patterns and phrasing, with some notes marked with accents and slurs. A double bar line is present at the end of measure 47.

48

Musical score for measures 48-53, consisting of six staves. The notation includes various dynamics such as *pp*, *f*, *mf*, and *pp*. The music features complex rhythmic patterns and phrasing, with some notes marked with accents and slurs. Fingerings are indicated by numbers in parentheses: 14 (7), 22 (11), 10 (5), 9, 6, and 4. A double bar line is present at the end of measure 53.

55

5

Musical score for measures 55-60, featuring six staves. The notation includes various note values, slurs, and dynamic markings. Measure numbers and fingerings are indicated below the notes.

- Staff 1: Measure 56 (7)
- Staff 2: Measure 88 (11)
- Staff 3: Measure 21
- Staff 4: Measure 36 (9), dynamic markings  $< f$  and  $pp$
- Staff 5: Measure 24 (3), dynamic markings  $< f > pp$
- Staff 6: Measure 16 (1)



61

Musical score for measures 61-66, featuring six staves. The notation includes various note values, slurs, and dynamic markings. Measure numbers and fingerings are indicated below the notes.

- Staff 1: Measure 56 (7)
- Staff 2: Measure 88 (11)
- Staff 3: Measure 21
- Staff 4: Measure 36 (9)
- Staff 5: Measure 16 (1)

6

68

*p* 11 42 (21) Similar 17

*p* 9 38 (19) Similar 15

*p* 7 II 23 Similar 13

I 12 11 10 (5) 9 8 (1) 7

II 42 (21) 40 (5) 38 (19) 32 (1) 24 (3) 23

I 22 (11) 18 (9) 17 15 14 (7) 13



74

19 15 II 25

15 11 21

11 9 17

21 19 17 15 13 11

19 17 15 13 11 9

II 27 25 23 21 23 19 17

80

Violin I: 28 (7), 13, II *mp*

Violin II: 24 (3), 10 (5), II 31 *mp* > *p* < *f* > *pp*

Violin III: 20 (5), 8 (1), II *mp* > *p* < *f* >

Piano: I 29, 28 (7), 27, 25, 24 (3), 20 (5); II 13, 12, 11, 10 (5), 9, 8 (1); I 44 (11), 37, 36 (9), 31, 29, 28 (7)



86

Violin I: I *p* 34 (17), *mp*, II 37 *mp*, 47 *mf*

Violin II: I *p* 30 (15), *mp*, II 31 *mp*, *f*, *pp*, 43 *mp*, 47 *mf*

Violin III: I *p* 26 (13), *mp*, II 23 *mp*, *f*, 41 *mp*, 47 *mf*

Piano: I 43, 37, 34 (17), 31, 30 (15), 26 (13); II 38 (19), 37, 34 (17), 31, 29, 23; I 80 (5), 64 (1), 46 (3), 47, 43, 41



92

II *mp* 59 *f* *mp* 42 (21) *mp* 56 (7) *f*

II *mp* 53 *f* *pp* *mp* 37 *mp* 37 *f* *pp*

II *mp* 47 *mp* 36 (9) *mp* 32 (1)

I 59 56 (7) 53 48 (3) 47 40 (5) 58 (29) 54 (27) 42 (21) 37 36 (9) 31 58 (29) 56 (7) 38 (19) 37 32 (1) 31



98

I *mp* 42 *mf* *mp* 54 (27) *f* *pp* *mp* 54 (27) *f* *pp*

I *mp* 36 (9) *mp* 42 (21) *f* *mp* 42 (21)

I *mp* 28 (7) *mp* 36 (9) *mp* 32 (1) *f*

I 53 47 43 42 (21) 36 (9) 28 (7) 54 (27) 53 43 42 (21) 36 (9) 35 58 (29) 54 (27) 53 43 42 (21) 32 (1)

104

II *mp* 58 (29) *f* *pp* 82 (41) *mp* 54 (27) *f*

II *mp* 43 *mp* 66 (33) *f* *mp* 53 *f*

*mp* 37 *f* II *mp* 53 *f* *pp* *mp* 41 *f*

I 58 (29) 82 (41) II 86 (43)  
 48 (3) 80 (5) 84 (21)  
 43 68 (17) 72 (9)  
 38 (19) 66 (33) 54 (27)  
 37 54 (27) 53  
 28 (7) 53 41



110

I *mp* 144 (9) *f*

I *mp* 84 (21) *f* II *mp* 70 (35) *f* I *mp* 96 (3) *f*

I *mp* 56 (7) *f* II *mp* 53 *f* *mp* 94 (47) *f*

*mp* 53 *f* I *mp* 44 (11) *f* *mp* 56 (7) *f*

II 86 (43) 70 (35) 144 (9)  
 84 (21) 56 (7) 140 (35)  
 56 (7) 53 96 (3)  
 53 44 (11) 94 (47)  
 37 31 58 (29)  
 36 (9) 30 (15) 56 (7)

The musical score consists of six staves. The top two staves are for the first and second violins, both in G major. The next three staves are for the first, second, and third violas, also in G major. The bottom two staves are for the first and second cellos, both in G major. The score includes dynamic markings such as *mp* (mezzo-piano) and *f* (forte), and fingering numbers in parentheses. The first staff (Violin I) has markings: *mp* 72 (9), *f*, *mp* 66 (33), *f*, *mp* 42 (21), *f*. The second staff (Violin II) has: *mp* 48 (3), *f*, *mp* 53, *f*, *mp* 36 (9), *f*. The third staff (Viola I) has: *mp* 47, *f*, *mp* 46 (23), *f*, *mp* 35, *f*. The fourth staff (Viola II) has: *mp* 35, *f*, *mp* 40 (5), *f*, *mp* 27, *f*. The fifth and sixth staves (Cello I and II) have: *mp* 96 (3), 72 (9), 48 (3), 47, 35, 25; *mp* 66 (33), 54 (27), 53, 46 (23), 40 (5), 27; *mp* 53, 43, 42 (21), 36 (9), 35, 27.

