



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN**

**PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN**

**BÚSQUEDA DE DESCRIPTORES
DE SIMILITUD
EN BASES DE DATOS MUSICALES
PARA CLASIFICACIÓN Y
RECOMENDACIÓN**

AUTOR: Diego Caviedes Nozal
TUTOR: Santiago Aja Fernández

20 de mayo de 2014

TÍTULO: Búsqueda de Descriptores de Similitud en Bases de Datos Musicales para Clasificación y Recomendación.

AUTOR: Diego Caviedes Nozal

TUTOR: Santiago Aja Fernández

DEPARTAMENTO: Teoría de la Señal, Comunicaciones e I. Telemática

Miembros del Tribunal

PRESIDENTE: Santiago Aja Fernández

SECRETARIO: Miguel Ángel Martín Fernández

VOCAL: Federico Simmross Wattenberg

SUPLENTE: Antonio Tristán Vega

FECHA DE LECTURA: 14 de septiembre de 2012

CALIFICACIÓN:

RESUMEN DEL PROYECTO

La determinación de similitud entre canciones proporciona una gran ventaja para conseguir sistemas de recomendación y clasificación de piezas musicales efectivos. Sin embargo se trata de un problema muy amplio, puesto que son factores muy diferentes los que intervienen en la especificación de la similitud, tanto físicos como psicoacústicos, además de la propia cognición humana. Esta dificultad que plantea la diferencia tan grande de niveles de abstracción entre las características físicas del propio sonido hasta la interpretación y la imagen musical que percibe el oyente hace que hayan sido múltiples los intentos de elaborar un sistema sin hallar el definitivo.

En este trabajo se propone un nuevo sistema de recomendación partiendo de la extracción de descriptores muy sencillos de características musicales, aplicando posteriormente un algoritmo de filtrado de resultados en pseudoárbol entrenado de forma semiautomática para mostrar una lista de las canciones similares a una elegida por el usuario. El sistema sólo considera como válida la información residente en la señal de audio, pudiendo actuar sobre colecciones musicales sin haber tenido contacto previo.

ABSTRACT

The assesment of similarity between songs provides a great advantage in achieving effective song track recommendation systems. However, this is a widespread problem in which very different factors are involved both physical and phsycoacoustic, besides human cognition. The wide gap between physical sound characteristics and the listener understanding of the musical scene makes that multiples systems have been developed without having met the final.

A new recommendation system that extracts simple musical descriptors defining musical characteristics, then applying a pseudo-tree algorithm trained in a semiautomatic way that provides a track list with the closest songs to the user's chosen one is developed in this document. Descriptors are extracted directly from the audio signal, making the system able to analyze unknown musical databases.

PALABRAS CLAVE

Similitud musical, recomendación, clasificación, extracción de descriptores, características musicales, pseudoárbol, música

KEYWORDS

Musical similarity, recommendation, classification, descriptor extraction, musical characteristics, pseudo-tree, music

Agradecimientos

A mis padres por darme todo por mí, a mi hermana porque la quiero y a todos aquellos que me hayan apoyado de algún modo. Gracias.

Al menos una vez hacerlo a mi manera, a ver si sale bien.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Fases y Métodos	3
1.4. Medios	5
2. Teoría Musical	7
2.1. El Sonido. Propiedades	7
2.2. Fundamentos Musicales	9
2.2.1. Escala, Tonalidad, Clave y Modo	9
2.2.2. Intervalos	12
2.2.3. Acordes	13
2.2.4. Estructuración Musical	14
3. El Sistema Auditivo y la Música	15
3.1. El Sistema Auditivo Humano	15
3.2. Percepción Musical. Psicoacústica	18
3.2.1. Primeras Etapas de la Percepción	19
3.2.2. Conformación de la Estructura	24
3.2.3. Reacción Corporal al Estímulo Musical	24

4. Similitud Musical. Estado del Arte	25
4.1. Introducción a la Similitud Musical	25
4.2. Características Comunes en la Clasificación Musical	27
4.3. Características Instantáneas	32
4.3.1. Preprocesado	32
4.3.2. Propiedades Estadísticas	35
4.3.3. Forma Espectral	38
4.3.4. Propiedades de la Señal	52
4.3.5. Intensidad	54
4.4. Características de Largo Plazo I. Análisis Temporal	54
4.4.1. Eventos	54
4.4.2. Histograma Temporal	59
4.4.3. Patrones Rítmicos	61
4.4.4. Tempo	63
4.5. Características de Largo Plazo II. Análisis Melódico	66
4.5.1. Detección del Tono	66
4.5.2. Histograma del Tono	71
4.5.3. Detección y reconocimiento de la Clave	74
4.6. Clasificadores Musicales	76
4.6.1. Máquina de Vectores de Soporte (SVM)	76
4.6.2. Modelos de Mezclas Gaussianas (GMM)	77
4.6.3. <i>K-Nearest Neighbors</i>	78
4.7. Sistemas de Búsqueda de Similitud	80
4.7.1. Marsyas	80
4.7.2. CUIDADO	82
4.7.3. MA-Toolbox y T-Toolbox	84
4.7.4. Shazam	91

4.7.5. Spotify	94
4.7.6. Genius	100
4.7.7. Google Music	102
4.7.8. Pandora	107
4.7.9. <i>The Echo Nest</i>	108
5. Propuesta de un Nuevo Algoritmo.	111
5.1. Elección de Características y Descriptores	112
5.2. Colección Musical	114
5.3. Extracción y Comportamiento de Características	118
5.3.1. Lectura y Preprocesado	118
5.3.2. Extracción	119
5.4. Entrenamiento	141
5.4.1. Prueba 1: Una primera aproximación.	141
5.4.2. Prueba 2: Descarte de descriptores.	145
5.4.3. Prueba 3: Ordenación y elección de etapas.	146
5.4.4. Prueba 4: Revisión y Reestructuración.	155
6. Test del Nuevo Algoritmo	161
6.1. Comparación con Programas Existentes	162
6.2. Prueba Anónima	166
7. Conclusiones y Líneas Futuras de Trabajo	173
7.1. Líneas de Trabajo Futuras	175
A. Escalas	185
B. Colección de Entrenamiento	187
C. Colección de Test	231

D. Resultados Descriptores Simples	275
E. Resultados NASE	301
F. Funciones MATLAB desarrolladas	337

1

Introducción

1.1. Motivación

Durante los últimos años la influencia de la música en el día a día se ha acrecentado de manera muy acusada. Una de las principales razones es que se ha trasladado a un papel totalmente consumista, en el cual acceder al contenido musical de cualquier artista es algo instantáneo gracias a Internet dejando de lado formatos y soportes de audio que están destinados al olvido. Sin ir más lejos, gigantes de la red como Apple, Google y Amazon tienen una parte importante de sus ingresos en productos basados en la distribución y reproducción de música (Apple con iTunes¹, Google con GoogleMusic² y Amazon con Cloud Player³). Si bien basan la mayor parte de las ganancias en la venta de dispositivos, el hecho de que esto sea así viene ligado a que los contenidos accesibles desde los mismos sean lo más interesantes posible. Otros, como Spotify, last.fm o Pandora prestan un servicio exclusivamente de reproducción de música.

Un elemento que todos estos servicios citados y la mayor parte de reproductores de música software tienen en común es la recomendación de canciones y la generación de listas de forma interactiva e instantánea. El usuario tiene la opción de conseguir más contenido similar al que está reproduciendo de manera automática, siendo el propio programa el que decide qué es similar y qué no, facilitando al usuario la labor de recopilar canciones que sean de su gusto en ese instante. Todos ellos hacen uso del historial de reproducción del usuario, de etiquetas predefinidas (e.g. ID3), de las reproducciones de la comunidad y en mayor o menor medida, de características de la canción que tengan

¹www.asymco.com/2013/03/26/itunes-segment-revenues-in-context/

²www.spainmovil.es/google/noticias/n25595/google-ganancias-android.html

³www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/the-npd-group-after10-years-apple-continues-music-download-dominance-in-the-u-s/

relación con su composición musical. Timbre, armonía, ritmo, energía y tono son algunos ejemplos de características que se quieren extraer y que pueden ayudar a una búsqueda más fina y exacta de canciones. Parece bastante razonable pensar que mejoras conseguidas en este sector puedan revertir en una mejor experiencia del usuario con el uso del programa en general.

Un ejemplo claro de ir en busca de una recomendación de similitud que no se base tanto en etiquetas predefinidas así como en el historial de reproducción del usuario es el proyecto Pandora⁴. Se trata de un servicio de reproducción de música en *streaming* y de recomendación de música que forma parte del resultado del llamado *Music Genome Project*. Es un esfuerzo por capturar la esencia de la música a un nivel fundamental, generando un vector de unas 400 características (o ‘genes’) por canción dependiendo del estilo. Además, parte de las canciones de la base de datos son analizadas por un técnico musical que dará el visto bueno al conjunto de datos. Podría decirse que es un proceso largo y costoso en la recopilación de características y más liviano en la recomendación.

Aunque todas estas ideas parecen bastante novedosas, algoritmos para la extracción de características de audio se han ido confeccionando durante toda la década de los 90, principalmente en el campo del reconocimiento de voz y no tanto en el audio como composición musical. La diferencia primordial con la llegada del siglo XXI es que ahora los dispositivos son más potentes y por tanto, algoritmos y características que antes podían parecer exclusivos del ámbito científico pueden usarse para satisfacer al usuario consumidor, incluyendo el análisis de composiciones polifónicas. El concepto de *Music Information Retrieval* (MIR) resume todos estos servicios citados anteriormente y muchos otros. Se trata de una ciencia interdisciplinar para obtener información de la música y parte de una base muy completa en musicología, psicología, procesado de señal y aprendizaje automático que, combinados, permiten una mejor comprensión de la música y, en este caso, transformar esa comprensión en un servicio para el usuario. De esta disciplina derivó la *International Society of Music Information Retrieval* (ISMIR)⁵ en el año 2000, un fórum internacional para el estudio de la organización de la información que se extrae de la música de forma eficiente. Tras 13 ediciones se ha convertido en el congreso por excelencia a nivel mundial del sector, con simposios tan relevantes como el MIREX⁶ (*Music Information Retrieval Evaluation eXchange*).

En el trabajo que se presenta a continuación se trata de conseguir un sistema de recomendación autónomo cuya única fuente de información son las propias canciones y la base de datos musical disponible en ese momento. Con ello se salvaría la necesidad de datos de navegación así como de etiquetas predefinidas por un lado y de la revisión constante por parte de expertos por el otro, buscando finalmente un sistema eficiente en tiempo y en resultados de recomendación.

⁴www.pandora.com

⁵www.ismir.net

⁶www.music-ir.org

1.2. Objetivos

El objetivo final del proyecto es **conseguir un algoritmo que permita la búsqueda automática de canciones similares a una introducida como patrón y, adicionalmente, que organice una hipotética base de datos musical por semejanza**. Esta organización se hará mediante la extracción de características residentes en la señal que conforman la canción y no en características subjetivas predefinidas. Se entiende por semejanza que dos canciones tengan descriptores finales similares según un patrón de organización. Si se tienen los descriptores de las canciones, aquéllos que sean más próximos se entenderán como canciones más semejantes. Para llegar a este fin es necesario cumplir una serie de objetivos intermedios.

- Caracterización de canciones mediante descriptores que la definan: Existe una serie de características o valores que hacen que un sonido sea diferente a otro, que una canción tenga, por ejemplo, una armonía o un tono concretos. Así es necesario adquirir ciertos conocimientos musicales como escalas, octavas, melodía y entenderlos. Servirá para que una vez se extraigan resultados, sea posible una interpretación no tanto a nivel de la señal y sí a nivel musical.
- Conexión con niveles más similares a la percepción humana: Si bien se pueden extraer infinidad de características, el ser humano percibe el sonido de manera muy peculiar y sobre todo, con interpretaciones de muy alto nivel que en un principio no se corresponden con características extraídas directamente de la señal. Por ello hay que conseguir la definición de esta relación entre la subjetividad de la interpretación humana y la objetividad de las características que se extraigan.
- Creación de una herramienta informática que proporcione recomendaciones a partir de las características definidas y de una base de datos musical: Es necesario plasmar esta relación en un programa que será el que permita al usuario obtener resultados mediante una canción usada como patrón de búsqueda o bien la organización de la base de datos.

Uno de los grandes problemas que aparece en la consecución de estos objetivos es que se trata de modelar algo meramente subjetivo y que, dependiendo del usuario que use la herramienta puede tener un grado de satisfacción mayor o menor. La semejanza entre dos canciones depende de muchos factores y, entre otros, de qué entienda cada usuario por semejanza y qué espera encontrarse en ese momento. Características completamente subjetivas pueden ser determinantes en el usuario, como el estado de ánimo.

1.3. Fases y Métodos

Para lograr los distintos objetivos es necesario estructurar el proceso de manera clara. En este caso, se trata de una estructuración clásica.

1. Estudio del estado del arte: En primer lugar hay que recopilar información de las principales vías de estudio de este sector [1]. Hay multitud de líneas de investigación que se siguen actualmente [2] y quedarse con aquéllas que son relevantes para este estudio es fundamental, ya que es la forma de situarse en el contexto.
2. Elección de características: Una vez contextualizado el problema y avistadas las posibles líneas de trabajo que se puedan seguir, se eligen las características que serán caso de estudio. Hay que intentar que éstas estén poco relacionadas para obtener una descripción de la canción con mayor detalle. Para ello los resultados de los diferentes trabajos que se hayan estudiado en la fase anterior determinarán cuáles se eligen en un principio [3].
3. Recopilación de la base de datos: Elegidas las características, hay que hacerse con una colección extensa de canciones lo más heterogénea posible. Esto último es muy importante ya que sino se llegaría a resultados engañosos, muy sesgados si las canciones ya se parecen de antemano. Además, uno de los resultados válidos es que el sistema pueda recomendar canciones que en un principio no se espere que sean similares (puede que canciones de géneros totalmente opuestos sean similares musicalmente si los parámetros de búsqueda son los adecuados). Existen colecciones públicas o la posibilidad de confeccionar una propia, siendo esta última la opción escogida.
4. Definición del algoritmo: Se decidirá de qué manera se compara (e.g. estructura en árbol) y hasta qué grado de granularidad se quiere clasificar. Además se revisarán posibles mejoras en la eficiencia del código que puedan hacer más liviana la ejecución del servicio.
5. Extracción de características: Teniendo la colección de música disponible, se procederá a la extracción de las características de las mismas mediante el análisis tanto temporal como espectral de las mismas, es decir, mediante procesado de señal (e.g. [4] y [5]).
6. Reducción de los datos: Si el montante de datos es elevado una vez se tienen las características, se ha de pensar en mantener toda el significado de dichas características pero con una reducción del peso. Esta parte es importante ya que hay que intentar perder la menor cantidad de información útil.
7. Comparación: Esta fase es probablemente la más crítica puesto que de aquí se esclarecerá qué características son relevantes y cuáles no aportan un valor añadido. Para ello se seguirá una metodología de prueba una a una y luego combinadas, viendo así qué posibles relaciones arrojan mejores resultados en una base de datos de entrenamiento.
8. Poda de características: A la luz de los resultados del paso anterior se decidirá qué características son relevantes para la composición del algoritmo final. Esto permitirá de nuevo una reducción del total de los datos.

9. Definición y actualización del algoritmo final: En esta fase se realizan los posibles cambios que puedan mejorar el algoritmo ya definido.
10. Test: Finalmente, y sobre una base de datos de test diferente a la de entrenamiento, se llevan a cabo una serie de pruebas. La participación por parte de personas ajenas al trabajo puede ser clave para obtener mejores resultados en la definición de un programa que trata de medir sensaciones subjetivas.

1.4. Medios

Para llevar a cabo todo el estudio se dispondrá de los siguientes medios y recursos.

- MATLAB ® 7.12.0.635 (R2011a): MATLAB, abreviatura de *MATrix LABoratory*, es según Mathworks un lenguaje de alto nivel y un entorno interactivo para el cálculo numérico, la visualización y la programación. El algoritmo se definirá mediante este lenguaje y todos los cálculos se llevarán a cabo con esta versión del software. Además se puede hacer uso de código disponible en el *File Exchange* de MATLAB.
- Servidores del Laboratorio de Procesado de Imagen: El software MATLAB está instalado en las máquinas del LPI, las cuales cuentan con suficiente capacidad de procesamiento como para ejecutar grandes cantidades de operaciones en un tiempo razonable. Se hará uso principalmente de Euler y Tanis.

2

Teoría Musical

PARA entender el estudio que se lleva a cabo durante este trabajo es necesario asimilar a un nivel elemental ciertas características del sonido y más concretamente de la música que hacen que su análisis sea diferente al resto de señales. Si bien las características del sonido son comunes para cualquier tipo de sonido generado, una composición musical contiene otros motivos que son estudiados en las secciones que contiene este capítulo.

2.1. El Sonido. Propiedades

El sonido es un concepto que la mayoría de la gente tiene por seguro. El día a día está repleto de sonidos y hemos estado expuestos a ellos desde antes de nacer. El sonido se origina mediante la vibración de un cuerpo que perturba el medio alejando y acercando las partículas del aire en la dirección de propagación del sonido, conformando una onda longitudinal, aunque también es la percepción psicofísica resultante de impulsos nerviosos que estimulan el córtex cerebral, por lo que se considera que tiene doble naturaleza. Según [6] el sonido es la sensación percibida por el sistema auditivo cuando las vibraciones (ondas sonoras) alcanzan el oído teniendo cuatro cualidades esenciales: altura, timbre, intensidad y duración.

- **Altura o tono:** Es la agudeza o gravedad de un sonido y está directamente relacionada con la frecuencia del sonido. Variaciones en la misma son variaciones en la altura: cuanto mayor sea el número de ondas sonoras producidas por segundo en un cuerpo elástico, más agudo será el sonido y cuantas menos, más grave. Aunque se suelen hacer distinciones entre la altura y el tono, puesto que la percepción de

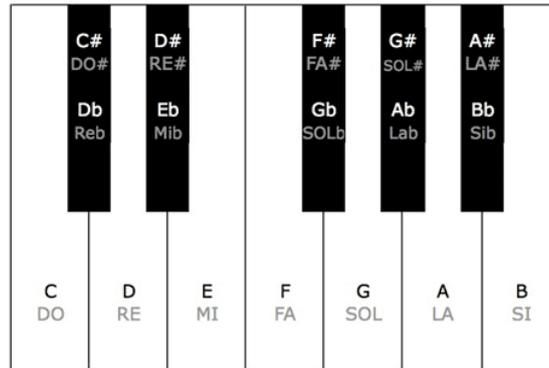


Figura 2.1: Distribución de las notas en una octava.

éste es la propia altura, se suelen considerar sinónimos. En la música occidental, cada octava¹ se divide en 12 semitonos y se corresponden con los que aparecen en la Fig. 2.1.

- **Intensidad:** Relacionada con la amplitud de la onda sonora es percibida como la fuerza o la suavidad de un tono. En acústica (la ciencia del sonido) la intensidad del sonido representa el flujo de energía a través de un área [7]. Se suele representar en decibelios (dB) en una escala de 0 a 130 (ver Sec. 3.2.1.1). Sin embargo, en música se representa con la notación que aparece en la Tabla 2.1.

Nombre	Símbolo	Significado	Intensidad media (dB)
<i>Pianissimo</i>	<i>pp</i>	Muy débil	40
<i>Piano</i>	<i>p</i>	Débil	50
<i>Mezzopiano</i>	<i>mp</i>	Medianamente débil	60
<i>Mezzoforte</i>	<i>pf</i>	Medianamente fuerte	70
lin <i>Forte</i>	<i>f</i>	Fuerte	80
<i>Fortissimo</i>	<i>ff</i>	Muy fuerte	100

Tabla 2.1: Correspondencia entre la nomenclatura musical y la intensidad en dBs.

- **Duración:** Es el tiempo que un tono está sonando. Para patrones de duración se usan los términos métrica y ritmo.
 - **Métrica:** Es la estructura que surge de la aparición periódica de pulsos de igual duración, agrupados en diferentes cantidades y residiendo su sentido en los acentos. Las métricas más comunes son la binaria y la ternaria, que combinadas pueden generar cualquier patrón [6].
 - **Ritmo:** Hace referencia a la repetición de un patrón pero no necesariamente de una medida definida como la métrica, sino que puede tomar cualquiera.

¹Cualquier rango de frecuencias cuyos extremos tengan una relación 2:1.

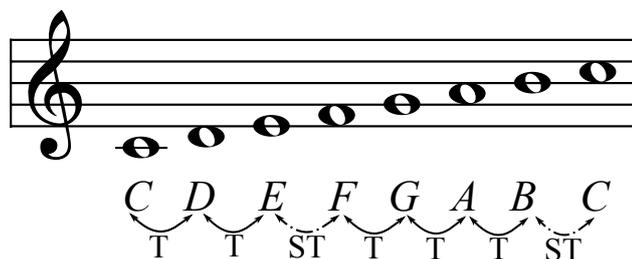


Figura 2.2: Escala C mayor.

- **Timbre:** Se trata del matiz o cualidad del sonido que nos permite identificar una fuente que genera un sonido de otra, a pesar de que estén generando la misma nota, con la misma altura y el mismo tono. El timbre está determinado por la forma del cuerpo resonante, el material que lo compone y método utilizado para generar el sonido (percutir, rasgar, soplar...). También queda definido por la percepción del oído humano de una serie de tonos llamada serie armónica, producida por todos los instrumentos. Esta no es más que la superposición de sonidos armónicos con frecuencias múltiplo entero de un tono fundamental.

2.2. Fundamentos Musicales

Aunque no es necesario saber teoría musical para analizar una señal de audio que representa una canción sí es bueno tener ciertos conceptos fundamentales en mente para poder abordar mejor el problema y tener una visión más holista a la hora de elaborar un algoritmo de análisis. Por ello en las próximas secciones se analizarán fundamentos musicales tales como escalas, tonalidad y armonía y conceptos relacionados con la estructuración de una obra.

2.2.1. Escala, Tonalidad, Clave y Modo

Una *escala* es una colección de tonos en orden ascendente o descendente. Se hace uso de una escala para desplegar las notas dentro de una melodía o armonía. La escala más común es la diatónica, una escala de siete notas distanciadas como mucho de dos semitonos que parte de una nota tónica y tiene intervalos entre notas de un tono excepto entre tercera y cuarta, y séptima y octava que es un semitono para la escala mayor (Fig. 2.2). Dentro de la escala diatónica cada una de las siete notas tiene un nombre dependiendo de su función en la misma como se muestra en la Tabla 2.2. En todo el documento se utiliza el sistema de notación musical anglosajón (Fig. 2.1).

Otra escala diatónica muy común es la menor en sus tres variantes: natural, armónica y melódica. La menor natural guarda intervalos de un tono entre notas excepto entre

Posición en la Escala	Nombre	Función
Primera	Tónica	Centro tonal.
Segunda	Supertónica	Segunda nota de la escala.
Tercera	Mediante	Tercera nota de la escala. Es la principal a la hora de definir la modalidad de la escala, ya que indica si es mayor o menor.
Cuarta	Subdominante	La dominante más baja. Una quinta por debajo de la tónica.
Quinta	Dominante	De importancia similar a la tónica en el desarrollo de la armonía.
Sexta	Submediante o Superdominante	Un tono por encima de la dominante.
Séptima	Sensible	De carácter inestable, es una nota que generalmente deriva en la tónica. Un semitono por debajo de la tónica.
	Subtónica	Hace referencia al séptimo grado de la escala menor.

Tabla 2.2: Función de las notas según su posición en la escala.

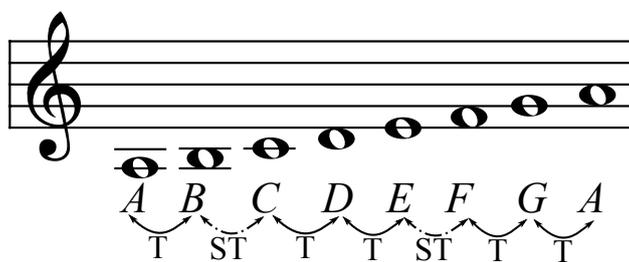


Figura 2.3: Escala A menor.

segunda y tercera, y quinta y sexta (Fig. 2.3). La menor armónica aumenta un semitono en la séptima dando mayor impulso melódico a la tónica en la octava. Como se ve en la Fig. 2.4 ahora existe un paso de tono y medio entre sexta y séptima. La menor melódica tiene dos formas: ascendente y descendente. La ascendente aumenta un semitono en la sexta con respecto a la armónica menor (Fig. 2.5) y la descendente es la misma que la escala menor natural.

Un concepto importante es la relación que existe entre las escalas mayor y menor que puede ser relativa o paralela. La relación surge de la similitud entre los patrones de

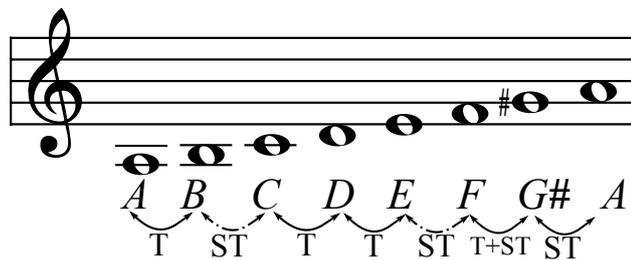


Figura 2.4: Escala A menor armónica.

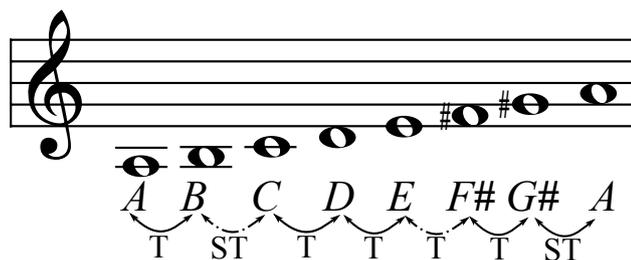


Figura 2.5: Escala A menor melódica.

formación de escalas. Así, la relación relativa surge entre la escala mayor y menor de la misma armadura², compartiendo las mismas notas pero cambiando la función (Fig. 2.6). Para encontrar la menor relativa basta con partir desde la sexta de la mayor que será la tónica de la menor. Para hacerlo al revés se parte de la tercera de la escala menor, que será la tónica de la mayor relativa.

Otra forma de ver las escalas relativas es mediante el círculo de quintas (Fig. 2.7) el cual define la tónicas mayores y sus relativas menores y la armadura que las relaciona.

La relación paralela se cumple cuando la escala menor y mayor comparten la nota tónica. Para encontrar más escalas importantes como la pentatónica ver el Apéndice A.

²La armadura es el conjunto de alteraciones (bemoles y sostenidos) que escritas al principio del pentagrama sitúan una frase musical en una tonalidad específica. Determina qué notas deben ser interpretada de manera sistemática un semitono por encima o por debajo de sus notas naturales equivalentes



Figura 2.6: Relación relativa entre la escala C mayor y la A menor natural.

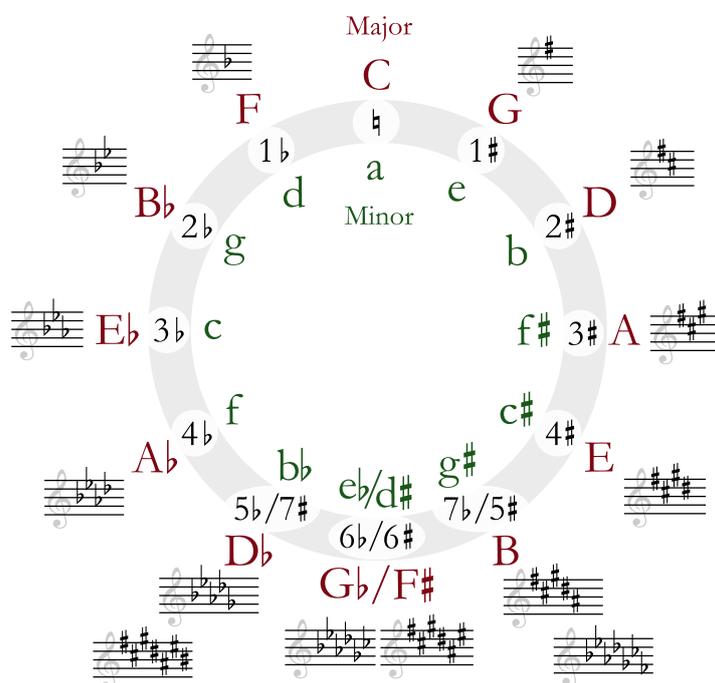


Figura 2.7: Círculo de quintas.

La *tonalidad* hace referencia a un sistema de organización de los tonos en el que uno de ellos, llamado tónica (nota tónica), es el punto central sobre el que giran el resto de notas. La tónica es el punto de máxima relajación, el objetivo que siguen el resto de notas de la tonalidad.

La *clave* (del inglés *key*) es la tónica junto con sus acordes y escalas asociados, en torno al cual giran las frases y progresiones musicales. En la música occidental popular es muy común componer sin salirse de la clave de composición. Por ejemplo, Back in Black de AC/DC está compuesta en E y hace uso de escalas menores así como de pentatónicas para su ejecución. Sin embargo otros estilos más elaborados musicalmente como el rock progresivo de los años 70 (Genesis, King Crimson, Emerson Lake and Palmer) hacen uso de transiciones entre diferentes claves durante la ejecución de sus obras, ya sea mediante la pivotación sobre acordes concretos que sirven de nexo entre tonalidades o bien de forma abrupta.

2.2.2. Intervalos

Las combinaciones de notas en la música se clasifican mediante nombres que identifican las relaciones entre tonos. Si bien es cierto que existen multitud de combinaciones

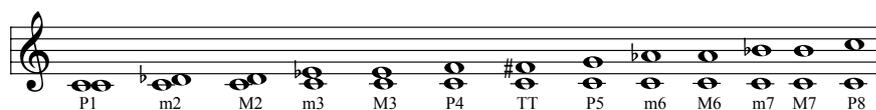


Figura 2.8: Intervalos.

de notas en la música, el emparejamiento de notas básico se denomina *intervalo*. Un intervalo es la relación de tono entre dos notas y hace referencia al número de notas diatónicas que caben entre las dos. Por ejemplo el salto de A a B contiene sólo a ambas notas y se denomina segunda. Si hubiera tres notas en el intervalo se denominaría una tercera y así sucesivamente. En la Fig. 2.8 se pueden ver las diferentes opciones. Dependiendo de las notas que estén involucradas en el intervalo éste recibe un nombre u otro. Por ejemplo, para los intervalos entre la tónica y la primera, cuarta, quinta y octava de la escala mayor se denominan intervalos perfectos (ver Tabla 2.3).

Abreviatura	Nombre	Distancia (semitonos)
<i>P1</i>	Unísono.	0
<i>m2</i>	Segunda menor.	1
<i>M2</i>	Segunda mayor.	2
<i>m3</i>	Tercera menor.	3
<i>M3</i>	Tercera mayor.	4
<i>P4</i>	Cuarta perfecta o justa.	5
<i>TT</i>	Tritono.	6
<i>P5</i>	Quinta perfecta o justa.	7
<i>m6</i>	Sexta menor.	8
<i>M6</i>	Sexta mayor.	9
<i>m7</i>	Séptima menor.	10
<i>M7</i>	Séptima mayor.	11
<i>P8</i>	Octava perfecta.	12

Tabla 2.3: Abreviaturas de los diferentes intervalos y la distancia que representan.

2.2.3. Acordes

Según la Real Academia Española, la *armonía* es la unión y combinación de sonidos simultáneos y diferentes, pero acordes. Y, efectivamente, un *acorde* es una unidad armónica con tres o más notas sonando simultáneamente. Un acorde puede formarse con un sólo instrumento o con el sonido de varios instrumentos tocados a la vez. A una sucesión de acordes se le denomina progresión armónica.

2.2.4. Estructuración Musical

El estudio de la estructura musical de una composición parte de la clasificación de todos los aspectos musicales en cinco categorías: sonido, armonía, melodía, ritmo y forma.

- El *sonido* en la música es el resultado de las diferentes voces e instrumentos usados, de la textura y de la dinámica. La *textura* musical hace referencia a la forma en que los diferentes componentes melódicos, armónicos y rítmicos son combinados.
- La *armonía* se basa en los patrones armónicos y las progresiones y en cómo ésta se desarrolla a lo largo de una obra.
- La *melodía* basa su estudio en las líneas melódicas prominentes y su repetición y variación, la estructuración de las composiciones mediante frases, el uso de escalas y la relación entre estos elementos. La diferencia entre la armonía y la melodía es que la primera se basa en los acordes y la segunda en las escalas. Esto es, la armonía tiene una dimensión vertical y la melodía es horizontal, en el tiempo.
- El *ritmo* de una composición incluye el tempo y los cambios del mismo, la densidad de actividad rítmica y el radio de cambio armónico (según las progresiones armónicas que se hagan y con qué frecuencia se tienen diferentes percepciones del ritmo).
- La *forma* es el resultado de la interacción de las cuatro categorías estructurales precedentes.

3

El Sistema Auditivo y la Música

EN la percepción del sonido por parte del ser humano intervienen una serie de estadios o pasos no lineales. Cada uno de estos estadios contribuye a la apreciación diferenciada de características de forma subjetiva frente a la interpretación puramente física de las mismas. Lo que se cree que se está escuchando en un momento difiere en gran medida de los sonidos presentes físicamente hablando. Esta discrepancia de criterio es debida, además de a los estadios dichos anteriormente, a las características físicas del oído, el sistema nervioso y el cerebro. Para entender el comportamiento del sistema auditivo y la complejidad que representa es necesario ver por una parte su composición y funcionamiento y por otro su respuesta a estímulos armónicos y, en definitiva, a la música. La percepción musical involucra una serie de funciones cerebrales, aún más complejas que la captación de sonidos no armónicos, subyacentes del análisis acústico, la memoria auditiva, el análisis de escenas auditivas y el procesado de sintáxis y semántica musical [8]. Además, la percepción musical afecta potencialmente al estado de ánimo, influencia al sistema nervioso autónomo y a los sistemas hormonal e inmune.

3.1. El Sistema Auditivo Humano

El *sistema auditivo* es una compleja red de estructuras insertas en la cabeza. Está compuesto por el oído externo, oído medio y oído interno. El *oído externo* formado por el pabellón auditivo o pinna y el meato auditivo permite la protección del resto del sistema, el filtrado del sonido y el enfoque del mismo hacia el tímpano. Gracias a su forma irregular y a los cartílagos que contiene potencia selectivamente entre 30 y 100 veces las frecuencias alrededor de los 3 KHz mediante efectos resonantes pasivos, haciendo al ser

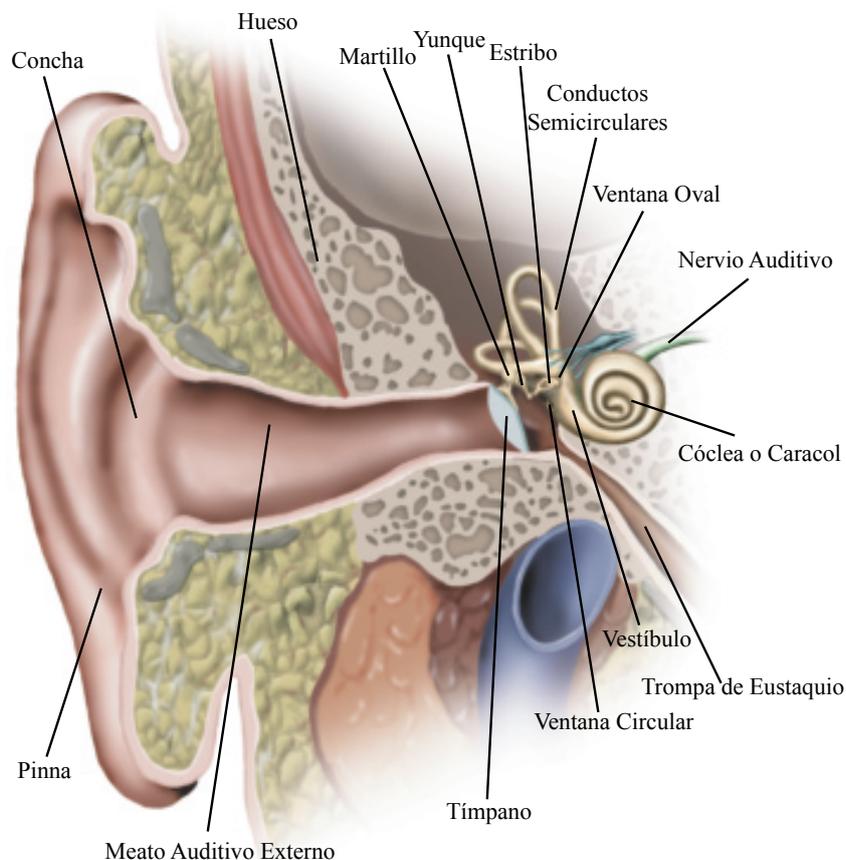


Figura 3.1: Oído.

humano especialmente sensible a las frecuencias en el rango 2-5KHz. El tímpano es una membrana epitelial que no descansa sobre ningún tejido de sostén y presenta distintos epitelios en sus dos caras. En el *oído medio* la cavidad timpánica o auditiva y la trompa o tubo auditivo por el que se continúa presentan el mismo epitelio simple cúbico. La cavidad timpánica presenta dos membranas desprovistas de tejido óseo: las ventanas oval y redonda.

El sonido en el oído externo se mueve por un fluido de baja impedancia, el aire, mientras que en el *oído interno* lo hará por un fluido de alta impedancia. Para que no se pierda energía, el oído medio aumenta la presión unas 200 veces desde el tímpano mediante la cadena pabellón-tímpano-martillo-yunque-estribo-ventana oval hasta el oído interno. Éste está formado por una serie de cavidades (laberinto) interconectadas en el hueso temporal, recubiertas internamente por un epitelio simple plano y rellenas por un líquido llamado perilinfa. Dentro del laberinto se diferencia un segundo tubo cerrado (laberinto membranoso) delimitado por un epitelio simple cúbico y que está relleno de

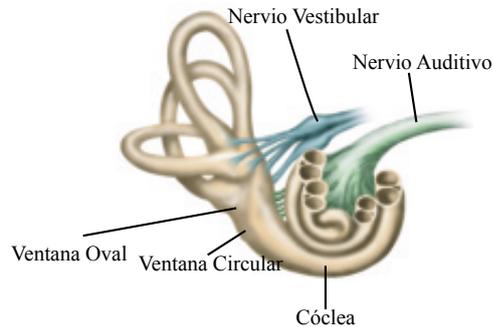


Figura 3.2: Cóclea.

un líquido de densidad diferente a la perilinfa, la endolinfa.

En el laberinto se conforma el caracol o cóclea que es donde se sitúa el epitelio auditivo. Dentro del laberinto membranoso de la cóclea hallamos la membrana basilar, la membrana de Reissner, una estría vascular y el epitelio auditivo en sí u órgano espiral de Corti. En este último se forma una estructura estratificada en la que se distinguen las células auditivas agrupadas en dos regiones las cuales poseen estereocilios, grandes microvellosidades modificadas que se encuentran embebidas en una sustancia en gel derivada de la endolinfa: la membrana tectorial.

Una vez explicada la formación del sistema auditivo es necesario conocer cómo reaccionan entre sí los diferentes elementos. En la transmisión del sonido la perilinfa vibra al recibir el estímulo de los huesecillos desde la ventana oval hasta la redonda donde se disipa hacia la cavidad timpánica (para evitar el rebote). Esa vibración se transmite a la endolinfa, que posee una densidad diferencial en función de la frecuencia de resonancia de cada punto de la membrana basilar. En el punto de máximo desplazamiento las células auditivas externas movilizan la membrana tectorial que “arrastra” a los estereocilios de la célula auditiva interna generando el estímulo en forma de pequeños impulsos eléctricos. Con cada frecuencia de onda el punto de máximo desplazamiento cambia, provocando distintos estímulos y determinando el rango de sensibilidad.

Todo este proceso otorga al oído cierta selectividad frecuencial. En definitiva se podría decir que la cóclea es un filtro resonante frecuencial el cual analiza las frecuencias y tiene un rango de trabajo definido por sus características físicas y su geometría: es flexible y más amplia en el apical y más rígida y estrecha en la base. Es la estructura más crítica en el sistema auditivo, capaz de descomponer en sus componentes más fundamentales los sonidos más complejos y en la extracción de algunas características se ha analizado en profundidad (ver Sec. 4.3.3.6). Experimentos como los expuestos en [9] resaltan que existe una compresión muy fuerte de un ratio 5:1 en la base de la membrana basilar para intensidades medias y tonos cercanos a la frecuencia característica de la membrana en ese punto. En el ápice la compresión es similar pero ocurre para un rango de intensidades menor y un rango de frecuencias mayor. Sin embargo, desde que el órgano de Corti envía el estímulo generado en la cóclea al sistema nervioso hasta que el cerebro genera

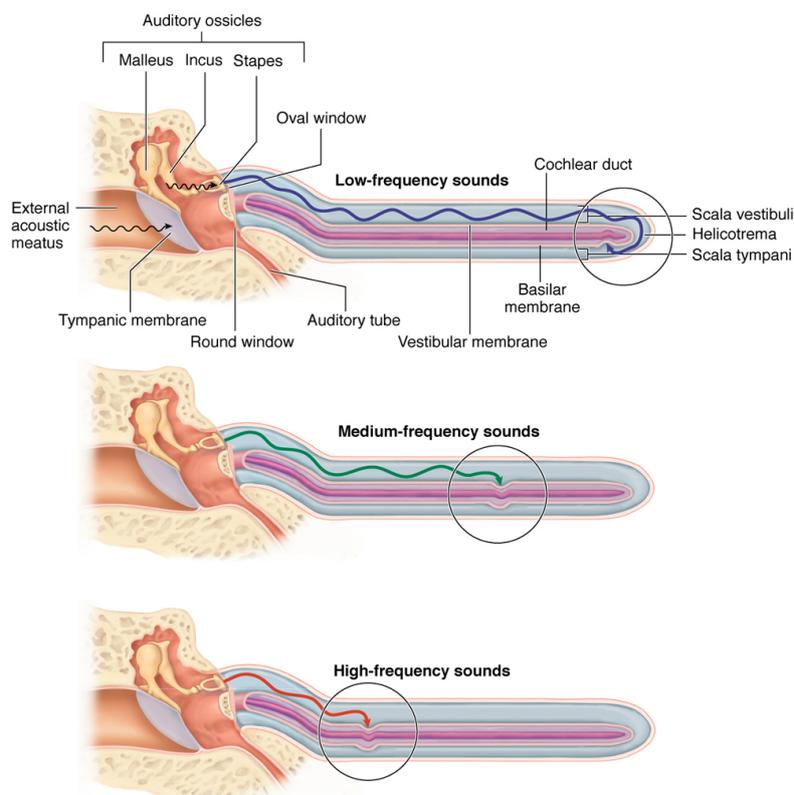


Figura 3.3: Respuesta frecuencial de la Cóclea.

la “imagen” final se sucede una serie de mecanismos activos relacionados con el córtex auditivo [10] y que se explican en la Sec. 3.2.

3.2. Percepción Musical. Psicoacústica

A pesar de que el sistema auditivo entra en funcionamiento para cualquier tipo de sonido, no funciona igualmente para la interpretación de la música que para cualquier otro estímulo sonoro, siendo estudiada a parte. La psicoacústica es la ciencia que se encarga del estudio de la interpretación del ser humano de los diferentes sonidos y, evidentemente, de la música. Durante los últimos años la música se ha usado cada vez más para investigaciones sobre la cognición humana y sus mecanismos cerebrales subyacentes. Es uno de los dominios socio-cognitivos más antiguos y básicos de la especie humana demostrándose, por ejemplo, que la comunicación musical durante la infancia puede jugar un papel muy importante en el desarrollo emocional, cognitivo y social de los niños [11]. La música es un fenómeno ubicuo ya que durante la historia de la humanidad todas las culturas la han practicado.

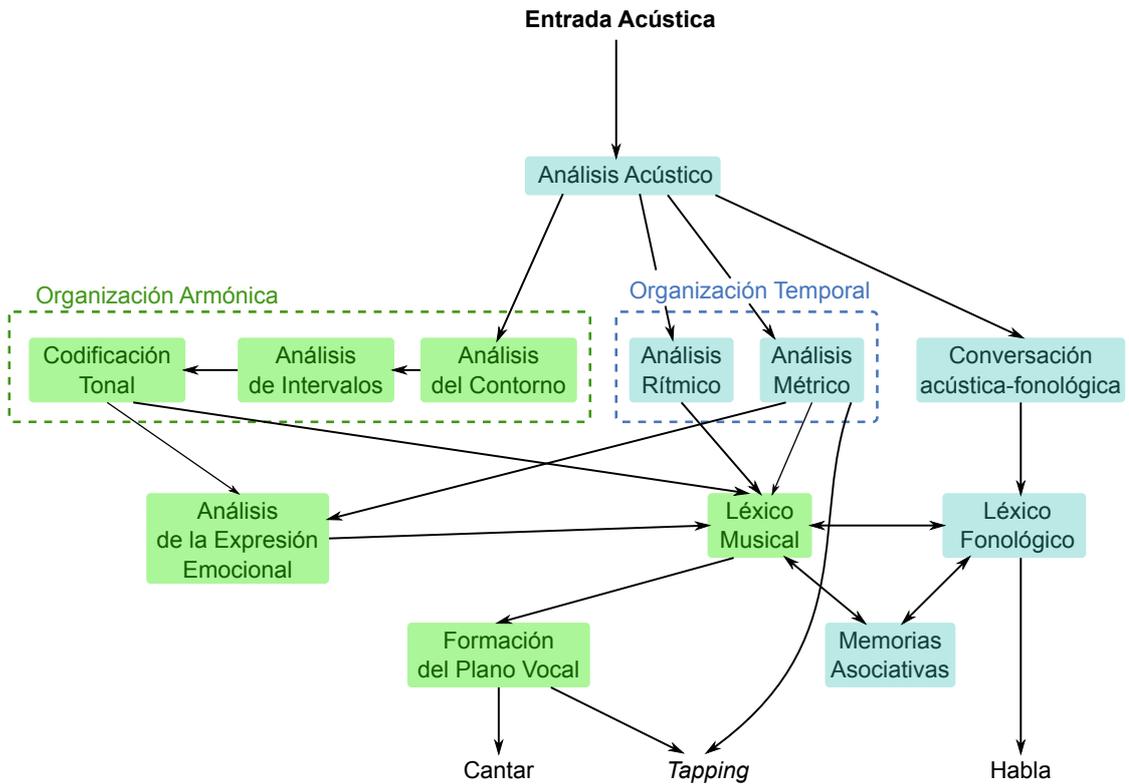


Figura 3.4: Modelo cerebral del procesamiento musical modular de Peretz y Coltheart.

3.2.1. Primeras Etapas de la Percepción

El hecho de que la música es interpretada por el ser humano de forma específica y distinta al procesamiento de otra información hace que se observe como un procesamiento modular [12]. Esto es, que nuestra capacidad de procesar información por nuestro cerebro está dividida en módulos que entran en funcionamiento según el estímulo percibido o la actividad a realizar y que estos módulos pueden estar compartidos por diferentes actividades o no. Por ejemplo, dos procesos que pueden compartir módulos de procesamiento del sistema cognitivo son el reconocimiento musical y el reconocimiento del habla. Sin embargo, existen casos citados por los propios Peretz y Coltheart de pacientes que han sufrido daño cerebral y que pierden una de las dos facultades mientras mantienen la otra. Esto refuerza el argumento de que la interpretación de la música por parte del cerebro es un proceso realmente complejo y que se podría descomponer en el esquema de submódulos que plantean estos autores (Fig. 3.4), donde los subsistemas específicos del procesamiento musical están coloreados en verde.

Basándose en este esquema, en la Fig. 3.5 se muestra un esquema mejorado el cual además de considerar los módulos a nivel cualitativo también los acota temporalmente según el momento de su realización, añadiendo también nuevos módulos.

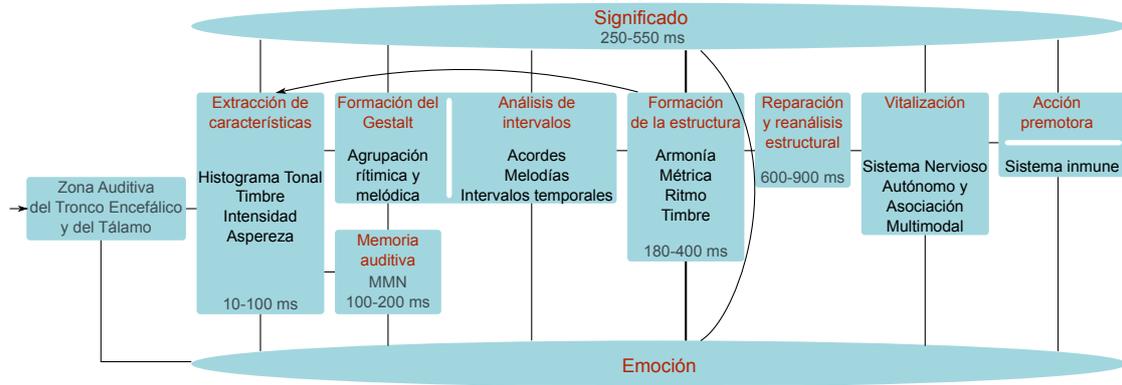


Figura 3.5: Modelo cerebral del procesado musical modular de Koelsch y Siebel.

En primer lugar la información acústica es traducida a actividad neuronal en el núcleo coclear (ver Sec. 3.1) y progresivamente transformada en la zona auditiva del tronco del encéfalo en consonancia con las diferentes respuestas neuronales a las propiedades de timbre, tono, aspereza, intensidad y diferencias temporales interaurales en el complejo olivar superior¹, y el colículo inferior². La interpretación tan rápida de la tonalidad de la canción es facilitada en parte por la disposición jerárquica entre tonos durante una melodía, girando todos en torno a la tónica y a las dominantes. Esto permite la intervención de la memoria para melodías conocidas así como poder prever cómo se puede desarrollar una obra. El complejo olivar superior es el primer lugar donde la información de los dos oídos interactúa y el lugar de los primeros pasos del procesado donde se dan las claves para la percepción espacial del sonido. Por su parte el colículo inferior, un centro integrante principal, es el lugar donde la información auditiva puede interactuar con el sistema motor por primera vez [13].

Este tipo de preprocesado es analizado en [14] mediante la estimulación por medio de tonos al sistema auditivo de chinchillas o en [15] por medio de la experimentación con gerbos. La información llega al tálamo y de ahí es proyectada principalmente al córtex auditivo, que contiene un mapa tonotópico igual que en la cóclea (ver Fig. 3.6). Cabe destacar que el tálamo está directamente conectado con la amígdala y el córtex orbitofrontal medial, estructuras implicadas en la emoción y el control del comportamiento emocional [8]. En el córtex auditivo se extrae información de características acústicas más específicas como el tono, el timbre, la intensidad o la aspereza. La estimulación del córtex auditivo mediante música difiere con el resto de sonidos en que está muy lateralizada en el hemisferio derecho [13] [16].

Tras la extracción de las características la información acústica entra en la memo-

¹Es una colección de núcleos ubicada en la región más baja de la protuberancia en el tallo encefálico que participa en múltiples aspectos de la audición y es un componente importante de las vías auditivas ascendentes y descendentes.

²El colículo inferior es el principal núcleo del mesencéfalo en la ruta auditiva y recibe aferencias de varios núcleos periféricos del tronco encefálico en la ruta auditiva, así como aferencias del córtex auditivo.

3.2. PERCEPCIÓN MUSICAL. PSICOACÚSTICA

ria sensorial auditiva o memoria ecoica, que es la etapa en que se percibe la forma (el *Gestalten* auditivo). La formación del *Gestalten* auditivo entraña procesos de agrupación melódica, rítmica, timbral y espacial, siguiendo esta agrupación de eventos durante el análisis de la escena auditiva los principios de la psicología de la Gestalt: similitud, proximidad y continuidad. Muchos de estos procesos quedan reflejados en la llamada *mismatch negativity* (MMN) cuyos datos sugieren que en el córtex auditivo se almacenan representaciones de sucesos auditivos pasados y que cada vez que ocurre uno nuevo lo compara. En caso de que haya variaciones y que cambie la regularidad, la MMN que representa la diferencia de señal es segregada [17]. Todas estas operaciones son importantes ya que su función es reconocer patrones acústicos y establecer una representación cognitiva del entorno acústico.

Junto con la formación del *Gestalten* se lleva a cabo otro estadio que analiza de manera más detallada la relación entre tonos en una melodía o entre los tonos de un acorde (requerido para determinar si un acorde es mayor o menor o cualquier variante) y posiblemente un análisis más detallado de los intervalos temporales. Esto queda representado en el seguimiento de la fase en el nervio auditivo y la integración temporal en el mismo, que es la información más relevante para un oyente que está realizando diversas escuchas a la vez. Tanto los intervalos temporales como los melódicos (e.g. juzgar el tono y detectar diferencias temporales interaurales) parece que son procesados por el cerebro de manera independiente [18]. El análisis del contorno melódico de la escena auditiva depende de la parte posterior derecha del giro temporal superior mientras que el procesamiento de intervalos de información más detallado involucran al funcionamiento de las áreas posterior y anterior del córtex supratemporal. Por su parte, el plano temporal está implicado en el procesamiento de secuencias sonoras y la variación del tono así como en la comprensión de la estructura de la escena auditiva. En presencia de variaciones del tono o en ausencia total del mismo en el sonido se observan activaciones de estas zonas del córtex, apreciándose en los resultados de [19] cierta jerarquía durante el procesamiento del tono, ya que mientras se procesan sonidos melódicos, existe el desplazamiento del centro de actividad lejos del córtex auditivo primario.

3.2.1.1. Respuesta Volumen-Frecuencia

Se tiene por sentado que el sistema auditivo humano tiene un rango frecuencial de audición entre 20Hz y 20000Hz. Sin embargo con el paso de los años este rango auditivo se ve reducido, sobre todo por la imposibilidad de escuchar frecuencias alta. A partir de los 20 años el extremo superior se ve reducido a los 16000Hz y al final de la vida sólo se aprecian sonidos hasta los 8000Hz. Este fenómeno se denomina presbiacusia [7].

Para un oído medio, la variación de presión sonora mínima que puede detectar para una frecuencia de 4KHz es de unos $10\mu\text{Pa}$ mientras que el nivel de presión acústica que puede escuchar sin dolor es de unos 64Pa. Al presentar un rango de audición tan alto es necesario trabajar con decibelios (dB) para adecuar los resultados numéricos.

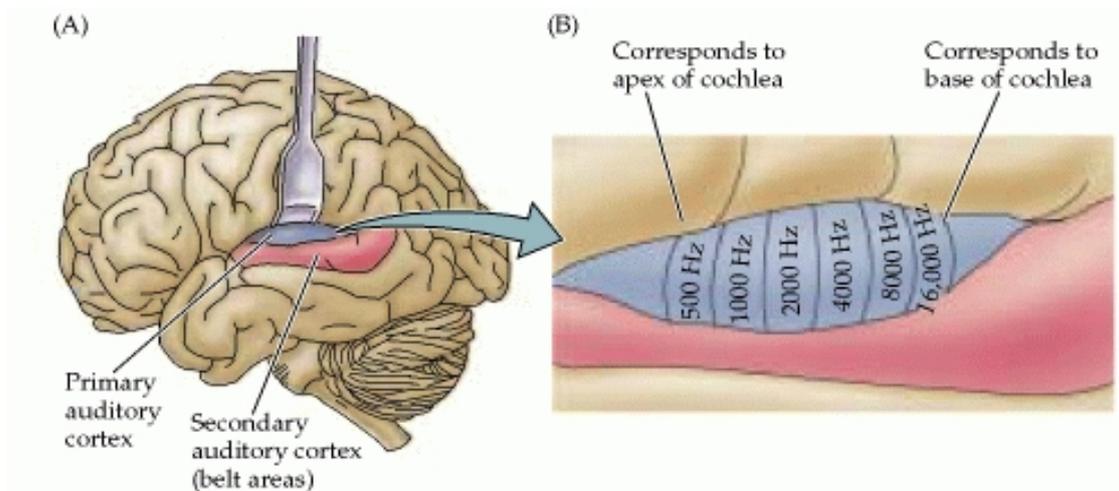


Figura 3.6: Córtex Auditivo.

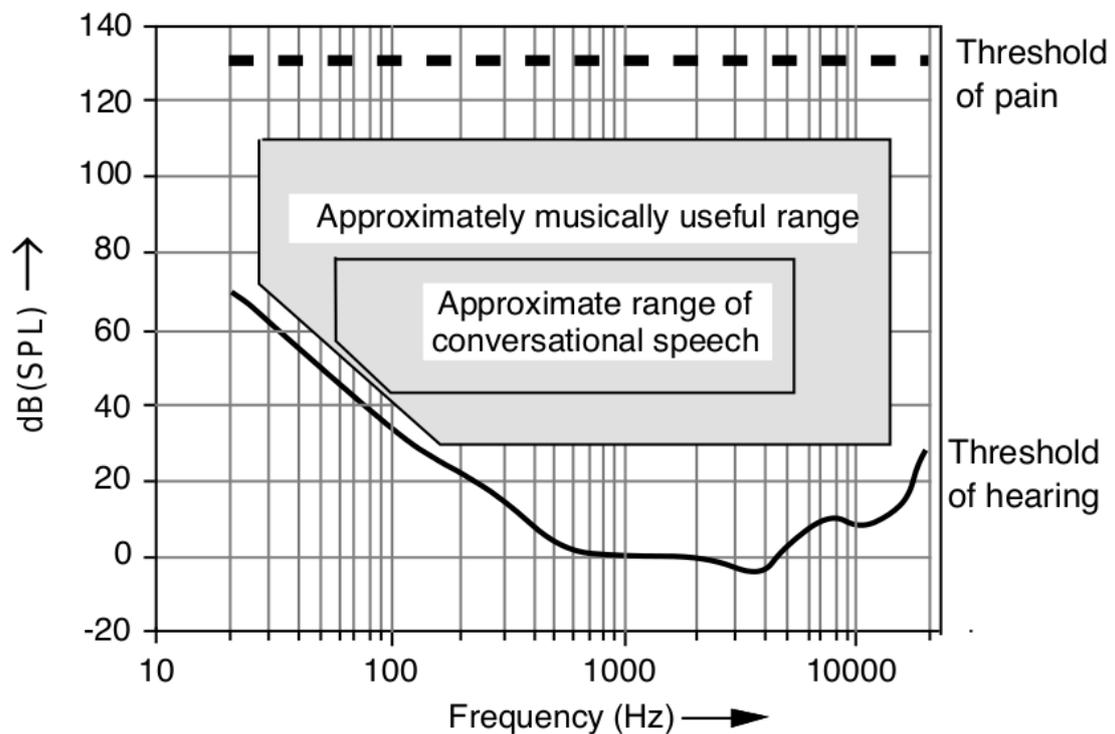


Figura 3.7: Representación del umbral auditivo humano medio, junto con el umbral del dolor. Además se pueden ver las regiones frecuenciales que engloban los registros de la voz y la música.

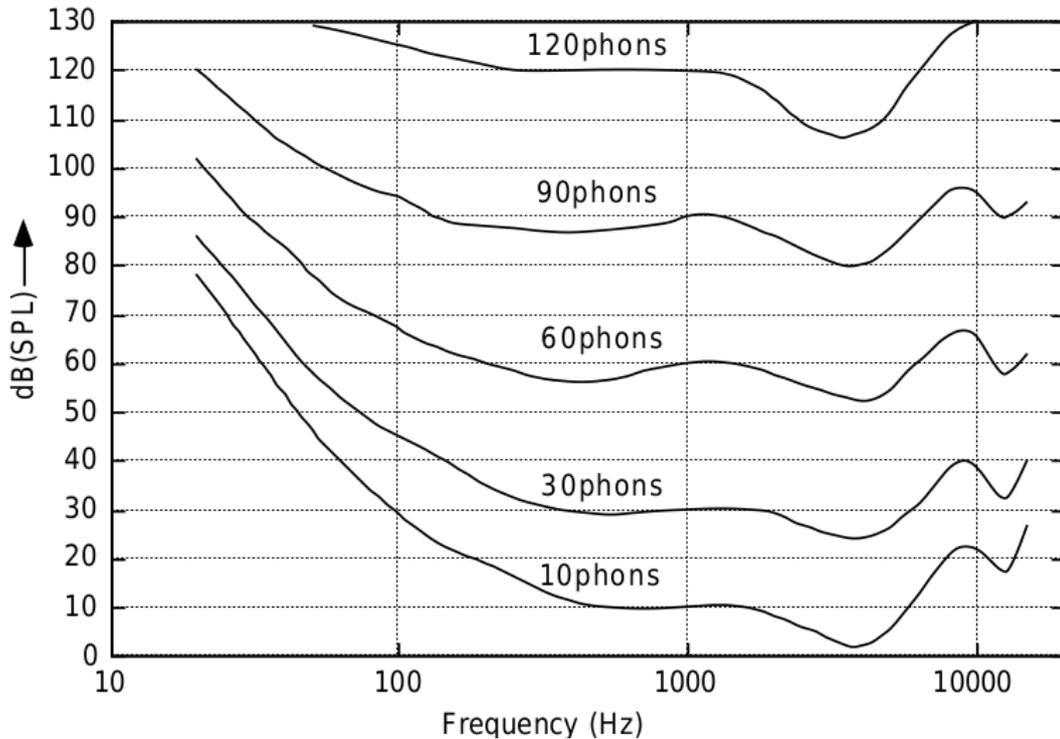


Figura 3.8: Curvas isofónicas del oído humano.

Como se puede apreciar en la Fig. 3.7 el umbral de audición varía con la frecuencia, siendo mucho más sensible en la mitad de su rango frecuencial que en los extremos. Si bien es cierto que el volumen de un sonido acústico percibido está relacionado con su amplitud, no se trata de una relación directa y depende, como fenómeno psicoacústico, del contexto y la naturaleza del sonido así como de la interpretación del oyente.

Siguiendo con el argumento anterior, la amplitud de una onda sonora no está directamente relacionada con el volumen percibido. De hecho es posible para una onda sonora con mayor amplitud sonar más bajo que una onda con menor amplitud. Esto es debido a que los sonidos están a diferentes frecuencias y la sensibilidad de la audición humana varía con la frecuencia (Sec. 3.1). En la Fig. 3.8 se observan las llamadas curvas isofónicas y fueron diseñadas por primera vez por Fletcher y Munson en 1933. Estas curvas muestran cómo de alto tiene que ser un sonido en términos de presión sonora para ser percibidas al mismo volumen que un tono de un 1KHz de una intensidad determinada.

Como se puede apreciar existen ciertos picos y valles destacables en la gráfica, debidos a resonancias en el oído externo. Ya se apuntó en la Sec. 3.1 que debido a la forma de la estructura del oído externo presentaba una mayor sensibilidad alrededor de los 3KHz y, efectivamente, es a esos niveles donde ocurre la primera resonancia, siendo la segunda alrededor de los 13KHz.

Por otro lado existe una dependencia de la sensibilidad con la amplitud, debido a la forma en que el oído transforma e interpreta el sonido haciendo que la respuesta frecuencial sea en función de la amplitud. Así la sensibilidad del oído depende tanto de la frecuencia como de la amplitud. De nuevo en la Fig. 3.8 se puede ver la medida *phon* o fon que representa una escala subjetiva para la medida de la sonoridad basada en las apreciaciones de oyentes [7]. Es apreciable también, que la forma de las diferentes curvas isofónicas se va aplanando para niveles más altos. Esto significa que la sonoridad o volumen relativo a diferentes frecuencias no se preserva de manera igual, por lo que el balance de frecuencias percibido a diferentes volúmenes no es el mismo, a pesar de tener la misma señal.

3.2.2. Conformación de la Estructura

El análisis de la estructura musical requiere el entendimiento de las relaciones estructurales que hay entre tonos, intervalos y acordes como, por ejemplo, la relación entre un tono y el contexto armónico que lo precede. Para el procesado del ritmo y la métrica existen operaciones similares y se rigen todas ellas por regularidades musicales a la hora de la composición.

Si bien es cierto que el hecho de tener un conocimiento más profundo de la música permite que el cerebro la interprete de forma más detallada, se ha observado que individuos sin ningún tipo de formación musical tienen un conocimiento muy sofisticado sobre la sintaxis musical [20]. El procesado de la sintáctica musical requiere de comprensión estructural gramática que sólo el ser humano posee ya que sólo los humanos pueden procesar la música de manera estructural. Por otro lado, la literatura musicológica sugiere que el entendimiento de la estructura musical es importante para procesar el significado y la emoción de cada canción. En la Sec. 4.1 se habla en más detalle de cómo afecta el estado de ánimo de cada individuo a la interpretación musical.

3.2.3. Reacción Corporal al Estímulo Musical

El efecto que tiene la música no se limita al sistema auditivo sino que afecta al comportamiento de otros sistemas ya que requiere la participación de cortezas de asociación multimodal³. La percepción de estos efectos se ha podido vislumbrar mediante la actividad generada en el sistema nervioso autónomo (e.g. cambio en las pulsaciones del corazón) y en el sistema inmune (generación de más inmunoglobulina) [8] [13].

³Regiones capaces de procesar e integrar información sensorial y motora de distintas modalidades sensoriales.

4

Similitud Musical. Estado del Arte

4.1. Introducción a la Similitud Musical

La clasificación por similitud es la unión multidisciplinar de diferentes frentes de estudio para la clasificación musical.

1. Clasificación por género.
2. Clasificación por sentimiento.
3. Instrumentación.
4. Artista.

Todas ellas combinadas y con un grado de importancia mayor o menor consiguen diferentes formas de alcanzar similitud. En primer lugar el reconocimiento automático del género musical o del “estilo” musical de una señal de audio es uno de los campos de estudio más importantes dentro del ámbito del MIR. La clasificación en géneros musicales puede de alguna manera considerarse una medida generalizada de la similitud musical ya que en la clasificación por género sólo se consideran características que sean relevantes para el mismo. Sin embargo, para que dos canciones sean similares no es necesario que estén en el mismo género, aunque siempre es más probable encontrar parecido en canciones del mismo estilo musical. En el campo de la similitud surgen una serie de aplicaciones más creativas que el simple hecho de organizar por género como puede ser la generación automática de listas de reproducción o los *mixes* de dos o más canciones “compatibles”.

La diferencia principal entre la detección de similitud y la detección de género es el cambio de la forma de clasificar por una distancia o medida de similitud o bien por una regla de agrupación. Por otro lado, si bien es cierto que la detección del género puede ser demasiado simplista ya que es un subconjunto de la detección de similitud, sí que tiene una forma más simple de constatar que el programa o algoritmo que se ha desarrollado funciona correctamente puesto que existen bases de datos que se han generado manualmente con esta información (e.g. CDDB¹ y FreeDB²). Sin embargo no existen este tipo de bases de datos para similitud debido a la multidimensionalidad que abarca y la cantidad de posibles combinaciones que pueden surgir para cada canción. El hecho de considerar una canción similar a otra depende en gran medida del usuario y parece una tarea que no puede ser resuelta de manera automática, existiendo aún diferencias entre lo que los psicólogos musicales y musicólogos entienden por similitud y lo que los expertos en procesamiento de señal tratan de aplicar.

Según [21] los procesos mentales involucrados en la percepción de similitud musical están muy relacionados con la experiencia musical del oyente. En [22] también se profundiza en este hecho y en como las MMN (ver Sec. 3.2.1) se ven afectadas por este hecho. Las propiedades que contribuyen a la similitud se encuentran en diferentes niveles de abstracción siendo, al parecer de McAdams et al., de superficie y textura, figurales y estructurales. Para Reybrouck [23] es necesario saber en qué se centran los oyentes, si en mecanismos innatos de reacción a estímulos sonoros o bien en procesos a un nivel más alto. Considera fundamentales los eventos musicales que ocurren en una canción y que es preferible ampliar el concepto de detección de similitud desde meros parámetros musicales como melodía y ritmo a eventos con mayor validez en el mundo real. Pero incluso entre lo que consideran los teóricos musicales y lo que los experimentos dirimen hay diferencias; Los primeros (gran parte de ellos) mantienen que la similitud se basa en primer lugar en el tono y en las relaciones entre tonos y en segundo lugar en la estructura métrico-rítmica que define la identidad y el motivo del tema, mientras otros parámetros son considerados secundarios como el registro, la instrumentación, la dinámica, el tempo, la textura y el contorno melódico (para comprender mejor estos conceptos musicales se recomienda la lectura de apoyo [6]). Sin embargo la categorización que hacen los oyentes en diferentes pruebas de las componentes musicales incluyendo a músicos experimentados, no es la misma que la que consideran los teóricos, tendiendo a caracterizar los eventos musicales de acuerdo a similitudes psicoacústicas como la dinámica, la densidad o el contorno melódico y no tanto con aspectos relativos del estilo o la sintaxis musical como las progresiones armónicas o los intervalos melódicos [24].

Otros aspectos que confrontan al análisis a un nivel técnico y a la experimentación de carácter más subjetivo son el *mood* (estado de ánimo o sentimiento que transmite una canción) y la personalidad de cada individuo. Se han realizado multitud de estudios en los que se muestra una correlación congruente entre el estado de ánimo que transmite la canción y la personalidad del individuo, teniendo resultados tan evidentes como en [25]

¹www.gracenote.com/

²www.freedb.org

4.2. CARACTERÍSTICAS COMUNES EN LA CLASIFICACIÓN MUSICAL

donde el neurotismo tiene una correlación positiva con la tristeza y la extroversión presenta correlación negativa con este sentimiento. Esto verifica parte de la teoría sobre la personalidad, que afirma que ciertos tipos de personalidad se confrontan a asimilar ciertos sentimientos o estados de ánimo. Si el sentimiento de una canción es una de las características que el usuario medio encuentra de ayuda para conseguir canciones similares [26] pero el que este usuario encuentre similares dos canciones también depende de su personalidad plantea cierta paradoja a un problema ya de por sí complicado.

Con todo esto los estudios llevados a cabo por la disciplina del MIR referentes a la similitud musical intentan mediante el procesado de señal conseguir los resultados más satisfactorios a un planteamiento subjetivo. Si bien tanto la clasificación por género como por sentimiento tienen componentes más o menos subjetivas, la instrumentación y el artista son aspectos absolutamente objetivos, es decir, que no cabe a interpretación decir que una canción lleva violines o si está interpretada por otro artista. Lo que sí es seguro es que todas las subdisciplinas son etiquetas de alto nivel y que para poder etiquetar con un tipo de género u otro hay que extraer características de bajo nivel y saber interpretarlas en sentido ascendente. A continuación se recogen las características más utilizadas dentro del ámbito de búsqueda de similitud musical y que serán el objeto de dicha interpretación para poder llegar a niveles más altos de abstracción.

4.2. Características Comunes en la Clasificación Musical

Existen multitud de fuentes de las cuales se puede extraer información relevante de una canción y a continuación se detallan algunas de ellas [27].

1. **Metadatos Musicales:** Contienen diferente información relativa a grabaciones musicales específicas. Existe una estructura comunmente conocida llamada ID3³(*IDentify mp3*) que se asocia a ficheros audiovisuales y que contiene información como nombre del artista, título de la canción, descripción del contenido musical y álbum. Otra forma de acceder a esta información es mediante bases de metadatos. Ya se citaron anteriormente algunas como CDDB y FreeDB.
2. **Características Acústicas:** Incluyen cualquier propiedad acústica inherente a un sonido. Algunos ejemplos son timbre, tono, ritmo y melodía. En el Capítulo 3 se explican más en detalle.
3. **Letras de canciones:** Conjunto de palabras con el que el autor transmite sentimientos, emociones e ideas. El significado de las letras puede estar encubierto si el autor utiliza recursos literarios como por ejemplo metáforas, paradojas e hipérboles. El contenido del texto puede ayudar a conocer lo que el autor quiere transmitir aunque en ocasiones éste es totalmente interpretable por el oyente y será totalmente

³Estándar de facto, www.id3.org

subjetivo. Existen sitios web con una basta base de datos como www.lyrics.com y www.azlyrics.com.

4. Críticas Musicales: Se trata de un recurso creado por la propia comunidad de consumidores ya sean expertos o los fans de los artistas. Dan una idea muy clara de cómo interpretan las diferentes obras siendo en ocasiones crónicas extremadamente precisas contextualizando históricamente la obra y la situación personal de los músicos. Algunos ejemplos son las revistas *Rolling Stone*, *Popular1* o sitios web como www.pitchfork.com y www.metacritic.com.
5. Etiquetas (*Tags*) Sociales: Información textual creada para que fans de la música etiqueten las canciones y que recoge diferentes aspectos musicales sobre álbumes, canciones y artistas. En estas etiquetas se haya una gran cantidad de información incluyendo género, sentimiento e instrumentación entre otros. Un ejemplo muy claro de etiquetación por medio de red social es www.lastfm.com.
6. Perfiles y Listas de Reproducción: Los perfiles de usuario representan las preferencias de éstos en el ámbito musical como los artistas o las canciones favoritas. Este tipo de información suele ser almacenada por aplicaciones *offline* pero con la omnipresencia de internet ahora se comparte este tipo de información. Spotify y Grooveshark permiten esta opción mientras que sitios web como www.playlists.com están íntegramente destinados a este fin.
7. Archivos MIDI: *Musical Instrument Digital Interface* es un protocolo de comunicación serial estándar que permite a dispositivos musicales electrónicos comunicarse y compartir información para la generación de sonidos. La representación MIDI de un sonido incluye al menos el tono, el volumen y la duración de un sonido. Algunos ejemplos de bases de datos de estos ficheros son www.mididb.com y www.free-midi.org.
8. Partituras: Son la representación escrita de la música sobre un pentagrama. Las partituras se pueden utilizar para ver si una nota extraída mediante análisis espectral se corresponde con la que se ha tocado. Existen multitud de sitios web con bases de datos de partituras e.g. www.partituras-gratis.org y www.music-scores.com.

Las características que se extraen mediante el procesado de señal son las que se han definido como acústicas. La principal diferencia que presentan frente al resto es que son inherentes al sonido y que, por lo tanto, permiten generar un sistema autónomo sin necesidad de información complementaria a la presente en la señal que compone cada canción. En [1] se hace la siguiente distinción de las características musicales (Fig. 4.1).

1. Nivel Bajo: Son características que se obtienen directamente de distintas técnicas de procesado de señal. Generalmente han sido usadas en la clasificación musical

4.2. CARACTERÍSTICAS COMUNES EN LA CLASIFICACIÓN MUSICAL

debido a la facilidad para extraerlas y su buen comportamiento. No están relacionadas de manera próxima a las propiedades intrínsecas de la música como lo perciben los seres humanos. Son características que definen el timbre y características temporales.

2. Nivel Medio: Son características que confieren una relación más próxima y principalmente incluye tono, ritmo y armonía. Éstas son generalmente extraídas de las de nivel bajo.
3. Nivel Alto: Se trata de etiquetas semánticas que otorgan información de cómo los humanos entienden e interpretan la música como el género, el sentimiento, el estilo y la similitud. Este es un nivel abstracto y las etiquetas no pueden ser extraídas directamente de niveles inferiores debido a la brecha semántica que existe.

Las características acústicas quedarían englobadas en los niveles medio y bajo, siendo el nivel alto en el que se definen etiquetas comprensibles para el oyente y que se recogen en el resto de fuentes de información antes expuestas.

Otra forma de clasificarlas es mediante características de corta duración y características de larga duración o de largo plazo (*short term features* y *long term features* respectivamente). La principal diferencia entre ambas es el tamaño de la ventana de análisis que en el caso de las de corta duración puede ser de 10-100 ms, mientras que en las de larga duración hablamos de hasta segundos. Esta distribución la sigue [28], llamando a las características de corta duración características instantáneas o descriptores. Son aquéllas que generan un valor por cada bloque de muestras de audio y que no necesariamente tienen significado musical o perceptual, considerándose características de nivel bajo. De hecho esta afirmación se corresponde con lo expuesto por [1] y que se recoge en la Fig. 4.1: Todas las características de corta duración lo son de bajo nivel pero es discutible que todas éstas estén sólo relacionadas con el timbre. Como se ha dicho, las características de bajo nivel suelen servir de base para construir características de más alto nivel que describan propiedades más significativas semánticamente hablando (tempo, escala, tono...).

El hecho de englobar a las características instantáneas en características referentes al timbre es una afirmación bastante simple y que no define realmente qué propiedad de la señal se está estudiando. El estándar MPEG-7 (*Moving Picture Experts Group*) [29] propone una diferenciación muy detallada, habiendo 17 parámetros temporales y espectrales que se distribuyen de la siguiente manera.

- Básicos: Valores instantáneos de la forma de onda y de la potencia.
- Espectrales Básicos: Potencia espectral y características espectrales en un espacio frecuencial logarítmico.
- Parámetros de Señal: Frecuencia fundamental y armonicidades de la señal.

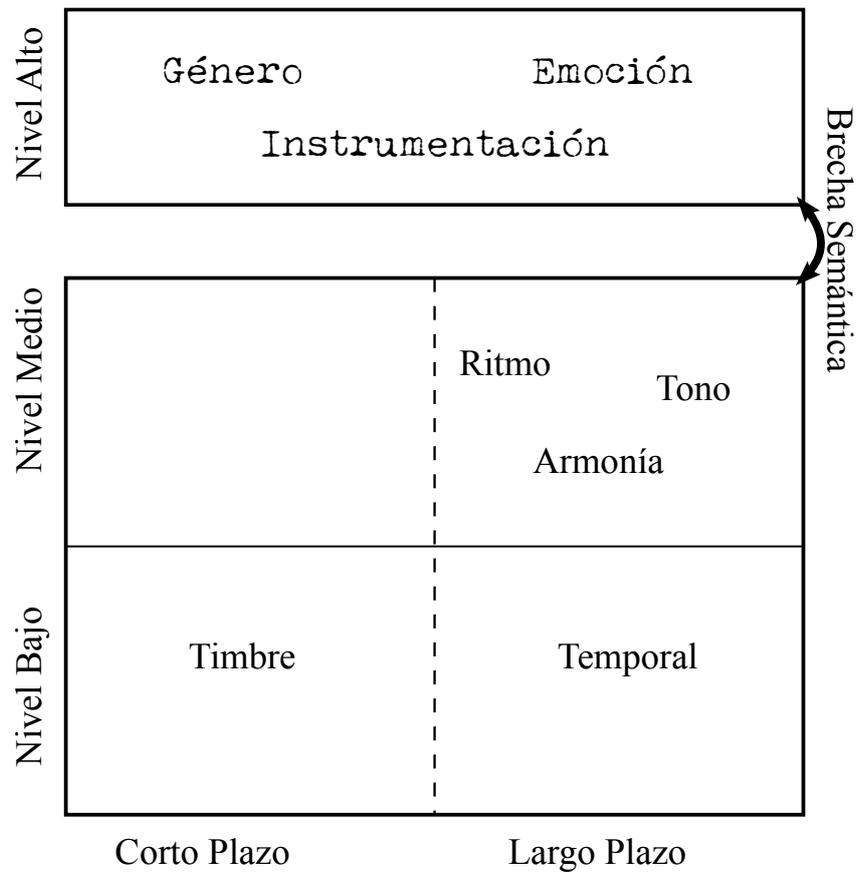


Figura 4.1: Resumen de las características de las señales de audio según el nivel de abstracción.

- Timbre Temporal: Tiempo de ataque logarítmico y centroide temporal.
- Timbre Espectral: Características espectrales especiales en un espacio frecuencial lineal.
- Representaciones del espectro base: Características usadas en conjunto para el reconocimiento de sonidos.
- Silencio.

A. Lerch prefiere una distribución mucho más sencilla de las características instantáneas, distinguiendo cuatro grupos.

- Propiedades estadísticas: Comúnmente usadas en la descripción estadística de una señal como la desviación estándar.

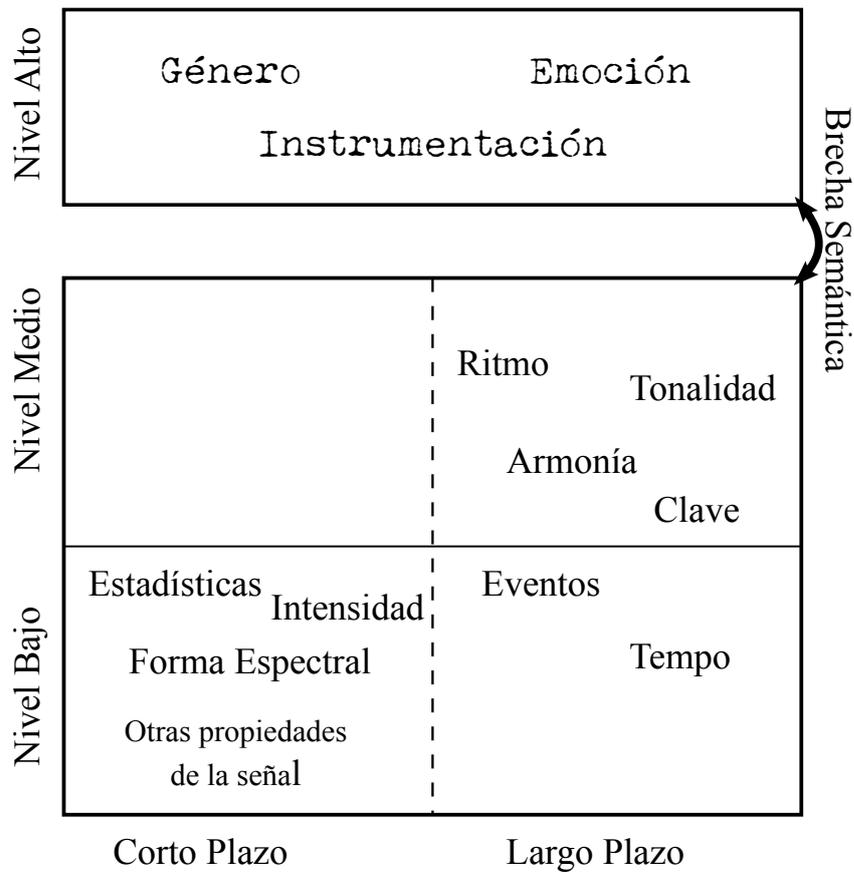


Figura 4.2: Resumen de las características de las señales de audio propuestas por Lerch según el nivel de abstracción.

- Forma espectral: Características que describen la forma de la *Short Time Fourier Transform* (STFT).
- Propiedades técnicas de la señal: Características que definen propiedades técnicas específicas de la señal y que no pueden agruparse con otras.
- Propiedades de intensidad: Fuertemente relacionadas con la amplitud o la intensidad de la señal de audio como el volumen.

En definitiva y para tener una vista global de los diferentes conjuntos de características relevantes que se pueden extraer de una señal de audio mediante el procesado de señal se tiene la disposición de la Fig. 4.2 que es una actualización de la Fig. 4.1 pero con los criterios de [28].

En los siguientes apartados se explican detalladamente las diferentes medidas más importantes que conforman los grupos propuestos en la Fig. 4.2.

4.3. Características Instantáneas

Las características instantáneas son definidas en la sección anterior como aquellas que generan un valor por cada bloque de muestras de audio siendo este bloque de corta duración. Para ello es necesario llevar a cabo un preprocesado de la señal el cual incluye una serie de pasos generalmente comunes en muchas disciplinas y que también se aplican en el procesado de audio. Por un lado reducir la cantidad de datos eliminando información innecesaria o bien minimizar el impacto de información no deseada en las características extraídas. Esta adecuación de los datos será diferente dependiendo de las limitaciones del sistema tanto por la capacidad de computación de los medios utilizados como por la naturaleza del propio sistema. Por ejemplo, si se trata de un sistema en tiempo real los datos han de ser procesados cuanto antes y de la manera más liviana posible.

4.3.1. Preprocesado

4.3.1.1. Mezcla de Canales

Una señal de audio digital suele ser por lo general una señal estéreo que consta de dos o más canales con información independiente. Si bien es cierto que la industria musical moderna ha implantado un uso generalizado de la grabación en estéreo, son muy pocos los sistemas de clasificación que hacen uso de esta característica quedando relegada a algún ejemplo como el presente en [30]. Sin embargo en la mayoría de los problemas de análisis la información de interés puede representarse con un solo canal de audio. El paso de una señal estéreo a una señal mono suele realizarse por lo general mediante la media aritmética para todos los canales como aparece en la Ec. (4.1), siendo $x_c(i)$ la señal de cada canal por muestra i y C el número de canales.

$$x(i) = \frac{1}{C} \sum_{c=0}^{C-1} x_c(i) \quad (4.1)$$

Los sistemas estéreo comunes así como las señales estéreo del mismo tipo son de dos canales y se suelen ponderar de manera equitativa. Sin embargo en sistemas *surround*, e.g. 5.1, los diferentes altavoces emiten unas frecuencias y sonidos diferentes [31]. De hecho, se trata de un sistema estéreo convencional con altavoces complementarios para lograr el sonido envolvente pudiendo tener una escucha estéreo estándar mediante los dos altavoces principales y el *subwoofer* pero sin el efecto envolvente deseado. Por esto en caso de tener que mezclar todos los canales en uno tendría que haber una ponderación de las diferentes señales emitidas por las diferentes fuentes puesto que, por ejemplo, los altavoces traseros emiten en su mayoría sonidos de ambiente y que no son tan relevantes como las señales de los frontales. Existen alternativas como escoger un sólo canal perdiendo parte de la información o bien aplicar una fase de 90° a uno de los canales para conseguir eliminar componentes mono en la mezcla.

4.3.1.2. Normalización

La normalización es representar los valores de una señal frente a uno relevante a esa señal. Así se tiene un nuevo máximo predefinido en amplitud o potencia. El método más sencillo es normalizar frente al máximo de los valores absolutos de la señal quedando el nuevo rango de valores de señal en $[-1,1]$. La Ec. (4.2) define este proceso para x_s la señal original.

$$x(i) = \frac{x_s(i)}{\max(|x_s(i)|)_{\forall i}} \quad (4.2)$$

Si bien esto garantiza normalizar la magnitud de la señal no garantiza el mismo volumen para diferentes archivos de audio. Grabaciones defectuosas que presenten chasquidos o ruido o actuaciones en directo pueden presentar máximos no relacionados con el sonido musical y desvirtuar el nuevo escalado de los datos. Una opción para evitar este efecto es normalizar por el factor RMS de la señal (Ver Sec. 4.3.5.1).

4.3.1.3. Submuestreo

El submuestreo es una técnica que permite obtener un menor número de muestras temporales de una señal discreta por lo que se reduce el número de datos con el que trabajar. Los archivos de audio digitales suelen muestrearse a una frecuencia de 44.1 KHz. Esto se debe a que el rango de audición del ser humano se encuentra entre los 20 y los 20000 Hz y a cumplir el teorema de Nyquist (Ec. (4.3)) en el que la frecuencia de muestreo ha de ser mayor o igual que el doble de la frecuencia máxima.

$$f_s \geq 2f_{max} \quad (4.3)$$

Sin embargo esta frecuencia de muestreo puede reducirse para analizar diferentes características que se encuentran en la señal manteniendo la información y aligerando el proceso. La reducción puede realizarse por un factor entero o por un factor racional. En el primer caso se habla del término diezmado que reduce el número de muestras en un factor M .

$$f_d = \frac{f_s}{M} \quad (4.4)$$

Con el proceso de diezmado existe un problema y es que puede producirse *aliasing* puesto que al reducir la frecuencia de muestreo aumenta el periodo y por lo tanto el ancho de banda. Existen dos maneras de evitarlo:

- Que $f_s \geq 2 \cdot M \cdot f_{max}$.
- Que se haya reducido el ancho de banda de la señal M veces previo diezmado mediante un filtro antialiasing. En este caso hay que ser prudente puesto que se puede recortar el espectro demasiado y eliminar información relevante.