I	mp	48 (3)	f	mp	108 (27)	f	mf	96 (3)	pp
II	mp	47	f	mp	94 (47)	f	mf	92 (23)	pp
I	mp	38 (19)	f	mp	72 (9)	f	mf	72 (9)	mp
II	mp	37	f	mp	70 (35)	f	mf	70 (35)	pp
II	mp	29	f	mp	53	f	mf	47	pp
I	mp	24 (3)	f	mp	48 (3)	f	mf	48 (3)	pp
I		48 (3)			108 (27)			96 (3)	
II		47			94 (47)			92 (23)	
		38 (19)			72 (9)			72 (9)	
		37			70 (35)			70 (35)	
		29			53			48 (3)	
		24 (3)			48 (3)			47	

I 96 (3) *mp*  
 II 94 (47) *mp*  
 I 64 (1) *mp* 112 (7) *mp* *p* *mp*  
 II 46 (23) *mp* 94 (47) *mf* 82 (41) *p* *mf*  
 II 47 *mf* 62 (31) *mp* 59 *p* *mp*  
 I 48 (3) *f* *ppp* *mf*  
 I 96 (3) 96 (3) 96 (3)  
 II 94 (47) 80 (5) 80 (5)  
 64 (1) 64 (1) 64 (1)  
 62 (31) 62 (31) 62 (31)  
 48 (3) 59 59  
 47 48 (3) 58 (29)  
 46 (23) 47 56 (7)  
 31 48 (3) 48 (3)  
 47  
 35  
 31

Violin I: *mp* *p* *mp* *p* *mf*  
 152 (19) 152 (19) 136 (17)

Violin II: *mp* *p* *mp* *p* *mf*  
 188 (47) 184 (29)

Viola I: *p* *mf* *mp* *f* *pp* *f* *p*  
 120 (15) 112 (7) 120 (15) 112 (7) 100 (25)

Viola II: *p* *f* *p* *mp* *p* *ff* *pp*  
 94 (47) 92 (23) 82 (41)

Violin II: *p* *fff* *p* *mp*  
 62 (31) 59 58 (29)

Violin I: *p* *ff* *p* *mp* *f* *mp* *mf* *ff*  
 48 (3) 44 (11)

Piano: *mp* *fff* *p* *mp*

96 (3)  
 80 (5)  
 64 (1)  
 62 (31)  
 58 (29)  
 56 (7)  
 50 (25)  
 48 (3)  
 47  
 43  
 37  
 35  
 31

96 (3)  
 80 (5)  
 66 (33)  
 64 (1)  
 62 (31)  
 59  
 58 (29)  
 56 (7)  
 53  
 50 (25)  
 48 (3)  
 47  
 46 (23)  
 43  
 41  
 37  
 35  
 31

96 (3)  
 84 (21)  
 76 (19)  
 72 (9)  
 66 (33)  
 64 (1)  
 62 (31)  
 59  
 58 (29)  
 56 (7)  
 53  
 52 (13)  
 50 (25)  
 48 (3)  
 47  
 46 (23)  
 43  
 41  
 37  
 35  
 31

140

188 (47)  
184 (23)  
182 (43)

152 (19)  
144 (9)  
136 (17)

96 (3)  
88 (11)  
84 (21)  
80 (5)  
76 (19)  
72 (9)  
68 (17)  
66 (33)  
64 (1)  
62 (31)  
60 (15)  
59  
58 (29)  
56 (7)  
54 (27)  
53  
52 (13)  
50 (25)  
48 (3)  
47  
46 (23)  
43  
41  
37  
35  
31

96 (3)  
88 (11)  
84 (21)  
80 (5)  
76 (19)  
72 (9)  
68 (17)  
66 (33)  
64 (1)  
62 (31)  
60 (15)  
59  
58 (29)  
56 (7)  
54 (27)  
53  
52 (13)  
50 (25)  
48 (3)  
47  
46 (23)  
43  
41  
37  
35  
31

96 (3)  
88 (11)  
84 (21)  
80 (5)  
76 (19)  
72 (9)  
68 (17)  
66 (33)  
64 (1)  
62 (31)  
60 (15)  
59  
58 (29)  
56 (7)  
54 (27)  
53  
52 (13)  
50 (25)  
48 (3)  
47  
46 (23)  
43  
41  
37  
35  
31

The image shows a musical score for six staves. The first five staves are for a single melodic line, likely a violin or flute, and the sixth staff is for piano accompaniment. The score is written in bass clef and contains the following musical elements:

- Staff 1:** Features a series of six eighth notes with a slur over them, each followed by a grace note. The notes are G, A, B, C, D, and E.
- Staff 2:** Features a series of four eighth notes with a slur over them, each followed by a grace note. The notes are G, A, B, and C.
- Staff 3:** Features a series of four eighth notes with a slur over them, each followed by a grace note. The notes are G, A, B, and C.
- Staff 4:** Features a series of six eighth notes with a slur over them, each followed by a grace note. The notes are G, A, B, C, D, and E.
- Staff 5:** Features a series of six eighth notes with a slur over them, each followed by a grace note. The notes are G, A, B, C, D, and E.
- Staff 6:** Features a series of six eighth notes with a slur over them, each followed by a grace note. The notes are G, A, B, C, D, and E. A dynamic marking of *mp* is placed below the first note.

The piano accompaniment staff (Staff 6) is currently empty, showing only the grand staff lines.



# Transiciones

Desafinar el teclado nº1 con respecto del temperamento igual, el número de cents que se indica a continuación:  
 A = 0 A# = -73 B = +4 C = -25 C# = -14 D = -29 D# = -49 E = +2 F = +41 F# = +6 G = -31 G# = -12  
 Desafinar el teclado nº2 con respecto del temperamento igual, el número de cents que se indica a continuación:  
 A = -27 A# = -46 B = -44 C = +20 C# = -57 D = +90 D# = +9 E = +38 F = -27 F# = -42 G = -62 G# = -12

Sergio A. Aguilar A.

$\text{♩} = 145$

Clave II

I

7

C.

14

C.

20

C.

Sostener y sobreligar todas las notas hasta donde se indica (S. y S.)

S. y S. -----|

25

C.

S. y S. -----|

S. y S. -----|

2 Acelerar gradualmente hasta llegar a  $\text{♩} = 165$

29

C. *s. y s.*

33

C. *s. y s.*

37

C. *s. y s.*

0'07'' aprox.      0'10'' aprox.      1'00'' aprox.      0'07'' aprox.

A partir de la sonoridad generada por los arpeggios en los dos compases anteriores, derivar una improvisación con las mismas notas. Emplear secuencias rítmico-melódicas rápidas en ambas manos. La secuencia de cada mano debe de ser independiente y debe evitar la repetición. Los ritmos deben de ser irregulares y deben de evitarse en lo posible las coincidencias vertical entre las dos manos, a menos que se realicen arpeggios como los del compas anterior. El objetivo es crear una textura caótica y en constante transformación. Sobrelegar y dejar vibrar lo más posible toda la improvisación.

Desacelerar gradualmente hasta tocar lento

Mantener la improvisación en tiempo lento pero incorporando esporádicamente pequeñas secuencias rápidas.

Desacelerar y desvanecer la improvisación.

40

C. *8va*

41 = 35 3

El objetivo de este *accelerando* es producir una transición rítmica gradual, de tal manera que la unidad del compás 64 dure igual que la negra con puntillo del compás 65

Accelerar poco a poco hasta llegar a

48

56 = 110 Acelerar rápidamente hasta llegar a = 350

65 = 145

74

4  
81

C.

This system contains measures 81 through 86. The music is written for a grand staff (treble and bass clefs). The key signature has one sharp (F#). The time signature is 3/4. Measure 81 starts with a half rest in the treble and a dotted quarter note in the bass. The piece concludes with a fermata over a whole note chord in the final measure.

87

C.

This system contains measures 87 through 92. The music continues in the same key and time signature. Measure 87 features a half note in the treble and a dotted quarter note in the bass. The system ends with a fermata over a whole note chord.

93

C.

This system contains measures 93 through 98. The music continues in the same key and time signature. Measure 93 features a half note in the treble and a dotted quarter note in the bass. The system ends with a fermata over a whole note chord.

99

C.

This system contains measures 99 through 105. The music continues in the same key and time signature. Measure 99 features a half note in the treble and a dotted quarter note in the bass. The system ends with a fermata over a whole note chord.

106

C.

This system contains measures 106 through 111. The music continues in the same key and time signature. Measure 106 features a half note in the treble and a dotted quarter note in the bass. The system ends with a fermata over a whole note chord.

113 5

C. *Andante*

Musical score for measures 113-119. The piece is in C major and 2/4 time. The score consists of two staves. Measure 113 starts with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The music features a sequence of chords and melodic lines. A fermata is placed over the final note of measure 119. The time signature changes to 3/4 for measures 114-115 and back to 2/4 for measures 116-119.

120

C. *Andante*

Musical score for measures 120-126. The piece is in C major and 2/4 time. The score consists of two staves. Measure 120 starts with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The music features a sequence of chords and melodic lines. A fermata is placed over the final note of measure 126. The time signature changes to 3/4 for measures 121-122 and back to 2/4 for measures 123-126.

127

C. *Andante*

Musical score for measures 127-133. The piece is in C major and 2/4 time. The score consists of two staves. Measure 127 starts with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The music features a sequence of chords and melodic lines. The time signature changes to 3/4 for measures 128-129 and back to 2/4 for measures 130-133.

134

C. *Andante*

Musical score for measures 134-142. The piece is in C major and 2/4 time. The score consists of two staves. Measure 134 starts with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The music features a sequence of chords and melodic lines. The time signature changes to 4/4 for measures 135-142.

143

C. *Andante*

Musical score for measures 143-148. The piece is in C major and 2/4 time. The score consists of two staves. Measure 143 starts with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The music features a sequence of chords and melodic lines. The time signature changes to 4/4 for measures 144-148.

6  
152

C.

This system contains measures 152 through 155. The music is written for a grand staff with two bass clefs. The right hand (top staff) features a melodic line with slurs and ties, while the left hand (bottom staff) provides a harmonic accompaniment with chords and slurs. The key signature has two sharps (F# and C#).

161

C.

This system contains measures 161 through 164. The right hand (top staff) has a melodic line with slurs and ties. The left hand (bottom staff) has a more active accompaniment with slurs and ties. The key signature has two sharps.

170

C.

This system contains measures 170 through 173. The right hand (top staff) has a melodic line with slurs and ties. The left hand (bottom staff) has a more active accompaniment with slurs and ties. The key signature has two sharps. A first fingering 'I' is indicated in the right hand at measure 171.

179

C.

This system contains measures 179 through 182. The right hand (top staff) has a melodic line with slurs and ties. The left hand (bottom staff) has a more active accompaniment with slurs and ties. The key signature has two sharps. A second fingering 'II' is indicated in the right hand at measure 180.

0'20'' aprox.

7

Desarrollar una improvisación en dos planos simultáneos. El primero debe continuar la pulsación rítmica en aceleración generada por los clusters de los compases anteriores. Los clusters serán generados por las teclas blancas más graves de los dos teclados. El segundo plano será una textura rápida y caótica similar a la del compás 40, sólo que en esta ocasión serán usadas únicamente las teclas negras más graves de los teclados. La textura comenzará después del primer cluster con un ritmo semi-lento, y se acelerará de manera simultánea al *accelerando* de los clusters. Sostener y sobreligar lo más posible todas las alturas hasta el final de la obra.

189

0'07'' aprox.

Continuar sólo con la textura del segundo plano, pero ahora usando un mayor número de alturas. El registro de las alturas empleadas en la improvisación se irá reduciendo gradualmente a lo largo de esta sección. Las alturas más agudas serán las primeras en ser substituidas por alturas más bajas, de tal manera que la improvisación se volverá gradualmente más grave. En el pentagrama se muestran las alturas con que debe de iniciar y terminar la improvisación de esta sección.