Por otro lado se puede mezclar diezmado e interpolación para conseguir un factor racional L/M . La interpolación consta de un expansor y de un filtro paso bajo y ésta nunca incurre en aliasing puesto que ahora la frecuencia de muestreo aumenta y por lo tanto el ancho de banda disminuye. El filtro paso bajo se utiliza para eliminar réplicas del espectro y conservar la energía. Para conseguir un submuestreo aplicando ambas técnicas es necesario que $M > L$ y la frecuencia resultante es la obtenida en la Ec. (4.5).

$$f_d = \frac{L}{M} f_s \quad (4.5)$$

De nuevo, al ser $M > L$ hay que solventar el problema de aliasing. En [32] se lleva a cabo una descripción pormenorizada de estas técnicas y de los problemas resultantes de su uso.

4.3.1.4. División de la señal en bloques

Los algoritmos de procesado de señal trabajan generalmente con la técnica de segmentación de la señal en bloques, es decir, la señal de entrada se divide en tramas de longitud N . Esta división es aún más importante en señales que evolucionan con el tiempo y suele hacerse en tramas con longitud 2^n . Algunas de las razones para el procesado por tramas son:

- El uso de algoritmos basados en esta técnica como la DFT [32].
- El hardware de entrada/salida suele trabajar en bloques de datos.
- Limitaciones de memoria.
- Pérdida de significado de las características extraídas (e.g. la media o la varianza de una canción completa no tiene un significado muy claro, pero la media de cada pequeño trozo sí).

Los sistemas que trabajan en tiempo real sufren problemas con este procesado puesto que la latencia del sistema desde que entra una muestra hasta que sale nunca es menor que el tamaño de trama escogido. Además si el bloque de datos de entrada no es múltiplo del bloque de datos que se usa en el sistema pueden surgir problemas de eficiencia ya que la carga computacional no se distribuye de manera uniforme en los bloques de entrada y puede ocasionar picos de carga.

De la segmentación surge otro problema que tiene fácil solución. Imaginemos que existe una característica residente en el vector de muestras y éste es dividido en diferentes bloques haciendo que la característica caiga en el lugar de la división o bien que en un bloque se repita dicha característica y en otro no figure. Para evitar esto se hace uso del *overlap* o solapamiento de tramas que consta en generar las tramas con información

4.3. CARACTERÍSTICAS INSTANTÁNEAS

de la trama anterior y de la trama posterior en vez de una segmentación secuencial con información totalmente independiente, asegurando que las características que suceden en una discontinuidad son consideradas en su totalidad en la siguiente. El grado de solape suele indicarse con un porcentaje (e.g. 50 %) aunque A. Lerch prefiere referirse a él como ratio de solapamiento y lo interpreta como un valor entre 0 y 1 siendo $H \leq N$ el tamaño del salto.

$$s_r = \frac{N - H}{N} \quad (4.6)$$

Si el tamaño del vector de datos no es un múltiplo del tamaño de la trama se suele padear con ceros al principio o al final de la señal. Sin embargo, de la segmentación y el solapamiento aparece el problema de las discontinuidades entre tramas y por esto es necesario aplicar la técnica de inventanado que evita estas discontinuidades en el procesado de la señal mediante la aplicación de funciones de ventana que suavizan los extremos de cada bloque consiguiendo dicha continuidad en el reensamblado. Además es un prerequisite para evitar efectos de borde como el efecto Gibbs [10]. En el Apéndice B.2 de [28] se explican las diferentes opciones de inventanado así como en el Capítulo 7 de [32] se hace un análisis de la aplicación de éstas para la elaboración de filtros FIR.

Un último concepto en el preprocesado que puede ser relevante para el análisis de características de audio es la ventana de textura. Algunos algoritmos no computan los resultados de cada bloque directamente sino que los vuelven a combinar en una nueva ventana de mayor tamaño que de nuevo tiene tamaño de bloque y tamaño de salto.

4.3.2. Propiedades Estadísticas

Teóricamente las propiedades estadísticas que se estudian en una señal son para señales de longitud infinita. Sin embargo aplicando la simplificación de [28] no habrá diferencia entre lo correctamente teórico y lo estimado para señales finitas. Para los siguientes subapartados se tiene la siguiente nomenclatura:

- x : Señal de entrada.
- i_e : Primera muestra del bloque.
- i_s : Última muestra del bloque.
- n : Índice del bloque.
- N : Tamaño del bloque.
- H : Salto de solapamiento.

4.3.2.1. Media aritmética

La media aritmética es la medida más comunmente utilizada dentro de las medidas de tendencia central y es el valor obtenido al dividir la suma de todos los valores entre el número de sumandos.

$$\mu_x(n) = \frac{1}{N} \sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)} x(i) \quad (4.7)$$

El resultado de la media aritmética es un valor entre el máximo y el mínimo de la señal de entrada x y las unidades aquéllas en las que esté definida dicha señal. Generalmente una señal de audio tiene una media de valor 0 salvo que contenga un valor de offset continuo, por lo que éste quedaría representado por esta medida.

4.3.2.2. Media Generalizada

Existen diferentes medidas de la media relacionadas entre sí y se pueden englobar todas por medio de una expresión generalizada.

$$M_x(\beta, n) = \sqrt[\beta]{\frac{1}{N} \sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)} x^\beta(i)} \quad (4.8)$$

Diferentes valores de β generan las diferentes medias:

- $\beta=1$: Media aritmética.
- $\beta=2$: Media cuadrática o RMS (Sec. 4.3.5.1).
- $\beta=-1$: Media armónica.
- $\beta=0$: Media geométrica.
- $\beta=-\infty$: Mínimo.
- $\beta=\infty$: Máximo.

Para encontrar más información acerca de los diferentes tipos de media acudir a las Sec. 3.2.1-3.2.4 de [28].

4.3.2.3. Centroide

El centroide es el Centro de Gravedad de un bloque de valores de entrada. Es la división de la suma de los valores de la señal ponderados por su índice correspondiente entre la suma de los valores sin ponderar.

$$v_C(n) = \frac{\sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)} (i - i_s(n))x(i)}{\sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)} x(i)} \quad (4.9)$$

El resultado es un valor en el rango $0 \leq v_C(n) \leq N - 1$.

4.3.2.4. Varianza y Desviación Estándar

Ambas, varianza y desviación estándar, son las medidas de dispersión más comunes. Por un lado la varianza se define como

$$\sigma_x^2(n) = \frac{1}{N} \sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)} (x(i) - \mu_x(n))^2 \quad (4.10)$$

Esta definición es válida para una $\mu_x(n) = 0$. En el caso contrario habría que usar la versión *unbiased* (ver [28]). Por otro lado la desviación estándar se puede extraer directamente de la varianza.

$$\sigma_x(n) = \sqrt{\sigma_x^2(n)} \quad (4.11)$$

El resultado de la desviación estándar está en el rango $0 \leq \sigma_x(n) \leq \max |x(i)|_{i \in [i_s(n); i_e(n)]}$.

4.3.2.5. Skewness y Kurtosis

Además de la media y la varianza hay otras dos medidas que pueden ofrecer información útil sobre la distribución. Son la asimetría estadística o *skewness* y la curtosis y representan los momentos tercero y cuarto de una distribución. Concretamente el *skewness* se refiere al tercer momento central de una variable dividido por el cubo de su desviación estándar. Es una medida de la asimetría de la distribución de probabilidad de una variable.

$$\gamma_1(n) = \frac{1}{\sigma_x^3(n)N} \sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)} (x(i) - \mu_x(n))^3 \quad (4.12)$$

Por otro lado la curtosis se refiere al cuarto momento central de una variable dividido por la cuarta potencia de la desviación estándar. Es una medida de la no “*Gaussianidad*” de la distribución de probabilidad.

$$\gamma_2(n) = \frac{1}{\sigma_x^4(n)N} \sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)} (x(i) - \mu_x(n))^4 - 3 \quad (4.13)$$

Tomando la distribución normal por referencia una distribución puede ser:

- Leptocúrtica: $\gamma_2 > 0$. Distribuciones con un pico más acusado o apuntado.
- Platicúrtica: $\gamma_2 < 0$. Distribuciones con un pico más ancho, menos acusado.
- Mesocúrtica: $\gamma_2 = 0$. Distribuciones normales.

Tanto la curtosis como la asimetría estadística no están definidas para señales con una desviación estándar nula.

4.3.3. Forma Espectral

La mayoría de las características que describen la forma espectral de una señal de audio están relacionadas con el timbre (Sec. 2.1). Salvo matices se coincide en la relevancia de las amplitudes relativas de los armónicos y por lo tanto de la forma espectral de la señal. Sin embargo actualmente se ha llegado a la conclusión de que la percepción del timbre está influenciada tanto por patrones temporales como espectrales [33]. A continuación se presentan una serie de características que describen la forma espectral de la señal pero no necesariamente están relacionadas con la interpretación humana del timbre.

Se añade nueva simbología a partir de este apartado para el resto del trabajo.

- k =índice frecuencial.
- K =tamaño de la STFT⁴.

4.3.3.1. Rolloff Espectral

El *Rolloff* espectral es una medida del ancho de banda de la señal y representa la frecuencia hasta la que está concentrado el porcentaje α de la potencia espectral. Un valor típico para α es 0.85. El *rolloff* espectral se reduce con sonidos percusivos y depende de la forma de ejecutar el sonido (como la forma de soplar en un instrumento de viento o de golpear las teclas en un piano) [34]. El valor a que representa el *rolloff* es R_n en (4.14).

$$\sum_{k=0}^{R_n} |X(k,n)| = \alpha \cdot \sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} |X(k,n)| \quad (4.14)$$

⁴Recordar que K contiene información redundante puesto que la STFT proporciona los valores espectrales de forma simétrica, tanto para frecuencias positivas como negativas. Por ello para el cálculo de las características relacionadas se usan $\frac{K}{2} - 1$ muestras frecuenciales.

4.3. CARACTERÍSTICAS INSTANTÁNEAS

Esta característica está considerada en general como textural del timbre en trabajos como [35] y [36]. Es un valor que se encuentra en el rango $0 \leq R_n \leq \frac{K}{2} - 1$. Valores bajos indican que la magnitud a altas frecuencias es insignificante y por lo tanto es una señal de un ancho de banda reducido.

4.3.3.2. Flujo Espectral

El flujo espectral representa las variaciones espectrales entre tramas adyacentes, una medida del cambio espectral local. Se define mediante la diferencia normalizada de tramas STFT consecutivas. Se puede expresar de la manera que lo interpreta Lerch en Ec. (4.15) o bien Tzanetakis y Cook en Ec. (4.16), siendo D_n la magnitud normalizada de la STFT de la trama n .

$$F_n = \frac{\sqrt{\sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} (|X(k,n)| - |X(k,n-1)|)^2}}{\frac{K}{2}} \quad (4.15)$$

$$F_n = \sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} (|D_n(k)| - |D_{n-1}(k)|)^2 \quad (4.16)$$

Es un resultado que se encuentra en el rango $0 \leq F_n \leq A$, siendo A el máximo valor posible de la magnitud espectral. El flujo espectral se puede interpretar como un indicador rudimentario de la sensación aspereza o brusquedad de la canción [28], siendo un importante factor de la expresión emocional en la obra [37]. Valores pequeños pueden interpretarse como estacionariedad en la canción mientras que valores altos indican mayores variaciones en su ejecución.

4.3.3.3. Centroide Espectral

El centroide espectral es el centro de gravedad de la energía espectral. Se define como la suma del espectro de potencia ponderado por el índice frecuencial relativo a cada trama y normalizado por la suma de la energía sin ponderar.

$$C_n = \frac{\sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} k \cdot |X(k,n)|^2}{\sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} |X(k,n)|^2} \quad (4.17)$$

Se trata de una característica relacionada con dos dimensiones del timbre: el brillo y la nitidez del sonido [28] [35]. El resultado es un valor en el rango $0 \leq C_n \leq \frac{K}{2} - 1$. Valores mayores del centroide expresan mayor brillo correspondiente a mayores frecuencias.

4.3.3.4. Ensanchado Espectral

El ensanchado espectral describe la concentración de energía espectral alrededor del centroide espectral. Se puede interpretar como la desviación estándar respecto al centroide espectral del espectro de potencia.

$$E_n = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} (k - C_n)^2 \cdot |X(k,n)|^2}{\sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} |X(k,n)|^2}} \quad (4.18)$$

Existen evidencias tras el estudio de esta característica que se puede considerar un indicador de ciertas propiedades timbrales [38], ya que para determinados instrumentos la dependencia entre la frecuencia central y el timbre está correlacionada. El valor del ensanchado espectral está comprendido en el rango $0 \leq E_n \leq \frac{K}{4}$.

4.3.3.5. Decrecimiento Espectral

El decrecimiento espectral hace referencia a la pendiente de la envolvente espectral a través de la frecuencia. Queda definido en [28] como:

$$U_n = \frac{\sum_{k=1}^{\frac{K}{2}-1} \frac{1}{k} \cdot (|X(k,n)| - |X(0,n)|)}{\sum_{k=1}^{\frac{K}{2}-1} |X(k,n)|} \quad (4.19)$$

El resultado del decrecimiento espectral es $U_n \leq 1$. Resultados menores indican altas concentraciones de energía espectral alrededor del 0.

4.3.3.6. Coeficientes Cepstrales Frecuenciales de Mel

Los coeficientes cepstrales frecuenciales de Mel o MFCC son una descomposición espectral de la señal de audio que contiene características frecuenciales generales trascendentes en la audición humana. Se puede ver como una descomposición compacta de la forma de la envolvente espectral de una señal de audio. La obtención de los MFCC se divide en tres pasos principales, aplicables a la STFT calculada previamente:

1. Cálculo del espectro deformado de Mel o escala de Mel y aplicación de la misma mediante un banco de filtros triangulares, resultando una descomposición en subbandas.
2. Logaritmo de la magnitud de cada subbanda.
3. Calcular la transformada de coseno discreta (DCT) para decorrelar el vector de resultados.

4.3. CARACTERÍSTICAS INSTANTÁNEAS

Tomando la definición que hace [39] donde $E(b), 0 \leq b < B$ es la suma de los coeficientes del espectro de potencia en la b -ésima subbanda y B el número total de filtros, se tiene.

$$E(b,n) = \sum_{k=1}^{\frac{K}{2}-1} |X'_b(k,n)| \quad (4.20)$$

$$MFCC(j,n) = \sum_{b=0}^{B-1} \log_{10}(1 + E(b,n)) \cos(j \frac{\pi}{B}(b + 0,5)), \quad 0 \leq j < J \quad (4.21)$$

En (4.20) se calcula la suma de los coeficientes para cada subbanda partiendo de $X'_b(k,n)$ que es el espectro de la señal una vez filtrada por el banco de filtros triangulares. En (4.21) se calculan los diferentes coeficientes de Mel, donde J es el número de coeficientes que se quieren obtener. El hecho de sumar 1 en el cálculo del logaritmo es para evitar la aparición de resultados no positivos, puesto que el rango de valores del espectro de potencia contiene también al 0.

Los coeficientes MFCC se han usado ampliamente en el campo del reconocimiento del habla debido a su capacidad de representar el espectro del habla de forma compacta, demostrando ser efectivos en el modelado subjetivo frecuencial de señales de audio en multitud de trabajos como [34], [40] y [41]. Esto parte de que la relación entre la frecuencia fundamental y el tono percibido por el sistema auditivo es no lineal resultando a altas frecuencias una mayor distancia entre frecuencias cuya interpretación del tono es la misma por parte del ser humano que a bajas frecuencias. Se trata de modelar esa no linealidad mediante la traslación del espectro frecuencial a la resolución coclear del ser humano (Sec. 3.1), existiendo diferentes aproximaciones como la escala de Mel o la escala de Bark [28]. Evidentemente, y como el propio nombre indica, la *escala de Mel* es la usada para obtener los MFCC.

Existen diferentes opciones dentro de la escala de Mel siendo las más antiguas las de Gaunnar Fant (Ec. 4.22) y O'Shaughnessy (Ec. 4.23), aunque también las más usadas.

$$m_F(f) = 1000 \log_2(1 + \frac{f}{1000Hz}) \quad (4.22)$$

$$m_S(f) = 2595 \log_{10}(1 + \frac{f}{700Hz}) \quad (4.23)$$

La segunda aproximación también se suele indicar como:

$$m_S(f) = 1127 \ln(1 + \frac{f}{700Hz}) \quad (4.24)$$

En [28] se pueden hallar otros ejemplos de aproximación así como otras escalas diferentes.

4.3.3.7. Coeficientes Wavelet de Daubechies

La transformada de Fourier ha sido durante mucho tiempo la herramienta matemática por excelencia usada para el análisis frecuencial de señales. Sin embargo, la transformada de Fourier no proporciona resultados satisfactorios para señales no estacionarias o aperiódicas y es necesario también mantener información temporal, la cual se pierde al aplicar la transformada de Fourier puesto que ejecuta un análisis global. Para solventarlo se hace uso de la STFT, que es la aplicación de la transformada de Fourier sobre un bloque de la señal, una parte enventanada de la misma. Sin embargo, la resolución temporal de la STFT es constante debido al tamaño constante de la ventana aplicada y la resolución temporal tiene mayor importancia a frecuencias altas que a bajas [42] siendo necesario un análisis con multi-resolución, el cual es posible gracias a las *wavelets*. Con la STFT es imposible encontrar una buena resolución frecuencial y temporal a la vez debido a la desigualdad de Heisenberg [43] que dice que el producto de la resolución temporal Δt y la frecuencial Δf es constante. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, a bajas frecuencias cobra mayor importancia la resolución frecuencial puesto que un evento de frecuencia baja necesita un mayor tiempo para su ejecución. Por otro lado, las frecuencias altas requieren de mayor resolución temporal puesto que estos eventos ocurren en un menor periodo de tiempo.

El concepto de transformada *wavelet* o simplemente *wavelet* fue introducido por primera vez por Alfred Haar en 1909 y tras multitud de aproximaciones y variantes, en 1998 Ingrid Daubechies utilizó la teoría del análisis con multi-resolución *wavelet* para crear su propia familia de *wavelets* que son las que se usan en este trabajo. Las diferencias fundamentales con la STFT por parte de la *wavelet* es que el tamaño de la ventana se puede cambiar como función de la frecuencia analizada y que la función de análisis de la *wavelet* puede elegirse con mayor libertad. Con esto surge una ventaja fundamental y es la habilidad por parte de las *wavelets* de apreciar aspectos de la señal como discontinuidades, cambios y la tendencia de la misma.

El análisis *wavelet* calcula la correlación entre la señal en consideración y la función *wavelet* de análisis $\psi(t)$. La similitud entre la señal y la función *wavelet* de análisis se hace de forma separada para diferentes intervalos temporales resultando en una representación 2-D. La función $\psi(t)$ es considerada la *wavelet* madre.

Una función *wavelet* $\psi(t)$ es una onda pequeña oscilatoria para discriminar entre diferentes frecuencias y que contiene tanto la forma de análisis como la ventana temporal. Se recoge un ejemplo de las funciones de Daubechies en la Fig. 4.5.

Se puede considerar $\psi(t)$ una *wavelet* cuando cumple los siguientes criterios:

1. Una *wavelet* debe tener energía finita.

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t)|^2 dt < \infty \quad (4.25)$$

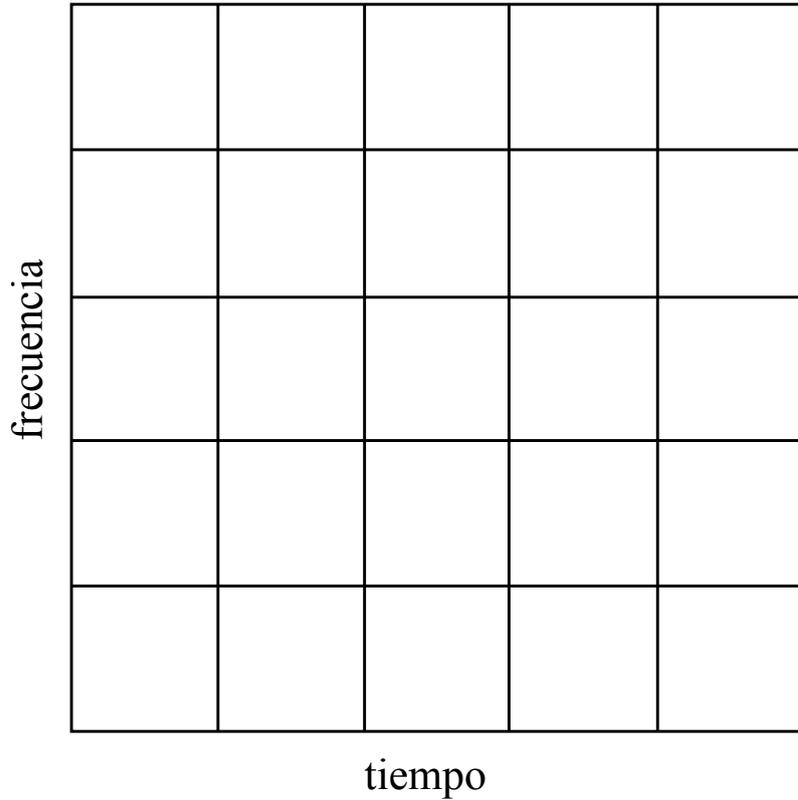


Figura 4.3: Resolución constante en el plano tiempo-frecuencia.

2. Si $\Psi(f)$ es su transformada de Fourier, se ha de cumplir

$$C_\psi = \int_0^\infty \frac{|\Psi(f)|^2}{f} df < \infty \quad (4.26)$$

Esto implica que la *wavelet* vale 0 para $f = 0$. Esto es, que la media de $\psi(t) = 0$. Esta condición es conocida como la constante de admisibilidad. C_ψ depende de la *wavelet* escogida.

3. Para *wavelets* complejas la transformada de Fourier $\Psi(f)$ ha de ser real y evanescente para frecuencias negativas.

Existen versiones tanto continua como discreta de la transformada, siendo esta última la que se estudia y emplea en este trabajo. La transformada *wavelet* constante o CWT lleva a cabo el análisis multi-resolución contrayendo o dilatando las funciones *wavelet*. Sin embargo la transformada discreta (DWT) usa bancos de filtros para la construcción del plano multi-resolutivo tiempo-frecuencia. La relación entre la CWT y la DWT no es muy obvia pues las *wavelets* de la CWT tienen una frecuencia central y actúan como un filtro paso banda en la convolución con la señal $x(t)$ mientras que la DWT hace

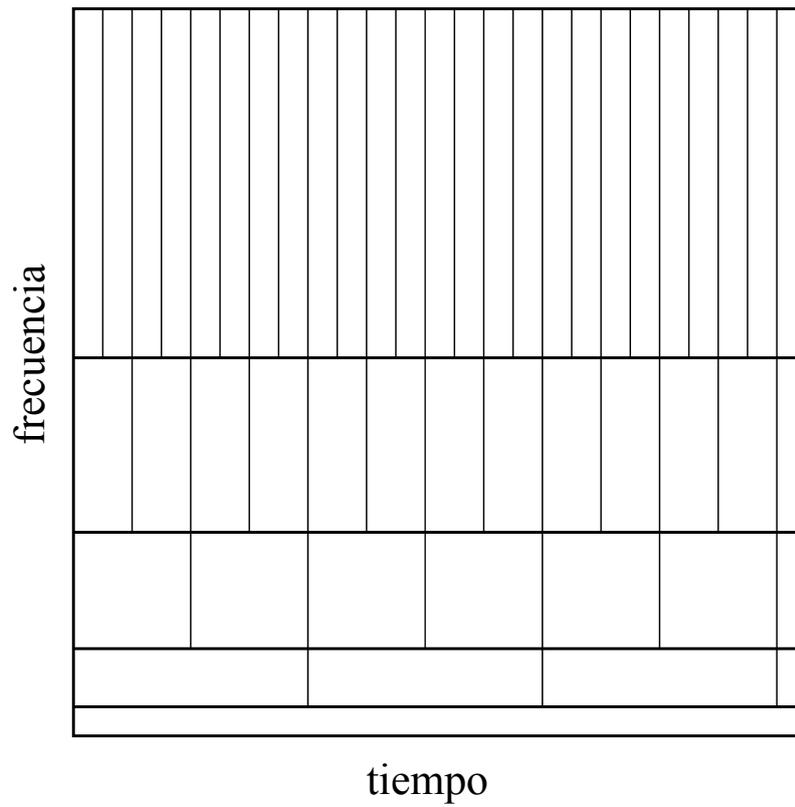


Figura 4.4: Multiresolución en el plano tiempo-frecuencia.

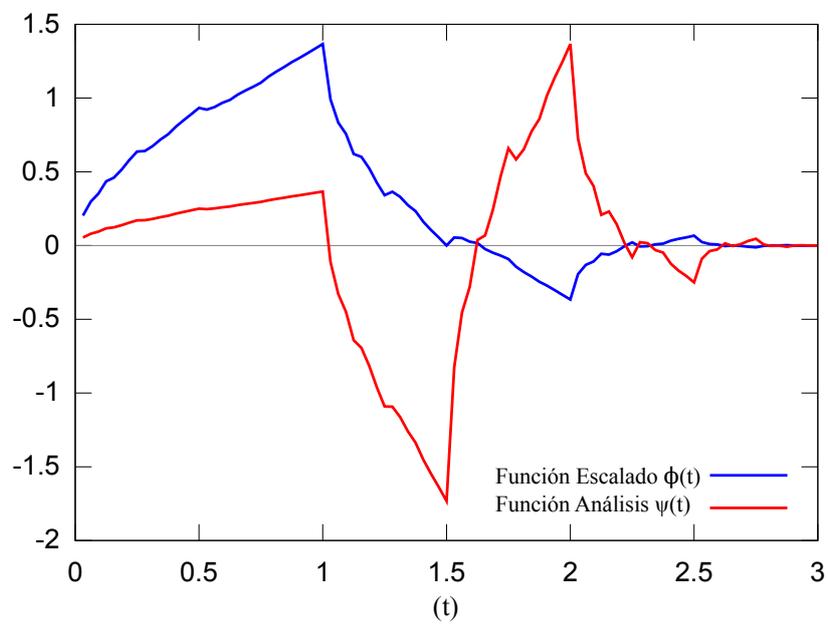


Figura 4.5: Funciones de análisis y escalado db4 de Daubechies.

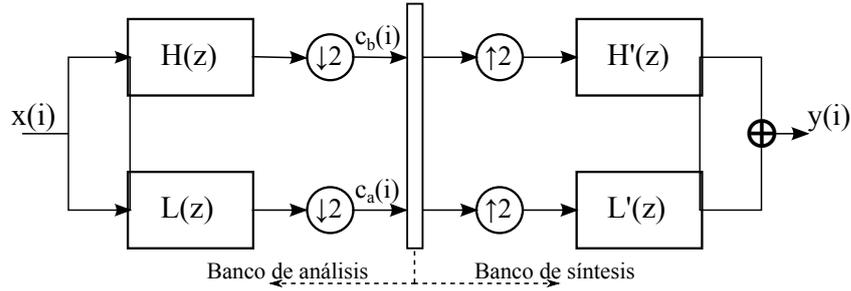


Figura 4.6: Banco de filtros de dos canales.

uso de filtro de bancos multi-resolución y filtros especiales *wavelet* para el análisis y la reconstrucción.

Un **banco de filtros** es un conjunto de filtros que separa a la señal en subbandas frecuenciales [44]. En general el banco de análisis tiene dos filtros, paso-alto (HPF) y paso-bajo (LPF). Estas subseñales pueden ser comprimidas de manera mucho más eficiente para su transmisión o almacenamiento que la original y en cualquier momento se puede recuperar la señal original mediante el banco de síntesis. En la Fig. 4.6 se observan ambos bancos para un banco de filtros de dos canales.

A la salida de cada uno de los filtros de análisis $H(z)$ y $L(z)$ (HPF y LPF respectivamente) se tiene la mitad del contenido frecuencial de la original pero el mismo número de muestras. Por lo tanto el total de muestras es el doble mientras que la información frecuencial es la misma, lo que hace necesario un submuestreo (Sec. 4.3.1.3), considerando sólo las muestras con índice par. La reconstrucción de la señal original es posible gracias al banco de síntesis, en el que las señales son interpoladas y filtradas por $H'(z)$ y $L'(z)$, filtros basados en los que aparecen en la sección de análisis. Sin embargo, debido a la imposibilidad de crear filtros ideales surgen problemas a la hora de la reconstrucción, como el aliasing, la distorsión de la amplitud y la fase de cada uno de los canales de la banda filtrada. Por lo tanto, además de que el banco de filtros ha de ser biortogonal han de respetarse una serie de criterios de diseño.

Para el ejemplo de la Fig. 4.6 se puede evitar el aliasing con el siguiente diseño.

$$L'(z) = H(-z) \quad (4.27)$$

$$H'(z) = -L(-z) \quad (4.28)$$

Para eliminar la distorsión.

$$P_0(z) = L'(z)L(z) \quad (4.29)$$

$$P_0(z) - P_0(-z) = 2z^{-N} \quad (4.30)$$

Así, para conseguir un banco de filtros de reconstrucción perfecta se siguen los siguientes pasos.

1. Diseñar un LPF P_0 que satisfaga (4.30).
2. Factorizar P_0 como $L'(z)L(z)$ y usar 4.274.28 para construir $H(z)$ y $H'(z)$.

Para conseguir un banco de filtros multiresolutivo simplemente hay que unir bancos de dos canales en cascada y se van consiguiendo los diferentes niveles de resolución deseados (Fig. 4.7). Esta secuencia de filtros que actúa como filtros paso bajo, alto y paso banda cuando se combinan genera la función de escalado $\phi(t)$ y la función *wavelet* $\psi(t)$. Estas funciones hacen referencia a las secuencias de filtrado paso bajo y a las secuencias de filtrado paso banda respectivamente, formándose de la siguiente manera para *wavelets* ortogonales.

$$\phi(t) = \sum_{j=0}^N a_j \phi(2t - j) \quad (4.31)$$

$$\psi(t) = \sum_{j=0}^N b_j \psi(2t - j) \quad (4.32)$$

La secuencia (a_0, \dots, a_{N-1}) es la secuencia de escalado o máscara de escalado y (b_0, \dots, b_{N-1}) es la secuencia *wavelet* o máscara *wavelet* para N el número de coeficientes que se corresponde con el número de filtros usados en cada rama. Ambas secuencias son los coeficientes que conforman los filtros *wavelet*. El resultado de la rama que se desarrolla sólo con LPF se denomina subbanda de aproximación conteniendo información de las frecuencias más bajas, mientras que el resto son subbandas de detalle.

En el caso de las *wavelets* de Daubechies se trata de una familia de ondículas ideadas por Ingrid Daubechies bajo el nombre de *wavelets* ortonormales de soporte compacto [45] y que hicieron posible el análisis discreto con *wavelets*. La función de primer orden de Daubechies (db1) es

$$\psi(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in [0 \ 0.5] \\ -1 & \text{si } x \in [0.5 \ 1] \\ 0 & \text{si } x \notin [0 \ 1] \end{cases} \quad (4.33)$$

$$\phi(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in [0 \ 1] \\ 0 & \text{si } x \notin [0 \ 1] \end{cases} \quad (4.34)$$

El resto de funciones de Daubechies de orden mayor son difíciles de describir en una expresión analítica. En [46] Lee y Yamamoto explican en detalle cómo se consiguen los diferentes coeficientes de las secuencias de escalado y de *wavelet* y qué condiciones han de cumplir. En la Fig. 4.8 se aprecian las formas de las *wavelets* de Daubechies para diferentes órdenes. En general, las funciones de Daubechies están diseñadas para

4.3. CARACTERÍSTICAS INSTANTÁNEAS

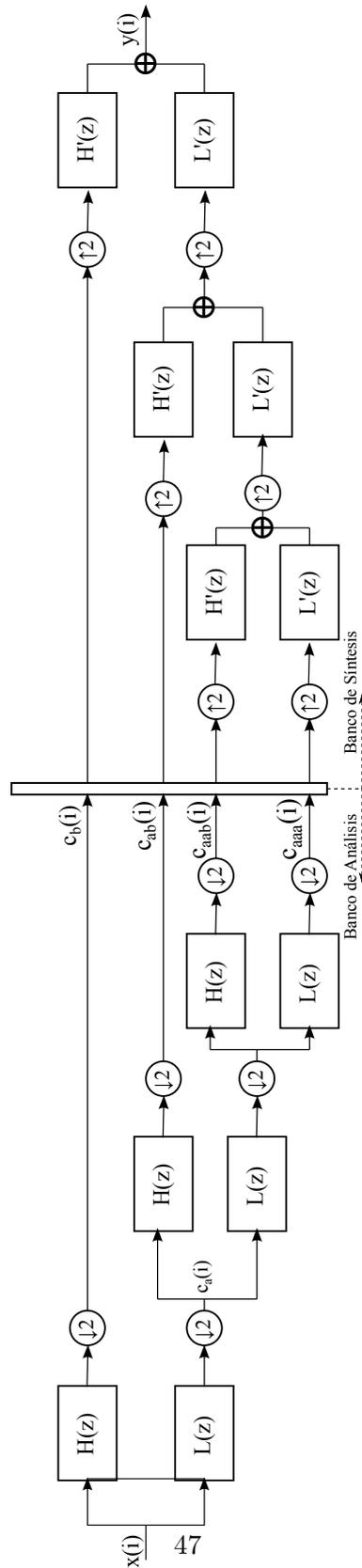


Figura 4.7: Banco de filtros de tres canales.

que tengan el mayor número de momentos evanescentes M_e , guardando relación con el número de coeficientes ($N = 2M_e$). En el Cap. 7 de [43] se lleva a cabo un estudio matemático en profundidad de las *wavelets* de Daubechies, el cual no tiene cabida en este trabajo.

La idea de coeficientes de Daubechies o DWCH (*Daubechies Wavelet Coefficient Histogram*) viene de [36] que pretende capturar información local y global de las señales musicales de forma simultánea. Para ello se siguen los siguientes pasos.

1. Descomposición *wavelet* de la señal musical.
2. Histograma de cada subbanda obtenida en la descomposición.
3. Cálculo de los tres primeros momentos del histograma (ver Sec. 4.3.2).
4. Cálculo de la energía de cada subbanda.

4.3.3.8. Contraste Espectral basado en Octavas

El contraste espectral basado en octavas u OSC (*Octave-based Spectral Contrast*) fue propuesto en 2002 en [47] para representar las características espectrales de las música. Considera la fuerza e importancia de los picos y valles espectrales en cada subbanda de forma independiente, describiendo de forma clara la distribución de los componentes armónicos y no armónicos de una canción. Por lo general, los picos espectrales se corresponden con componentes armónicos mientras que los valles describen componentes no armónicos, como el ruido.

Esta característica surge como una alternativa a MFCC (Sec. 4.3.3.6) ya que, según Jiang et al., los coeficientes de Mel pierden la información espectral relativa al promediar la distribución espectral en cada subbanda mientras OSC, por su parte, sí mantiene esta información. En la Fig. 4.9 se presenta el sistema de extracción OSC frente al MFCC los cuales son bastante similares aunque con diferencias a destacar.

1. El banco de filtros es diferente. Mientras MFCC hace uso del banco de filtros de Mel triangulares que suele ser bueno para cualquier tipo de modelo auditivo, OSC usa filtros en octavas que son más adecuados para el análisis musical [47]. Un banco de filtros en octavas sólo tiene el requisito de que para cada filtro, las frecuencias superior e inferior del mismo guarden una relación 2:1. Existen multitud de variantes en los diferentes estudios. Jiang et al. en [47] o Akkermans y Perfecto en [48] proponen, para una frecuencia de muestreo de 16 KHz la siguiente distribución: 0-200 Hz, 200-400 Hz, 400-800 Hz, 800-1600 Hz, 1600-3200 Hz, 3200-8000 Hz. Por su parte, Lee et al. en [39] sugieren, para una frecuencia de muestreo de 44.1 KHz: 0-0 Hz, 0-100 Hz, 100-200 Hz, 200-400 Hz, 400-800 Hz, 800-1600 Hz, 1600-3200 Hz, 3200-6400 Hz, 6400-12800 Hz, 12800-22050 Hz. Todas estas opciones así como

4.3. CARACTERÍSTICAS INSTANTÁNEAS

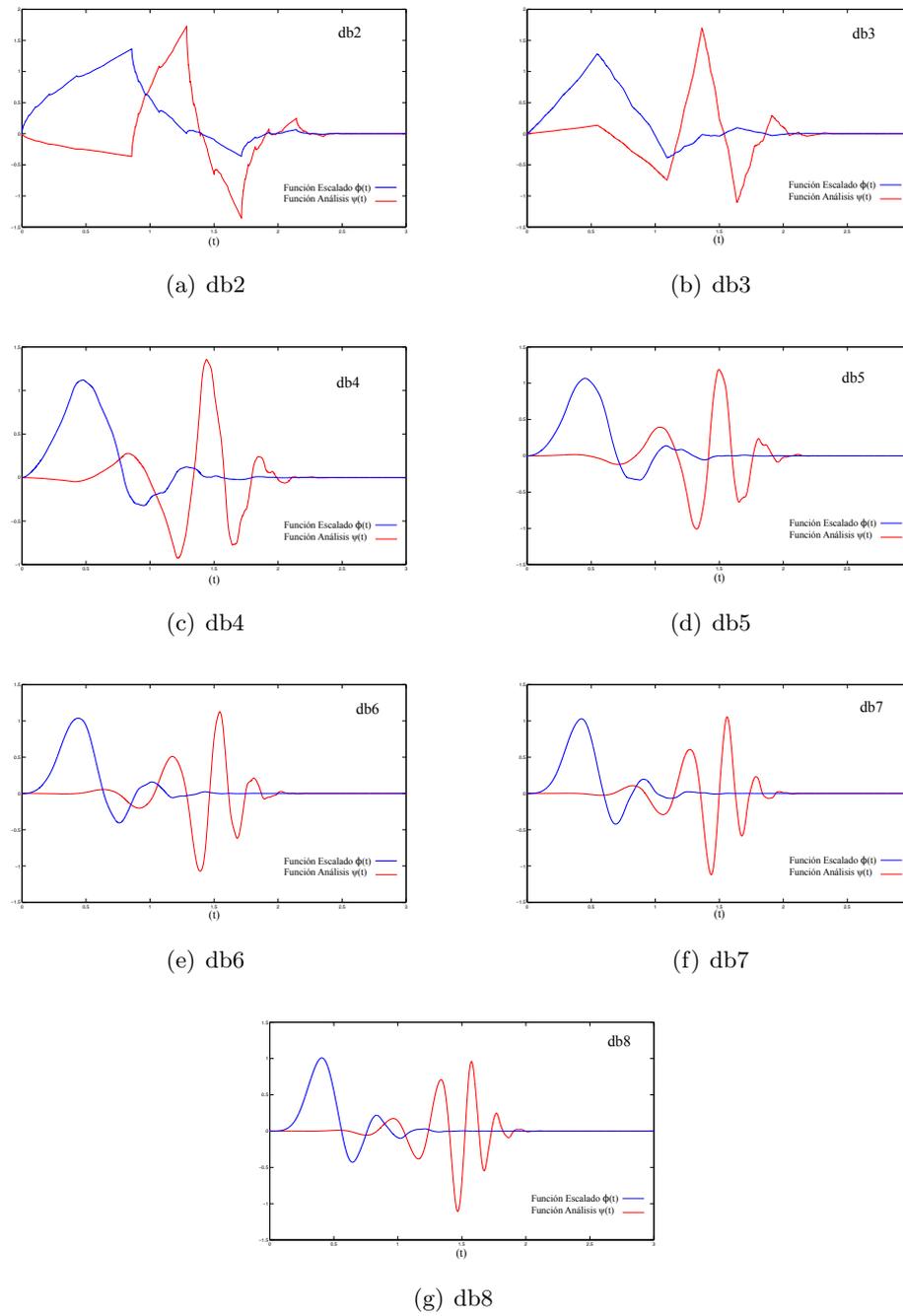


Figura 4.8: Funciones de Daubechies para los distintos órdenes, desde db2 hasta db8.

cualquiera que se le ocurra al lector pueden englobarse en la definición que hace

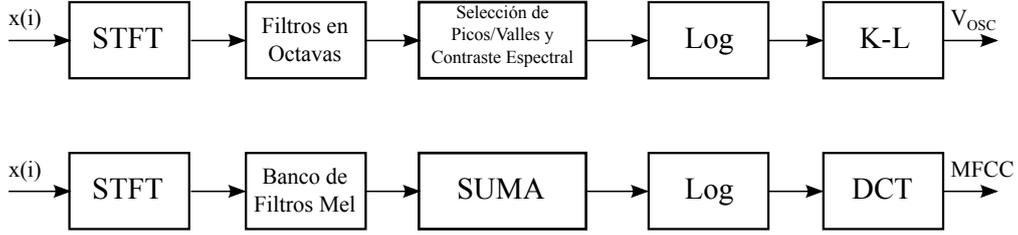


Figura 4.9: Comparación OSC vs. MFCC.

Lu et al. en [37] para la división del espectro en octavas.

$$\left[0, \frac{\omega_0}{2^n}\right), \left[\frac{\omega_0}{2^n}, \frac{\omega_0}{2^{n-1}}\right), \dots, \left[\frac{\omega_0}{2^2}, \frac{\omega_0}{2^1}\right] \quad (4.35)$$

Siendo n el número de subbandas que se quieren y ω_0 la frecuencia de muestreo.

- La extracción mediante contraste espectral de los picos y valles espectrales, así como de la diferencia entre ellos, difiere de lo realizado en MFCC, que promedia la distribución espectral. Para extraer estas características en primer lugar se extrae la STFT para cada trama de audio. El espectro se divide en octavas mediante un banco de filtros. Considerando $(P_{b,1}, P_{b,2}, \dots, P_{b,N_b})$ la potencia del espectro relativa a cada subbanda y N_b el número de muestras de la transformada de Fourier en la b -ésima subbanda, se ordenan estos valores de forma decreciente $P_{b,1} \geq P_{b,2} \geq \dots \geq P_{b,N_b}$. Los picos y valles espectrales se calculan entonces como.

$$Pico(b) = \log\left(\frac{1}{\alpha N_b} \sum_{i=1}^{\alpha N_b} P_{b,i}\right) \quad (4.36)$$

$$Valle(b) = \log\left(\frac{1}{\alpha N_b} \sum_{i=1}^{\alpha N_b} P_{b,N_b-i+1}\right) \quad (4.37)$$

Donde α es un factor de localidad o vecindad que suele tener valores comprendidos entre 0,02 y 0,2 según el estudio. Por su parte, el contraste espectral se obtiene mediante la diferencia entre picos y valles.

$$CS(b) = Pico(b) - Valle(b) \quad (4.38)$$

Finalmente se obtiene un vector de características de contraste espectral bastante extenso, con $2B$ valores siendo B el número de subbandas en que se ha dividido el espectro.

$$V_{osc} = [Valle(0), \dots, Valle(B-1), SC(0), \dots, SC(B-1)]^T \quad (4.39)$$

- La forma de decorrelar los resultados en MFCC es mediante la transformada DCT. Sin embargo en OSC se hace uso de la transformada Karhunen-Loeve (K-L) para decorrelar las diferentes dimensiones de un conjunto de características. La base ortogonal de vectores para la transformada K-L se genera de las matrices de covarianza promediadas de todas las clases involucradas en el problema [47].

4.3. CARACTERÍSTICAS INSTANTÁNEAS

Tanto en OSC como en MFCC no se suele trabajar con un vector de características por trama puesto que la cantidad de datos a manejar sería ingente. Para reducir los datos en MFCC Tzanetakis y Cook recurren al cálculo de la media y varianza de los primeros cinco coeficientes a lo largo de toda la canción en [35] mientras que en otros estudios como [3] se modela la distribución de los coeficientes MFCC mediante modelos de mezclas gaussianas (Sec. 4.6.2) que aunque en definitiva se reduce a la media y varianza, es un modelo más acertado a la vista de los resultados mostrados en su estudio. Por su parte para reducir los datos de OSC Jiang et al. calculan la media y la desviación estándar de todas las tramas analizadas para representar las características espectrales de toda la canción.

4.3.3.9. Envoltente Espectral de Audio Normalizada

Normalized Audio Spectral Envelope o NASE, definida por *MPEG-7*, proporciona una representación del espectro de potencia para cada trama de audio [39]. Cada componente del vector de características NASE representa la raíz cuadrada de la magnitud normalizada de una subbanda frecuencial particular.

Para extraer estas características cada trama de audio es pre-enfatizada mediante una ventana Hamming (Sec. 4.3.1.4) y se calcula su STFT. El espectro de potencia queda definido como la raíz cuadrada de la magnitud del espectro de la señal de la siguiente forma.

$$P(k,n) = \begin{cases} \frac{1}{N \cdot E_\omega} |X(k,n)|^2 & \text{si } k = 0, \frac{N}{2} \\ \frac{2}{N \cdot E_\omega} |X(k,n)|^2 & \text{si } 0 < k < \frac{N}{2} \end{cases} \quad (4.40)$$

Donde E_ω es la energía de la función de Hamming $\omega(i)$ de tamaño N_ω .

$$E_\omega = \sum_{i=0}^{N_\omega} |\omega(i)|^2 \quad (4.41)$$

El espectro de potencia es entonces dividido en octavas entre lo que llaman *loEdge* y *hiEdge* correspondientes a 62.5 Hz y 16 KHz según el estándar, sobre un espectro de 8 octavas con una frecuencia central de 1 KHz. El número de subbandas logarítmicas dentro de este rango viene dado por $B = 8/r$ siendo r la resolución espectral que puede variar de 1/16 a 8.

$$r = 2^j \text{ octavas}, \quad -4 \leq j \leq 3 \quad (4.42)$$

Para cada subbanda se calcula un coeficiente, por lo que se tienen $B + 2$ coeficientes por trama, calculándose cada uno como.

$$ASE(b) = \sum_{k=in.f_b}^{k=sup_b} P(k), \quad 0 \leq b \leq B + 1 \quad (4.43)$$

Donde inf_b es el extremo inferior y sup_b el superior de la subbanda b -ésima. Cada coeficiente es convertido a la escala decibélica.

$$ASE_{dB}(b) = 10 \log_{10}(1 + ASE(b)), \quad 0 \leq b \leq B + 1 \quad (4.44)$$

Finalmente, los coeficientes se normalizan con el valor R , que es la RMS de todas las subbandas, obteniéndose los definitivos coeficientes NASE.

$$R = \sqrt{\sum_{b=0}^{B+1} (ASE_{dB}(b))^2} \quad (4.45)$$

Según el estándar, el vector de características NASE se compone del valor R y los $B + 2$ coeficientes NASE obtenidos.

$$V_{NASE} = [R, NASE(0), NASE(1), \dots, NASE(B + 1)]^T \quad (4.46)$$

Por último, en *MPEG-7* el vector de características es proyectado en una representación de bajo nivel mediante el uso de PCAs o ICAs, paso que en este estudio no es llevado a cabo.

4.3.4. Propiedades de la Señal

4.3.4.1. *Tonalness*

El término *tonalness* hace referencia a la cantidad de componentes tonales que hay en la señal frente a componentes ruidosas [28]. Se podría entender como la “tonalidad” de una señal pero en términos cuantitativos y no cualitativos del tono. Esta misma afirmación es considerada por Fastl y Zwicker en [49]. Aunque no hay un criterio concreto para medirla, lo que está claro es que todos coinciden en que una señal más tonal es aquella que tiene mayor periodicidad, siendo una señal sinusoidal perfectamente tonal y un ruido blanco gaussiano lo opuesto.

Por ejemplo, el factor de cresta espectral compara el máximo de la magnitud espectral con la suma de la magnitud y queda definida en [28] como.

$$C_T(n) = \frac{\max_{0 \leq k \leq K/2-1} |X(k, n)|}{\sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} |X(k, n)|} \quad (4.47)$$

El resultado es un valor entre $2/k \leq C_f \leq 1$ siendo valores altos indicadores de una señal tonal.

Otro ejemplo de característica que describa la *tonalness* de una señal es la planicidad espectral, que es el cociente de la media geométrica y la media aritmética del espectro.

$$P_T(n) = \frac{\sqrt[\frac{K}{2}]{\prod_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} |X(k, n)|}}{\frac{2}{K} \sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} |X(k, n)|} \quad (4.48)$$

4.3. CARACTERÍSTICAS INSTANTÁNEAS

El resultado es un valor mayor que 0, siendo los valores bajos los referentes a una señal tonal.

Existen otras posibles características que definen la *tonalness* de una señal como el *ratio de potencia tonal* o el *máximo de la función de autocorrelación*. Más información sobre estas características y variantes de las anteriores queda reflejada en [28].

4.3.4.2. Coeficientes de Autocorrelación

La función de autocorrelación es un caso especial de la función de correlación cruzada para medir la relación de una señal consigo misma. La función de autocorrelación queda definida, para un bloque de muestras de una señal, como.

$$r_{xx}(\eta) = \sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)-\eta} x(i) \cdot x(i + \eta) \quad (4.49)$$

Una de las principales aplicaciones es detectar la periodicidad de una señal, obteniendo una función de autocorrelación periódica para señales periódicas. En este caso es bueno hacer uso del teorema de *Wiener-Khinchin* para reducir la complejidad del cálculo de la función de autocorrelación.

$$r_{xx}(\eta, n) = \mathfrak{F}^{-1}\{|X(j\omega)|^2\} \quad (4.50)$$

4.3.4.3. Zero Crossing Rate

Zero crossing rate (ZCR) o ratio de cruces por cero es el número de veces que la señal cambia de signo y que se usa de forma muy activa en el análisis del audio. Para Tzanetakis y Cook es una característica referente al timbre que indica cómo de ruidosa es una señal [35]. También Li et al. hacen la misma apreciación en [36].

$$ZCR(n) = \frac{1}{2} \sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)} |\text{sign}[x(i)] - \text{sign}[x(i-1)]| \quad (4.51)$$

Siendo la función *sign*.

$$\text{sign}[x(i)] = \begin{cases} 1, & \text{si } x(i) > 0 \\ 0, & \text{si } x(i) = 0 \\ -1, & \text{si } x(i) < 0 \end{cases} \quad (4.52)$$

Si el primer bloque no existe, se inicializa como $x(i-1) = 0$ para evitar problemas. El resultado es un valor en el rango $0 \leq ZCR(n) \leq 1$.

4.3.5. Intensidad

Como se ha dicho en secciones anteriores, la intensidad, explicada en Sec. 2.1 y Sec. 3.2.1.1, es expresada de forma logarítmica sobre una escala llamada escala decibélica. Esta escala está basada en la relación de la densidad de potencia actual frente a una de referencia ($10^{-12}W/m^2$). Así, el nivel de intensidad I_n se define como.

$$I_n = \frac{P}{A} \quad (4.53)$$

$$I_n(dB) = 10 \log_{10}\left(\frac{I_n}{I_{ref}}\right) \quad (4.54)$$

Siendo P la potencia acústica y A el área normal a la dirección de propagación del sonido.

4.3.5.1. Media Cuadrática. RMS

La media cuadrática o RMS (*Root Mean Square*) es una característica de la intensidad. Se trata de una interpretación física de la misma.

$$RMS(n) = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{i=i_s(n)}^{i_e(n)} x(i)^2} \quad (4.55)$$

El valor obtenido se encuentra en el rango $0 \leq RMS \leq 1$ siempre y cuando la señal esté definida entre 0 y 1. La longitud en segundos del bloque de muestras utilizado en la medida cobra el nombre de *tiempo de integración*.

4.4. Características de Largo Plazo I. Análisis Temporal

Dentro del análisis temporal hay dos características que predominan sobre el resto que son el tempo y el ritmo (Sec.2.1). Un elemento fundamental es el llamado *onset* en la jerga anglosajona y que en este trabajo toma el nombre de evento. Un evento es el comienzo de un sonido musical referente a cualquier causa: el golpe en el bombo, una nota concreta en la guitarra...

4.4.1. Eventos

El concepto de evento u *onset* hace referencia a la ocurrencia de un suceso musical, al tiempo en que este ocurre y a la fuerza del mismo. De hecho el ser humano utiliza la notación musical para anotar estos eventos en tablaturas o partituras. Con respecto

al tiempo, Lerch en *lerch* hace una distinción de tres períodos de tiempo totalmente diferenciables dentro del tiempo del evento. En primer lugar considera el tiempo de ataque que es aquel que transcurre desde que el instrumento induce la oscilación hasta que esta alcanza la máxima amplitud. Por otro lado el tiempo de evento o tiempo de *onset* hace referencia al tiempo que transcurre desde que se estimula el instrumento hasta que el sonido es percibido por el oído, pasando un *threshold* de amplitud. Por su parte Repp hace otra distinción en [50], diferenciando:

1. Note Onset Time (NOT): El momento en que el instrumento es estimulado para crear el sonido.
2. Acoustic Onset Time (AOT): La primera vez que el evento es medible.
3. Perceptual Onset Time (POT): La primera vez que el evento es percibido por el oyente.

Para segmentar cada canción en eventos es necesario primero calcular una función que extraiga dichos eventos. Existen diferentes alternativas para la extracción de los eventos mediante la llamada función de *onsets* [51] o función de novedad [28], pero todas son similares cambiando en la formulación pero no en el fondo, reduciendo los datos a un parámetro por trama indicando si hay evento en ella o no. La mayoría de ellas hacen uso de la idea del flujo espectral (Sec.4.3.3.2), que se basa en la diferencia entre el espectro de tramas consecutivas. Analizar en frecuencia estos cambios implica que no sólo se tiene en cuenta la diferencia de envolvente y amplitud, sino que también entra en juego la diferencia de tono que pueda haber. La desventaja, por contra, es la baja resolución temporal de la STFT, como se discute en Sec.4.3.3.7. Una de las más sencillas es la propuesta por Laroche en [52] en la que trata de medir cambios bruscos de energía en alguna de las subbandas frecuenciales ya que según su interpretación este hecho puede deberse al golpeo de la percusión o a una nota concreta. Para esto expresa la STFT en función de una escala no lineal $G(x)$ ⁵ (e.g. escala decibélica) y calcula la energía sobre un rango frecuencial predefinido, manteniendo la dependencia temporal dentro de cada trama ya que esta definición es para señales continuas.

$$O_f(t_n) = \int_{f_{min}}^{f_{max}} G(|X(f, t_n)|) df \quad (4.56)$$

$$\Delta O_f(t_n) = O_f(t_n) - O_f(t_{n-1}) \quad (4.57)$$

En la práctica, la escala $G(x)$ puede ser $G(x) = \log x$ pero surgen problemas para valores cercanos a 0. Para ello o bien se suma 1 al valor de la magnitud espectral o se puede cambiar esta posibilidad por $G(x) = \sqrt{x}$ comprimiendo también el rango dinámico

⁵La escala $G(x)$ se usa para magnificar las componentes frecuenciales altas. Así componentes frecuenciales altos como el golpeo del charles, no quedan enmascarados por componentes de frecuencias bajas con mayor amplitud.

pero manteniendo un buen comportamiento para valores cercanos a 0. Actualmente esta definición se sustituiría por un sumatorio en vez de la integral, trabajando con datos discretos como el propio Laroche hace en [53], aunque en este caso lleva a cabo el rectificado de media onda.

$$f_L(n) = \sum_{k=f_{min}}^{f_{max}} G(|X(k,n)|) - G(|X(k,n-1)|) \quad (4.58)$$

$$O_{fL}(n) = \begin{cases} f_L(n), & \text{si } f_L(n) > 0 \\ 0, & \text{resto} \end{cases} \quad (4.59)$$

Una simplificación de la anterior es la propuesta en [54] y que se sirve de nuevo del flujo espectral. Sin embargo no realiza ningún énfasis a ningún rango frecuencial, considerando que tiene mejores resultados la magnitud lineal.

$$O_{fD}(n) = \sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} W_r(|X(k,n)| - |X(k,n-1)|) \quad (4.60)$$

Siendo $W_r(x) = \frac{x+|x|}{2}$ la función de rectificación de media onda. De esta versión surge la utilizada por West en [51], que aprovecha la magnitud espectral de la STFT tras la aplicación del banco de filtros de Mel (en la Sec.4.3.3.6 tomaba el nombre de $E(b,n)$).

$$O_{fW}(n) = \sum_{b=0}^{B-1} \frac{(E(b,n) - E(b-1,n)) + |E(b,n) - E(b-1,n)|}{2} \quad (4.61)$$

Tras esto la función es filtrada mediante un LPF a 20Hz.

Dixon mantiene que, además de los cambios de energía, se pueden considerar los cambios en la fase para detectar eventos. Si se considera la fase en las diferentes componentes frecuenciales de la señal un nuevo sonido supondrá un cambio de fase, por lo que irregularidades en la fase de éstas también pueden indicar presencia de un evento. La variación de fase no es más que la frecuencia instantánea. Siendo $\psi(k,n)$ la fase de $X(K,n)$ se tiene.

$$X(k,n) = |X(k,n)|e^{j\varphi(k,n)}, \quad -\pi < \varphi(k,n) \leq \pi \quad (4.62)$$

Entonces la frecuencia instantánea será.

$$\varphi'(k,n) = \varphi(k,n) - \varphi(k,n-1), \quad \varphi'(k,n) \in (-\pi, \pi] \quad (4.63)$$

El cambio de la frecuencia instantánea que es lo que realmente indica un posible evento, sería la derivada segunda de $\psi(k,n)$.

$$\varphi''(k,n) = \varphi'(k,n) - \varphi'(k,n-1), \quad \varphi''(k,n) \in (-\pi, \pi] \quad (4.64)$$

La función de novedad basada en la desviación de la fase toma la media de los cambios de la frecuencia instantánea, lo que reduce la posibilidad de una detección equivocada.

$$O_{fPD}(n) = \frac{2}{K} \sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} |\varphi''(k,n)| \quad (4.65)$$

También se pueden usar energía y fase conjuntamente para detectar eventos. En principio Bello presenta en [55] una combinación de ambas midiendo la estacionariedad de la muestra frecuencial k -ésima mediante la distancia euclídea entre la magnitud observada y una predicha por las tramas anteriores $X_p(k,n)$.

$$\Gamma(k,n) = \left\{ |X_p(k,n)|^2 + |X(k,n)|^2 - 2|X_p(k,n)||X(k,n)| \cos(\Delta\varphi(k,n)) \right\}^{1/2} \quad (4.66)$$

Las distancias $\Gamma(k,n)$ se suman a través del dominio frecuencial para generar la función de detección de eventos.

$$O_{fB}(n) = \sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} \Gamma(k,n) \quad (4.67)$$

Dixon formula la misma idea de forma mucho más elegante en [54].

$$X_T = |X(k,n-1)|e^{\varphi(k,n-1)+\varphi'(k,n-1)} \quad (4.68)$$

$$O_{fDC}(n) = \sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} |X(k,n) - X_T(k,n)| \quad (4.69)$$

Con esta opción surge un problema puesto que detecta los eventos, pero no se sabe si es debido a un aumento o disminución de la amplitud. Por Dixon sugiere trabajar con rectificación de media onda al igual que en 4.58. Por último, el propio Dixon propone una combinación alternativa de magnitud y fase, ponderando la variación de la fase con su magnitud, puesto que grandes cambios de fase en partes ruidosas no pueden tener la misma relevancia que otras que sí tienen componentes musicales.

$$O_{fDA}(n) = \frac{2}{K} \sum_{k=0}^{\frac{K}{2}-1} |X(k,n)\varphi''(k,n)| \quad (4.70)$$

4.4.1.1. Selección de Eventos

Una vez obtenidos todos los posibles eventos, es necesario identificar aquéllos que realmente son válidos, desechando falsos positivos. Para ello se hace uso de una función de *peak-picking* o recolección de picos la cual escoge los máximos locales dentro de la función de novedad aplicando un umbral. Las características del umbral así como las condiciones que se impongan a la función tienen un gran impacto en los resultados obtenidos. Por

ejemplo, un umbral mayor reduce el número de falsos positivos e incrementa el número de falsos negativos. Con todo esto elegir un buen umbral se convierte en un paso crítico en la segmentación de la canción por eventos.

En primer lugar es posible una normalización de los datos como se describe en [55], eliminando la media y dividiendo por la máxima desviación estándar para después aplicar un LPF. Esta normalización es optativa, aunque necesaria si el umbral no varía con la señal de entrada. Tras esto se presentan varias opciones de umbral. En primer lugar se tiene el umbral fijo que define eventos en los puntos en que la función de novedad exceda un valor concreto.

$$TH_1 = \lambda_1 \quad (4.71)$$

$$O_f(n) = \text{Evento}, \quad \text{si } O_f(n) \geq \lambda_1 \quad (4.72)$$

Esta opción no es muy aconsejable para analizar eventos en la música puesto que las señales de audio musicales suelen tener variaciones de volumen grandes y, por lo tanto, se incurriría en falsos negativos durante pasajes de poca intensidad y en falsos positivos cuando el volumen aumente. Para evitar este problema se recurre a umbrales adaptativos a la señal. La primera alternativa es calculada desde una versión suavizada de la función de novedad mediante la aplicación de LPF. Un filtro típico es el filtro MA (*Moving Average*) o filtro de media móvil [28] [55].

$$TH_2 = \lambda_2 + \sum_{j=0}^{\mathcal{O}-\infty} b(j)O_f(n-j) \quad (4.73)$$

Siendo \mathcal{O} el orden del filtro, $b(j)$ la función de enventanado definida por el usuario que actúa como filtro y λ_2 un valor fijo que ajusta la sensibilidad del algoritmo. Adicionalmente Bello propone una pequeña variación de la misma trabajando con una versión no lineal.

$$TH_3 = \lambda_2 + \lambda_3 \sum_{j=0}^{\mathcal{O}-\infty} b(j)O_f^2(n-j) \quad (4.74)$$

Donde λ_3 es una constante positiva.

Por último el filtro MA puede sustituirse por un filtro de mediana, siendo la salida $\hat{Q}_d(0,5)$ una estimación de la mediana en el bloque que se esté analizando [28].

$$TH_4 = \lambda_2 + \hat{Q}_d(0,5) \quad (4.75)$$

Existen opciones para mejorar estos algoritmos dependiendo de la aplicación que se le quiera dar. Si por ejemplo se quiere estimar el tempo, los eventos han de estar separados cierto tiempo. Si están muy próximos se puede hacer un promedio de los picos o bien escoger el mayor. También se puede dar preferencia por orden de ocurrencia (el que primero aparezca).

La detección de eventos es una de las principales bases para el análisis temporal, pudiéndose estimar características importantes en el análisis musical como el tempo, el ritmo o *time stretching*⁶. Uno de los caballos de batalla en la detección de eventos es su evaluación, es decir, si las detecciones se corresponden con eventos remarcables dentro de la canción o no. La evaluación de un sistema de detección de eventos se puede llevar a cabo siguiendo los siguientes parámetros que propone Lerch.

- Desempeño de la detección.
- Precisión de la detección.
- Robustez frente a señales ruidosas y limitadas en banda.
- Carga computacional del algoritmo.

En [28] se hace un amplio estudio de estos puntos y cómo se puede medir su buen funcionamiento. Bello propone una serie de pasos a seguir para conseguir que los puntos anteriores se cumplan en la mejor manera posible.

- Si la señal es percusiva, los métodos en el dominio temporal son adecuados.
- Los métodos espectrales así como los basados en las distribuciones de fase y la diferencia espectral son muy adecuados para transitorios relacionados con el tono.
- La combinación fase-energía parece funcionar bien en cualquier caso, a costa de aumentar la complejidad computacional.
- Si se necesita mucha precisión temporal entonces los métodos basados en *wavelets* pueden ser de ayuda.
- Si se permite una gran carga computacional y se tiene una base de datos de entrenamiento, los métodos estadísticos son los que arrojan mejores resultados en general.

4.4.2. Histograma Temporal

El *histograma temporal* o *histograma de ritmo* (*beat histogram*) se trata de una forma de poder visualizar una serie de características rítmicas de la señal. Se podría interpretar como el dominio frecuencial de la función de novedad. Existen varias formas de construir este histograma pero posiblemente la más usada sea la que propusieron Tzanetakis y Cook en [56] y [35] basada en *wavelets*. Hacen uso de dicha transformada para conseguir un descomposición frecuencial en octavas de la señal, concretamente de los filtros Db4. El proceso sigue los pasos que se presentan en la Fig. 4.10.

⁶Es el proceso de cambiar la velocidad o duración de una señal sin alterar el tono para, por ejemplo, sincronizarla con otra. Se trata de un método muy utilizado dentro de la música electrónica ya que hoy en día, la sincronización automática es totalmente posible gracias a herramientas como *Traktor*.

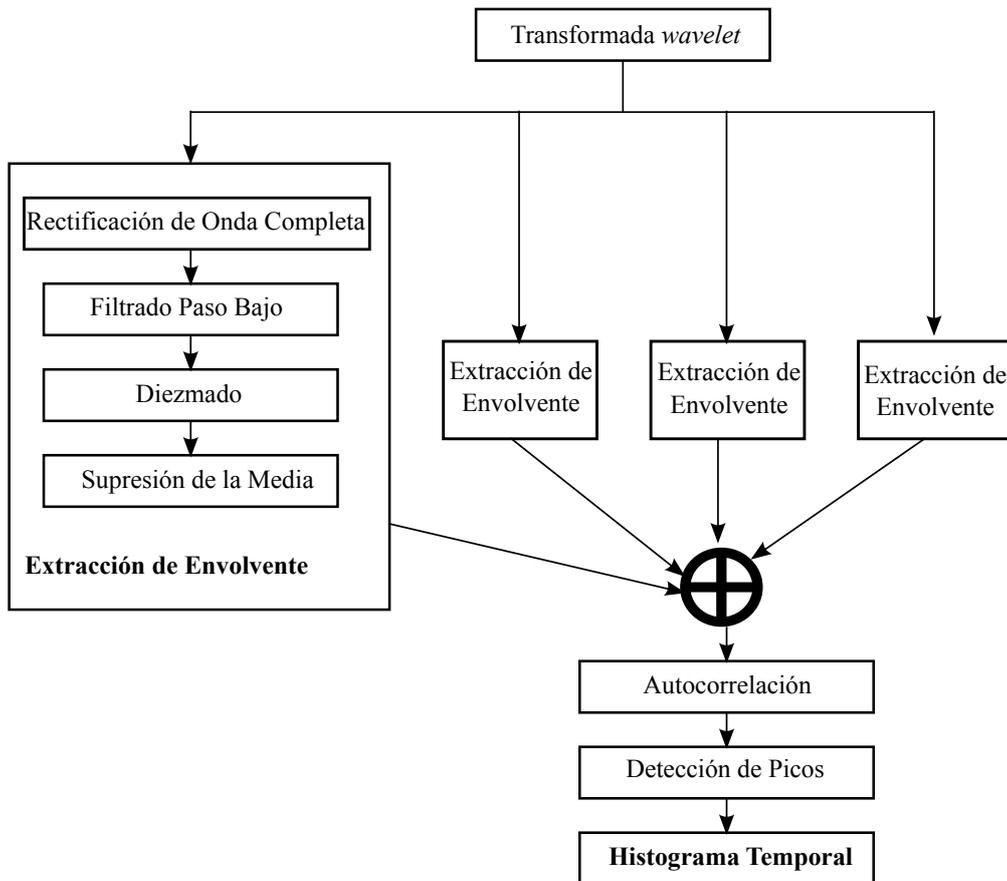


Figura 4.10: Diagrama de flujo para el cálculo del histograma temporal de Tzanetakis y Cook.

1. En primer lugar la señal se descompone en un número de octavas usando DWT.
2. Se extrae la envolvente temporal de cada subbanda mediante 4 pasos.
 - a) Rectificación de onda completa.

$$y(i) = |x(i)| \quad (4.76)$$

- b) Filtrado paso bajo mediante un filtro de un solo polo con un valor α de 0.99 que se usa para suavizar la envolvente. La rectificación de onda completa seguida de LPF es la técnica estándar de extracción de la envolvente.

$$y(i) = (1 - \alpha)x(i) + \alpha y(i - 1) \quad (4.77)$$

- c) Submuestreo con un factor M de 1/16.

- d) Supresión de la media. Este paso se lleva a cabo para centrar a la señal en 0 para la posterior autocorrelación.

$$y(i) = x(i) - \mu_x(n) \quad (4.78)$$

3. Autocorrelación mejorada propuesta por Tolonen y Karjalainen en [57]. La autocorrelación estándar es un buen indicador de la periodicidad pero contiene información redundante y espúreos ya que se generarán picos en múltiplos enteros de frecuencias fundamentales. Para eliminarlos en primer lugar se toman los valores positivos de la función de autocorrelación original de la suma de las envolventes y escalada en el tiempo por un factor de 2. Esta versión escalada es restada de la función de autocorrelación original y se vuelve a realizar el proceso tantas veces se considere con diferentes factores enteros mayores que 1 para suprimir los picos que no contienen información válida.
4. Detección de picos y cálculo del histograma. Los primeros 3 picos de la función de autocorrelación mejorada que están en un rango apropiado (40 a 200bpm) son seleccionados y añadidos al histograma temporal. Para cada pico de la función de autocorrelación mejorada se añade su amplitud, dando un mayor peso a aquéllos que tengan mayor amplitud.

Al final se consideran las siguientes características del histograma.

1. Periodo_0 . Valor en bpm del periodo del primer pico considerado relevante.
2. Amplitud_n . Amplitud relativa de cada pico.
3. Ratio_n . Periodicidad relativa de todos los picos con respecto al primero para $n \in [1, n]$.

Todos los picos representan eventos periódicos que se repiten con mayor o menor frecuencia durante toda la canción, de los que se puede sacar cierta interpretación del contenido rítmico de la misma.

4.4.3. Patrones Rítmicos

Los patrones rítmicos describen ritmos recurrentes en términos de su periodicidad, fuerza y banda frecuencial en la que ocurran [58]. Su obtención se resume en los siguientes pasos.

- Preprocesado
 1. Convertir audio de formato .au, .wav o .mp3 a formato RAW.

2. Si el audio contiene múltiples canales se promedian en uno sólo.
 3. Tomar un fragmento de 6 segundos de la canción.
- Sensación específica de sonoridad
 1. Se transforma este segmento de audio al dominio frecuencial mediante la STFT con una ventana de Hanning de 23ms y un solapamiento del 50 %.
 2. Se le aplica la escala de Bark agrupando las bandas frecuenciales en 24 bandas críticas.
 3. Aplicación de una función de esparcimiento para tener en consideración los efectos de enmascarado.
 4. Trasladar los valores del espectro de energía en las bandas críticas a la escala decibélica.
 5. Cálculo de niveles de sonoridad incorporando las curvas isofónicas.
 6. Cálculo de la sensación de sonoridad específica por banda crítica (sones).
 - Definición de patrones rítmicos.
 1. Aplicación de la STFT a la representación mediante sonos de la señal. El resultado es una representación invariante con el tiempo de 24 bandas críticas que almacena patrones recurrentes. Esta transformación considera modulaciones en amplitud de 0 a 43Hz, aunque sólo se consideran para los patrones rítmicos las modulaciones entre 0 y 10Hz, ya que son valores en los que el ser humano interpreta el ritmo de la canción.
 2. Ponderación de las modulaciones de amplitud de acuerdo a la sensación de mayor o menor fluctuación. Es más intensa la sensación de fluctuación a 4Hz y va decreciendo hasta los 15Hz.
 3. Aplicación de un filtro de realce para enfatizar los ritmos diferenciables y de un filtro gaussiano para aumentar la similitud entre dos descriptores de una característica reduciendo variaciones no apreciables.
 - Postprocesado. Se calcula la media de todos los descriptores de patrones rítmicos extraídos del segmento de 6 segundos de la canción, quedando ésta como descriptor.

En [58] Rauber et al. presentan resultados prometedores con la extracción de estos descriptores. Por otro lado, el propio Rauber junto con Lidy presenta en [59] una alternativa a los patrones rítmicos mediante las llamadas características del histograma de ritmos. En este caso no se almacena la información por banda crítica, sino que se suman las magnitudes de cada modulación para conformar un histograma de lo que denominan “energía rítmica” por frecuencia moduladora.

Andante grazioso (♩ = 120)

Figura 4.11: Indicación del tiempo en la obra de Mozart Sonata K.331.

4.4.4. Tempo

El tempo es la velocidad a la que se ejecuta una canción. Éste es percibido mediante golpes o pulsos de igual duración que ocurren de forma recurrente y constante en la canción. El tempo suele marcarse al inicio de la obra mediante un valor en bpm (*beats per minute*) y asociado a una división temporal (Fig. 4.11). De cualquier modo, la detección del tempo generalmente hace uso de algún tipo de función de novedad como primer paso [52]. Una vez que se tienen los diferentes tiempos en que ocurren los eventos, calcular el tempo es una tarea a primera vista sencilla. Tomando un segmento musical con tempo constante, el tempo en bpm para una duración del segmento de Δt_s segundos y un número de pulsos en dicho segmento N_p es.

$$\mathcal{T} = \frac{N_p \cdot 60}{\Delta t_s} \quad (4.79)$$

Si el tempo varía durante la obra, el tempo local se puede extraer mediante la distancia entre pulsos adyacentes. Siendo t_b la sucesión temporal de cada pulso.

$$\mathcal{T}_{local} = \frac{60}{t_b(j+1) - t_b(j)} \quad (4.80)$$

Scherier en 1998 desarrolló un sistema para la extracción del tempo [60]. En la Fig. 4.12 se aprecian los diferentes bloques que conforman el sistema. Si se presta atención se puede ver que es un sistema similar al expuesto por Tzanetakis y Cook aunque más sencillo. En primer lugar el banco de filtros divide el espectro en 6 subbandas, cubriendo cada una de ellas una octava. Propone filtros elípticos de orden 6, con rizado de 3 dB en la banda de paso y 40 dB de atenuación en la banda eliminada.

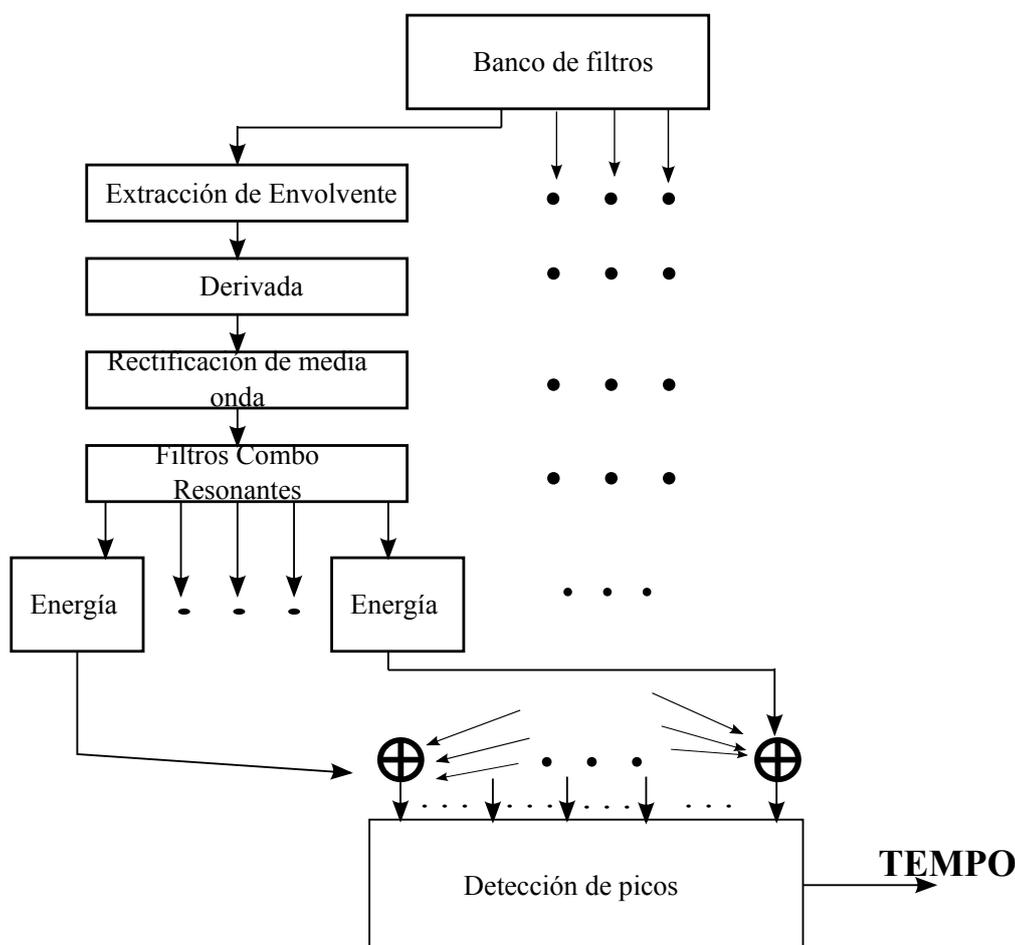


Figura 4.12: Diagrama de flujo para la extracción del tiempo propuesto por Scherier.

La envolvente de las señales a la salida del banco de filtros se extrae mediante el rectificado y suavizado de las mismas. Tras el rectificado se le aplica una ventana de coseno alzado de 200ms para el suavizado. Esta ventana tiene una discontinuidad en $t=0$, por lo que presenta una respuesta no lineal a la fase, pasando frecuencias bajas de la envolvente con mayor retardo que las frecuencias altas. Tras esto, se diezma la envolvente.

Después se calcula la derivada de la envolvente y su rectificación de media onda. La derivada lleva a cabo un proceso similar a un filtrado de eventos y en conjunto con la rectificación de media onda se puede considerar como la detección de los eventos y su expansión gracias a un LPF.

Tras aplicar la rectificación las señales resultantes en cada subbanda pasan un banco de filtros combo resonantes. Si se estimula un filtro combo con retardo Δt y ganancia α con un tren de impulsos de amplitud A y periodo τ se obtiene resonancia si $\Delta t = \tau$.

La energía a la salida del banco de filtros es sumada a través de todas las subbandas y analizando la frecuencia con mayor energía será la que determina el tiempo.

Siguiendo esta idea se podría determinar el tiempo de la canción mediante el esquema de Tzanetakis y Cook, simplemente considerando como el tiempo de la misma el que tenga una mayor amplitud en el histograma.

Por su parte, Laroche en [52] propone, a partir de Ec.4.57, la extracción de los picos más significativos almacenando el tiempo en que ocurre cada pico y su amplitud como indicadores de los transitorios. Además del tiempo estima lo que denomina *swing*, que se podría interpretar como el ritmo de la canción, también llamado *groove*. Para el *swing* toma los pulsos que estarían separados un cuarto de período del tiempo, concretamente entre el segundo y el cuarto. Para el tiempo define un rango concreto de búsqueda entre 70 y 140bpm considerando que fuera de ese rango ya no sería tiempo sino *swing*. Una vez obtenidos el tiempo T en bpm, el *swing* en porcentaje y la localización del primer pulso, Laroche define una función de probabilidad que estime qué posibilidad hay de encontrar un transitorio en el tiempo t_i para estudiar la similitud.

$$p_t(t) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^3 G([t]_T - b_i) \quad (4.81)$$

Donde $[t]_T$ representa t módulo T , b_i representa la localización de las cuartas partes del tiempo y G es una función de distribución de probabilidad normal.

Sin embargo existen problemas con respecto al tiempo global de una canción ya que raramente se usa el mismo tiempo en toda la obra. Suele haber cambios en determinados pasajes, en los que se dobla o divide el tiempo para transmitir otras sensaciones. Por ejemplo, aunque el tiempo de una canción sea 80bpm para una negra, si los golpes del bombo de la batería se corresponden con una corchea quiere decir que ese bombo va a 160bpm. Si el resto de instrumentos se mantienen rítmicamente supeditados al bombo en este ejemplo, el tiempo percibido es diferente del marcado. Más aún, si los instrumentos se mueven en torno a la ejecución de corcheas o semicorcheas en todo momento, excepto aquél que marque el ritmo de forma más constante (generalmente la percusión) que siga negras, estamos hablando de que parte de ellos van entre 160-240bpm mientras que la percusión serían 80bpm. Esto es un problema en cuanto a que un algoritmo de detección temporal automático puede incurrir en falsas estimaciones puesto que el tiempo de la canción no se corresponde con el percibido. El propio Laroche hace referencia a este problema mediante la inclusión del término *swing* el cual se adecúa mucho a estilos como el jazz o el blues.

Un claro esfuerzo por determinar el tiempo percibido es el expuesto por Chua y Lu en [61]. En él se estudian los posibles problemas que surgen de las alternativas antes expuestas y qué soluciones plantean para solventarlas. En primer lugar, el procesado que hace Scherier mediante los filtros combo es mucho más costoso computacionalmente que

hacerlo mediante autocorrelación. En segundo lugar, Tzanetakis y Cook llevan a cabo una normalización que puede hacer que pulsos irrelevantes para la escucha se magnifiquen. Por último la suma de la energía de diferentes subbandas antes de determinar el tiempo hace que los pulsos más fuertes se vean enfatizados en detrimento de pulsos menos fuertes y que es posible que estos pulsos menos fuertes sean los que determinen el tiempo en un pasaje determinado de la canción. Para solventarlo Chua y Lu proponen.

1. División de la señal en diferentes subbandas, concretamente 6 (como en el resto de algoritmos).
2. Para cada subbanda la señal se suaviza para calcular la envolvente.
3. Se calcula la autocorrelación de cada señal en cada subbanda sin normalizar y sin sumar.
4. En cada resultado de la autocorrelación se selecciona el pico con un menor lag temporal y con una magnitud de pico de alrededor del 20 % de la energía total.
5. El tiempo perceptual es el que tenga un menor lag temporal de todos los escogidos.

4.5. Características de Largo Plazo II. Análisis Melódico

El análisis melódico de una canción se basa en la búsqueda del tono predominante de la misma y la relación entre los diferentes tonos dentro de la composición, conformando esta relación una ayuda importante para poder determinar la clave durante la obra, así como escalas o armonías.

4.5.1. Detección del Tono

En muchas ocasiones la detección del tono se asigna a la detección de la frecuencia fundamental, cuando es una correspondencia errónea. La frecuencia fundamental responde a una definición puramente física. El sonido generado por un instrumento es la superposición de longitudes de onda múltiplos de una frecuencia base que es la fundamental. Sin embargo, en Sec.3.1 se expone que la percepción de las diferentes características que forman un tono acústico por parte del ser humano dista mucho de la interpretación física del mismo y es la razón por la que se han llevado a cabo múltiples esfuerzos para extraer el tono de una canción mediante algoritmos que modelan la percepción del ser humano siendo las apuestas más ambiciosas las relativas al análisis multitonal de composición complejas (canciones).

Uno de los primeros grandes esfuerzos por la detección del tono fue presentado en [62] por Meddis y Hewitt en el que tratan de modelar los diferentes procesos del sistema auditivo mediante el procesado de señal. La base fundamental de su estudio es el trabajo

en el dominio temporal mediante el uso de la autocorrelación para simular la contribución de las diferentes fibras auditivas a la hora de conformar la percepción del tono. En la Fig. 4.13 se observan los diferentes estadios que conforman el algoritmo.

1. *Función paso banda del oído externo y atenuación de frecuencias altas y bajas del oído medio.* Se consigue mediante la aplicación de un filtro paso banda a la entrada.
2. *Filtrado mecánico de la membrana basilar* mediante la aplicación de un banco de 128 filtros *gammatone*.
3. *Transducción de energía mecánica a neural.* La probabilidad de que se dé un punto de máximo desplazamiento en la cóclea se considera que está linealmente relacionado con la cantidad de sustancia transmisora que hay entre los estereocilios y su correspondiente nervio auditivo según la Ec.4.82.

$$p(t) = h \cdot c(t) \cdot dt \quad (4.82)$$

Donde $p(t)$ es la probabilidad de que ocurra un pico en la membrana basilar en período $[t, t + dt]$, $c(t)$ la cantidad de sustancia transmisora y h una constante del modelo. En la Fig. 4.14 extraída de [62] se detalla un diagrama de flujo del modelo de comportamiento de los estereocilios. La sustancia transmisora es liberada hacia el nervio auditivo dependiendo de la permeabilidad del estereocilio. Esta permeabilidad se modula con la Ec.4.83, siendo $x(t)$ la amplitud instantánea de la señal tras el filtrado y g , A y B parámetros del modelo.

$$k(t) = \begin{cases} \frac{g \cdot dt [x(t) + A]}{[x(t) + A + B]}, & \text{si } [x(t) + A] > 0 \\ 0, & \text{si } [x(t) + A] < 0 \end{cases} \quad (4.83)$$

La cantidad de sustancia transmisora liberada es.

$$c(t)_{in} = k(t)q(t)dt \quad (4.84)$$

En esta ecuación $q(t)$ es la cantidad de sustancia disponible cerca del estereocilio. De algún modo esta sustancia tiene que volver a estar disponible para que nuevos estímulos auditivos sean identificados. Meddis y Hewitt consideran que se recupera a un ritmo de $r \cdot c(t)$ y está disponible cerca del estereocilio a una frecuencia $x \cdot w(t)$ mientras también cierta parte es perdida a un ritmo $l \cdot c(t)$. La mayor parte de la sustancia transmisora es reutilizada en un flujo continuo pero como se ha dicho, cierta parte se pierde por lo que el sistema genera nueva siguiendo $y[m - q(t)]$. Los parámetros r , l , x , y y m forman parte del modelo que trata de simular una parte importante de la activación de los nervios auditivos por parte de la intensidad, el tiempo de adaptación al estímulo y el seguimiento de la fase.

4. *Efectos contrarios.* La activación de una fibra nerviosa auditiva depende del historial de activaciones anteriores de ese nervio.

$$p'(t) = p(t) \left(1 - \sum_{u=1}^{\infty} p'(t - T) W(t - T) \right) \quad (4.85)$$

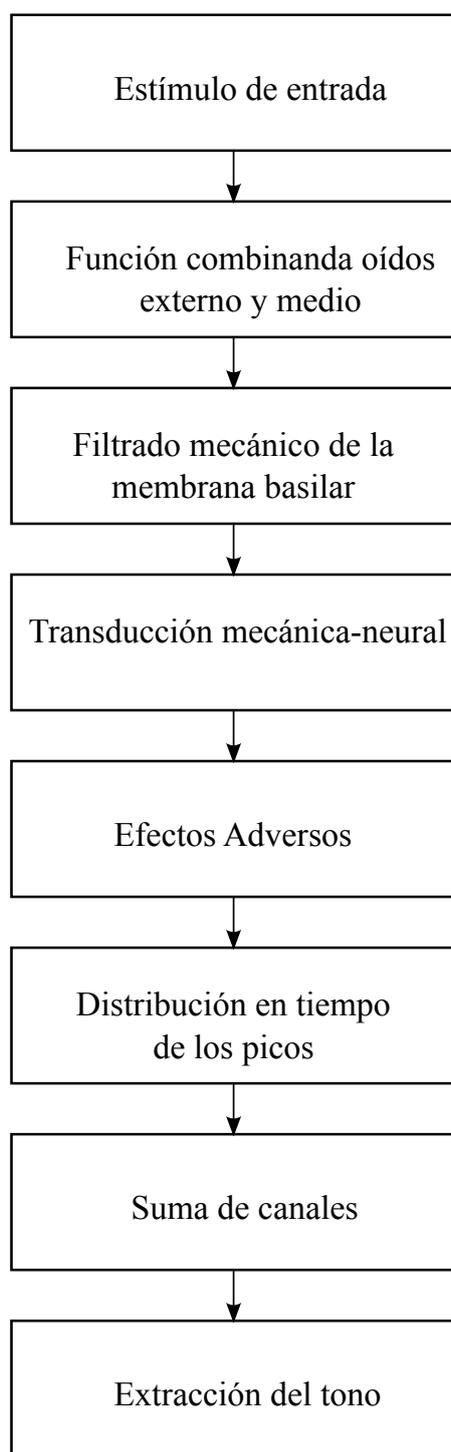


Figura 4.13: Diagrama de flujo para la extracción del tono propuesto por Meddis y Hewitt.