190

0'10'' aprox.

0'07'' aprox.

0'40'' aprox.

0'20'' aprox.

Continuar la textura generada por las últimas notas del compás anterior. Mantener las mismas alturas durante toda la sección.

Desacelerar el ritmo de manera gradual.

Continuar la textura pero manteniendola en un ritmo lento. Pueden ser intercaladas algunas notas cortas a manera de hacer mas variada la improvisación

Finalizar la obra desacelerando el ritmo.

191

Febrero del 2013 Tepic, Nayarit

# Cantata infantil

## Indicaciones generales

(Para mayor información consultar el instructivo del director)

**HR** = Hablar lo más rápido posible

Esta acción esta indicada en la partitura con las letras HR. Para medir su duración hay que contar los tiempos del compás que no estén marcados con notas o silencios. El ejecutante puede hablar de cualquier cosa no hay ningún texto predeterminado.

**CL** = Caminar lentamente a través del escenario

**CN** = Caminar Normalmente a través del escenario

Debajo de las indicaciones de caminar (CL y CN) aparece una flecha que indica si hay que dirigirse a la izquierda (I), derecha (D), o hacia el punto inicial en el centro (C). El Director puede improvisar las trayectorias, incluso puede mover al coro fuera del escenario.

La afinación de las notas es justa, consultar los detalles en el instructivo del director.

Sergio Antonio Aguilar Aguirre

Coro

Hablar lo más rápido posible (HR)

HR

HR

HR

*f*



El director puede improvisar el ritmo de las entradas, lo que está escrito es una sugerencia.

10

Sop.I 8  
HR  
f  
a

Sop.I 7  
HR  
f  
a

Sop.I 6  
HR  
f  
a

Sop.I 5  
HR  
f  
a

Sop.I 4  
HR  
f  
a

Sop.I 3  
HR  
f  
a

Sop.I 2  
HR  
f  
a

Sop.I 1  
HR  
f  
a

Alto 13  
HR  
f  
a

Alto 12  
HR  
f  
a

Alto 11  
HR  
f  
a

Alto 10  
HR  
f  
a

Alto 9  
HR  
f  
a

Alto 8  
HR  
f  
a

Alto 7  
HR  
f  
a

Alto 6  
HR  
f  
a

Alto 5  
HR  
f  
a

Alto 4  
HR  
f  
a

Alto 3  
HR  
f  
a

Alto 2  
HR  
f  
a

Alto 1  
a  
f

Coro  
HR  
f  
a

18  $\text{♩} = 130$

Coro

*f* a a o HR HR o a a HR o

*f* a a o HR HR o a a HR o

29

Coro

HR  
Caminar lentamente (CL) -----> Izquierda (I) Caminar normalmente (CN) -----> Derecha (D)

41

Coro

CN -----> Posición inicial en el centro (C)

46  $\text{♩} = 56$   $\text{♩} = 130$

Coro

HR C a a o HR *f* a

HR C a a o din dan don dan *f* a

*mf*

56 Imitar la envoltura de una campana  $\text{♩} = 56$   $\text{♩} = 130$  Imitar la envoltura de una campana

Coro

*ff* i i i o o HR *f* i *ff*

*ff* i din dan don dan *f* i *ff*

*mf*

66 Imitar la envoltura de una campana

Coro

*pp* i i i i *ff*

*pp* i i i i *ff*

75

Coro

HR CN D  
*f* -----> D

80

Coro

HR CN D  
HR Mantenerse en la derecha D -----> I

4 El director puede improvisar el ritmo de las entradas, lo que está escrito es una sugerencia.

85 ♩ = 110

Sop.I 13  
Sop.I 12  
Sop.I 11  
Sop.I 10  
Sop.I 9  
Sop.I 8  
Sop.I 7  
Sop.I 6  
Sop.I 5  
Sop.I 4  
Sop.I 3  
Sop.I 2  
Sop.I 1  
Alto 13  
Alto 12  
Alto 11  
Alto 10  
Alto 9  
Alto 8  
Alto 7  
Alto 6  
Alto 5  
Alto 4  
Alto 3  
Alto 2  
Alto 1  
Coro

HR  
ChP  
Chasquido paladar (ChP)  
HR  
D  
ChP

90

5

Coro

D CN

D CN

D

I



100 7

Coro

D CN → I

I CN → D

Psh, psh, psh... (Repetir constantemente sin parar)

*mf*

El director puede improvisar el ritmo de las entradas, lo que está escrito es una sugerencia.

105

Sop.I 13  
Sop.I 12  
Sop.I 11  
Sop.I 10  
Sop.I 9  
Sop.I 8  
Sop.I 7  
Sop.I 6  
Sop.I 5  
Sop.I 4  
Sop.I 3  
Sop.I 2  
Sop.I 1  
Alto 13  
Alto 12  
Alto 11  
Alto 10  
Alto 9  
Alto 8  
Alto 7  
Alto 6  
Alto 5  
Alto 4  
Alto 3  
Alto 2  
Alto 1  
Coro

110

Coro

Posición inicial en el centro (C) *mf*

Posición inicial en el centro (C) *mf*



115 = 56

Coro

*mf*

*mf* Similar



121

Coro



125

Coro



129

Coro

*f*

*f*



## Primer encuesta

(La numeración de la encuesta y del capítulo II es diferente. La pregunta 5 de la encuesta es la 2 del análisis, las preguntas 2 y 3 de la encuesta las sintetice en la 3 del análisis, la pregunta 7 es la 4 del análisis, y la pregunta 8 es la 5 del análisis)

### **Cuestionario auditivo**

Nombre \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_ Carrera \_\_\_\_\_ Año que cursa \_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestras 1.1 y 1.2**

1 ¿Qué tanto se parecen las 2 secuencias?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestra 1.1**

5 ¿Qué tanto se parecen entre sí los eventos de la secuencia?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestra 1.2**

5 ¿Qué tanto se parecen entre sí los eventos de la secuencia?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestras 2.1 y 2.2**

1 ¿Qué tanto se parecen las 2 secuencias?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestra 2.1**

5 ¿Qué tanto se parecen entre sí los eventos de la secuencia?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestra 2.2**

5 ¿Qué tanto se parecen entre sí los eventos de la secuencia?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestras 2.3 y 2.4**

1 ¿Qué tanto se parecen las 2 secuencias?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestra 2.3**

5 ¿Qué tanto se parecen entre sí los eventos de la secuencia?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestra 2.4**

5 ¿Qué tanto se parecen entre sí los eventos de la secuencia?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestra 4.1**

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### **Escuchar muestra 4.2**

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### **Escuchar muestra 4.3**

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### Escuchar muestra 4.4

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### Escuchar muestra 4.5

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.

- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### Escuchar muestra 4.6

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### Escuchar dos veces muestra 4.7

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### Escuchar dos veces muestra 4.8

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### **Escuchar muestra 5.1**

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### **Escuchar muestra 5.2**

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 5.3

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 5.4

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.

- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 5.5

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 5.6

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 5.7

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### **Escuchar muestra 5.8**

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### **Escuchar muestra 5.9**

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---



4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 5.10

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 6.1

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.

- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 6.2

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 6.3

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 6.4

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### **Escuchar muestra 6.5**

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

#### **Escuchar muestra 6.6**

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

---

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

---

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 6.7

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 6.8

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.

- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 6.9

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

### Escuchar muestra 6.10

2 ¿Cómo describirías lo que acabas de escuchar?. Si no tienes palabras para describir lo que escuchaste por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

3 ¿A qué le encuentras parecido lo que acabas de escuchar o a qué te recuerda?. Si no encuentras ningún parecido por favor deja en blanco el espacio.

\_\_\_\_\_

4 ¿Cual de los siguientes términos te parece más adecuado para describir lo que acabas de escuchar?. Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Se escucha una sola imagen sonora clara y bien definida, hay unidad.
- b) Son varios sonidos simultáneos, no hay una sola imagen sonora.
- c) Se escucha una maraña de sonidos y no se pueden distinguir por separado, es una sola masa sonora similar a un enjambre.
- d) Es ambiguo, poco claro, difuso y sin una altura precisa.
- e) Es rugoso y áspero.
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

(Si no se te ocurre ningún término por favor deja en blanco el espacio)

## Segunda ronda de preguntas

### **El espectro armónico**

El teorema de Fourier dice que cualquier sonido periódico puede ser analizado de manera exacta como la suma de ondas senoidales (Pierce, 1999, p. 7). Esto significa que todos los sonidos que podemos distinguir con una altura bien definida, como un Do, Re, o cualquier otra afinación, están compuestos por un conjunto de ondas senoidales o parciales. Estos parciales son el componente básico del sonido, y en conjunto forman un espectro armónico. Haciendo una analogía podría decirse que las senoidales son como pequeñas partículas que en conjunto forman un compuesto más grande.

### **Percepción de la altura**

Los seres humanos tenemos la capacidad de asignarle una sola altura a los espectros armónicos, aunque no contengan la frecuencia fundamental y algunos de sus múltiplos. Varios científicos han intentado averiguar cuál es el mínimo de parciales necesarios para experimentar esta sensación. Todos los experimentos se han llevado a cabo dentro de la región dominante que se ubica aproximadamente de los 500 a los 2000Hz. Los parciales que se encuentran dentro de esta región tienen una mayor influencia para determinar la altura que será percibida. Smoorenburg comprobó en 1970 que con sólo el sexto y séptimo parcial es posible lograrlo (Rasch y Plomp, 1999, pp. 95-98). Gracias a estos experimentos es posible predecir bajo ciertas condiciones, si un espectro armónico será percibido con una altura clara y bien definida, o con una altura ambigua.

### **Fusión tonal**

La fusión tonal es la tendencia de algunas combinaciones de sonidos que entran en coherencia en una sola imagen sonora. Esta surge más comúnmente cuando nuestro sistema auditivo interpreta que las combinaciones forman parte del espectro de un mismo tono complejo. Existen dos factores que afectan la fusión tonal: las proporciones de los tonos complejos y su contenido espectral. La fusión tonal es más probable cuando los espectros combinados conforman una sola serie armónica hipotética. Esto ocurre con más frecuencia cuando los componentes están en intervalos con proporciones simples. El intervalo que más fusión tonal posee es el unísono, seguido de la octava y en tercer lugar la quinta. Huron clasifica a las consonancias perfectas con una fusión tonal aumentada, las consonancias imperfectas con una fusión tonal comparativamente baja, y las disonancias con una fusión tonal disminuida (Huron, 2001, pp. 21-22).

### **Fenómenos que ocurren dentro de la banda crítica**

Las sensaciones que provocan la superposición de dos tonos simples de igual amplitud y con una diferencia de frecuencia pequeña, varían notablemente según el tamaño de esta diferencia. Si tenemos dos tonos a una misma frecuencia y uno de ellos comienza a incrementarla gradualmente, lo primero que percibiremos es el mismo tono pero con una altura ligeramente más alta. Después comenzaremos a percibir una oscilación del tono o batido. La frecuencia del batido se incrementará a medida que la diferencia de frecuencias se haga más grande. Mientras que la diferencia sea aproximadamente menor a 10 Hz los batidos serán percibidos claramente. Cuando la frecuencia de batido exceda los 15 Hz la sensación de batidos desaparecerá, dando lugar a una sensación de rugosidad o sensación desagradable. Poco después llegaremos al límite de discriminación de frecuencia en donde comenzaremos repentinamente a escuchar dos tonos por separado, sin embargo la rugosidad aún persistirá. Conforme se sigan separando las frecuencias llegaremos al límite de la banda crítica. Sólo después de pasar esta banda comenzaremos a percibir los dos tonos puros con claridad. El ancho de la banda crítica es aproximadamente de una tercera menor a lo largo del registro medio y agudo, creciendo progresivamente en el registro grave hasta casi una octava. Es por esta razón que en la práctica musical no es común usar intervalos armónicos pequeños en el bajo (Roederer, 1997, pp. 37-46).