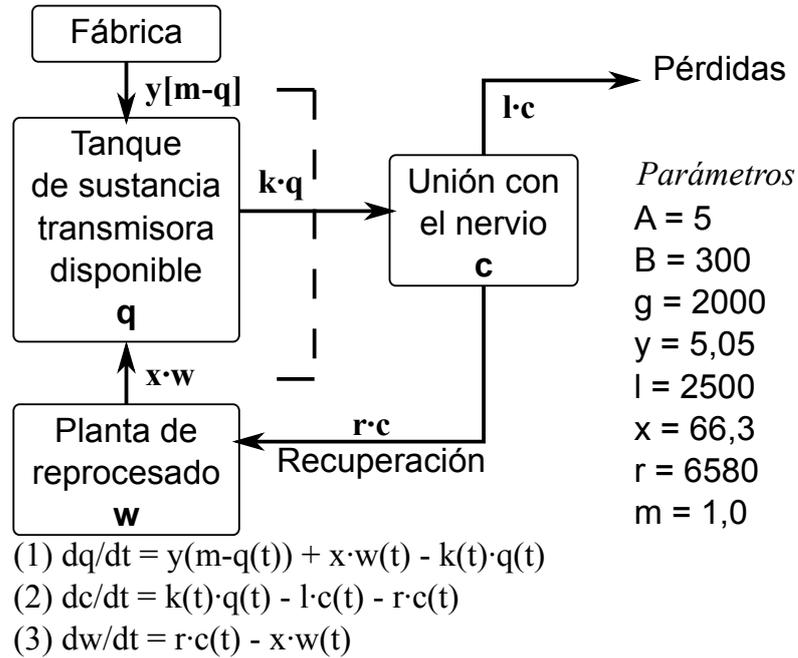


Figura 4.14: Diagrama de flujo para el comportamiento de la sustancia transmisora.

Donde $p'(t)$ es la probabilidad de activación tras la adaptación causada por haberse producido una activación anterior, $T = u \cdot dt$ y $W(t)$ es una función de ponderación estimada tras experimentación.

5. *Distribución de los intervalos de tiempo.* Para cada canal filtrado se lleva a cabo un histograma de los intervalos entre la activación de nervios. La probabilidad de que transcurra un intervalo de tiempo δt entre dos activaciones comenzando una en t sería.

$$h(t, \delta t) = n \cdot p'(t) p'(t - \delta t) dt \quad (4.86)$$

Para un canal ch concreto se tiene.

$$h(t, \delta t, ch) = \sum_{u=1}^{\infty} p(t - T) p(t - T - \delta t) \exp -T/\Gamma dt \quad (4.87)$$

6. *Suma de canales.*

$$s(t, \delta(t)) = \sum_{ch=1}^{128} \frac{h(t, \delta t, ch)}{128} \quad (4.88)$$

7. *Extracción del tono.* Se toma el pico de mayor amplitud como indicador del tono. Si existen varios a picos iguales se toma el de menor lag temporal.

Tolonen y Karjalainen presentan un modelo en [57] que mejora el anterior haciendo más simple el modelo y más liviano el algoritmo. Para ello no hacen uso del banco

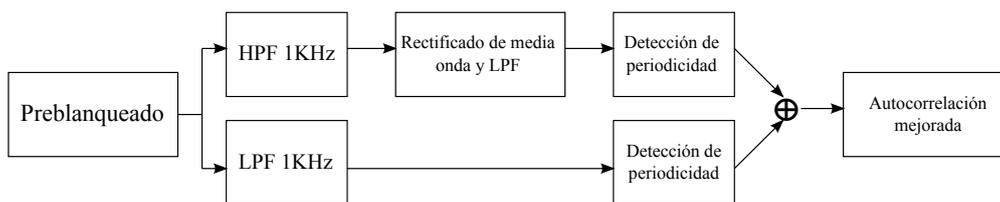


Figura 4.15: Diagrama de flujo para el cálculo del tono según Tolonen y Karjalainen.

de filtros multicanal sino que hace uso de sólo dos canales para hacerlo más práctico obteniendo resultados comparables al propuesto en [62]. En la Fig. 4.15 se presenta el diagrama de bloques del modelo.

1. El primer bloque representa un filtro “blanqueador” o decorrelador que sirve para decorrelar la señal en cortos espacios de tiempo. Este filtrado es llevado a cabo usando *warped linear prediction* (WLP) [63], probablemente la técnica más usada para predicción lineal en señales de audio. Básicamente es una LP convencional pero tratando de aumentar la resolución en ciertas bandas frecuenciales. El efecto decorrelador se consigue filtrando inversamente con dicho filtro.
2. La señal se separa en dos canales por encima y por debajo de 1KHz. La señal por encima de 1KHz rectificada en media onda y filtrada con un filtro paso bajo similar al usado para separar los canales.
3. La detección de la periodicidad se basa en la autocorrelación generalizada, concretamente en el teorema de *Wiener-Khinchin* (Ec.4.50).

$$x_2 = DFT^{-1}(|X_{low}(k,n)|^r + |X_{high}(k,n)|^r) \quad (4.89)$$

El parámetro r determina la compresión frecuencial. Para $r = 2$ se tiene la autocorrelación generalizada pero Tolonen y Karjalainen hacen uso de un valor menor ($r = 0,67$). El hecho de trabajar en el dominio frecuencial a la hora de realizar la autocorrelación reduce en gran medida la carga del algoritmo.

4. El último bloque representa la mejora de la autocorrelación explicada en la Sec.4.4.2.

Existe otra diferencia fundamental entre ambos modelos. Mientras que en el primero ideado por Meddis y Hewitt todos los canales son sensibles a las variaciones de fase, en el de Tolonen y Karjalainen sólo el canal superior lo es. Esto es debido al módulo que se aplica en la autocorrelación de la Ec.4.89. Además, esta autocorrelación permite compresión no lineal gracias a r y es mucho más eficiente computacionalmente trabajar en el dominio de la frecuencia para realizar la operación.

4.5.2. Histograma del Tono

Los histogramas del tono son una forma de representar la información tonal de una canción y cuyas características residentes en ellos pueden usarse para la clasificación por género y la búsqueda de similitud entre otras muchas aplicaciones.

Tzanetakis et al. proponen la extracción de información tonal de las canciones gracias a las representaciones MIDI existentes [64]. Básicamente generan un array de 128 elementos correspondientes a las 128 notas MIDI (ver 4.16) y su nivel de aparición en la canción. Del histograma hacen dos versiones, una extendida (*unfolded*) y otra reducida (*folded*). La extendida se corresponde con la definición hecha de los 128 valores mientras que la reducida considera todas las notas en la misma octava, quedándose con 12 posibles valores. Así, si tenemos una nota n de la versión extendida y queremos su traducción en la versión reducida se consigue mediante $c = n \pmod{12}$.

Tras calcular el histograma éste se transforma en un vector de características de cuatro dimensiones.

- PITCH-fold: El número de nota del pico de mayor amplitud de la versión reducida. Generalmente se corresponde con la clase tonal más usada durante la canción, la nota dominante o tónica.
- AMPL-fold: Amplitud del pico máximo.
- PITCH-unfold: Periodo del pico máximo en el histograma extendido para saber en qué octava se encuentra.
- DIST-fold: Número de posiciones que separa a los dos picos más altos en el histograma reducido.

Para el cálculo del histograma partiendo de audio real, se hace uso del algoritmo propuesto por Tolonen y Karjalainen en [57] en su integridad.

El histograma del tono también recibe el nombre de cromatograma tonal [28] [65]. Lerch resume la obtención del cromatograma en tres pasos principales.

1. La representación frecuencial del bloque de la señal de audio es dividida en bandas semitonales.
2. Se lleva a cabo una medida de la importancia de cada subbanda.
3. La suma de todas las bandas en todas las octavas referentes a la misma clase tonal son sumadas.

Con esta definición se corresponde el histograma reducido presentado en [64]. Para extraer el cromatograma basta con sumar la magnitud de la STFT en cada banda semitonal con extremos k_l y k_u en cada octava o . Este resultado se sumará al total de la clase tonal correspondiente con índice j .

$$\nu(j,n) = \sum_{o=o_u}^{o_l} \left(\frac{1}{k_u(o,j) - k_l(o,j) + 1} \sum_{k=k_l(o,j)}^{k_u(o,j)} |X(k,n)| \right) \quad (4.90)$$

$$\nu_{Tot} = [\nu(0,n), \dots, \nu(11,n)]^T \quad (4.91)$$

Lerch divide el espectro en bandas tonales hace uso de un banco de filtros resonantes con un filtro por semitono.

De estos cromatogramas se puede extraer una componente muy importante como es el *tono central*. Este parámetro hace referencia al mayor valor del cromatograma y encapsula de forma sencilla el concepto de tonalidad de la canción, puesto que el valor máximo haría referencia a la nota tónica que no deja de ser sobre la que giran el resto de notas (Sec.2.2.1).

Para transcribir la información obtenida del análisis frecuencial a la nomenclatura musical que define los diferentes tonos hay diferentes modos de hacerlo. El más sencillo es hacer el paso de la dimensión frecuencial a los tonos MIDI, cuya distancia entre semitonos es de 1.

$$P(f)_{MIDI} = 69 + 12 \log_2 \frac{f}{f_{A4}} \quad (4.92)$$

La frecuencia de referencia es la tomada por estándar en el siglo XXI, $f_{A4} = 440Hz$. El hecho de multiplicar el logaritmo en base 2 por 12 es para asegurarse de que cada octava se divide en 12 partes de igual tamaño. Su equivalencia en los tonos MIDI es el 69. Si por el contrario se quiere la traducción de la frecuencia a la notación musical, se puede hacer o bien de manera directa (Ec.4.93) [66] o bien usando la ecuación anterior y aplicando la operación $T_{musical} = P(f)_{MIDI} \pmod{12}$.

$$T(k)_{musical} = \lceil 12 \log_2 \left(\frac{f}{f_{A4}} \right) \pmod{12} \rceil \quad (4.93)$$

Donde N es el tamaño de la ventana. Si bien es cierto que se toma como frecuencia de referencia f_{A4} en ocasiones ésta no es la frecuencia de afinación y sería necesario calcularla. Aunque en este trabajo se supone f_{A4} como la frecuencia de referencia para todos los cálculos existen aproximaciones se pueden estudiar diferentes aproximaciones en [28].

4.5.3. Detección y reconocimiento de la Clave

Bajo la hipótesis de que conociendo la distribución de la tonalidad se puede conseguir la clave en que está desarrollada la canción, se suelen aplicar modelos ya predefinidos de tonalidad a los extraídos de la señal y comprobar con cual tiene una mayor correlación. Por ejemplo Tenkanen propone en [67] varios modelos algorítmicos basándose en una serie de hipótesis que se aplican como restricciones y el uso de una función para todas las clases tonales. A continuación se presentan dos de los modelos propuestos por este autor.

4.5.3.1. Ponderación Mediante Polinomio Lineal con Restricciones Tonales

En el primer algoritmo se parte del modelo de Parncutt [68] que recoge un polinomio de primer orden para predecir el tono central de un acorde o una escala.

$$W(t) = pw^{(t)} \quad (4.94)$$

El vector w da los pesos relativos a la importancia de esa nota dentro del modelo estimado. Es decir, qué probabilidad de encontrarnos una nota concreta dentro de una escala, un acorde o una progresión. Estos pesos están definidos por Tolonen como (0.144, 0.052, 0.016, 0.095, 0.094, 0.125, 0.043, 0.129, 0.033, 0.037, 0.036, 0.106) para C mayor y se han obtenido tras entrenar el modelo $5 \cdot 10^6$ veces con valores aleatorios en w que cumplan una serie de condiciones impuestas en su trabajo. El valor de t permite permutar el vector para adecuarlo a un tono concreto. Para $t = 0$ tenemos obtenemos el valor de la primera nota, para $t = 1$ de la segunda y así sucesivamente. Por último p es un vector binario que indica si una nota se encuentra en la variación melódica estudiada o no. El siguiente ejemplo clarifica lo explicado anteriormente. Suponiendo la escala A mayor y los índices de p se corresponden con (C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B), de esos tonos aparecen en la escala $p = (0, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1)$. El resultado de W para todas las permutaciones es (0.471, 0.614, 0.659, 0.49, 0.671, 0.46, 0.668, 0.567, 0.528, 0.741, 0.45, 0.672). El resultado es el esperado, sólo superan el valor 0.5 aquellas notas dentro de la escala, exceptuando G que se encuentra fuera de ella pero que puede deberse a que el cumplimiento de las condiciones lleve a este pequeño error de compromiso.

4.5.3.2. Algoritmo Basado en el Círculo de Quintas

En la Sec.2.2.1 se presentó la Fig. 2.7 del círculo de quintas. En él se muestran las distancias de las diferentes tonalidades o clases tonales y las distancias entre ellas. Concretamente se tiene el vector de distancias entre semitonos de (0, 5, 2, 3, 4, 1, 6, 1, 4, 3, 2, 5) para cualquier tono de partida. La relación que propone Tenkanen entre dos tonalidades cualesquiera A y B es.

$$rel_{cq}(A,B) = \frac{\sqrt{\sum_{i \in A, j \in B} (c_{ij})^2}}{\sqrt{(|A| \cdot |B|)}} \quad (4.95)$$

4.5. CARACTERÍSTICAS DE LARGO PLAZO II. ANÁLISIS MELÓDICO

Donde c_{ij} reúne las distancias entre ambas clases tonales. Una de los dos tonalidades puede ser de referencia y la otra la obtenida mediante el análisis de la señal. Mediante la estimación de la menor distancia con diferentes referencias se puede alcanzar el centro tonal de la canción.

En la Tabla 4.1 extraída de [28] se muestran ejemplos de posibles clases tonales con las que comparar los datos extraídos de la señal. Según Lerch basta con tener una plantilla para el modo mayor y el modo menor. Esto es debido a que considera que en la práctica el resto de modos no son relevantes en el análisis y que las plantillas referentes a distintos tonos no son más que versiones desplazadas de una definida (e.g. C mayor). Un error común a la hora de extraer el contenido tonal de una obra es la confusión que puede haber entre modos debido a la relación paralela (Sec.2.2.1) o bien, si se considera el tono fundamental como aquel que define el modo ya que ambos, modo mayor y menor, quedan definidos de la misma manera.

	ν_o	ν_s	ν_d	ν_5	ν_p	ν_t
$\nu(0)$	1	0.44721	0.37796	$r \cdot e^{j2\pi\frac{0}{12}}$	0.49483	0.49355
$\nu(1)$	0	0.44721	0	$r \cdot e^{j2\pi\frac{-5}{12}}$	0.17377	0.039589
$\nu(2)$	0	0	0.37796	$r \cdot e^{j2\pi\frac{2}{12}}$	0.27118	0.32199
$\nu(3)$	0	0	0	$r \cdot e^{j2\pi\frac{-3}{12}}$	0.18157	0.054105
$\nu(4)$	0	0	0.37796	$r \cdot e^{j2\pi\frac{4}{12}}$	0.34131	0.44208
$\nu(5)$	0	0	0.37796	$r \cdot e^{j2\pi\frac{-1}{12}}$	0.31872	0.30352
$\nu(6)$	0	0	0	$r \cdot e^{j2\pi\frac{6}{12}}$	0.19637	0.063343
$\nu(7)$	0	0	0.37796	$r \cdot e^{j2\pi\frac{1}{12}}$	0.40443	0.47177
$\nu(8)$	0	0	0	$r \cdot e^{j2\pi\frac{-4}{12}}$	0.18624	0.068621
$\nu(9)$	0	0	0.37796	$r \cdot e^{j2\pi\frac{3}{12}}$	0.28521	0.24149
$\nu(10)$	0	0.44721	0	$r \cdot e^{j2\pi\frac{-2}{12}}$	0.17845	0.03761
$\nu(11)$	0	0.44721	0.37796	$r \cdot e^{j2\pi\frac{5}{12}}$	0.22443	0.26393

Tabla 4.1: Diferentes plantillas de tonalidad, normalizadas a 1, para C mayor.

Los diferentes perfiles desarrollados en la Tabla 4.1 son:

- Ortogonal ν_o : Asume que la nota que define la tonalidad es la componente del cromatograma que más sobresale. No hay distinción entre el modo mayor y el menor.
- Ortogonal suavizada ν_s : Es una versión de la versión ortogonal filtrada con un LPF.
- Diatónica ν_d : Es 1 para las notas relativas a la escala diatónica. No hay distinción entre los modos mayor y menor.

- Círculo de quintas ν_5 : La distancia entre dos tonalidades se modela mediante la distancia en el círculo de quintas y su radio. El modelo sí distingue entre modos menor y mayor.
- Calificaciones tonales de Krumhansl ν_p : Según los experimentos de Krumhansl en [69] estos valores son los que mayor número de ocurrencias en las clases tonales presentan en piezas musicales reales.
- Perfiles de tonalidad extraídos de Temperley ν_t : Perfiles obtenidos por Temperley en [70].

4.6. Clasificadores Musicales

Tras la extracción de las diferentes características disponibles en las canciones es necesario buscar alguna forma de clasificar a éstas siguiendo algún patrón. Dependiendo del objetivo que se persiga (ya sea la organización por género, por artista o similitud) se usará una herramienta clasificación u otra y se definirán diferentes criterios para conseguir los resultados deseados. A continuación se presentan los clasificadores más usados, haciendo referencia a trabajos en los que sean empleados.

4.6.1. Máquina de Vectores de Soporte (SVM)

La máquina de vectores de soporte o *support vector machine* (SVM) es un algoritmo que maximiza los márgenes entre los datos de entrenamiento disponibles y los límites definidos para diferenciar las clases, propuesto por [71]. Es decir, que mediante el entrenamiento de un sistema SVM por medio de datos disponibles (e.g. base de datos musical) se puede predecir en qué clase se ubicará la siguiente muestra analizada con un margen de error menor. Se trata de un algoritmo de gran complejidad que es capaz de detectar patrones de organización sin validez, pudiendo ser descartados fácilmente con o sin supervisión.

Supongamos que las muestras a analizar son vectores v de dimensión n pertenecientes a cualquiera de las dos clases A o B . Se tienen como datos de entrenamiento p muestras v_i con etiquetas y_i .

$$(v_k, y_k) = \begin{cases} y_k = 1, & \text{si } y_k \in A \\ y_k = -1, & \text{si } y_k \in B \end{cases} \quad (4.96)$$

A partir de las muestras y mediante una fase de entrenamiento, el algoritmo encontrará los parámetros de las llamadas funciones de decisión, que no son más que los hiperplanos que separan las diferentes clases existentes en el problema de forma más

efectiva. Se pueden representar las funciones de decisión $D(v)$ en el espacio directo (para un vector), de la forma.

$$D(v) = \sum_{i=1}^N w_i \varphi_i(v) + b \quad (4.97)$$

Donde φ_i son funciones predefinidas de v , y w_i y b son parámetros ajustables de la función de decisión. Clasificadores polinómicos son un ejemplo de $\varphi_i(v)$ donde se forman con el producto de componentes de v .

En el espacio dual quedan definidas por la Ec. 4.98.

$$D(v) = \sum_{k=1}^p \alpha_k K(v_k, v) + b \quad (4.98)$$

Donde los coeficientes α_k son los parámetros a ajustar y v_k son los vectores de muestras de entrenamiento. K es una función kernel predefinida que expande el espacio de las características a uno de mayor dimensión. Los kernel simétricos desarrollan series de expansión finitas o infinitas de la forma.

$$K(v, v') = \sum_i \varphi_i(v) \varphi_i(v') \quad (4.99)$$

Bajo la hipótesis de la existencia de la anterior función kernel, se tiene que Ec. 4.97 y Ec. 4.98 son representaciones duales de la misma función de decisión y que

$$w_i = \sum_{k=1}^p \alpha_k \varphi_i(v_k). \quad (4.100)$$

Los parámetros w_i se denominan parámetros directos y los α_k parámetros duales.

La complejidad de los SVM viene a la hora de maximizar la distancia entre los hiperplanos y las muestras a clasificar. Boser et al. hacen uso de herramientas de Lagrange para ello en [71] y existen diferentes esfuerzos por facilitar el uso de este clasificador como [72].

4.6.2. Modelos de Mezclas Gaussianas (GMM)

Un clasificador gaussiano simple asume que la distribución de las características de una clase definida en un conjunto de datos puede modelarse mediante un vector de

medias y una matriz de covarianzas. Para una clase A dentro del conjunto de datos existirá un vector de medias $\vec{\mu}_A$ y una matriz de covarianzas Σ_A cuyos valores son desconocidos en un principio y extraídos de un conjunto de datos de entrenamiento [73]. Para calcular la distancia entre una nueva observación y los valores obtenidos con los datos de entrenamiento se suele usar la distancia de Mahalanobis.

$$d_m(\vec{v}, A) = \sqrt{(\vec{v} - \vec{\mu}_A)^T \Sigma_A^{-1} (\vec{v} - \vec{\mu}_A)} \quad (4.101)$$

El modelo de mezclas gaussianas o *gaussian mixture model* (GMM) modela el comportamiento de una clase mediante la superposición de diferentes distribuciones gaussianas, obteniendo la probabilidad relativa a una observación según [73].

$$p(v) = \sum_{j=1}^g \pi_j p(v|\theta_j) \quad (4.102)$$

Donde $\pi_j \geq 0$ son las proporciones de mezcla, g es el número de distribuciones normales a sumar y $p(v; \theta_j)$ son las probabilidades para cada componente y depende de $\theta_j = \{\mu_j, \Sigma_j\}$. Todos ellos son parámetros a calcular. La función de probabilidad es el producto de las probabilidades de cada observación.

$$L(\psi) = \prod_{i=1}^n p(v_i) \quad (4.103)$$

Donde ψ define los parámetros π_j y θ_j . Este tipo de modelado para la clasificación es usado por multitud de autores que ya han ido figurando durante este trabajo, véase [3], [4], [35], [51], [56] ó [65].

4.6.3. *K-Nearest Neighbors*

El modelo de *K-Nearest Neighbors* (K -NN) o de los K vecinos más cercanos se trata de un algoritmo de clasificación a posteriori, puesto que es necesario conocer una serie de muestras ya clasificadas en las diferentes clases para poder decidir a qué clase pertenece una nueva observación, y permite obtener la función de densidad de probabilidad de que esa nueva observación pertenezca a una clase. Esto es, es necesario tener pares de muestras asociados a clases $(x_1, \theta_1) \dots (x_n, \theta_n)$ para poder actuar. En un principio se puede ver el problema desde el punto de vista de que sólo existe una muestra por clase [74]. Si se tienen los pares antes mencionados y una nueva muestra (x, θ) de la que sólo se conoce x pero se quiere estimar la clase θ , se denomina x'_n su vecino más cercano si.

$$\text{mín } d(x_i, x) = d(x'_n, x) \quad \text{para } x'_n \in (x_1, \dots, x_n) \quad (4.104)$$

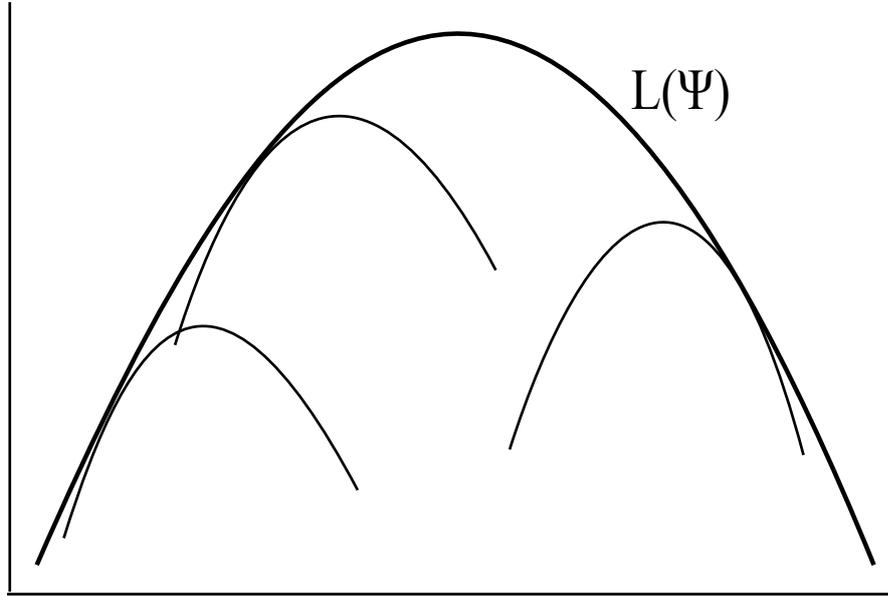


Figura 4.17: Ejemplo de gráfico de GMM.

Esta distancia suele ser la distancia Euclídea y si se da un mínimo, entonces x pertenecerá a la clase del vecino más cercano. Por otro lado, si se presenta un espacio multidimensional con varias muestras asociadas a las diferentes clases, se define los K -NN siendo K el número de vecinos a tener en cuenta [73]. Si se tienen k_m muestras de la clase θ_m dentro del número completo de muestras a tener en cuenta K , se tiene la probabilidad de que x pertenezca a esa clase en la Ec.4.105.

$$p(x|\theta_m) = \frac{k_m}{n_m V} \quad (4.105)$$

Donde n_m es el número total de muestras que componen la clase θ_m y V es el volumen definido por K y que delimita qué vecinos son tomados en consideración y cuáles no. La regla de decisión para este caso es la asignación de x a θ_m si.

$$p(\theta_m|x) \geq p(\theta_i|x) \forall i \quad (4.106)$$

En [74] Cover y Hart afirman que con la versión 1-NN sería suficiente para asignar x a una clase sin necesidad de calcular las distancias a todas las componentes de esa clase dentro de los límites impuestos por K .

Este modelo también es usado con mucha frecuencia en el ámbito de la clasificación musical, como puede verse en [36], [51] y [56] entre otros.

4.7. Sistemas de Búsqueda de Similitud

Todas las características y métodos explicados hasta el momento tienen poco valor individualmente a la hora de llevar a cabo un análisis de similitud en una base de datos musical pero que, en conjunción, sí demuestran un comportamiento adecuado. Existen muchos esfuerzos en el ámbito de la búsqueda de similitud así como en la del género y en esta sección se recogen algunos de los ejemplos más importantes de sistemas elaborados para este fin. Entre ellos hay herramientas que han surgido tanto del ámbito académico y de la investigación, como del ámbito privado y que con mejor o peor resultado cumplen con los objetivos.

4.7.1. Marsyas

Marsyas (*MusicAl Research SYstem for Analysis and Synthesis*) se trata de un marco de trabajo o *framework* desarrollado por un equipo internacional de programadores liderado por George Tzanetakis y destinado al análisis del audio, su síntesis y la extracción de información del mismo [75], [76]. Para ello se ha trabajado desde el año 1999 hasta hoy en un modelo semiautomático en el que el sistema no realiza todo el trabajo sino que se usan los datos extraídos por el mismo y las decisiones que pueda tomar el usuario para obtener mejores resultados. Esta solución de compromiso se debe a los dos principales problemas que surgen del modelo manual y del modelo automático de extracción de información del audio. Por un lado el modelo de anotación manual requiere de muchísimo tiempo y por el otro, el modelo automático no distingue entre usuarios, y no hay que olvidar que la interpretación del audio es subjetiva para cada oyente.

Para conseguir escalabilidad de forma fácil se ha diseñado mediante bloques, adquiriendo una arquitectura que permite añadir características futuras de forma sencilla, así como el soporte de modelos de abajo-arriba y arriba-abajo, esto es, la extracción de características de bajo nivel y su posterior representación cognitiva de alto nivel y viceversa. Esta arquitectura del sistema se basa en un modelo cliente-servidor, estando el servidor desarrollado en C++ y el cliente en Java. El servidor contiene todo el procesamiento de señal y los módulos optimizados, mientras que el cliente sólo contiene el interfaz del usuario, comunicándose con el servidor mediante *sockets*. Aprovechando los lenguajes de programación usados se ha tratado de usar el máximo potencial a las técnicas del paradigma de orientación a objetos, dividiendo el sistema en dos categorías: objetos del proceso y objetos de la estructura de datos.

Objetos del proceso.

- *Transformaciones*: Unidades usadas por el sistema extraídas del procesamiento de bajo nivel. Algunos ejemplos son la densidad de potencia espectral, el inventariado y el filtrado digital.

4.7. SISTEMAS DE BÚSQUEDA DE SIMILITUD

- *Características*: Surgen del procesado de una trama de muestras de sonido obteniendo a la salida un vector que reduce en gran medida las dimensiones de la trama. Generalmente usan de las *transformaciones* para ser calculadas.
- *Memorias*: Buffers circulares que almacenan por un tiempo limitado características calculadas previamente.
- *Iteradores*: Segmentan porciones de audio en tramas. Para cada trama usan tanto las características como las memorias para generar un vector de características, obteniendo lo que denominan mapa de características.
- *Clasificadores*: Toman como entrada un vector de características y devuelven a qué clase pertenece. Se entrenan mediante mapas de características.
- *Segmentadores*: Toman como entrada un mapa de características y generan una señal con picos correspondientes a los límites de la segmentación.

Objetos de la estructura de datos.

- *Vectores*: Componentes básicos de datos del sistema.
- *Datos de audio*: Son los archivos de audio que se quieren analizar. Contienen las muestras de audio así como información adicional (e.g frecuencia de muestreo y canales de la mezcla).
- *Mapas de Características*: Son vectores de características ordenados en el tiempo.
- *Regiones temporales*: Intervalos de tiempo etiquetados con información.
- *Líneas temporales*: Listas de regiones temporales.
- *Árboles temporales*: Son árboles arbitrarios de regiones temporales. Representan la descomposición jerárquica del audio analizado en segmentos más pequeños.

Para el análisis del audio, Tzanetakis y su equipo han creído conveniente que el programa extraiga las siguientes características:

- Centroides Espectrales (Sec.4.3.3.3).
- Momentos Espectrales (Sec. 4.3.2).
- Flujo Espectral (Sec. 4.3.3.2).
- Tono (Sec. 4.5.1).
- Armonicidad.
- Coeficientes Cepstrales Frecuenciales de Mel (Sec. 4.3.3.6).

Una vez extraídas, como ya se ha comentado en el trabajo, es necesaria la clasificación, usando en este caso K -NN y GMM que están explicados en la Sec. 4.6. En el año 2009 MARSYAS participó en la quinta edición del MIREX, consiguiendo resultados respetables en la clasificación por género, la búsqueda de similitud, el etiquetado del modo y la detección de eventos.

4.7.2. CUIDADO

El proyecto CUIDADO (*Content-based Unified Interfaces and Descriptors for Audio/music Databases available Online*) es un *framework* diseñado por diferentes desarrolladores e ingenieros del IRCAM (*Institute de Recherche et Coordination Acoustique/Musique*) y SONY entre otras entidades para multitud de aplicaciones relacionadas con el análisis y la edición del audio comenzando su desarrollo en el año 2002 [77]. En primer lugar trata de ser una alternativa en la búsqueda de información en grandes bases de datos musicales y en segundo lugar permite a los usuarios manipular y editar contenido musical mediante especificaciones de alto nivel, interpretando las estructuras cognitivas humanas involucradas en la percepción auditiva (Sec. 3).

Siguiendo una serie de restricciones como que el sistema debe ser capaz de aprender automáticamente el comportamiento del usuario o que tanto una aproximación abajo-arriba como una arriba-abajo deben estar cubiertas, se llegó al desarrollo de dos partes bien diferenciadas: *The Sound Palette* y *The Music Browser*.

4.7.2.1. *The Sound Palette*

Dedicada a los usuario profesionales en el ámbito de la producción musical y del audio, esta paleta de sonidos ofrece herramientas de gestión y edición de las muestras de un archivo de audio.

En primer lugar la herramienta de gestión permite acceder a una base de datos de 117.000 muestras de instrumentos, permitiendo hacer una búsqueda mediante su interfaz muy intuitiva dentro del sistema. Además permite la gestión de los posibles nuevos sonidos introducidos por el usuario y no sólo el acceso a la base de datos antes citada, otorgando clasificación automática en clases para nuevos sonidos.

En segundo lugar, la herramienta de edición puede lidiar con 3 tipos de sonidos o conjuntos de sonidos: muestras de sonido, frases musicales monotimbrales y pistas de ritmo (como bucles de batería, por ejemplo). Una de las principales características destacables de la herramienta de edición es el reconocimiento de patrones, por lo que es capaz de segmentar y etiquetar automáticamente contenido musical para poder realizar, por ejemplo, ediciones simultáneas de eventos iguales. Otra característica importante es la creación de mapas MIDI de bucles rítmicos, recreando en notas MIDI los sonidos originales y etiquetándolos con información básica. Además se éstas también se pueden

4.7. SISTEMAS DE BÚSQUEDA DE SIMILITUD

llevar a cabo otras acciones más comunes como el *time-stretching*, cambios de tonalidad y cambios de instrumentación.

4.7.2.2. *The Music Browser*

Con el propósito de ser el primer buscador y gestor de grandes catálogos musicales, sus potenciales usuarios son absolutamente todos los posibles actores que entren en juego dentro del mundo musical: discográficas, distribuidores, radios, sociedades legales de copyright, etc.

Por ello, este buscador musical implementa todos los mecanismos de búsqueda, incluyendo los siguientes:

- Búsqueda basada en descriptores: Los parámetros de búsqueda delimitan canciones que cumplan requisitos comunes (tempo, energía, ritmo, género...).
- Búsqueda basada en similitud: Introduciendo una canción o serie de canciones como patrón, los resultados han de ser similares según las restricciones que imponga el usuario.
- Búsqueda global: Cualquier mezcla de patrones de búsqueda es válida.

Esta búsqueda necesita de un procesamiento que a su vez requiere diferentes módulos funcionales. En la Fig. 4.18 se puede ver la composición del *Music Browser*.

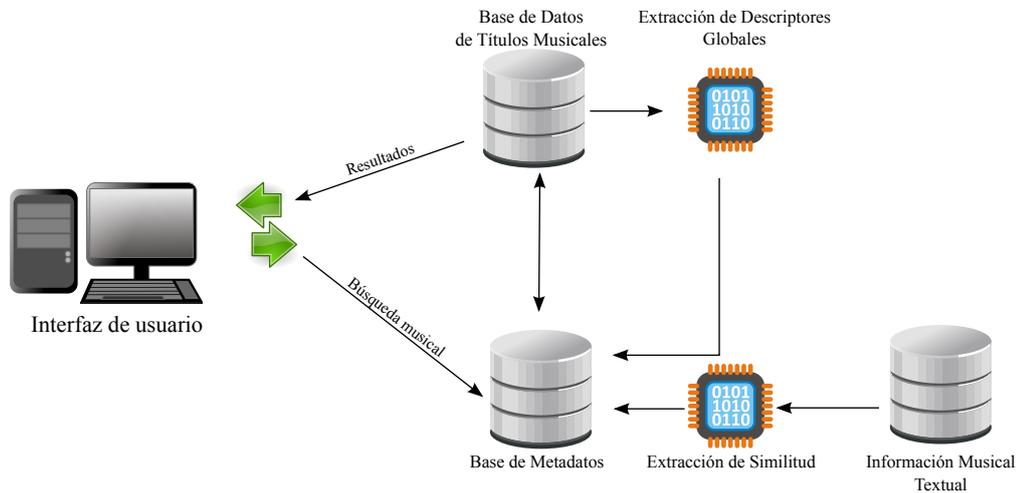


Figura 4.18: Sistema de búsqueda del subsistema *Music Browser*.

El módulo de extracción de descriptores globales obtiene descriptores que definen a la canción en su totalidad, siendo éstos de 3 tipos.

1. Descriptores rítmicos.
2. Descriptores de energía.
3. Descriptores del timbre.

El módulo de extracción de similitud hace uso de diferentes técnicas para lograr los mejores resultados. Por un lado, genera similitudes mediante la correspondencia de los perfiles de los usuarios, aunque parte de una premisa en la que es necesario tener de partida una gran cantidad de perfiles de usuario. Por otro lado, y basándose en las técnicas usadas por motores de búsqueda de la red, la concurrencia de eventos en contextos similares proporciona una buena base para generar similitud. Cada vez que un usuario que esté en un contexto determinado quiere que se le propongan resultados, el sistema buscará usuarios que hayan elegido canciones anteriormente en el mismo contexto.

Por último, un módulo que no aparece en la Fig. 4.18 es el de generación de listas de reproducción. Desde el proyecto CUIDADO prefieren que el usuario tenga la mayor libertad a la hora de definir las condiciones sobre la lista de reproducción que el sistema genera. Las condiciones que puede definir son la continuidad (en tiempo, en estilo...), la cardinalidad y la distribución (títulos de distintos artistas o del mismo, por ejemplo).

4.7.3. MA-Toolbox y T-Toolbox

En el año 2004 y aprovechando la potencia de la plataforma MATLAB, Elias Pampalk propuso un *toolbox* para la medida de similitud musical entre piezas, incluyendo también la posibilidad de ver los pasos intermedios hasta llegar a las medidas finalidades, manteniendo así la perspectiva del proceso. Concretamente propone 4 medidas de similitud: Agrupación de tramas y modelo de similitud de *clusters*, Histogramas espectrales, Histogramas de periodicidad y Patrones rítmicos [78].

4.7.3.1. Agrupación de tramas y modelos de similitud de clusters

Cada pieza musical es dividida en tramas de unos 20-30ms, siendo descrita cada una en términos del volumen por nada frecuencial. Hay dos alternativas principales para representar así la información, que son los MFCC y la escala de Bark (Sec. 4.3.3.6). Una vez obtenida esa representación de las canciones se llevan los dos estadios que dan título a esta sección.

1. **Agrupación o *clustering* de tramas.** Se generan de 3 a 40 grupos usando o bien *k-means* o bien GMM, obteniendo la diagonal de covarianza para cada grupo.

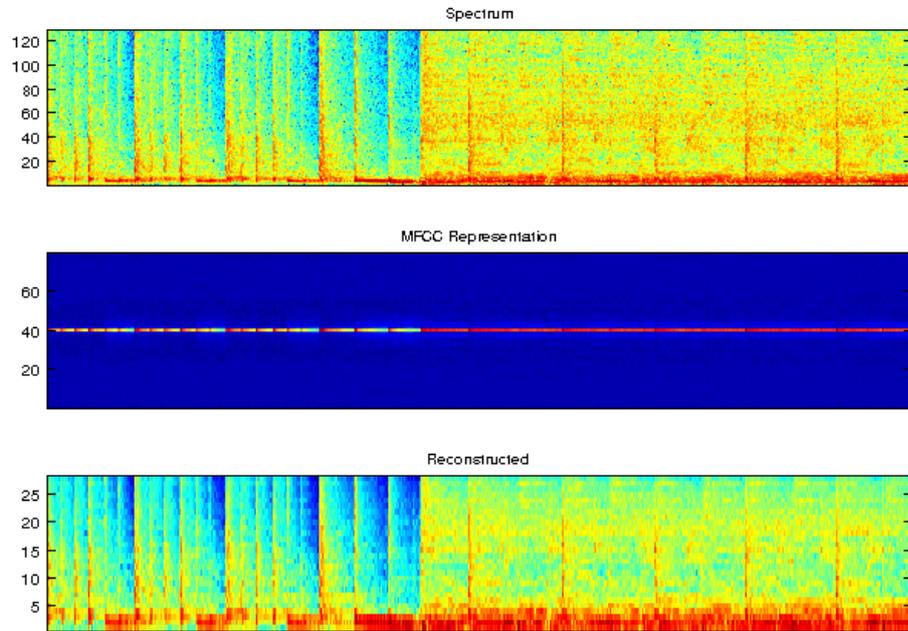


Figura 4.19: Representación MFCC de los 10 primeros segundos de la canción “2x4” de Metallica con la herramienta MA-Toolbox de Pampalk.

2. **Modelo de similitud de *clusters*.** La similitud entre dos canciones representadas por *clusters* se puede llevar a cabo o bien mediante la llamada EMD (*Earth Mover’s Distance* [79]) en combinación con la divergencia de Kullback-Leibler, o bien mediante la aproximación de Monte Carlo [80].

Se puede llevar a cabo cualquier combinación de las posibilidades de los dos pasos explicados, siendo EMD-KL más rápida computacionalmente que la aproximación de Monte Carlo.

4.7.3.2. Histogramas de Periodicidad

Tanto para elaborar los histogramas espectrales como los histogramas de periodicidad, Pampalk en [78] lleva a cabo un preprocesado psicoacústico sobre la escala de Bark como se lleva también a cabo en [58]. En primer lugar, una vez mezclados los canales y aplicada una frecuencia de muestreo menor, modela el comportamiento de los oído externo y medio mediante una fórmula propuesta por Ernst Terhardt, la cual enfatiza las frecuencias alrededor de los 3KHz (donde ocurre la primera resonancia del oído humano, Sec. 3.2.1.1).

$$\begin{aligned}
 A_{dB} = & -3,64(10^{-3}f)^{-0,8} + \\
 & +6,5 \exp(-0,6(10^{-3}f - 3,3)^2) - \\
 & -10^{-3}(10^{-3}f)^4
 \end{aligned} \tag{4.107}$$

Tras esto, se realiza la conversión entre la escala frecuencial y la escala de Bark.

$$Z_{Bark}(f_{KHz}) = 13 \arctan(0,76f) + 3,5 \left(\frac{f}{7,5} \right)^2 \tag{4.108}$$

A continuación, para evitar efectos de enmascarado entre frecuencias se aplica una función de esparcimiento. Éste es un paso muy recurrido y habiéndose visto ejemplos llevados a cabo en [52] y [58]. En este caso, Pampalk hace uso de la misma función que en [58] siendo mayor la influencia de las frecuencias bajas sobre las altas que lo opuesto. La contribución de la subbanda b_i sobre la subbanda b_j con $\Delta b = b_j - b_i$ es atenuada siguiendo la Ec. 4.109.

$$B_{db}(\Delta b_{Bark}) = 15,81 + 7,5(\Delta b + 0,474) - 17,5(1 + (\Delta b + 0,474)^2)^{1/2} \tag{4.109}$$

Por último, se calcula la sonoridad mediante los sonios, una medida muy similar a los fonos explicados en la Sec. 3.2.1.1 y se normaliza para un volumen máximo de 1 sonio.

Llegados a este punto, el cálculo del histograma de periodicidad se basa en los modelos presentados por Scherier en [60] y por Tzanetakis y Cook en [35] pero con ciertas diferencias como la incorporación de información temporal en la sucesión de los pulsos, puesto que también es importante saber dónde se localizan para medir la similitud, y el uso de un modelo de resonancia para enfatizar tempos alrededor de los 120bpm. Como resultado final se obtienen 40 valores representando la fuerza de los pulsos con tempos desde 40 a 240bpm. Esta información queda representada en una matriz 40x50, representando la fuerza o intensidad de los pulsos y el tempo de los mismo respectivamente. La distancia entre dos canciones se lleva a cabo mediante el cálculo de la distancia euclídea de los 2000 valores que representan la matriz.

En la Fig. 4.22 se observa el paso de la señal por el banco de filtros combo y el posterior enfatizado de los picos mediante la rectificación de onda completa. Como resultado se tiene un pico principal alrededor de 115bpm, que es efectivamente el tempo principal de la canción. Existen otros valores notables a la mitad del tempo principal (esto puede representar perfectamente el golpeo de la caja de la batería, que es muy acusado en este tema) y a unos 75bpm, que se corresponde con el tresillo que marca el batería en el segundo 4.

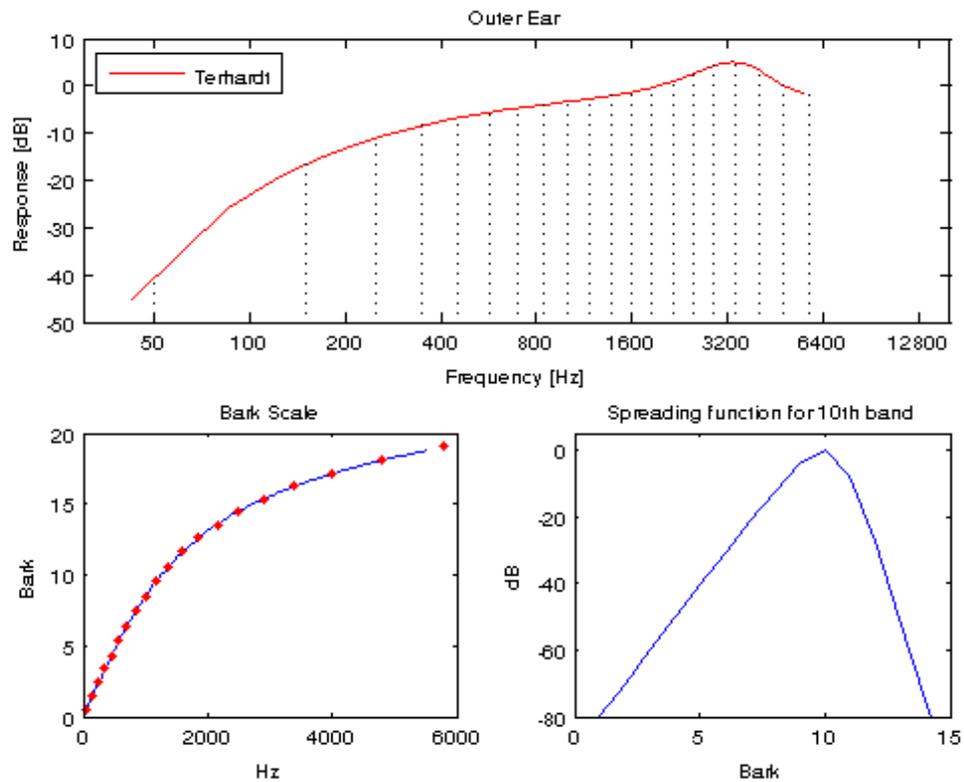


Figura 4.20: Respuesta de la función de esparcimiento, correspondencia Hz-Barks y comportamiento de la función de esparcimiento para la décima banda.

4.7.3.3. Histograma Espectral

Como se ha dicho anteriormente, la computación del histograma espectral parte del mismo preprocesado que el histograma de periodicidad aunque en este caso se quiere representar información timbral. Para ello se cuentan cuantas veces un nivel de sonoridad es sobrepasado en una banda de frecuencia determinada, obteniendo una matriz de resultados de 20×50 valores representando las bandas frecuenciales y la resolución sonora respectivamente.

4.7.3.4. Patrones Rítmicos

La explicación de la obtención de los patrones rítmicos ya queda explicada en la Sec.4.4.3 y aquí sólo queda ver el funcionamiento del *toolbox* propuesto por Pampalk. Para la muestra de audio de 10 segundos analizada en los pasos anteriores se tienen dos resultados, puesto que no hay que olvidar que este algoritmo proporciona resultados por cada 6 segundos.

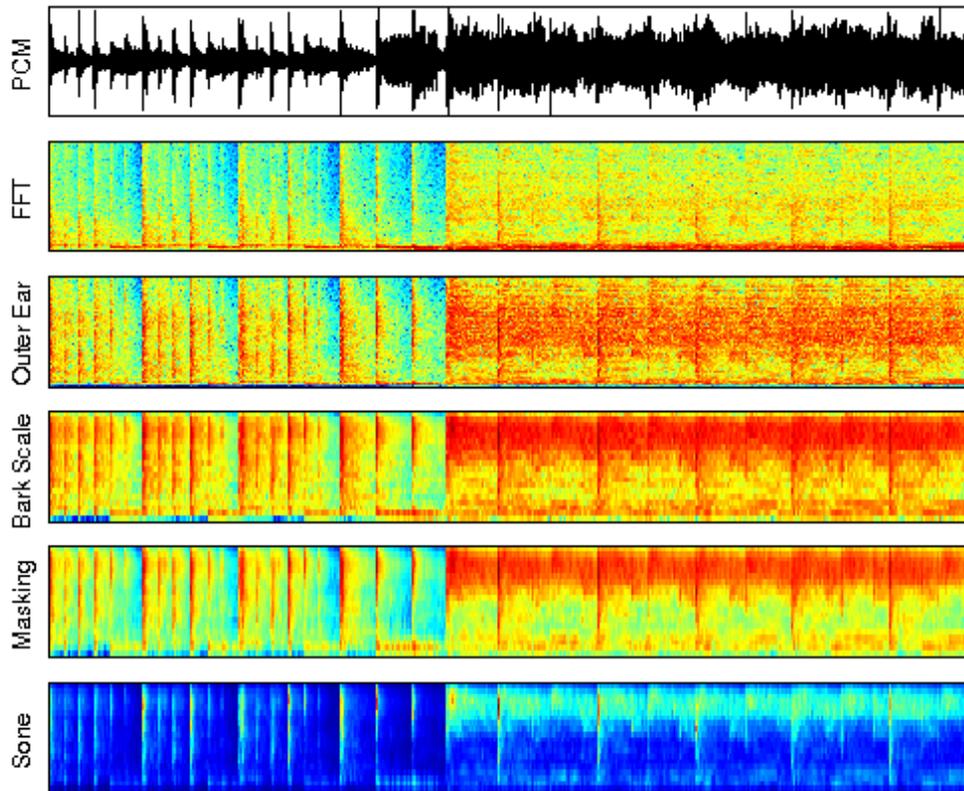


Figura 4.21: Preprocesado y representación en la escala de Bark de los 10 primeros segundos de la canción “2x4” de Metallica con la herramienta MA-Toolbox de Pampalk.

En la Fig. 5.18 se aprecia lo explicado antes con la Fig. 4.22 pero de forma más detallada. En este caso los primeros 6 segundos muestran diferentes zonas de grandes intensidad, debido a la irregularidad en las figuras que toca el batería al principio de la canción. Sin embargo en el segundo patrón, se presenta sólo una zona intensa, correspondiente a unos 1.9Hz, que son los 115bpm indicados anteriormente.

Prosiguiendo con el trabajo de Pampalk, Pohle en su tesis [5] desarrolla un nuevo *toolbox* que permite la extracción tanto de los descriptores del MA-Toolbox como de otros muchos comunes en la rama del MIR. En la Tabla 4.2 quedan recogidos todos ellos.

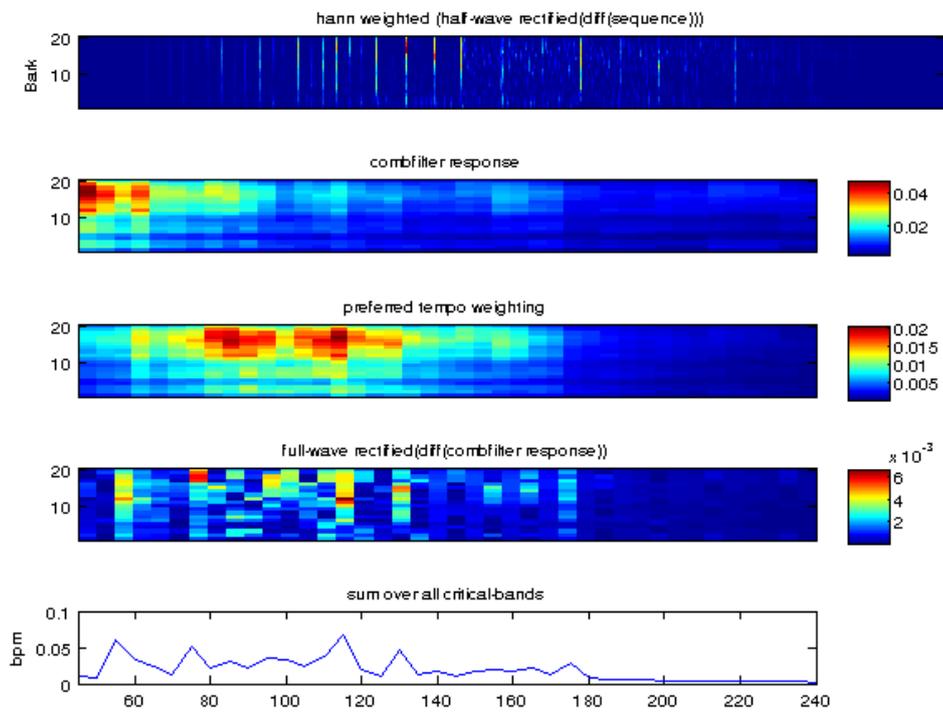


Figura 4.22: Representación del histograma de periodicidad de los 10 primeros segundos de la canción “2x4” de Metallica con la herramienta MA-Toolbox de Pampalk.

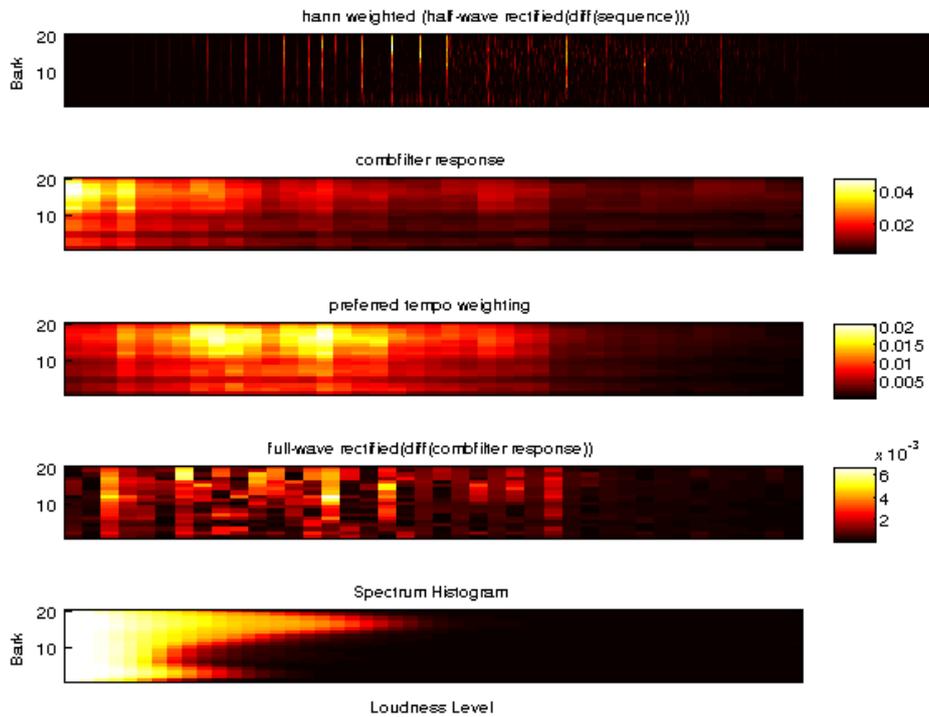


Figura 4.23: Representación del histograma espectral de los 10 primeros segundos de la canción “2x4” de Metallica con la herramienta MA-Toolbox de Pampalk.

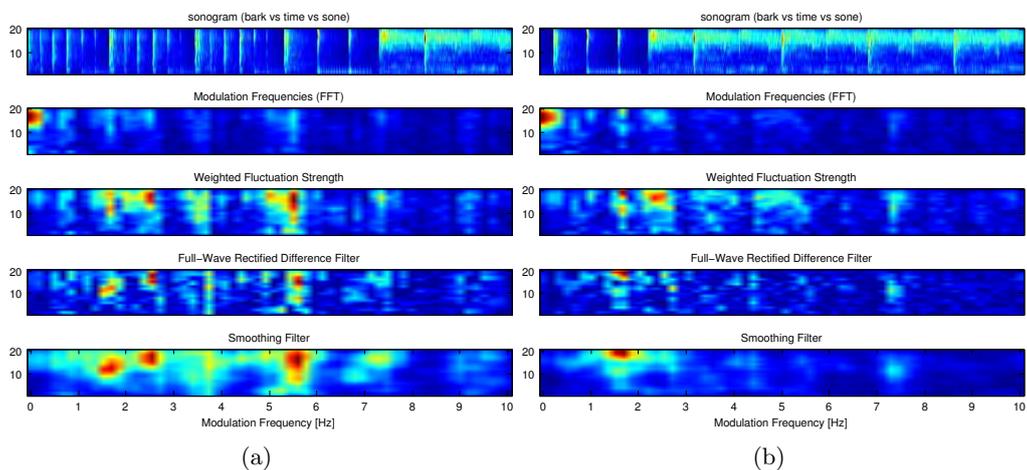


Figura 4.24: Patrones rítmicos de los 10 primeros segundos de la canción “2x4” de Metallica con la herramienta MA-Toolbox de Pampalk. La figura (a) representa los 6 primeros segundos. La figura (b) los 4 últimos.

Nombre
<i>Descriptores Simples</i>
Amplitud de la envolvente
Ancho de banda
Ratio de energía entre bandas
Ratio de baja energía
RMS
Flujo espectral
Potencia espectral
Rolloff espectral
Momentos estadísticos
ZCR
<i>MPEG-7</i>
Mpeg-7 Frecuencias fundamentales
Mpeg-7 Ratios armónicos
Mpeg-7 Límites superiores de la armonicidad
Mpeg-7 Potencia del audio
Mpeg-7 Centroide espectral
Mpeg-7 Ensanchado del espectro
<i>Descriptores rítmicos y melódicos</i>
Histograma del tono
Histograma temporal
Histograma de intervalos entre eventos
<i>Otros</i>
Descriptores del MA-Toolbox
Mpeg-7 Planicidad espectral
Descriptores temporales y melódicos del proyecto SIMAC

Tabla 4.2: Conjunto de descriptores extraíbles por el T-Toolbox de Pohle.

4.7.4. Shazam

Shazam es un servicio de reconocimiento de canciones que comenzó en el año 2000 bajo la marca Shazam Entertainment Ltd. Su objetivo es encontrar en una extensa base de datos musical (por aquel año almacenaban unos 2 millones de canciones, hoy en día

más de 11 millones) canciones mediante pequeños fragmentos de las mismas enviados por el usuario gracias a los dispositivos móviles [2]. Estos fragmentos estarían grabados con el mismo dispositivo móvil en cualquier lugar, por lo que el algoritmo ha de ser capaz de trabajar con un gran ruido ambiental, ecos y reverberaciones obteniendo el menor número de errores. Además la señal sufre codificaciones, compresiones y pérdidas en la red antes de llegar a los servidores de procesado y la búsqueda ha de ser muy rápida.

Aunque no se trata de un servicio que permita buscar similitud entre canciones, sino encontrar una canción concreta, es un gran ejemplo de cómo un algoritmo en principio muy sencillo puede funcionar tan bien en condiciones tan adversas. La idea principal es que se genera una huella digital de cada canción mediante la extracción de puntos significativos del espectrograma. Estos puntos o picos forman constelaciones robustas frente al ruido y se buscan de tal forma que cubran el espectro completo de la canción de la forma más homogénea posible así como que tengan la mayor amplitud para responder correctamente frente al ruido.

Una vez extraídos los picos, se forma la huella digital mediante la asociación de picos principales o de anclaje con una zona objetivo y, a su vez, con puntos relevantes en esa zona objetivo. Así, la huella digital de cada par de puntos tiene asociada la frecuencia del punto de anclaje, la del punto de apoyo y la diferencia temporal entre ambos puntos. Esta información se almacena en un entero de 32 bits y se combina con otro entero de 32 bits que representa el tiempo de ese punto de anclaje dentro de la canción. Este último dato no forma parte de la huella digital sino que es información útil que puede ser usada una vez se haya reconocido la canción. La generación de huellas digitales se lleva a cabo en toda la base de datos para todas las canciones, conllevando esta agrupación en pares una gran aceleración en el proceso de búsqueda frente a la búsqueda uno a uno [2], [82].

Este procesado es llevado a cabo también en el fragmento usado en la búsqueda, obteniendo una huella digital que es analizada y comparada con las de la base de datos. Cada vez que existe una correspondencia, se generan pares de tiempos de offset, es decir, los tiempos relativos al comienzo de la canción en la base de datos y al comienzo del fragmento grabado. Si la correspondencia es correcta, la diferencia de tiempos relativa entre el comienzo de la canción y el comienzo del fragmento hasta los puntos relevantes será la misma. Esto se reduce a encontrar una serie de puntos que formen una misma diagonal en el espectrograma.

Para ver el funcionamiento del algoritmo, Dan Ellis, profesor de la Universidad de Columbia desarrolló en el 2009 un programa en código MATLAB denominado “*Robust Landmark-Based Audio Fingerprinting*” en el que desarrolla de forma muy aproximada el algoritmo de Shazam. Un ejemplo queda recogido en la Fig. 4.25 de nuevo para un extracto de los 10 primeros segundos de la canción “2x4” de Metallica, en los que el programa reconoce el fragmento de búsqueda como el comienzo de la canción. Se han considerado todas las canciones del disco “Load” como posibles candidatas, llegando a los resultados de la Tabla 4.3.

A día de hoy, Shazam es una empresa que cuenta con el respaldo de grandes socieda-

4.7. SISTEMAS DE BÚSQUEDA DE SIMILITUD

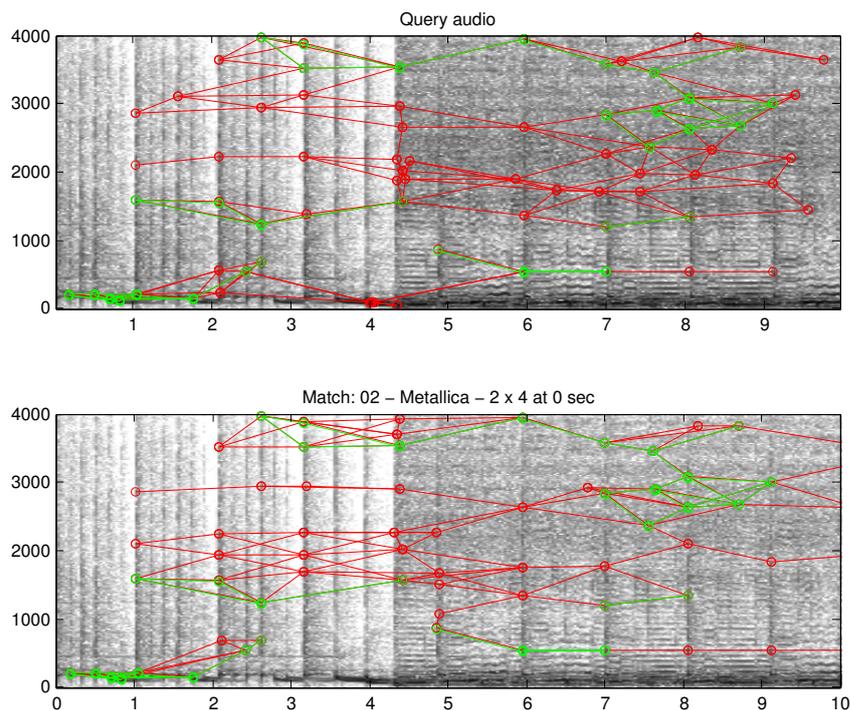


Figura 4.25: Comportamiento del algoritmo de Shazam de Dan Ellis en MATLAB.

Nombre	Correspondencias	Lugar de las correspondencias (en saltos de 32ms)
2x4	46	0
King Nothing	3	1602
Ain't My Bitch	2	4554
The House That Jack Built	2	3458
Until It Sleeps	2	297
Hero Of The Day	2	1999
Bleeding Me	2	5258
Cure	2	977
Poor Twisted Me	2	4791
Wasting My Hate	2	1385

Tabla 4.3: Resultados del algoritmo de Shazam de Dan Ellis en MATLAB.

des de capital y entidades de capital de riesgo como Kleiner Perkins Caufield & Byers, Institutional Venture Partners y DN Capital, es una de las 10 aplicaciones más instaladas del mercado Android y genera unos 300 millones de dólares derivados del contenido

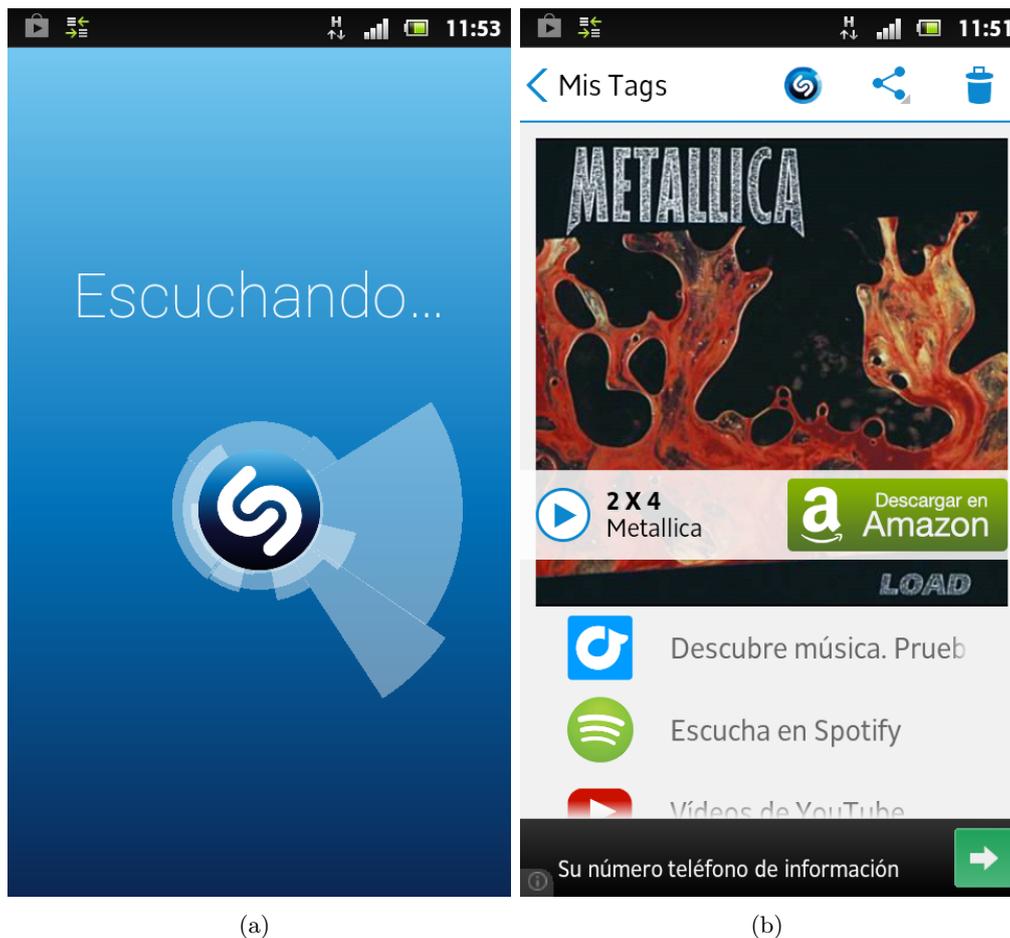


Figura 4.26: Interfaz de usuario del sistema Shazam de la versión 4.4.0.

multimedia al que está asociado⁷.

4.7.5. Spotify

Spotify es un servicio de reproducción de música en streaming bajo demanda, teniendo a día de hoy una base de datos musical de 20 millones de canciones con 24 millones de usuarios activos y 1 terabyte de datos generado por estos usuarios. Fundada por Daniel Ek y Martin Lorentzon en 2006 salió al mercado en 2008 y debido a su gran acogida ha llegado a un posicionamiento en el sector de la música tal que la empresa está valorada en cuatro mil millones de dólares.

Entre todas las características que componen el servicio global, Spotify no deja de

⁷www.shazam.com

4.7. SISTEMAS DE BÚSQUEDA DE SIMILITUD

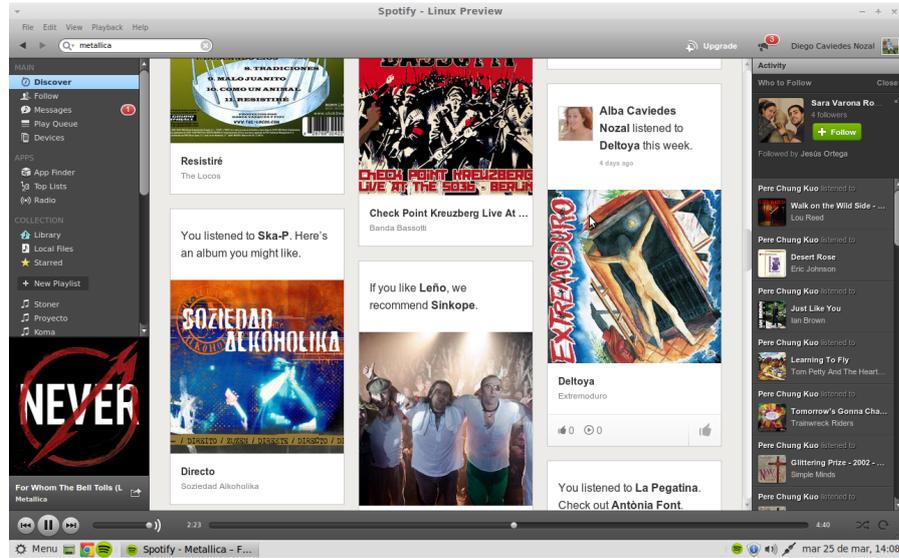


Figura 4.27: Interfaz de usuario del sistema Shazam de la versión 4.4.0.

ser una aplicación social, en la que la interacción entre los usuarios y el programa así como entre los propios usuarios es fundamental, por lo que un sistema de recomendación de canciones se torna realmente importante. Existen diferentes opciones para conseguir canciones relacionadas con una concreta o con un artista dentro de Spotify, ya sea a través del servicio de radio, mediante artistas relacionados al mismo o a través del nuevo servicio *Discover*.

Discover surge como un sistema de recomendación personalizada en el que se muestran resultados dependiendo de qué haya escuchado el usuario previamente, los artistas que se sigan y lo que escuchen los amigos del usuario, es decir, hace uso del llamado filtrado colaborativo. Según explica Bernhardsson en [83] se hace uso de la factorización matricial mediante diferentes métodos. Partiendo de la premisa de que no se lleva a cabo un procesamiento de la señal sino que la información reside en el comportamiento de los usuarios a la hora de consumir el producto, es decir, qué escuchan y cuántas veces, la empresa Amazon ya patentó un algoritmo basado en el cálculo de coeficientes de correlación. No se trata de un modelo de factorización matricial, pero sirve para ver un ejemplo sencillo de estimación de similitud.

Supongamos la matriz N que tiene por columnas los diferentes productos (en este caso, canciones) y en las filas los usuarios, correspondiéndose los valores de la matriz al número de veces que una canción ha sido reproducida por un usuario. Evidentemente, no todos los usuarios reproducen todas las canciones, por lo que existen ceros completando esas casillas.

$$N = \begin{pmatrix} 0 & 5 & 20 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 7 \\ 13 & 0 & 7 & 33 \\ 0 & 0 & 0 & 12 \\ 0 & 9 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 16 & 14 \end{pmatrix} \quad (4.110)$$

$$c_{ij} = \frac{\sum_u N_{ui} N_{uj}}{\sqrt{\sum_u N_{ui}^2} \sqrt{\sum_u N_{uj}^2}} \quad (4.111)$$

Donde u define a cada usuario e i y j los productos, en este caso, las canciones. El coeficiente de correlación c_{ij} , es el coeficiente de Pearson y es una de las bases del modelo de vecindad (Sec. 4.7.6). Hace referencia a la idea de que “*el usuario que reproduce esta canción también reproducirá esta otra*”. Sin embargo, el coste computacional es muy grande, por lo que se llega a la idea antes planteada de la factorización matricial que consiste en descomponer la matriz que contiene las probabilidades de que un usuario reproduzca una canción (es decir, de las preferencias del usuario sobre los productos) en dos vectores de igual dimensión uno relativo a las canciones y el otro a los usuarios.

$$\underbrace{\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}}_P \approx \underbrace{\begin{pmatrix} \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix}}_A \underbrace{\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}}_B \quad (4.112)$$

Así, las probabilidades quedan definidas de la siguiente manera siguiendo el Análisis Probabilístico Semántico de Hofmann [84].

$$\underbrace{\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}}_{P(u,i)=\sum_u P(u|z)P(i,z)} \approx \underbrace{\begin{pmatrix} \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix}}_{\sum_u P(u|z)} \underbrace{\begin{pmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}}_{P(i,z)} \quad (4.113)$$

4.7. SISTEMAS DE BÚSQUEDA DE SIMILITUD

Donde z la define Hofmann como una clase no observada, escondida o latente que se asocia a las observaciones y que se podrían interpretar como los factores que hacen que el resto de variables observadas varíen. La ecuación anterior se cumple si se cumplen las condiciones siguientes.

$$\sum_u P(u|z) = 1 \quad \sum_u P(i,z) = 1 \quad (4.114)$$

$$p_{ui} = a_u^T b_i \quad (4.115)$$

La Ec. 4.115 otorga una visión más simplista de la Ec. 4.114, aunque no es más que la expresión de un solo elemento de la matriz P , cuya probabilidad se extrae del producto de los elementos de A y B . Concretamente se puede considerar, por ejemplo, que el valor recuadrado en la matriz P viene del producto de los recuadrados en las otras matrices. Por último en la aplicación de este método se optimizan los resultados mediante la siguiente ecuación, maximizando la probabilidad de forma logarítmica.

$$\log \prod P(u,i)^{N_{ui}} = \sum_{u,i} N_{ui} \log P(u,i) = \sum_{u,i} N_{ui} \log \sum_u P(u|z)P(i,z) \quad (4.116)$$

$$\underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 5 & 20 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 7 \\ 13 & 0 & \boxed{7} & 33 \\ 0 & 0 & 0 & 12 \\ 0 & 9 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 16 & 14 \end{pmatrix}}_N = \log \underbrace{\begin{pmatrix} \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \boxed{\cdot} & \boxed{\cdot} \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix}}_A \underbrace{\left(\begin{array}{cccc} \cdot & \cdot & \boxed{\cdot} & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{array} \right)}_B \quad (4.117)$$

El modelo planteado por Hofmann explicado hasta el momento es usado como base por el equipo de Spotify para hacer sus recomendaciones aunque con un nuevo enfoque llamado *feedback* implícito [85]. En la mayoría de los sistemas de recomendación de filtrado colaborativo se hace uso del *feedback* explícito que colecciona información de los usuarios mediante al acción directa de los usuarios con el sistema a través de sistemas de puntuación. De esta forma, el usuario está diciendo si un producto (en este caso, una canción) le gusta o no. Sin embargo, en el *feedback* implícito el usuario no es consciente de dar información, sino que el sistema hace uso de los hábitos de los usuarios para almacenar información válida. Por ejemplo, el número de veces que un usuario reproduce una canción será el indicador de si esa canción le gusta y cuánto.

Para poder modelar el algoritmo de recomendación de la mejor manera posible, Hu et al. describen una serie de particularidades del *feedback* implícito para poder adecuar los algoritmos del *feedback* explícito a estas condiciones.

1. Que un usuario no consuma un producto no es indicador directo de que no le guste. Puede que no haya podido reproducir una canción por muchas razones desde el desconocimiento de su existencia hasta no haber estado disponible últimamente para reproducirla. En el *feedback* directo no existe este problema, puesto que los usuarios indican si algo les gusta o no les gusta, llamándose a los elementos que no tienen valoración “datos perdidos” omitiéndose del análisis. Esto no puede hacerse en el *feedback* implícito, por lo que todas las combinaciones producto-usuario han de tenerse en cuenta, aunque no haya existido interacción.
2. El *feedback* implícito es inherentemente ruidoso. Que un usuario reproduzca una canción no quiere decir necesariamente que este producto le guste, ya que puede estar escuchando una lista de reproducción ajena o haber dejado a otra persona usar el programa. También puede darse en el caso de comprar algún producto (algún disco o en el caso de otras plataformas, productos físicos) para después regalarlo.
3. El valor numérico en el *feedback* explícito indica preferencia, mientras que en el implícito se le denomina confianza. En el primer sistema se le permite al usuario indicar cuánto le gusta un producto. Sin embargo, en el sistema implícito puede que se reproduzca un artista muchas veces pero ninguna de las canciones es la preferida del usuario mientras otro artista no es tan escuchado aunque una de sus canciones sí es de sus preferidas.

En este caso, tomando la matriz N que indica el número de veces que un usuario ha reproducido una canción, hay que generar una nueva aproximación que defina el concepto de confianza que se ha introducido antes. En primer lugar la matriz P es una matriz binaria que recoge si ha habido interacción entre una canción y el usuario, es decir, la preferencia (Ec. 4.112). En caso afirmativo se indica con un 1 y en el contrario con un 0, quedando la matriz P asociada a N como sigue.

$$\underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}}_P \quad (4.118)$$

Pero se dijo anteriormente que el que no haya habido interacción no significa que no sea una canción de su preferencia y al igual sucede con las interacciones, por lo que hay que definir diferentes niveles de confianza. Por ello se define la matriz C compuesta por las variables c_{ui} que mide la confianza de observar uno de los componentes p_{ui} de la matriz P .

$$c_{ui} = 1 + \alpha n_{ui} \quad (4.119)$$

O lo que es lo mismo.

$$C = 1 + \alpha N \quad (4.120)$$

De esta forma se tiene una mínima confianza de que exista interacción canción-usuario aunque aún no la haya habido. Evidentemente, la confianza se incrementa con las preferencias del usuario, puesto que si ha habido interacción, mayor será la confianza.

El objetivo final es obtener los vectores relativos a usuario y canciones que forman las matrices A y B , siendo asumidas las preferencias como el producto de estos vectores (Ec. 4.115). La idea es similar a la factorización de Hofmann pero hay que tener en cuenta tanto los niveles de confianza variables como que todos los pares canción-usuario posibles tienen que ser considerados y no sólo las interacciones efectivas. Los valores de A y B , denominados factores en [84] son calculados mediante la Ec. 4.121.

$$\min_{a,b} \sum_{c,i} c_{ui} (p_{ui} - a_u^T b_i)^2 + \lambda \left(\sum_u \|a_u\|^2 + \sum_i \|b_i\|^2 \right) \quad (4.121)$$

El segundo sumando es necesario según Hu et al. para regular el modelo y evitar el sobreajuste. La optimización del algoritmo está detallada en [85] y una visión simplificada de la misma es ir fijando los factores del vector del usuario para calcular el de canciones y viceversa, repitiendo el proceso hasta llegar a una solución estable. Finalmente, la similitud entre diferentes canciones es calculada por el algoritmo propuesto por Bernhardsson mediante el coseno.

$$sim_{ij} = \frac{b_i^T b_j}{|b_i| |b_j|} \quad (4.122)$$

Como se ha podido ver este algoritmo no tiene en cuenta la naturaleza de los elementos sino cómo se interactúa con ellos. No existe un procesamiento de la señal puesto que teniendo información suficientemente valiosa en la actitud de los usuarios no es necesario entrar en el detalle del producto, solventando así el problema de cómo interpreta un usuario una canción u otra. La subjetividad del oyente está implícitamente almacenada en la interacción con el sistema.

La idea planteada por Bernhardsson tiene muchos puntos de aplicación para la recomendación dentro de la aplicación Spotify: recomendación personalizada, servicio de radio, canciones similares a las escuchadas e incluso recomendación de conciertos.

4.7.6. Genius

Genius es una herramienta de la aplicación iTunes de Apple. Lanzada en 2008, permite elaborar listas automáticas de reproducción partiendo de una canción elegida, ofreciendo listas de 25, 50, 75 ó 100 resultados. Ciertamente de esta herramienta siempre ha habido gran desconocimiento en lo tocante a cómo funciona y a parte de conjeturas, no se sabía de manera clara si hacía uso de filtrado colaborativo, análisis de las canciones a nivel de la señal, un conjunto de todo o alguna nueva perla del gigante de Cupertino. Sin embargo, en el año 2010 y como resultado de una pregunta en el sitio web Quora⁸ de qué algoritmo usa Genius para ofrecer sus resultados, un ingeniero del equipo de desarrollo de Genius, Erik Goldman dio varias pinceladas de lo que realmente hace el programa, sin salirse por supuesto del secretismo que caracteriza a Apple con sus productos.

La noticia pronto llegó a oídos de la revista *MIT Technology Review*, con origen en el propio Instituto Tecnológico de Massachusetts, la universidad por excelencia del ámbito tecnológico. En ella se publicaron tanto las declaraciones del propio Erik como la explicación a éstas⁹. Así, Erik deja entrever que Genius hace uso de algoritmos similares a los que usa Netflix¹⁰ y que fueron desarrollados también por Koren y Volinsky, los mismos que desarrollaron el modelo en el que se basa la recomendación de Spotify [85]. Concretamente, el algoritmo es el que aparece en [86]¹¹ y presenta ideas muy similares a los planteados en [85]. Si bien en este caso Netflix tiene en el *feedback* explícito una gran baza, consideran más importante saber qué películas han sido evaluadas que saber cuál es la valoración concreta. Por otro lado, los parámetros que definen los datos de comportamiento no son estáticos y cambian con el tiempo (como cambian los gustos de los consumidores) y que no todas las características disponibles de los productos que forman la base de datos son útiles a la hora de formar el algoritmo.

De todos modos, la conclusión es similar que con el algoritmo presentado en la Sec.4.7.5, haciendo uso de la factorización matricial como punto pivotante del modelo de recomendación. Más concretamente, el algoritmo propuesto es una mezcla de modelos de factorización, modelos de vecindad y modelos integrados. Los modelos de factorización ya quedan reflejados en la Sec.4.7.5, siendo los de vecindad los que son explicados en esta sección.

De los modelos de vecindad se pueden destacar dos grandes variantes: modelos orientados al usuario y modelos orientados al objeto. Los modelos orientados al usuario estiman las votaciones no realizadas por un usuario sobre un objeto o producto mediante las votaciones ya realizadas por otros usuarios sobre el mismo producto. Los modelos orientados al objeto estiman la puntuación de los productos no votados por el usuario mediante las votaciones de ese usuario a productos similares. Todos estos modelos se

⁸www.quora.com

⁹<http://www.technologyreview.com/view/419198/how-itunes-genius-really-works/>

¹⁰www.netflix.com

¹¹Gracias a este algoritmo, Bell, Koren y Volinsky ganaron el *Netflix Prize* de 2008, una competición abierta que premiaba con 1 millón de dolares al mejor algoritmo de filtrado colaborativo.

4.7. SISTEMAS DE BÚSQUEDA DE SIMILITUD

basan en la medida de similitud s_{ij} entre dos objetos i y j que a su vez está basada en el coeficiente de correlación de Pearson (Ec. 4.112).

$$s_{ij} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{t_{ij}}{t_{ij} + \lambda_2} c_{ij} \quad (4.123)$$

Como se puede ver, este valor viene del modelo orientado a usuarios, puesto que t_{ij} denota el número de usuarios que han votado los elementos i y j . A partir de aquí la idea es predecir r_{ui} que es la posible valoración que daría un usuario u sobre un objetos aún no observado i . Para ello se identifican los k vecinos a i más similares ya observados por u (todos los r_{ui} conocidos se encuentran en K), definiendo este valor como $S^k(i; u)$ y quedando r_{ui} como la media ponderada que aparece en la Ec. 4.124.

$$\hat{r}_{ui} = b_{ui} + \frac{\sum_{j \in S^k(i; u)} s_{ij} (r_{uj} - b_{uj})}{\sum_{j \in S^k(i; u)} s_{ij}} \quad (4.124)$$

Donde b_{ui} es el punto de referencia o partida antes de que surjan cambios en los datos. Suponiendo que μ es la media de todas las votaciones, b_u es la desviación de las votaciones del usuario u sobre esa media y b_i es la desviación de las votaciones que recibe el objeto i sobre la media, el punto de referencia inicial será.

$$b_{ui} = \mu + b_u + b_i \quad (4.125)$$

La estimación de los valores relativos a la desviación se puede llevar a cabo mediante el siguiente problema de mínimos cuadrados.

$$\min_{b_u, b_i} \sum_{(u, i) \in K} (r_{ui} - \mu - b_u - b_i)^2 + \lambda_1 \left(\sum_u b_u^2 + \sum_i b_i^2 \right) \quad (4.126)$$

Este modelo básico de vecindad tuvo gran popularidad debido a su implementación sencilla e intuitiva, pero Koren vio ciertas desventajas que debían ser solventadas [87].

- Estos métodos no están justificados por ningún modelo formal.
- Se aíslan las relaciones entre dos elementos sin tener en cuenta la relación global entre todos los elementos vecinos.
- Se fuerza al método a considerar relaciones que incluso no existen, puesto que no se ha llevado a cabo ninguna valoración.
- Estos modelos presentan buen comportamiento con el *feedback* explícito, pero no tanto con el implícito [85].

Todo esto hace que se plantee un nuevo modelo de vecindad con un esquema global eficiente, más preciso e integrar el *feedback* implícito. La globalidad se consigue con el cambio de los pesos relativos a un usuario por los pesos globales independientes de los usuarios w_{ij} . Además ahora la suma engloba a todos los elementos votados por u , $R(u)$ y no sólo los similares, quedando una ecuación de partida como la presente en Ec. 4.127.

$$\hat{r}_{ui} = b_{ui} + \sum_{j \in R(u)} (r_{uj} - b_{uj})w_{ij} \quad (4.127)$$

La mejora de este modelo de la Ec. 4.127 se hace en primer lugar, mediante la incorporación del *feedback* implícito con el sumando de los coeficientes de Pearson en los que el usuario ha otorgado preferencia implícita $\sum_{j \in N(u)} c_{ij}$. Por otro lado se tiene en cuenta que existe una diferencia muy grande en la desviación entre los usuarios que interaccionan en gran medida con el sistema tanto implícita como explícitamente y los que no. Por ello es necesario una ponderación de los sumandos con los conjuntos de elementos similares a i explícita e implícitamente valorados, que son $R^k(i; u)$ y $N^k(i; u)$ respectivamente. Con todo esto se llega a una regla de predicción final como indica la Ec. 4.128.

$$\hat{r}_{ui} = b_{ui} + |R^k(i; u)| \sum_{j \in R^k(i; u)} (r_{uj} - b_{uj})w_{ij} + |N^k(i; u)| \sum_{j \in N^k(i; u)} c_{ij} \quad (4.128)$$

Como se ha dicho anteriormente, Genius, según Erik Goldman, hace uso de una combinación de algoritmos similares a los de Netflix pero no exactamente cuáles. Pero de lo explicado en la Sec. 4.7.5 y en esta misma sección subyace una idea clara: la información que proporcionan los usuarios mediante el simple uso del sistema cobra gran relevancia frente a la obtenida explícitamente e incluso no se hace alusión en ningún momento al uso del procesado de la señal para el análisis del audio. Esto último es totalmente comprensible en un inicio si se piensa en la cantidad de información suficientemente valiosa que se consigue con el seguimiento del comportamiento del usuario.

4.7.7. Google Music

Google Music es una aplicación online lanzada por la empresa Google en el año 2011 que permite al usuario subir su colección musical para escucharla en streaming en cualquier lugar, así como acceder a la tienda virtual Play Store. Dentro de todos los servicios que ofrece cuenta con el llamado Mix Instantáneo (*Instant Mix*), el cual genera una lista de reproducción automática a partir de una canción escogida, similar a la solución de Genius. Sin embargo la idea que planteó desde un inicio el equipo de Google Research para el funcionamiento del Mix Instantáneo parte de premisas muy

4.7. SISTEMAS DE BÚSQUEDA DE SIMILITUD

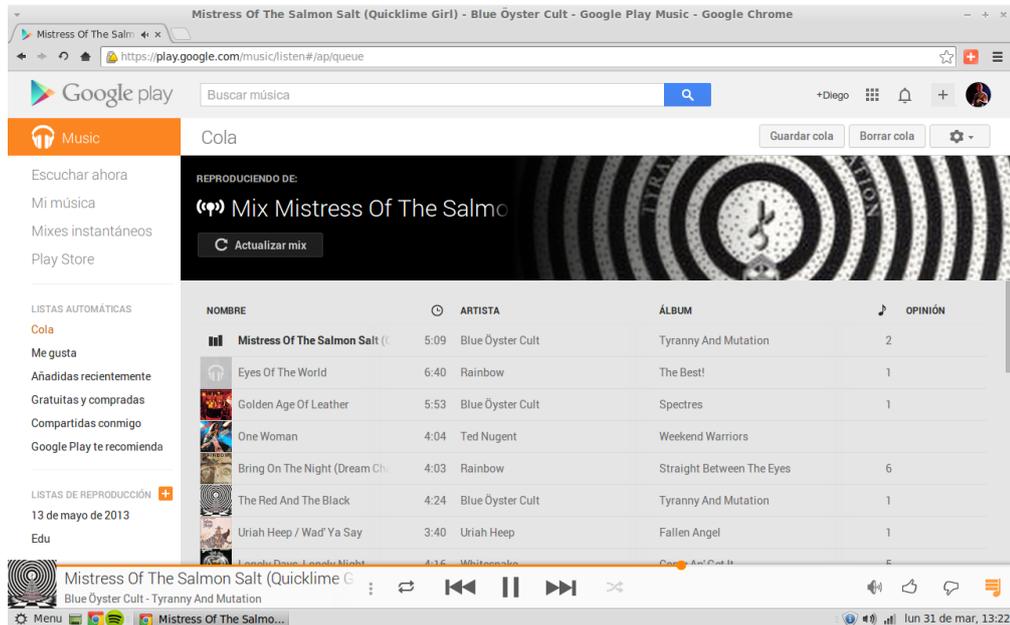


Figura 4.28: Interfaz de la herramienta Mix Instantáneo de Google Music. Muestra los primeros resultados introduciendo como canción de búsqueda la canción “*Mistress Of The Salmon Salt (Quicklime Girl)*” de Blue Öyster Cult.

diferentes a las planteadas en Genius y Spotify. Como expone Douglas Eck, miembro del equipo de desarrollo del programa, en el blog de Google Research¹², el Mix Instantáneo hace uso de algoritmos de lo que denominan *machine hearing* o escucha automática para la extracción de características de las canciones que junto con algoritmos de aprendizaje automático relacionan estas características con el conocimiento que ya se tiene de artistas y canciones que se relacionan bien entre sí.