### **Escuchar muestra 1.1**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

### Escuchar muestra 1.2

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

### Escuchar muestra 2.1

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

### Escuchar muestra 2.2

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

### Escuchar muestra 2.3

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

### Escuchar muestra 2.4

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

### Escuchar muestra 3.1

8 ¿Cuál de los cuatro acordes se parece más al sonido de una campana? Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente. Escribe la calificación de cada acorde en la línea. Puede haber más de un acorde con la misma calificación.

- \_\_\_\_\_ Clavecín
- \_\_\_\_\_ Piano
- \_\_\_\_\_ Cuerdas
- \_\_\_\_\_ Voces

**Escuchar muestra 3.2**

8 ¿Cuál de los cuatro acordes se parece más al sonido de una campana? Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente. Escribe la calificación de cada acorde en la línea. Puede haber más de un acorde con la misma calificación.

- \_\_\_\_\_ Clavecín
- \_\_\_\_\_ Piano
- \_\_\_\_\_ Cuerdas
- \_\_\_\_\_ Voces

**Escuchar muestra 3.3**

8 ¿Cuál de los cuatro acordes se parece más al sonido de una campana? Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente. Escribe la calificación de cada acorde en la línea. Puede haber más de un acorde con la misma calificación.

- \_\_\_\_\_ Clavecín
- \_\_\_\_\_ Piano
- \_\_\_\_\_ Cuerdas
- \_\_\_\_\_ Voces

**Escuchar muestra 4.1**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 4.2**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 4.3**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 4.4**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 4.5**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica



7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

---

**Escuchar muestra 4.6**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

---

**Escuchar muestra 4.7**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- d) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- e) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

---

**Escuchar muestra 4.8**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

---

**Escuchar muestra 5.1**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 5.2**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 5.3**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 5.4**

5 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 5.5**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 5.6**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 5.7**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 5.8**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 5.9**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestra 5.10**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

#### **Escuchar muestra 6.1**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

#### **Escuchar muestra 6.2**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

#### **Escuchar muestra 6.3**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

#### **Escuchar muestra 6.4**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

#### **Escuchar muestra 6.5**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

**Escuchar muestra 6.6**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 6.7**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 6.8**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 6.9**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 6.10**

6 Con base en la información que acabas de recibir, ¿cómo clasificarías lo que acabas de escuchar?. En caso de que ninguna terminología te parezca adecuada no subrayes ninguna letra.

- a) Fusión tonal aumentada y claridad en la altura
- b) Fusión tonal disminuida y ambigüedad en la altura
- c) Rugosidad y batimentos dentro de la banda crítica

7 ¿Qué tanto se parece lo que acabas de escuchar al sonido de una campana?. Califica el parecido del 1 al 10 siendo el 10 un parecido máximo y el 1 un parecido inexistente.

\_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.1.1**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.1.2**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.1.3**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.1.4**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.1.5**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.1.6**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.1.7**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.2.1**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.2.2**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color

- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.2.3**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.2.4**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.2.5**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.2.6**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.2.7**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.3.1**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.3.2**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.3.3**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.3.4**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.



- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.3.5**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.3.6**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

**Escuchar muestra 7.3.7**

9 ¿Cómo clasificarías lo que acabas de escuchar? Puedes subrayar más de un inciso o incluso puedes sugerir términos el inciso "g". En caso de que ninguno de los términos te parezca adecuado por favor no subrayes ninguno.

- a) Es un arpegio
- b) Es una textura
- c) Es un ritmo sin melodía
- d) En timbre o color
- e) Es una maraña de sonidos
- f) Es un sonido mecánico como el de un motor
- g) \_\_\_\_\_

## Segunda encuesta

Vínculo para acceder a las 5 secciones de la encuesta

Comparaciones de audio 1

<http://goo.gl/forms/98Oic5ZhXr>

Comparaciones de audio 2

<http://goo.gl/forms/Lo1DOBf1v1>

Comparaciones de audio 3

<http://goo.gl/forms/M3yGhS9sPp>

Comparaciones de audio 4

<http://goo.gl/forms/jyF2YzEFb9>

Comparaciones de audio 5

<http://goo.gl/forms/LCxemv05eA>

Promedios individuales de las 160 comparaciones de la segunda encuesta.

### **Promedio de 26 encuestados**

Comp.			Promedio	Desviación Estándar
1	<b>1TC</b>	<b>1AC</b>	5.2	3.1
2	<b>1TC</b>	<b>1AA</b>	1.7	2.4
3	<b>1TC</b>	<b>1AB</b>	1.5	2.1
4	<b>1TC</b>	<b>1A</b>	4.5	2.9

			Promedio	Desviación Estándar
5	<b>1TCe</b>	<b>1AC</b>	6	2.9
6	<b>1TCe</b>	<b>1AA</b>	2.3	2.7
7	<b>1TCe</b>	<b>1AB</b>	2.1	2.8
8	<b>1TCe</b>	<b>1A</b>	4.8	2.8

			Promedio	Desviación Estándar
9	<b>1TA</b>	<b>1AC</b>	2.5	3.0
10	<b>1TA</b>	<b>1AA</b>	3.7	3.0
11	<b>1TA</b>	<b>1AB</b>	3.1	3.3
12	<b>1TA</b>	<b>1A</b>	2.9	2.8

			Promedio	Desviación Estándar
13	<b>1TAe</b>	<b>1AC</b>	3	2.9
14	<b>1TAe</b>	<b>1AA</b>	4.2	3.2
15	<b>1TAe</b>	<b>1AB</b>	3	3.1
16	<b>1TAe</b>	<b>1A</b>	2.8	2.6

			Promedio	Desviación Estándar
17	<b>1TB</b>	<b>1AC</b>	2.4	2.8
18	<b>1TB</b>	<b>1AA</b>	3.1	2.8
19	<b>1TB</b>	<b>1AB</b>	3.5	3.0
20	<b>1TB</b>	<b>1A</b>	2.5	2.4