Mientras que la escucha automática sí que queda explicada con diferentes documentos de investigación, ese conocimiento de qué canciones van bien juntas no lo desvelan, aunque muy posiblemente sea mediante aprendizaje similar al utilizado por Apple y Spotify en sus respectivas aplicaciones.

Como se ha dicho, el funcionamiento de la escucha automática viene definido en [88] y principalmente es la adecuación de sistemas usados en el campo de la imagen por parte de Google que presentaban buenos resultados. El objetivo del sistema de escucha automática es conseguir una relación lo más natural posible entre términos de búsqueda textuales y características del audio abstractas, intentando para ello crear un modelo que consiga “escuchar como un ser humano”. El sistema se estructura en 4 módulos principales: El analizador periférico, uno o más generadores de la imagen auditiva, un módulo de extracción de características y un clasificador entrenable. En la Fig. 4.29 se presenta el diagrama de bloques del sistema.

¹²www.googleresearch.blogspot.com.es/2011/06/instant-mix-for-music-beta-by-google.html

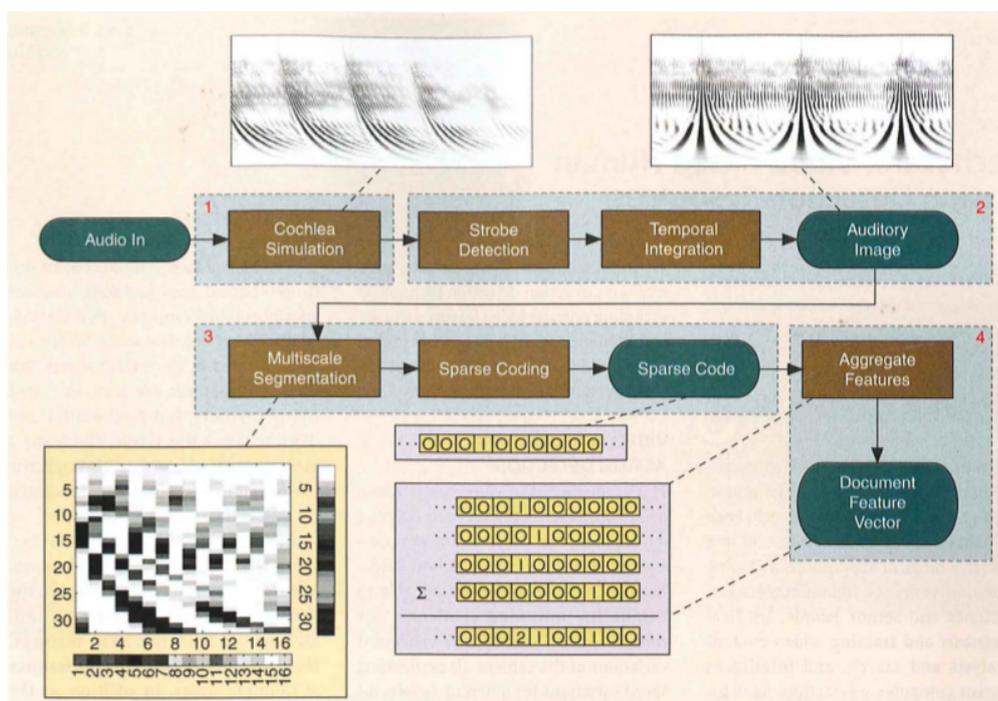


Figura 4.29: Sistema propuesto por Google para la “escucha automática” extraído de [88].
 1- Simulación de la cóclea. 2- Creación de la imagen auditiva estabilizada. 3- Codificación de población¹³ mediante cuantificación vectorial. 4- Agregación en una “bolsa de características”.

4.7.7.1. Primer Sistema de la Máquina de Escucha de Google

Para crear la primera aproximación al Mix Instantáneo se usa como base un sistema propuesto por Grangier y Bengio en [89] para la búsqueda de similitud en bases de datos de imágenes a través de búsqueda por entradas de texto. En el año 2009 el propio Bengio con otro grupo de investigadores desarrolla la aplicación de este modelo para bases de datos de audio [90] que busca representar la información de cada archivo de audio mediante códigos *sparse* o códigos de población.

En primer lugar se extrae la imagen auditiva estabilizada (IAE, Sec. 4.7.7.3), que es dividida en rectángulos solapados de diferentes dimensiones para capturar información en múltiples escalas. Se varía el tamaño horizontal y vertical de los rectángulos de forma independiente, así como su posición. Cada caja o rectángulo es después redimensionada para que todas tengan el mismo tamaño.

Tras esto se representa cada vector referente a cada caja mediante códigos *sparse*

¹³La codificación de población se trata de un método en que un estímulo queda representado mediante la activación de un conjunto determinado de neuronas de una forma particular. En este caso se usa la codificación vectorial en el que la activación de un campo del *codebook* sería como la activación de una neurona.

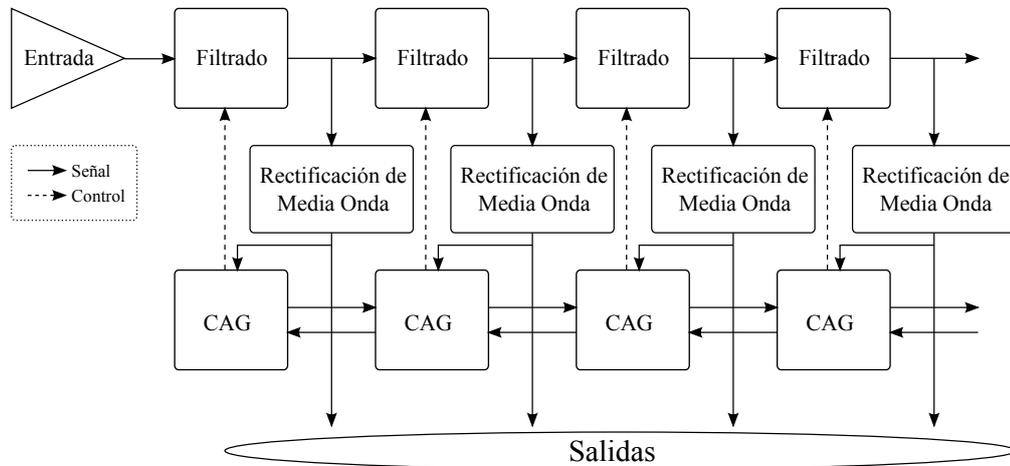


Figura 4.30: Modelo del analizador periférico de Google. La cascada de filtros proporciona ganancia de pico variable, cuya respuesta está controlada por la red de realimentación CAG. Esta red CAG se corresponde con la actividad de los estereocilios

haciendo uso de la cuantificación vectorial. Cada caja queda definida por el vector dentro de un *codebook* o libro de códigos más próximo según la distancia euclídea y se almacena finalmente un vector de tamaño igual al de número de entrada del *codebook* y con un 1 en la posición del vector definido como más próximo. Si por ejemplo tenemos una caja que tiene como vector más próximo el tercero, y tenemos 10 vectores en total, quedará definida por [0010000000].

Como una canción está definida por múltiples IAE, la representación final se consigue mediante la suma de los diferentes códigos que definen cada caja. En la Fig. 4.29 se correspondería con el primer bloque del último paso.

4.7.7.2. Analizador periférico.

El analizador periférico es un modelo del comportamiento de la cóclea que se implementa mediante una estructura de filtros en cascada como la presente en la Fig. 4.30. Este modelo se adecúa lo suficientemente bien a las características más relevantes del funcionamiento de la cóclea y de la distribución que sufren las ondas que viajan por la membrana basilar. Es un esquema computacionalmente sencillo y eficiente, incluso reproduciendo el comportamiento no lineal del órgano de Corti mediante el control realimentado con bloques CAG (Control Automático de Ganancia).

4.7.7.3. Imagen auditiva estabilizada.

La imagen auditiva estabilizada es un modelo de representación, desarrollado por Patterson et al. en [91], de lo que se denominó en la Sec. 3.2.1 la formación del *Gestalten*

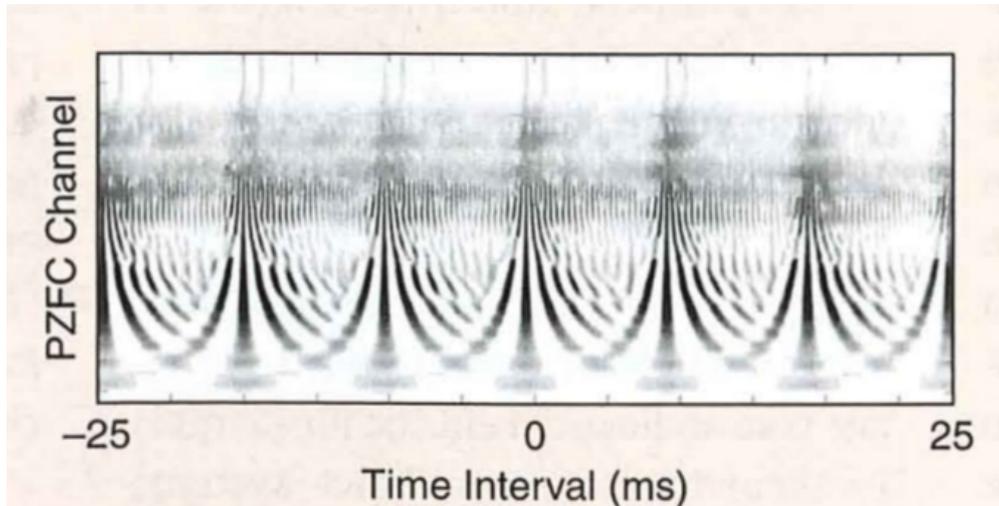


Figura 4.31: Ejemplo de una trama de imagen auditiva en respuesta a un sonido de voz. PZFC hace referencia al banco de filtros de la Fig. 4.30 (*Pole-Zero Filter Cascade*).

auditivo. Trata de reconstruir lo más fielmente posible la percepción dual del tono tanto temporal como frecuencial que se explica en dicha sección mediante integración temporal sensible a la periodicidad (su periodo de integración se acaba enganchando al periodo del sonido), convirtiendo la información residente en el nervio auditivo en una imagen auditiva similar a la que se proyecta en el cerebro.

El problema de este esquema reside en cómo modelar la integración temporal para formar una imagen estable sin perder información temporal de gran resolución en cada ciclo de integración. Para conseguirlo se lleva a cabo dicha integración mediante un banco de unidades de integración temporal (una unidad por cada canal del esquema de actividad neuronal de Patterson) que monitorizan la actividad neuronal para encontrar pulsos. Si se produce uno, se dispara la integración temporal, dibujando en la imagen auditiva el estímulo recibido. El equipo de Google Research lleva a cabo esta labor gracias al esquema de la Fig. 4.30 considerando cada una de las salidas como los impulsos que quedan reflejados en la imagen auditiva. En la Fig. 4.31 extraída de [88] se observa dicha representación.

4.7.7.4. Similitud y otros propósitos.

El servicio Google Music para recomendación y clasificación automática reúne una serie de procesos que juntos proporcionan un gran rendimiento [92].

1. *Predicción del artista.* Dada una canción que no haya servido como entrenamiento del sistema, proporciona una lista clasificada de posibles artistas que la hayan interpretado.

2. *Predicción de una canción.* Dado el nombre de un artista devuelve una lista clasificada de canciones que hayan podido ser interpretadas por él.
3. *Similitud de artistas.* Dado el nombre de un artista devuelve una lista clasificada de artistas similares.
4. *Similitud de canciones.* Dada una canción que no haya servido como entrenamiento del sistema, devuelve una lista clasificada de canciones similares.
5. *Predicción de etiquetas.* Dada una canción que no haya servido como entrenamiento del sistema, devuelve una lista clasificada de etiquetas que puedan ajustarse a la misma.

Principalmente, el equipo de Google Research busca definir un espacio común a todas estas características musicales para poder combinarlas entre sí, representando canciones, artistas y etiquetas como vectores coordinados dentro de una misma dimensión d . En este trabajo incumbe el cálculo de la similitud entre canciones por lo que, para una canción cuyas características se encuentran en s' , la siguiente función mapea dicho vector de características en un vector d -dimensional, usando una transformación lineal V .

$$\Phi_{cancin}(s') : \mathbb{R}^{|S|} \rightarrow \mathbb{R}^d = V s' \quad (4.129)$$

Donde la matriz $d \times |S|$ de parámetros de canciones es aprendida durante la fase de entrenamiento del algoritmo. Finalmente, siendo un procedimiento paralelo para cualquiera de las características que se explican al comienzo de la sección, se emplea una función de clasificación para mostrar los resultados por orden de relevancia.

$$f_i^{CS}(s'') = \Phi_{cancin}(s')^T \Phi_{cancin}(s'') = (V s')^T (V s'') \quad (4.130)$$

Donde CS hace referencia a *Canción Similar* y $f_i(x)$ es una función que devuelve el mayor valor para el resultado más próximo.

4.7.8. Pandora

Pandora es un servicio de reproducción en *streaming* y de recomendación automática de música fruto del llamado *Music Genome Project*. Este proyecto trata de extraer de cada canción un mapa de “ADN musical” quedando esta definida por 400 características o genes. Estos genes definen tanto características de bajo nivel relacionadas con el timbre, el tono, la armonía o el ritmo, como de alto nivel relacionadas con la instrumentación, el artista o el año.

Para definir la clasificación de su base de datos, Pandora tiene contratados una serie de musicólogos especialistas que dedican su tiempo a escuchar cada canción que entra el

sistema, etiquetándolas con cerca de 400 atributos musicales. Esto es un proceso tedioso pero muy elaborado, puesto que los analistas son expertos músicos que analizan cada canción durante 20 ó 30 minutos. Evidentemente esto hace que Pandora sea un servicio muy poco escalable pero sí fiable. Además, no tratan de crear un servicio que compita con los que se explican en la sección, sino que busca un sistema diferenciado, usando como bandera la calidad en lugar de la cantidad. quedan

4.7.9. *The Echo Nest*

Fundada por Tristan Jehan y Brian Whitman en el año 2005, *The Echo Nest* es uno de los proyectos más ambiciosos en el sector musical de los últimos años. Se trata de una plataforma que potencia el entendimiento del contenido musical así como la interacción con el mismo de servicios tan importantes como Spotify, Rdio y VEVO, revistas musicales como MTV, eMusic o BBC y sellos discográficos como Sony o EMI.

A día su espectro de acción cubre más de 35 millones de canciones y 2.5 millones de artistas, haciendo uso de una combinación de filtrado colaborativo customizado con análisis acústico de las canciones.

El filtrado colaborativo customizado hace referencia a que hacen uso de los datos más allá de la interacción con el sistema, es decir, que hacen uso de un filtrado colaborativo global. Blogs musicales, catálogos de compañías productoras y discográficas e información de perfiles de redes sociales son algunos ejemplos de fuentes de metadatos que la plataforma recolecta para después proporcionar servicios de recomendación, entendimiento o identificación. Prefieren hacer uso de estos datos puesto que la información recogida mediante el rastreo del comportamiento del usuario es insuficiente para ellos, puesto que no sólo hay que tener en cuenta el cómo, sino también el cuándo. Saber por qué un usuario ha saltado una canción es posible mediante información residente en sus redes sociales. O que a dos personas les gusten los mismos temas no tiene porque ser por la misma razón.

También se hace uso del análisis semántico de la red, identificando términos que se relacionan con artistas o estilos. En este caso surgen problemas como la ambigüedad, debido a la existencia de bandas con el mismo nombre y cuya referencia sólo sea entendida en función del contexto.

Un ejemplo bastante claro del trabajo de *The Echo Nest* es el llamado *Every Noise at Once*¹⁴, que plantea un mapa de géneros musicales por proximidad, permitiendo la navegación hacia artistas dentro de cada género.

En el año 2011 el equipo de *The Echo Nest* hizo algo que otras iniciativas privadas no, y es el acercamiento al sector científico del MIR mediante la publicación de su trabajo ‘The Million Song Dataset’ [93]. En él se detalla la experimentación dentro del

¹⁴www.everynoise.com

4.7. SISTEMAS DE BÚSQUEDA DE SIMILITUD

sector académico con la mayor base de datos musical hasta la fecha, llevando a cabo pruebas para etiquetado automático, reconocimiento de artista y recomendación entre otros objetivos. Para ello hacen uso de características presentes en el propio sistema *The Echo Nest* y que algunas de ellas están recogidas a continuación:

- Familiaridad del artista: Valor numérico entre 0 y 1 de cómo de familiar es el artista para el mundo.
- ID del artista.
- Localización del artista: Información sobre el lugar de origen.
- Hotttnesss: Valor número del 0 al 1 de cómo de trascendente es el artista o la canción a día de hoy.
- Clave y modo.
- Bailabilidad.

Existen muchas otras características que quedan recogidas en [93].

5

Propuesta de un Nuevo Algoritmo.

UNA vez entendido el problema que rodea a la búsqueda de similitud musical, así como presentadas algunas de las soluciones desarrolladas tanto en el sector académico como privado, es momento de proponer un nuevo algoritmo que, aunque modesto, busca un nuevo enfoque tanto en la búsqueda como en el fin. La idea es en un inicio conseguir un algoritmo que permita la búsqueda automática de canciones similares a una introducida como patrón. Para ello se parte de la idea de no usar modelos de entrenamiento complejos sino uno muy sencillo: la descomposición en pseudoárbol.

Se le llama en este trabajo descomposición en pseudoárbol porque un algoritmo en árbol busca descomponer en diferentes grupos un conjunto de datos, mediante etapas en las que se le aplican una serie de condiciones (Fig. 5.1). Su morfología está compuesta por dos elementos fundamentales: el nodo y la rama. Los nodos son los puntos sobre los que se le aplican las condiciones y que pueden definir nuevos nodos o hijos si la condición que se aplique en esa etapa provoca división. Por ejemplo, si se tienen los números 2, 4, 5, y 6 en el inicio del algoritmo y se propone una primera condición que sea “el número es mayor o igual que 3”. Evidentemente se crearán dos grupos, uno con el número 2 y otro con el resto. Si la siguiente condición es “el número es mayor o igual que 4” ambos grupos quedarían inalterados.

Sin embargo, este tipo de descomposición parece muy apropiada para descomponer en grupos bien definidos desde un principio, como pueden ser el género o la instrumentación. Para la búsqueda de similitud, la descomposición se define entre sólo dos grupos: similares o no. Por ello, la descomposición en cada etapa siempre definirá dos grupos, aquéllos que cumplen y aquéllos que no.

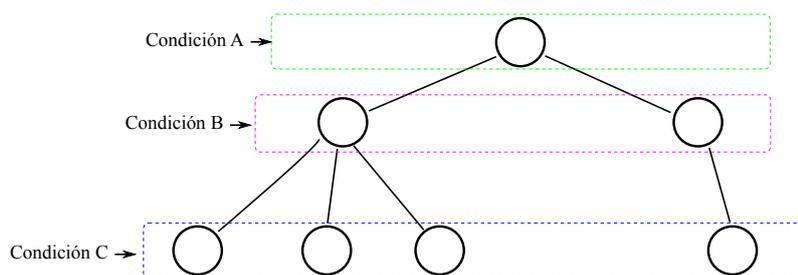


Figura 5.1: Esquema de descomposición en árbol.

Otra forma de verlo es como una cadena de filtros, en los que cada etapa o condición es un filtro que deja pasar un conjunto de frecuencias. Mediante el entrenamiento se determina qué peso se le da a cada etapa, dependiendo de los resultados que puedan surgir y los que realmente se quieran. Para ello, en primer lugar se eligen una serie de características que engloban la mayor cantidad de información de la canción mediante descriptores sencillos. Estas características son posteriormente extraídas de una base de datos o colección musical de entrenamiento, quedando definidas las canciones por dichos descriptores. Por último el algoritmo queda definido habiendo acordado los pesos de cada etapa según los resultados obtenidos.

5.1. Elección de Características y Descriptores

Como se ha dicho en la introducción de este capítulo, las características que se extraen de las canciones han de definir la mayor cantidad de información de la forma más sencilla. La primera condición se basa en que el entendimiento e interpretación de una obra musical por parte del ser humano consta de muchas etapas que engloban aspectos rítmicos y armónicos (Sec. 3.2). La segunda condición incide en que las dimensiones de las bases de datos musicales actuales son tan grandes y el acceso al contenido ha de ser tan inmediato que hay que intentar aligerar los distintos descriptores lo más posible intentando que mantengan la entropía.

Todas las características son elegidas de entre las disponibles en el estado del arte presentado en capítulos anteriores, aunque sean definidas en últimas instancias por descriptores personalizados una vez visto su comportamiento.

En primer lugar se escogen una serie de descriptores que describen el timbre de la señal de audio y que son recogidos y usados por gran parte de los autores citados en este trabajo [4], [5], [35]-[37], [39], [51] y [65]. Suelen ser características con menor peso en los algoritmos, pero que dan un toque diferencial a los modelos.

- Roll-Off: Se trata de un descriptor textural, relacionado con el timbre y el ancho de banda.

- **Centroide Espectral:** En este caso se busca definir algo más la información timbral mediante matices de brillo (señales con mayor energía en frecuencias altas se perciben como más brillantes) y nitidez. Además está relacionado con el sentimiento [37].
- **Zero Crossing Rate:** También hace referencia al timbre y a la nitidez del mismo (es una medida rudimentaria para saber si una señal tiene componentes frecuenciales altas), dando una idea de cómo de ruidosa es una señal.
- **RMS:** A pesar de que este descriptor no define el timbre, se trata de una medida fundamental, concretamente de la intensidad de la señal.

Con estos descriptores se tendría cubierta parte de la Fig. 4.1, concretamente un sector del cuadrante inferior izquierdo. Sin embargo, estos descriptores suelen “aderezar” los algoritmos, dejando el grueso a otras características que si bien quedan definidas también por los diferentes autores como timbrales, quedan mejor recogidas en el campo de la forma espectral. Éstas son 3.

- **MFCC:** Posiblemente sea el descriptor más utilizado en el campo de la clasificación y la comparación. Es una representación compacta de la señal que además consigue modelar el comportamiento del oído humano y más concretamente, de la cóclea, mediante la aplicación de una escala no lineal como es la escala de Mel. También se utiliza en gran parte de los trabajos, destinados en su mayor parte a la clasificación por género como son [3]-[5], [35], [39], [51] y [90] entre otros.
- **NASE:** Se puede comparar con MFCC aunque tiene también bastante relación con la intensidad de la señal. Este descriptor definido por *MPEG-7* tiene como principal valedor el estudio llevado por Lee et al. en [39], en el que combinando MFCC con NASE y OSC consiguen una precisión en la clasificación por género del 90.6 %.
- **DWCH:** Este descriptor puede complementar de forma adecuada a los dos anteriores puesto que mantiene información temporal en el análisis. Además, su computación es muy rápida lo que ayuda a conformar un algoritmo liviano. En [36] se muestran tasas de mejora de hasta 5 puntos entre emplear sólo DWCH y combinaciones de MFCC con características básicas.

Aunque parece que con estos descriptores podría ser suficiente puesto que existen autores que han obtenidos buenos resultados sólo con algunas de estas características [3], [36] y [39], eso ha sido gracias al estudio en profundidad de pocas características, con sistemas de entrenamiento complejos. Sin embargo, en este trabajo se parte de la idea de que pueden obtenerse resultados aceptables mediante la recolección de más descriptores sencillos derivados de éstos pero que conlleven una definición más completa de la canción. Y dejar fuera o incluir en el estudio valores relativos bien al ritmo o bien a

la tonalidad puede ser determinante en los resultados. Por ello se incluye la extracción de los siguientes descriptores para cubrir, al menos y hasta cierto nivel, los cuadrantes derechos de la Fig. 4.1.

- **Flujo Espectral:** El flujo espectral procura una medida de la sensación de brusquedad o cambio que tiene una canción. Si su valor es bajo significa que el cambio espectral es pequeño y, por lo tanto, que la canción presenta continuidad.
- **Onsets:** Los *onsets* o eventos son indicadores de que ha habido un cambio en la canción. Guardan gran relación con el flujo espectral como ya se explicó en la Sec. 4.4.1.
- **Tempo:** El tempo, medido en bpm, permite conformar una idea de cómo de rápida o lenta es una canción. En definitiva, es una característica del ritmo.
- **Tono:** Esta característica es fundamental en el análisis musical puesto que es una propiedad inherente a la música. La tonalidad de una canción diferencia a esa señal de una de audio no armónica y además, es un buen indicador de similitud (es común que los artistas compongan alrededor de dos o tres tonalidades de forma general).

Tras esta elección se puede confeccionar una nueva figura similar a la Fig. 4.1 pero sustituyendo las diferentes características y descriptores elegidos.

Existe una pequeña particularidad en la ubicación de los eventos y es que también se consideran en este trabajo con tintes rítmicos, por lo que se han colocado en el límite de los dos cuadrantes.

5.2. Colección Musical

Uno de los mayores problemas que surgen en el estudio del MIR es conseguir una base de datos musical lo suficientemente buena. Y buena quiere decir lo más grande y heterogénea posible. Tener una colección con muchas canciones pero todas similares generará un algoritmo sesgado, que funcionará bien para cierto tipo o estilo, mientras que si se tienen muy diferentes pero poca cantidad, es posible que esas canciones no sean las más representativas de cada tipo, estilo, género o sea cual sea el propósito del algoritmo.

Existen dos formas de hacerse con una colección: mediante la recolección propia o bien usando colecciones públicas. La primera opción conlleva gran labor manual y consumo de tiempo, así como la dificultad de compartirla debido a problemas con los derechos, aunque permite confeccionar una base de datos “al gusto del consumidor”. Por otro lado,

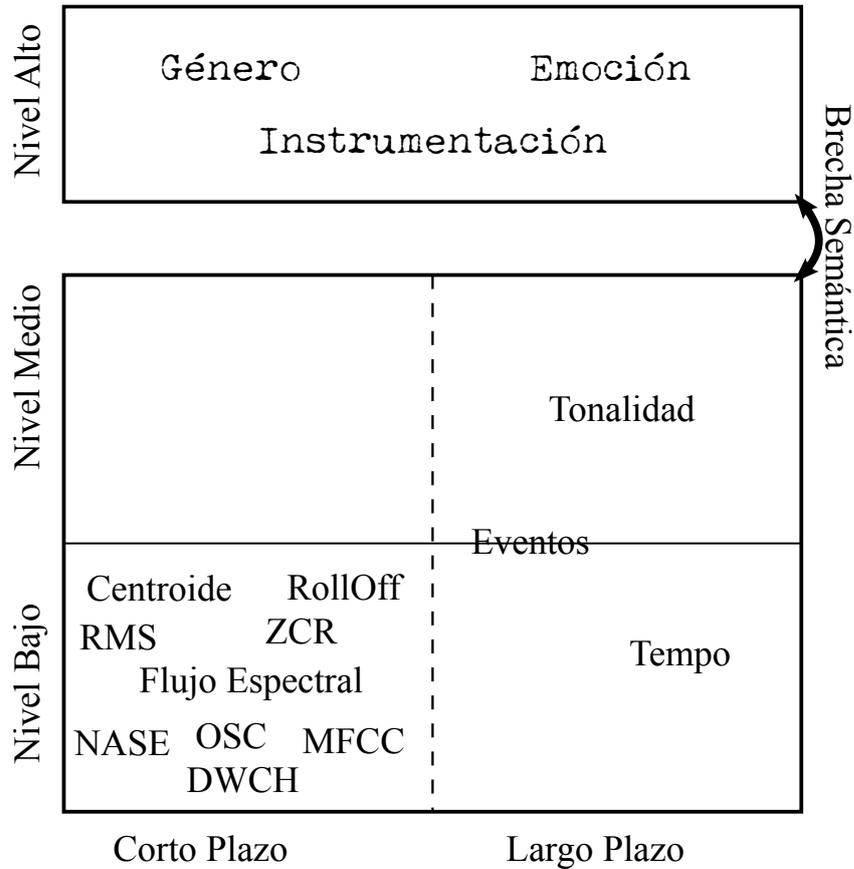


Figura 5.2: Resumen de las características elegidas en una primera aproximación al nuevo algoritmo.

las colecciones públicas facilitan el trabajo aunque a veces estén sesgadas o no sean de total gusto del autor. Algunos ejemplos se recogen en la siguiente tabla.

La colección MSD es un gran esfuerzo llevado a cabo por el equipo de Echo Nest para conseguir una base de datos lo suficientemente amplia que permita observar el comportamiento a gran escala, puesto que el ámbito musical en la red es hoy en día gigantesco.

La decisión que se ha tomado para este trabajo es la de recopilar una base de datos propia, lo más heterogénea posible y que no esté preparada como ya lo están otras. Esto es, que no vengan todas al mismo bitrate o normalizadas de alguna manera, o sin fallos o saltos, puesto que en la vida real es muy común tener una colección musical en el ordenador personal con valores muy dispares de estos parámetros, así como canciones con fallos. Desde un inicio se supuso que con unas 2000 canciones para la colección de entrenamiento y otras 2000 para la de test debería ser suficiente. Para conseguir heterogeneidad el género es un buen indicador para la recolección, englobando en este

Colección	Número de Elementos	Formato
RWC	465	Audio, MIDI y Letras.
CAL500	502	Simbólico, etiquetas.
GZTAN genre	1000	Audio mono (wav).
USPOP	8752	Etiquetas y características.
Swat10K	25863	Audio, metadatos y etiquetas.
OMRAS2	152410	Distribuciones MFCC e IDs de MusicBrainz
Million Song Dataset (MSD)	1000000	Audio, etiquetas EchoNest y MusicBrainz.

Tabla 5.1: Bases de datos musicales disponibles.

caso los siguientes 13 géneros.

- Blues: Cuyo significado es tristeza, es un género musical basado en las notas de blues (una alteración de la escala pentatónica, Sec. 2.2.1) que suele seguir un patrón de doce compases, siendo generalmente la progresión de acordes 4 compases de grado primero, 2 compases en grado cuarto, 2 compases en grado primero, 1 compás en grado cuarto, 1 compás en grado primero y el final en grado quinto. Este último compás se encuentra en la dominante (Tabla 2.2), ya que son patrones pensados para repetirse. Surge de las comunidades afroamericanas de Estados Unidos y es una de las mayores influencias en otros muchos estilos populares como el country, el hip-hop, el funk, el jazz, el RnB, el rock, el heavy metal y el pop.
- Clásica: Es el nombre habitual de la música culta, principalmente desarrollada en el siglo XVIII. Son obras de gran complejidad, con cambios de tonalidad y longitud de las frases entre otros muchos recursos musicales.
- Country: Es un género musical que surgió en zonas rurales del sur de los Estados Unidos alrededor de los años 20. Es el resultado de la mezcla de música folclórica europea (Irlanda) con música americana (blues y gospel), llegando hoy en día a utilizar combinaciones con el rock y el pop. Es el inicio de subgéneros tan populares como el *rockabilly* o el *bluegrass*.
- Electrónica: La música electrónica hace referencia principalmente a aquellas composiciones realizadas mediante la generación de sonidos bien por ordenador o por sintetizadores. Más concretamente, el sonido no necesariamente tiene que provenir de un instrumento musical y ser procesado después gracias a herramientas como el MIDI.

5.2. COLECCIÓN MUSICAL

- **Hip-Hop:** Aunque el hip-hop es un movimiento artístico, uno de sus pilares fundamentales es la música rap o música hip-hop (esto último no es del todo correcto, aunque está totalmente aceptado). Surgió a mediados de los 80 entre la comunidad afroamericana, y suele ser una sucesión de rimas recitadas rítmicamente utilizando una base musical de fondo.
- **Jazz:** Este género musical, también nacido en Estados Unidos y creado por la comunidad afroamericana como confrontación a la música europea de principios del siglo XX, se trata de una evolución del blues hacia la complejidad. Si bien el blues se rige por composiciones simples, así como compases generalmente 2/4 y 4/4, el jazz destaca por su gran elaboración, haciendo uso de la improvisación, métricas irregulares, ritmos sincopados y el *swing*.
- **Metal:** El metal o heavy metal es un estilo musical que se caracteriza por llevar al extremo ya sea en velocidad, sonido o ejecución la influencia directa del blues, el rock e incluso la música clásica. Lo definen sonidos pesados, contundentes y el valor predominante de la guitarra eléctrica.
- **Pop:** Del término *Popular* y surgiendo a finales de los años 50, la música Pop se suele caracterizar por llevar elementos de otros estilos (rock, blues, country...) hacia una composición simple y pegadiza, donde la voz tiene especial protagonismo. Generalmente suele formarse por la estructura básica estrofa-estribillo, ayudándose de melodías reconocibles y que rápidamente calan en el oyente.
- **Punk-Ska:** El punk es un subgénero del rock con aire reivindicativo en las letras y simplista en la música. Con un sonido poco cuidado y muy crudo y composiciones sencillas y cortas, su principal valor reside en el contenido de las letras, siempre intentando remover la conciencia social. Por su parte, el ska surge en Jamaica en los años 50 de la fusión de la música estadounidense de la época (jazz y rhythm & blues) y ritmos populares jamaicanos. Es un estilo muy característico y fácil de reconocer gracias al constante uso de contratiempos (*off-beat*) y el protagonismo de la línea de bajo.
- **Reggae:** Descendiente del ska, mantiene los mismos protagonistas en el contratiempo y la línea de bajo, aunque en este caso reduciendo la velocidad de la ejecución.
- **Rhythm & Blues contemporáneo:** Aunque el RnB original es un estilo que deriva del jazz, el blues y el gospel, hoy en día se trata de un género acercado al pop, usando bases electrónicas y sonidos sintetizados.
- **Rock:** Desarrollado en la década de los 50 a partir del blues y el country, es un estilo centrado en el protagonismo de la guitarra eléctrica y en los llamados riffs de guitarra, que son fraseos repetidos durante la canción con melodía pegadiza. Es posiblemente el género más popular del siglo XX.
- **Samba:** es un género musical de raíces africanas surgido en Brasil, del cual deriva un tipo de danza. Es una de las principales manifestaciones de la cultura popular

brasileña y un símbolo de la identidad nacional¹. Suelen ser creaciones basadas en la voz así como en bases percusivas.

Todo estos estilos quedan recogidos tanto en la colección de entrenamiento como en la de test, con 2361 (Apéndice B) y 2298 (Apéndice C) canciones en formato .mp3 respectivamente.

5.3. Extracción y Comportamiento de Características

De todos los estadios que se desarrollan en un algoritmo la extracción de características es el más costoso computacionalmente y necesita de un preprocesado para aligerarlo. De los 12 descriptores seleccionados sólo NASE no trabaja con una frecuencia de muestreo menor, para respetar el estándar de *MPEG-7*.

5.3.1. Lectura y Preprocesado

Como se indicó en la Introducción de este trabajo, la herramienta de cálculo de la que se hace uso es MATLAB y por lo tanto hay que valerse de las diferentes herramientas con las que cuenta. En primer lugar, es necesario leer cada canción en la base de datos y pasarla a un vector de datos. Para ello se usa la herramienta *mp3read* creada por Dan Ellis, puesto que MATLAB no soporta la lectura de archivos de audio en formatos con pérdidas como es .mp3 (en la versión 2014 actual sí gracias a la herramienta *audioread*, pero aquí se usa la versión 2011a).

```
[x, fs1]=mp3read(cancion, 'double', 1);
```

Con las opciones definidas se devuelve un vector x que contiene las muestras de la canción con los canales mezclados, es decir, una señal mono y con precisión doble. También se obtiene la frecuencia de muestreo, $fs1$.

Una vez determinado el vector con las muestras es necesario reducir los datos sin perder información relevante. En los trabajos estudiados predomina reducir la frecuencia de muestreo a la mitad $f_s = 22\text{KHz}$ [35], [56], [57] y [94]. Otros prefieren mantener la frecuencia a 44.1KHz [39] y pocos reducen más la frecuencia de muestreo (16KHz [26], [41]). En este caso se asume que 16KHz es una buena frecuencia de muestreo, puesto que las variaciones frecuenciales más importantes se encuentran hasta los 6KHz, donde se producen los tonos fundamentales, quedando las frecuencias mayores copadas por el efecto de los armónicos.

¹Esta definición está recogida íntegramente de la enciclopedia libre Wikipedia.

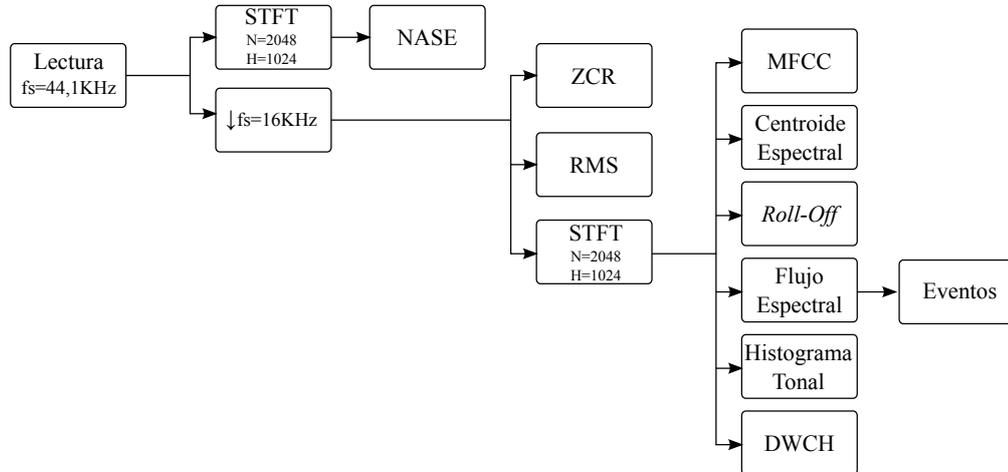


Figura 5.3: Diagrama de bloques para la extracción de los descriptores de las canciones.

Una vez se tiene una versión submuestreada de la señal, se procede a la fragmentación y enventanado (Sec. 4.3.1.4). Se hace uso de la función `spectrogram` con un tamaño de trama N de 2048 muestras y un solapamiento del 50 %, aplicando una ventana de Hamming. Para una f_s de 44.1KHz son tramas de 46ms (usadas en la extracción de la característica NASE), mientras que al reducir la frecuencia de muestro a 16KHz las tramas obtenidas aumentan su duración a 128ms.

5.3.2. Extracción

La extracción de las características sigue un proceso sencillo como se muestra en la Fig. 5.3. En los siguientes apartados se detalla cómo se lleva a cabo la extracción de las mismas gracias a las posibilidades que ofrece MATLAB.

5.3.2.1. Tempo

En primer lugar, se lleva a cabo la extracción del tempo. Posiblemente sea la característica más sencilla de entender pero la más difícil de extraer. Tras la prueba de diferentes posibilidades y herramientas, así como elaboración de algoritmos propios, se decidió extraer el tempo con la herramienta *mirtempo*, incluida en el *MIRtoolbox* elaborado por Lartillot. A pesar del tiempo que consume durante el proceso, extrae los tres tempos que pueden definir a la canción, así como una gráfica con la posición de los mismos. En la Fig. 5.4 se detallan los pasos para la extracción del tempo.

De todos modos, incluso dentro del mismo algoritmo se presentan variaciones de los resultados según las opciones que se elijan. El paso de la autocorrelación puede determinarse en el espacio temporal pero como se indicó en la Ec. 4.50, su cálculo en el

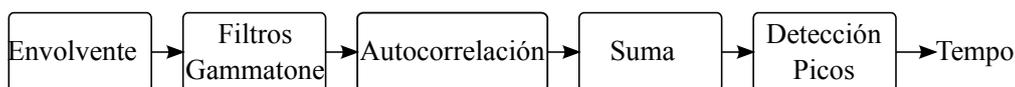


Figura 5.4: Diagrama de bloques para la extracción del tempo mediante el paquete de herramientas *MIRtoolbox*.

espacio frecuencial conlleva una gran reducción del coste computacional. El *MIRtoolbox* permite realizar ambos cálculos y los resultados son bastante dispares. En la Tabla 5.2 se recogen los resultados de los posibles tempos que definen dos canciones totalmente diferentes, ordenados por importancia en las mismas.

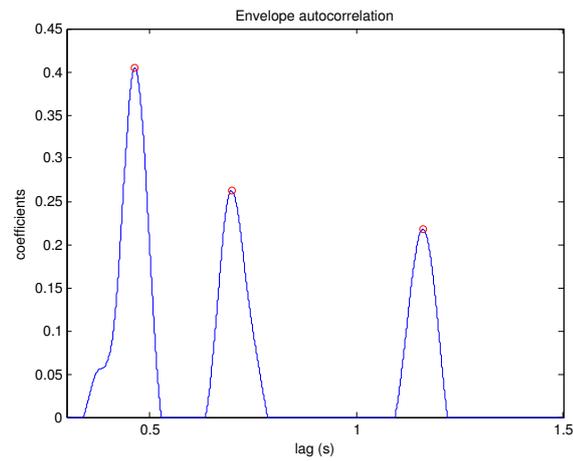
Nombre	Autocorrelación	Tempo (bpm)
Metallica - Orion	Temporal	129.025
		85.909
		51.698
	Frecuencial	156.481
		128.249
		127.047
Belá Bartók - Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo.	Temporal	82.702
		125.459
		57.665
	Frecuencial	80.399
		160.646
		159.988

Tabla 5.2: Tempos en bpm extraídos de dos canciones de la colección musical disponible mediante el *MIRtoolbox*. Se han usado la correlación temporal y frecuencial para ver las diferencias apreciables.

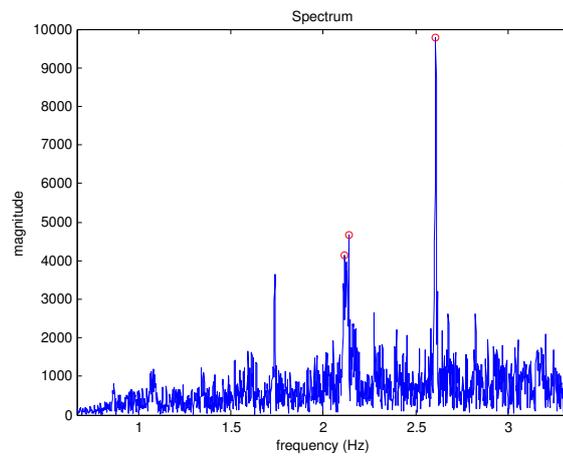
En primer lugar, el tempo principal de la canción “Orion” no coincide para las dos aproximaciones. Originalmente, el tempo debería estar alrededor de los 128bpm, por lo que para la autocorrelación temporal sí se cumpliría, pero para la frecuencial se deberían usar o el segundo o el tercer tempo extraídos. Para el tema clásico de Belá Bartók parece que el tempo principal coincide pero el resto son muy dispares. Todo esto presenta un problema a la hora de elegir el tempo que define una canción. Como solución de compromiso, y observando resultados de otras canciones, se toma como valor adecuado el tempo principal estimado por la autocorrelación temporal.