			Promedio	Desviación Estándar
21	<b>1TBe</b>	<b>1AC</b>	3.2	2.5
22	<b>1TBe</b>	<b>1AA</b>	2.9	2.5
23	<b>1TBe</b>	<b>1AB</b>	4.2	2.8
24	<b>1TBe</b>	<b>1A</b>	2.4	2.7

			Promedio	Desviación Estándar
25	<b>1TS</b>	<b>1AC</b>	4.7	3.3
26	<b>1TS</b>	<b>1AA</b>	2.2	2.7
27	<b>1TS</b>	<b>1AB</b>	2.6	2.6
28	<b>1TS</b>	<b>1A</b>	5.5	3.1

			Promedio	Desviación Estándar
29	<b>1TSe</b>	<b>1AC</b>	5.3	3.4
30	<b>1TSe</b>	<b>1AA</b>	2.5	2.2
31	<b>1TSe</b>	<b>1AB</b>	2.1	2.1
32	<b>1TSe</b>	<b>1A</b>	6.1	3.0

**Promedio de 14 encuestados para los grupos II, III y IV**

			Promedio	Desviación Estándar
33	<b>2TC</b>	<b>2AC</b>	8	1.9
34	<b>2TC</b>	<b>2AA</b>	3.5	2.5
35	<b>2TC</b>	<b>2AB</b>	3	2.6
36	<b>2TC</b>	<b>2A</b>	5.4	2.1

			Promedio	Desviación Estándar
37	<b>2TCe</b>	<b>2AC</b>	8	1.6
38	<b>2TCe</b>	<b>2AA</b>	3.7	2.8
39	<b>2TCe</b>	<b>2AB</b>	2.8	2.4
40	<b>2TCe</b>	<b>2A</b>	5.7	3.0

			Promedio	Desviación Estándar
41	<b>2TA</b>	<b>2AC</b>	3	3.1
42	<b>2TA</b>	<b>2AA</b>	5.2	3.5
43	<b>2TA</b>	<b>2AB</b>	4	2.6
44	<b>2TA</b>	<b>2A</b>	3.8	3.4

			Promedio	Desviación Estándar
45	<b>2TAe</b>	<b>2AC</b>	3.7	2.8
46	<b>2TAe</b>	<b>2AA</b>	5.2	2.9
47	<b>2TAe</b>	<b>2AB</b>	4.6	2.7
48	<b>2TAe</b>	<b>2A</b>	3.6	2.9

			Promedio	Desviación Estándar
49	<b>2TB</b>	<b>2AC</b>	3.5	3.0
50	<b>2TB</b>	<b>2AA</b>	3.7	2.7
51	<b>2TB</b>	<b>2AB</b>	4.8	2.8
52	<b>2TB</b>	<b>2A</b>	2.3	2.9

			Promedio	Desviación Estándar
53	<b>2TBe</b>	<b>2AC</b>	4.2	3.0
54	<b>2TBe</b>	<b>2AA</b>	4.2	2.5
55	<b>2TBe</b>	<b>2AB</b>	4.5	3.2
56	<b>2TBe</b>	<b>2A</b>	2.7	2.8

			Promedio	Desviación Estándar
57	<b>2TS</b>	<b>2AC</b>	6.1	2.5
58	<b>2TS</b>	<b>2AA</b>	3.2	2.8
59	<b>2TS</b>	<b>2AB</b>	2.5	2.8
60	<b>2TS</b>	<b>2A</b>	6.7	3.4

			Promedio	Desviación Estándar
61	<b>2TSe</b>	<b>2AC</b>	5.8	2.4
62	<b>2TSe</b>	<b>2AA</b>	2.6	2.5
63	<b>2TSe</b>	<b>2AB</b>	2.4	2.4
64	<b>2TSe</b>	<b>2A</b>	7.5	3.0

			Promedio	Desviación Estándar
65	<b>3TC</b>	<b>3AC</b>	8.2	1.9
66	<b>3TC</b>	<b>3AA</b>	3.2	2.9
67	<b>3TC</b>	<b>3AB</b>	1	1.8
68	<b>3TC</b>	<b>3A</b>	5	3.1

			Promedio	Desviación Estándar
69	<b>3TCe</b>	<b>3AC</b>	7.8	1.9
70	<b>3TCe</b>	<b>3AA</b>	3.1	3.2
71	<b>3TCe</b>	<b>3AB</b>	2.3	3.3
72	<b>3TCe</b>	<b>3A</b>	5.9	2.2

			Promedio	Desviación Estándar
73	<b>3TA</b>	<b>3AC</b>	3.1	3.2
74	<b>3TA</b>	<b>3AA</b>	6	3.0
75	<b>3TA</b>	<b>3AB</b>	1.9	2.2
76	<b>3TA</b>	<b>3A</b>	3.7	3.4

			Promedio	Desviación Estándar
77	<b>3TAe</b>	<b>3AC</b>	4.2	3.2
78	<b>3TAe</b>	<b>3AA</b>	8	1.4
79	<b>3TAe</b>	<b>3AB</b>	2.9	3.2
80	<b>3TAe</b>	<b>3A</b>	3.5	3.4

			Promedio	Desviación Estándar
81	<b>3TB</b>	<b>3AC</b>	2.3	2.2
82	<b>3TB</b>	<b>3AA</b>	2.9	2.7
83	<b>3TB</b>	<b>3AB</b>	3.2	3.0
84	<b>3TB</b>	<b>3A</b>	1.7	2.3

			Promedio	Desviación Estándar
85	<b>3TBe</b>	<b>3AC</b>	3.7	3.2
86	<b>3TBe</b>	<b>3AA</b>	4.5	3.1
87	<b>3TBe</b>	<b>3AB</b>	4.5	3.3
88	<b>3TBe</b>	<b>3A</b>	2.7	3.3

			Promedio	Desviación Estándar
89	<b>3TS</b>	<b>3AC</b>	6.2	2.8
90	<b>3TS</b>	<b>3AA</b>	3	2.5
91	<b>3TS</b>	<b>3AB</b>	1.7	2.2
92	<b>3TS</b>	<b>3A</b>	6.5	3.5

			Promedio	Desviación Estándar
93	<b>3TSe</b>	<b>3AC</b>	6.6	2.4
94	<b>3TSe</b>	<b>3AA</b>	4.1	2.9
95	<b>3TSe</b>	<b>3AB</b>	1.2	1.9
96	<b>3TSe</b>	<b>3A</b>	8.4	1.4

			Promedio	Desviación Estándar
97	<b>4TC</b>	<b>4AC</b>	6.7	3.2
98	<b>4TC</b>	<b>4AA</b>	4.5	3.1
99	<b>4TC</b>	<b>4AB</b>	2	2.6
100	<b>4TC</b>	<b>4A</b>	5.2	2.6

			Promedio	Desviación Estándar
101	<b>4TCe</b>	<b>4AC</b>	7.1	3.1
102	<b>4TCe</b>	<b>4AA</b>	3.9	2.7
103	<b>4TCe</b>	<b>4AB</b>	2.5	2.2
104	<b>4TCe</b>	<b>4A</b>	6	2.6

			Promedio	Desviación Estándar
105	<b>4TA</b>	<b>4AC</b>	3.5	2.9
106	<b>4TA</b>	<b>4AA</b>	5.2	2.8
107	<b>4TA</b>	<b>4AB</b>	2.8	3.0
108	<b>4TA</b>	<b>4A</b>	3.6	3.1

			Promedio	Desviación Estándar
109	<b>4TAe</b>	<b>4AC</b>	5.2	3.1
110	<b>4TAe</b>	<b>4AA</b>	6.7	3.0
111	<b>4TAe</b>	<b>4AB</b>	2.7	2.5
112	<b>4TAe</b>	<b>4A</b>	4.4	3.3

			Promedio	Desviación Estándar
113	<b>4TB</b>	<b>4AC</b>	3.9	3.4
114	<b>4TB</b>	<b>4AA</b>	3.6	3.3
115	<b>4TB</b>	<b>4AB</b>	4.7	3.0
116	<b>4TB</b>	<b>4A</b>	2.8	3.0

			Promedio	Desviación Estándar
117	<b>4TBe</b>	<b>4AC</b>	4.5	3.2
118	<b>4TBe</b>	<b>4AA</b>	4.4	3.2
119	<b>4TBe</b>	<b>4AB</b>	6.1	2.7
120	<b>4TBe</b>	<b>4A</b>	2.8	3.5

			Promedio	Desviación Estándar
121	<b>4TS</b>	<b>4AC</b>	5.4	3.1
122	<b>4TS</b>	<b>4AA</b>	2.3	2.6
123	<b>4TS</b>	<b>4AB</b>	2.7	2.9
124	<b>4TS</b>	<b>4A</b>	7.5	2.8

			Promedio	Desviación Estándar
125	<b>4TSe</b>	<b>4AC</b>	6.7	2.8
126	<b>4TSe</b>	<b>4AA</b>	3.8	2.8
127	<b>4TSe</b>	<b>4AB</b>	1.5	1.9
128	<b>4TSe</b>	<b>4A</b>	7.6	2.8

**Promedio de 16 encuestados para el grupo V**

			Promedio	Desviación Estándar
129	<b>5TC</b>	<b>5AC</b>	7.1	2.6
130	<b>5TC</b>	<b>5AA</b>	4.3	3.1
131	<b>5TC</b>	<b>5AB</b>	2	2.4
132	<b>5TC</b>	<b>5A</b>	5.3	3.4

			Promedio	Desviación Estándar
133	<b>5TCe</b>	<b>5AC</b>	7.7	2.6
134	<b>5TCe</b>	<b>5AA</b>	3.6	2.7
135	<b>5TCe</b>	<b>5AB</b>	2.1	2.5
136	<b>5TCe</b>	<b>5A</b>	5.8	3.1

			Promedio	Desviación Estándar
137	<b>5TA</b>	<b>5AC</b>	5	3.1
138	<b>5TA</b>	<b>5AA</b>	4.5	3.0
139	<b>5TA</b>	<b>5AB</b>	3	2.9
140	<b>5TA</b>	<b>5A</b>	3.3	3.0

			Promedio	Desviación Estándar
141	<b>5TAe</b>	<b>5AC</b>	5	2.8
142	<b>5TAe</b>	<b>5AA</b>	5.3	2.9
143	<b>5TAe</b>	<b>5AB</b>	2.8	3.2
144	<b>5TAe</b>	<b>5A</b>	3.7	2.8

			Promedio	Desviación Estándar
145	<b>5TB</b>	<b>5AC</b>	3.6	2.8
146	<b>5TB</b>	<b>5AA</b>	3.1	2.5
147	<b>5TB</b>	<b>5AB</b>	4	3.0
148	<b>5TB</b>	<b>5A</b>	2.4	2.6

			Promedio	Desviación Estándar
149	<b>5TBe</b>	<b>5AC</b>	3.3	3.3
150	<b>5TBe</b>	<b>5AA</b>	3.1	2.8
151	<b>5TBe</b>	<b>5AB</b>	4.4	3.2
152	<b>5TBe</b>	<b>5A</b>	2.8	3.0

			Promedio	Desviación Estándar
153	<b>5TS</b>	<b>5AC</b>	4.8	2.8
154	<b>5TS</b>	<b>5AA</b>	2.6	2.7
155	<b>5TS</b>	<b>5AB</b>	1.5	1.7
156	<b>5TS</b>	<b>5A</b>	6.2	3.1

			Promedio	Desviación Estándar
157	<b>5TSe</b>	<b>5AC</b>	5.2	2.7
158	<b>5TSe</b>	<b>5AA</b>	3.8	2.6
159	<b>5TSe</b>	<b>5AB</b>	3.2	2.8
160	<b>5TSe</b>	<b>5A</b>	6.2	3.3