En las Fig. 5.5 y Fig. 5.6 se muestran las gráficas de la obtención del tempo en ambas dimensiones para las dos canciones propuestas.

5.3. EXTRACCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE CARACTERÍSTICAS

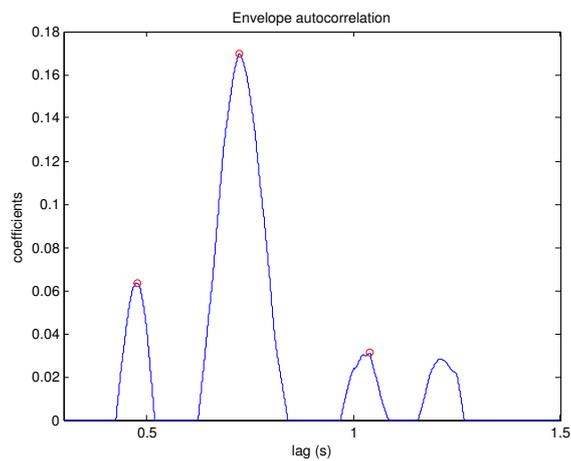


(a)

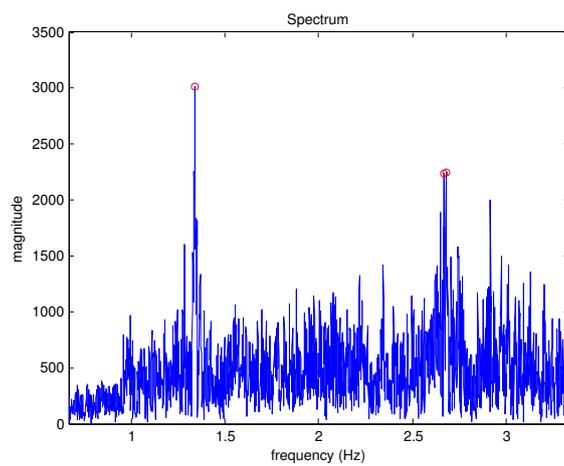


(b)

Figura 5.5: Gráficas con los resultados de los tiempos principales que definen la canción “Orion” de Metallica, en los espacios temporal (a) y frecuencial (b).



(a)



(b)

Figura 5.6: Gráficas con los resultados de los tiempos principales que definen la canción “Concierto Para Orquesta,Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo.” interpretada por Belá Bartók, en los espacios temporal (a) y frecuencial (b).

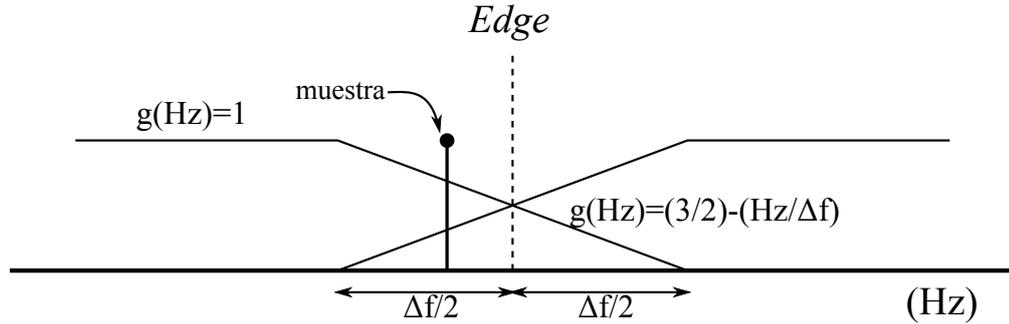


Figura 5.7: Función rampa usada en la ponderación de muestras que están a una distancia del límite de la subbanda a menor que la mitad de la resolución espectral.

5.3.2.2. NASE

Partiendo de la señal sin submuestrear se extrae NASE. Para ello se sigue íntegramente lo expuesto por Lee et al. en [39] para la extracción de la Envoltura Espectral de Audio Normalizada (Sec. 4.3.3.9) aunque resolviendo de forma más sencilla un problema que surge con la resolución. Es posible que al hacer la división de octavas alguna muestra caiga en una zona que pueda afectar a dos subbandas a la vez, debido a que su distancia al límite de la siguiente banda es menor que la mitad de la resolución de la STFT $\Delta f/2$. Lo que se suele hacer es aplicar una función de ponderación tipo rampa para valores comprendidos entre $edge \pm \Delta f/2$ y $edge$ como aparece en la Fig. 5.7, siendo esto el límite de una subbanda, ya sea superior o inferior (sup_b o inf_b).

Para evitar tener que calcular si cada muestra cae en dentro o fuera de esa zona de conflicto, se divide el espectro mediante muestras enteras y no mediante frecuencias. Esto es, si la frecuencia del $loEdge$ ha de ser 62.5Hz, para ventanas de 2048 se corresponde con 5.8 muestras. Aproximando al entero superior más cercano que sería 6, y dividiendo en 8 octavas el espectro entre los límites $loEdge$ y $hiEdge$ se tienen los siguientes extremos por octava (Tabla 5.3).

Ahora la distancia entre un extremo de una subbanda u octava y la siguiente muestra siempre es mayor que la mitad de la resolución. La contribución de la muestra que cae exactamente en el límite contribuye a ambas subbandas por igual.

Una vez se obtiene un vector NASE para cada trama, se tiene un vector total de $10 \times T$ para toda la canción siendo T el número de tramas en que se ha descompuesto. Para una canción de una duración normal de unos 3 minutos, a una $f_s = 44,1\text{KHz}$ se tienen 7938000 muestras. Generando tramas con 2048 muestras y un solapamiento del 50% se tienen 7751 tramas. En total, 77510 valores definiendo a una canción promedio, por lo que una reducción de los datos parece una manera bastante inteligente de proceder. Para ello se hace uso de los conocimientos adquiridos en la Sec. 4.3.2 obteniendo la media, la varianza y el *skewness* para cada subbanda, así como la energía total de esa subbanda y la energía relativa de la subbanda respecto al total de la canción. Ahora se obtiene una

	Nº Muestra	Frecuencia (Hz)	Frecuencia del estándar (Hz)
loEdge	6	64.6	62.5
1	12	129.2	125
2	24	258.4	250
3	48	516.8	500
4	96	1033.6	1000
5	192	2067.2	2000
6	384	4134.4	4000
7	768	8268.8	8000
hiEdge	1536	16537.6	16000

Tabla 5.3: Solución simple para el problema que surge de la resolución de la STFT durante la extracción de la NASE.

matriz 5x10 definiendo a cada canción, suponiendo una reducción del 99.93 % para una canción de 3 minutos.

En la Fig. 5.9 se muestra la energía relativa en cada banda para ambas canciones. A simple vista se puede ver cómo la distribución de las energías es mucho más homogénea en la obra clásica que en la canción de Metallica, debido al uso de mayor variedad de instrumentos que cubren un mayor espectro (ver Fig. 5.8) así como a los cambios de armonías, frente a la canción de estilo metal, que consta únicamente de bajo, guitarra y batería.

Se puede pensar que para que tengan todas las subbandas igual contribución de energía, la amplitud de cada filtrado según la subbanda debería variar para mantener el área constante bajo cada filtro. Evidentemente esto no se logra recogiendo directamente las muestras en vez de aplicar un filtro, pero se verá más adelante cómo los resultados son adecuados ahorrándose procesamiento.

A partir de este momento, todas las características son calculadas con la frecuencia de muestreo a 16KHz, para conseguir una mayor ligereza en la computación del algoritmo completo.

5.3.2.3. DWCH

El siguiente descriptor a extraer es DWCH basando dicha extracción en la que llevan a cabo Li et al. en [36], cuyos fundamentos vienen detallados en la Sec. 4.3.3.7. Concretamente se hace uso del banco de filtros Db8, con 7 niveles de resolución, gracias a la herramienta `wavedec` de MATLAB. Una vez se obtiene dicha descomposición, se calculan los 3 primeros momentos de cada subbanda, así como la energía de las mismas. Con esto se consigue un vector de 28 valores para definir una canción completa.

En la Fig. 5.10 se aprecian las diferentes subbandas de detalle (que son las 7 que se usan en el estudio) así como la subbanda de aproximación para la canción “Orion”.

5.3. EXTRACCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE CARACTERÍSTICAS

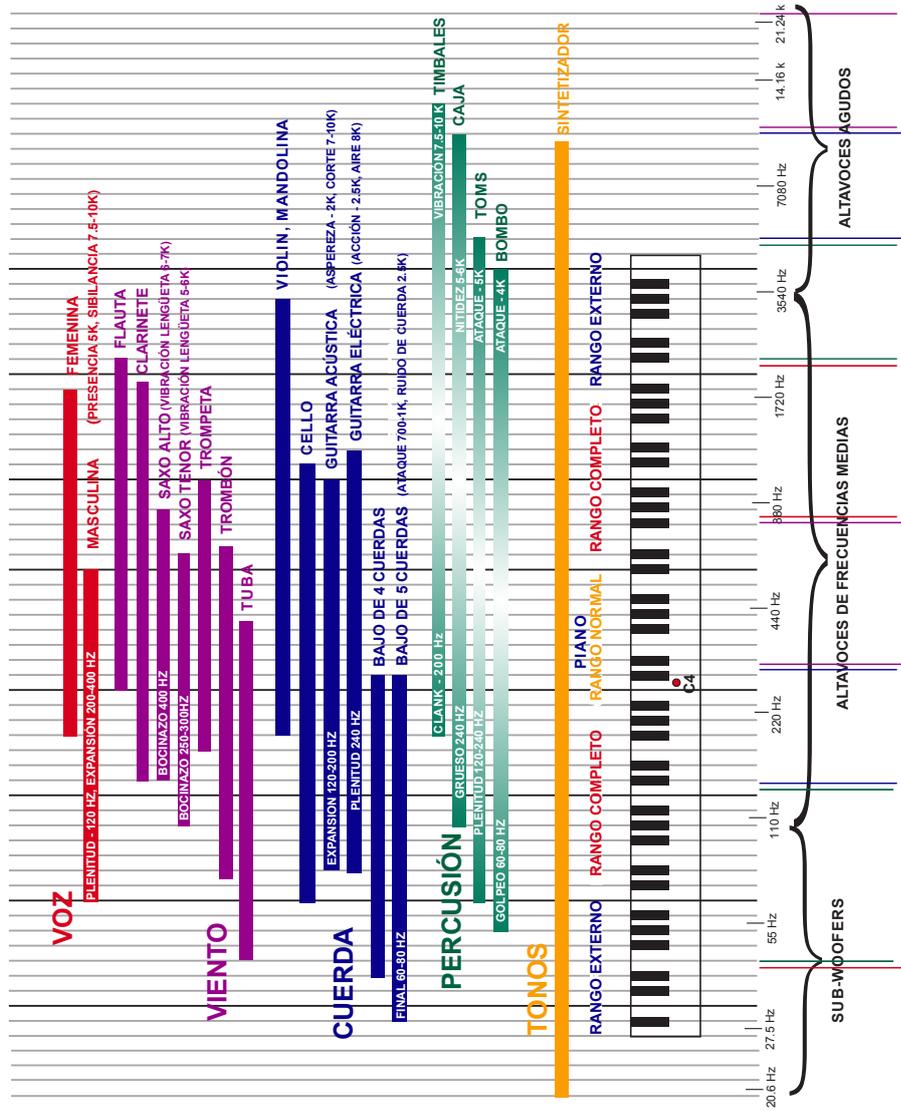


Figura 5.8: Rango frecuencial de trabajo cada instrumento musical.

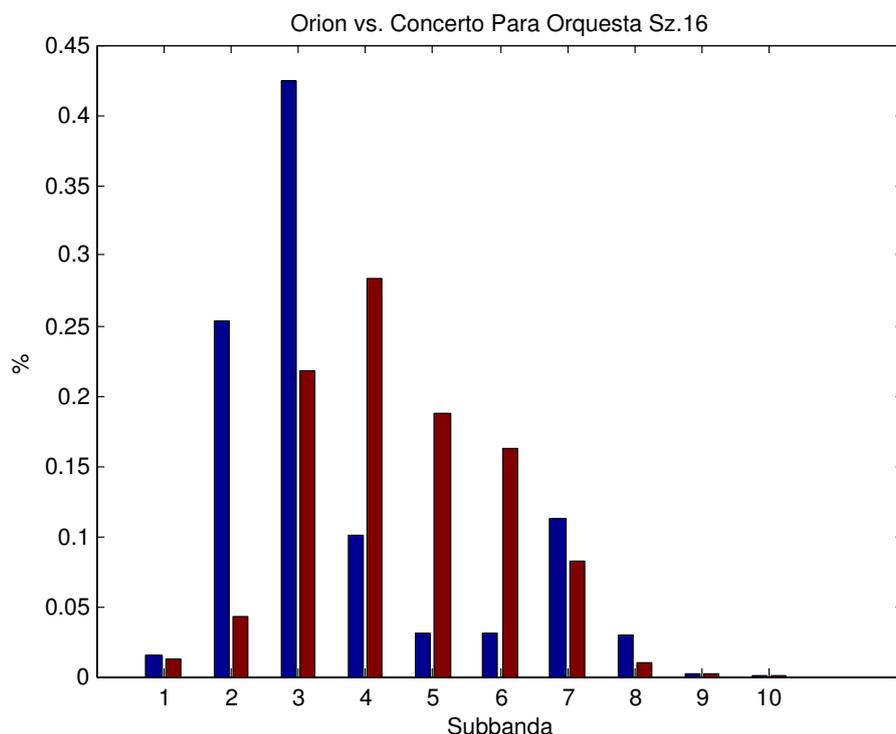


Figura 5.9: Comparación de la distribución de la energía entre “Orion” de Metallica (en azul) y “Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduziona. Andante Non Troppo.” interpretada por Belá Bartók (en rojo).

5.3.2.4. ZCR

La extracción de la ZCR define el número medio de veces que cruza la señal por cero en cada trama, produciendo un valor por trama y es extraído en el espacio temporal. En la Fig. 5.11 se puede apreciar la extracción del ZCR de 30 segundos de ambas canciones.

Para la canción “Orion” se muestran 30 segundos centrales, desde el minuto 1 hasta el 1:30. Se trata de un pasaje continuo, con compases de 4/4 y una batería muy marcada, así como el riff de guitarra tiene un progresión sencilla de 3 acordes. En la gráfica se puede apreciar que esta monotonía y periodicidad viene traducida en un comportamiento de la ZCR también monótono. Sin embargo, en la composición clásica esto se pierde (fragmento de los primeros 30 segundos de la obra), apreciándose la entrada progresiva de los instrumentos de cuerda (violines y cellos) hasta que entra en escena la familia de vientos al final del fragmento. En ese momento aumenta ligeramente el ratio de ZCR debido a que se pasa de notas constantes con el rasgueo de las cuerdas de los violines (un sonido constante hace que la ZCR decaiga), a un soplado discontinuo de una misma nota.

Sin embargo, la característica ZCR no queda finalmente definida con un valor por trama, sino que se trata de reducir de nuevo el vector que lo defina. En este caso se hace

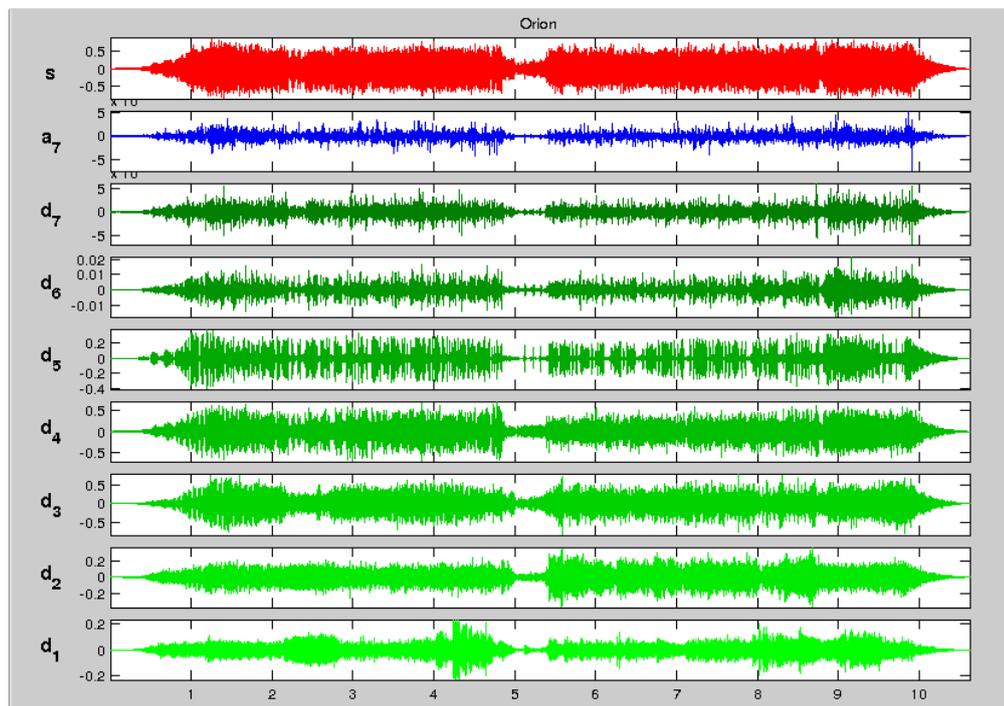


Figura 5.10: Descomposición de la canción “Orion” de Metallica mediante la transformada Db8 en 7 niveles de descomposición.

uso de la herramienta *k-means* que proporciona MATLAB, que dado un conjunto de datos de entrada los clasifica en un número de clusters definido por el usuario, asociando cada valor a un centroide. Además, se propone añadir también el porcentaje de tramas asociado a cada centroide, definiendo, ahora sí, al ZCR de la canción mediante una matriz 5×2 , correspondiente a los valores de los 5 centroides y los porcentajes de las tramas asociados.

Ésta técnica de reducción es llevada a cabo, además de en ZCR, en los siguientes descriptores:

- Centroide Espectral.
- *Roll Off* Espectral.
- Flujo Espectral.
- RMS.

5.3.2.5. Centroide Espectral

Para la extracción del centroide espectral, se aplica la definición de la Ec. 4.17. Inidca, para valores bajos, componentes frecuenciales bajos y poco brillo. En los mismos 30

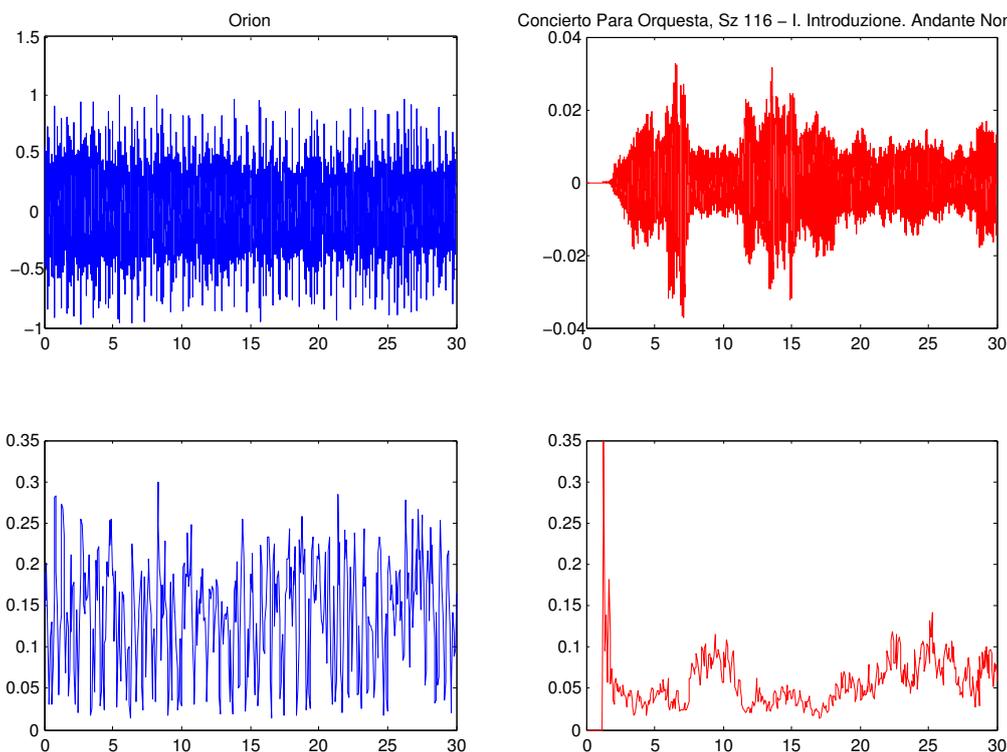


Figura 5.11: Comparación de la característica ZCR entre “Orion” de Metallica (en azul) y “Concierto Para Orquesta,Sz 116 - I. Introduziona. Andante Non Troppo.” interpretada por Belá Bartók (en rojo).

segundos analizados para ZCR se tiene la Fig. 5.12 en donde se aprecia que el fragmento de Metallica contiene mayores frecuencias altas y por lo tanto más brillo, para esos 30 segundos.

Sin embargo, según lo expuesto por la característica NASE, la composición clásica cuenta con mayor energía en bandas superiores que lo que tiene Orion para el total de ambas canciones. Esto se puede observar en los resultados obtenidos al reducir los datos del centroide espectral mediante *k-means*, apareciendo que de todos los centroides asociados, el 39% de las tramas se encuentran por encima de los 10KHz para la composición clásica, frente a un 6,3% en Orion.

5.3.2.6. *Roll-Off*

El *roll-off* espectral presenta relación con propiedades timbrales pero, esencialmente, con el ancho de banda. En este caso se toman las frecuencias que comprenden el 85% de la energía en cada trama. Valores bajos indican que la energía se concentra en frecuencias bajas y viceversa. Este comportamiento es fácilmente observable en la canción “Orion” (Fig. 5.13) puesto que aproximadamente en el ecuador de la misma se produce un pasaje

5.3. EXTRACCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE CARACTERÍSTICAS

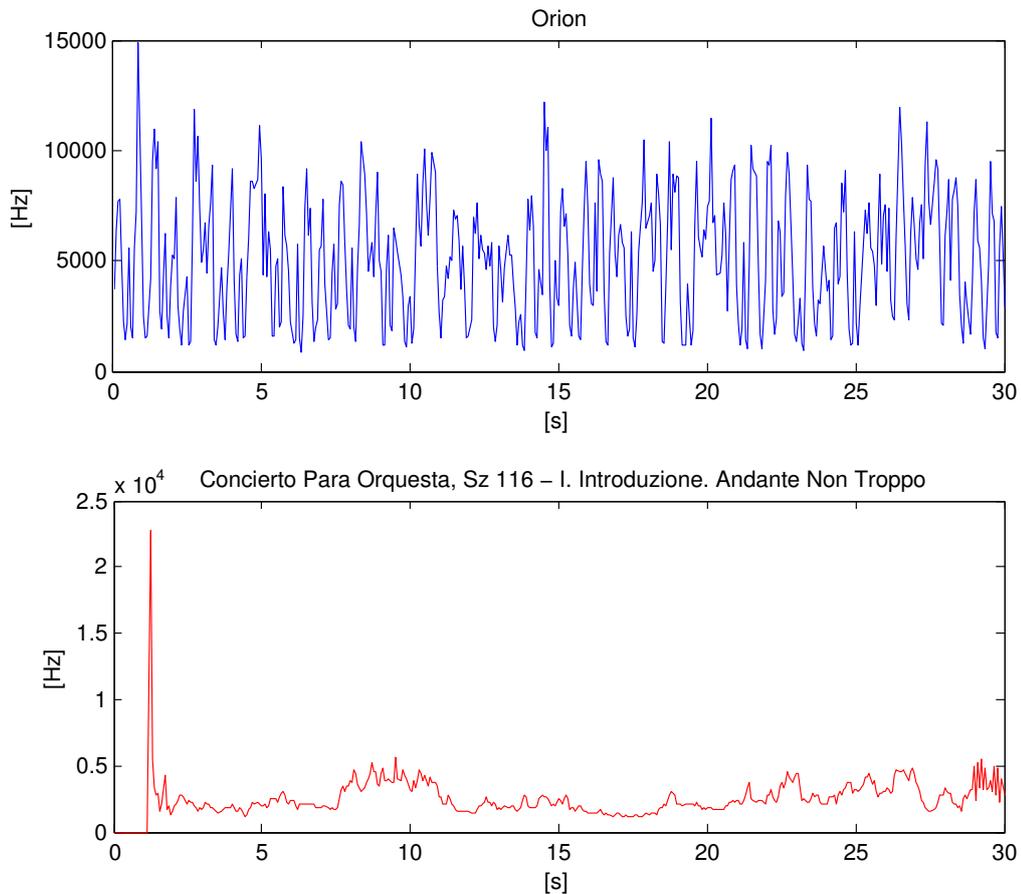


Figura 5.12: Comparación del desarrollo del centroide espectral entre “Orion” de Metallica (en azul) y “Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduziona. Andante Non Troppo.” interpretada por Belá Bartók (en rojo).

a medio tiempo, esto es, la negra pasa a valer el doble de tiempo. Efectivamente, si se observa la forma del *roll-off* se mantiene constante sobre un valor frecuencial medio, variando en dicho ecuador de forma abrupta hacia la mitad de la frecuencia. Por su parte la canción clásica sufre mucha variación y esto es debido a que el transcurrir de la obra se componen de diversos movimientos que suponen la participación de diferentes instrumentos a diferentes tempos y tonos. En las zonas en las que aumenta el *roll-off* son zonas en las que aumenta la tensión interpretativa, con instrumentos de cuerda y viento tocando registros más altos y, por lo tanto, a frecuencias más elevadas.

Si se observan los fragmentos de 30 segundos en lugar de la obra completa (Fig. 5.14) se distinguen para “Orion” dos partes diferenciadas en los intervalos 10-14 segundos y 25-29 segundos del resto de la canción. En el estilo metal, las composiciones suelen estar armónicamente supeditadas a la guitarra, pero rítmicamente a la batería. Los picos que se dan en frecuencia se deben al ataque de la percusión, haciendo que el golpeo del

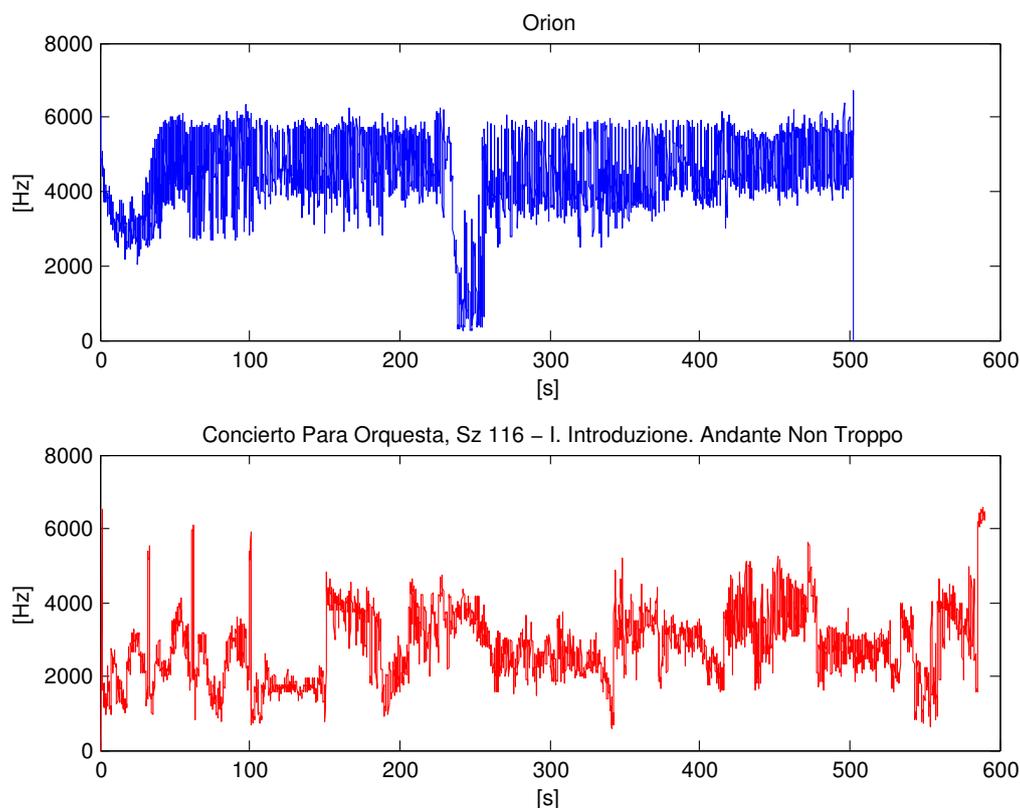


Figura 5.13: Comparación del desarrollo del *Roll-Off* espectral entre “Orion” de Metallica (en azul) y “Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo.” interpretada por Belá Bartók (en rojo) para las canciones completas.

bombo y la caja provoque subidas entre los 5 y 6KHz. Sin embargo, en esos intervalos, la velocidad de la alternancia bombo-caja se dobla, por lo que el ataque continuado no deja disminuir la frecuencia al valor medio que caracteriza el fragmento y si se compara con la Fig. 5.13, a la canción en sí.

5.3.2.7. Flujo Espectral

El flujo espectral describe cuánto cambia una señal en su transcurso. Cuanto mayor sea el valor del flujo espectral, más cambiante será la canción. En la Fig.5.15 se observa cómo la composición clásica muestra pasajes muy similares en sí mismo (desde el inicio hasta el segundo 150, por ejemplo) y otros que son variaciones constantes de melodía (del segundo 150 hasta el 190).

Una explicación más detallada se lleva a cabo en la extracción de los eventos, puesto que el flujo espectral es el primer paso hacia la identificación de éstos.

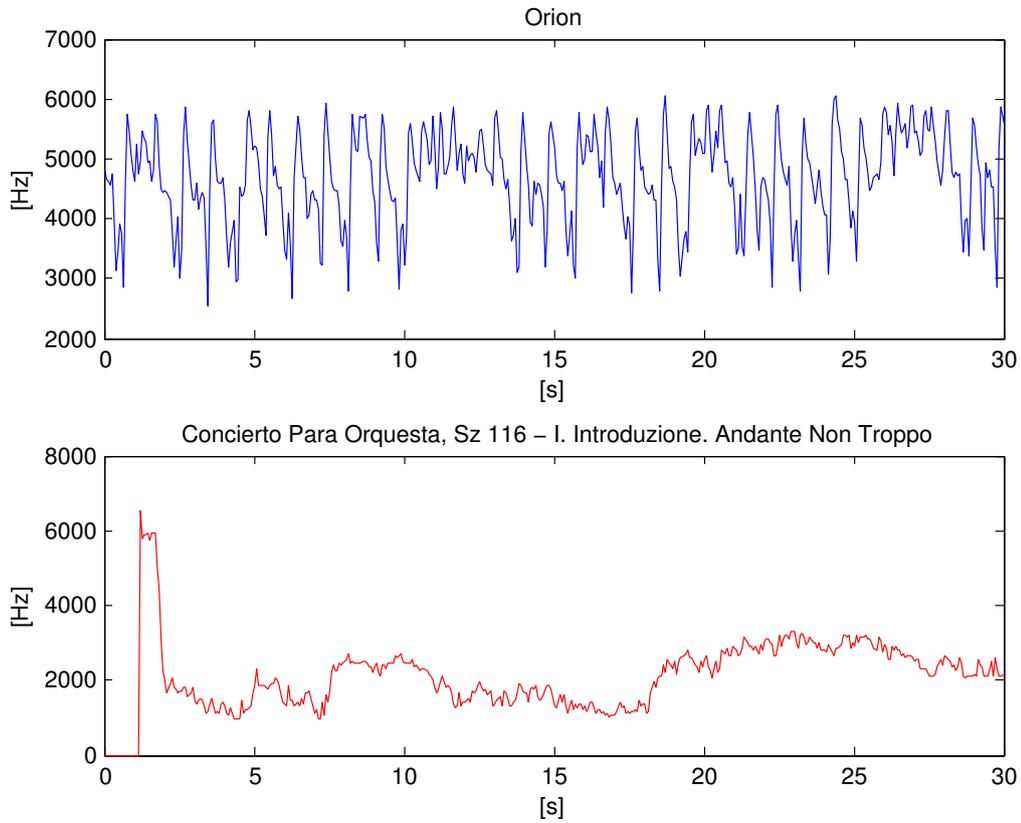


Figura 5.14: Comparación del desarrollo del *Roll-Off* espectral entre “Orion” de Metallica (en azul) y “Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo.” interpretada por Belá Bartók (en rojo) para un fragmento de 30 segundos.

5.3.2.8. MFCC

Para la extracción de MFCC se siguen los pasos expuestos en [39] a la vista de los buenos resultados que muestran en su trabajo. En primer lugar se aplica un filtro paso alto enfatizador de la forma $H(z) = 1 - 0,95z^{-1}$ (véase la Fig. 5.16).

A continuación, tras el enventanado, se calcula el banco de 36 filtros triangulares (número propuesto por Pampalk) para conseguir el espectro deformado de Mel, en lugar de los 25 propuestos por Lee et al. en [39], haciendo un estudio más fino de espectro (Fig. 5.17).

small

Por último se utilizan las Ec. 4.20 y 4.21 para calcular los 20 coeficientes cepstrales frecuenciales de Mel, teniendo un vector de $20 \times T$ elementos para describir la canción. Este vector suele reducirse calculando la media de cada coeficiente a lo largo de toda la señal [3], [35], manteniendo en este caso sólo 20 valores.

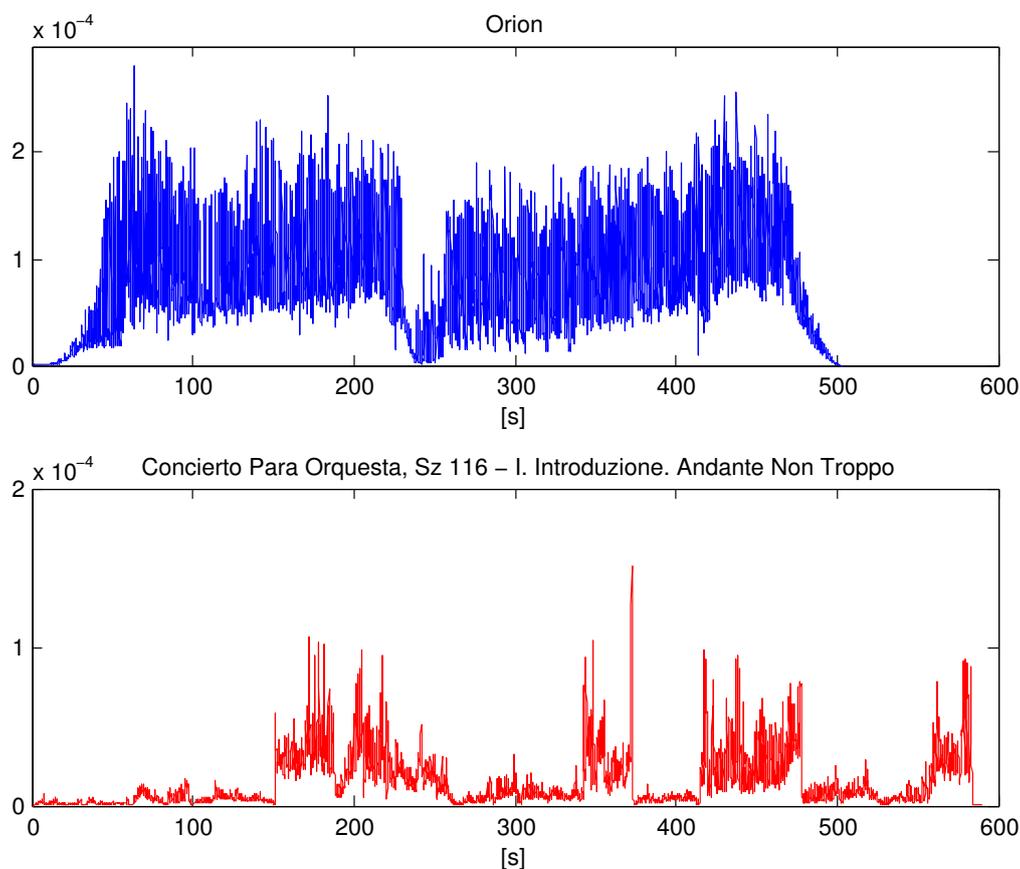


Figura 5.15: Comparación del desarrollo del flujo espectral entre “Orion” de Metallica (en azul) y “Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduziona. Andante Non Troppo.” interpretada por Belá Bartók (en rojo) para las canciones completas.

El uso de MFCC permite obtener una representación de la canción de forma compacta y adecuada al funcionamiento de la cóclea. De partida es una de las características fuertes junto con NASE, ya que comprende información muy descriptiva del timbre y la energía en un vector de datos reducido.

Generalmente el primer coeficiente suele descartarse para su estudio, ya que es una representación de la energía y no de la forma espectral. Sin embargo, en este trabajo se considera que la inclusión del primer coeficiente puede ser beneficioso y se mantiene hasta el momento en que los resultados digan lo contrario.

5.3.2.9. RMS

La media cuadrática es un indicador de la intensidad física de la señal. Se podría definir como una estimación del volumen que transmite la señal, aunque no hay que perder

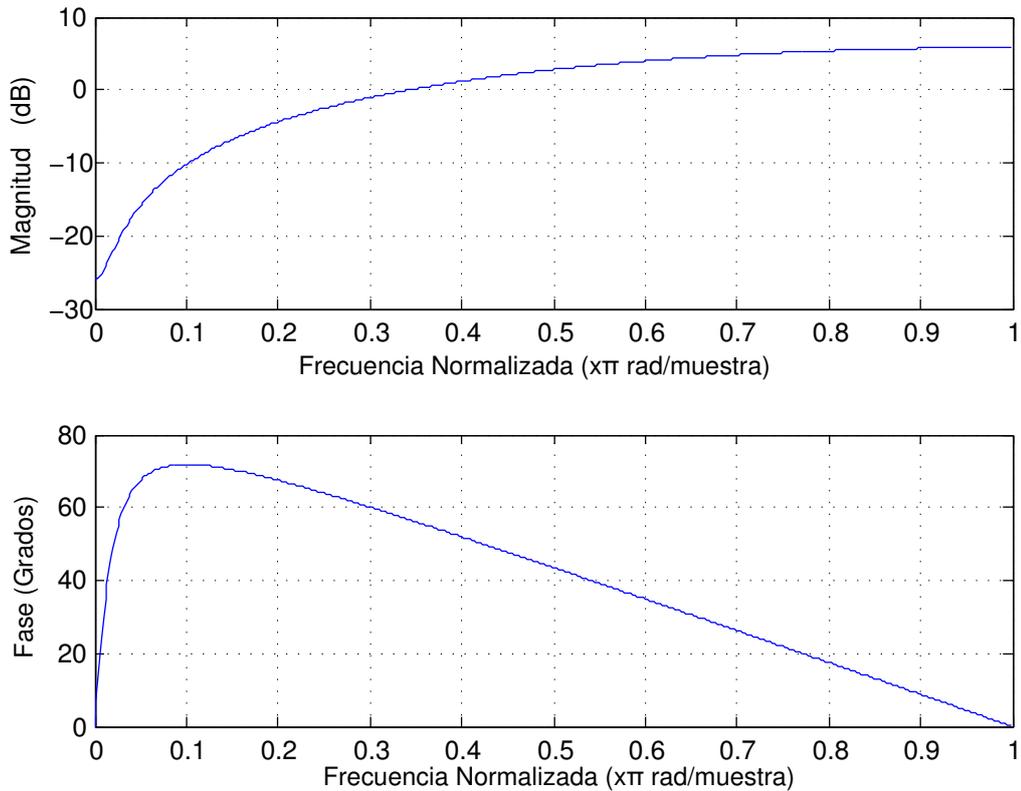


Figura 5.16: Respuesta del filtro paso alto enfatizador pre-MFCC.

de vista que la percepción del volumen depende del oyente así como de las frecuencias (Sec. 3.2.1.1). Para calcularla se utiliza la Ec. 4.55 aunque representando RMS en la escala decibélica, como se muestra en la Fig. 5.19.

En esta figura se ve cómo la canción metal mantiene una intensidad constante y más alta que la obra clásica, siendo una característica propia del estilo el uso de configuraciones *high gain* o de alta ganancia, con amplificadores de mucha potencia llevados al extremo.

5.3.2.10. Eventos

Como se definió en la Sec. 4.4.1 un evento es la ocurrencia de un suceso musical, ya sea una nota, un cambio de ritmo o cualquier otro. El punto de partida suele ser el cálculo del flujo espectral, tras el cual se aplican una serie de umbrales, identificando los eventos relevantes (Sec. 4.4.1.1). Concretamente comienza con la función de escalado $G(x) = \sqrt{x}$ propuesta por Laroche para evitar efectos de enmascarado. Tras esto se calcula el flujo espectral y se generan dos umbrales mediante dos técnicas diferentes: Filtro de mediana y un filtro de media móvil.

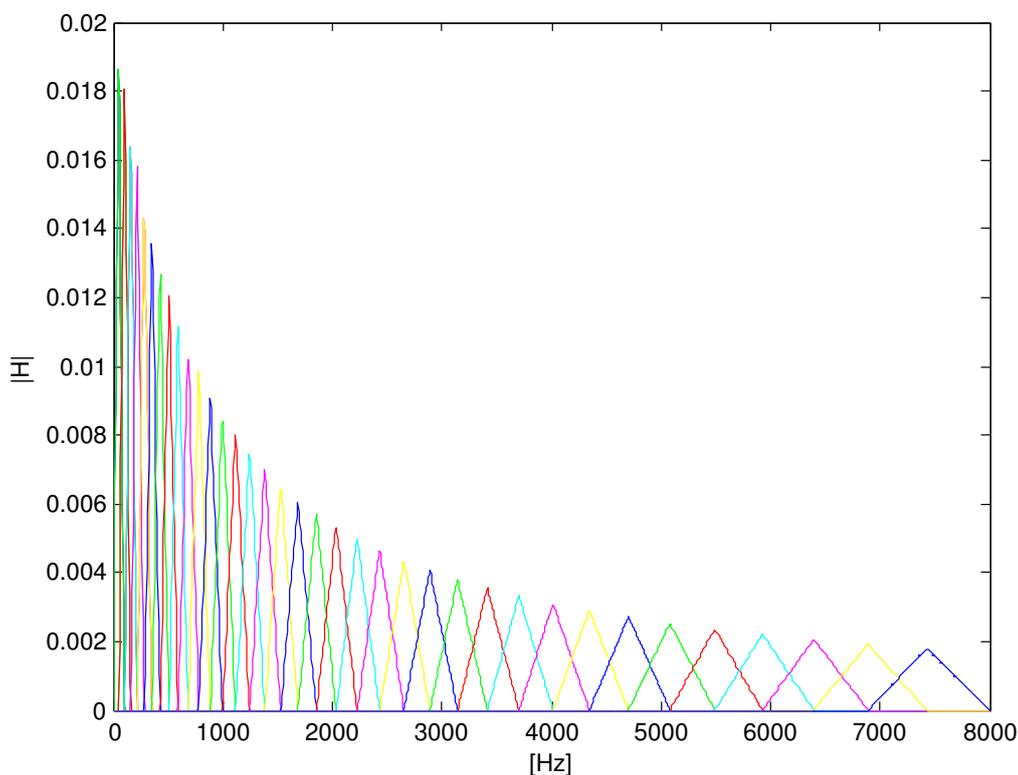


Figura 5.17: Banco de 36 filtros triangulares de Mel.

A continuación se detectan los picos que se encuentran por encima de los umbrales y se almacena en una estructura de datos la localización de los picos, su tamaño y el tamaño total de la canción. En la Fig. 5.20 están reflejados los diferentes pasos para la extracción de eventos para un segmento cualquiera de la canción. El detalle muestra cómo un umbral deja pasar picos que otro no, pero su comportamiento en términos generales es muy similar (algo más restrictiva la media móvil).

Otro aspecto que se puede tener en cuenta es que aunque lo parezca, no necesariamente un evento es siempre la ocurrencia de una nota. Por ejemplo, hasta el minuto 3,63 cada pico en los eventos se corresponde con los picos que se suceden en la señal temporal. Sin embargo, de los tres picos de la señal temporal que ocurre entre 3,63 y 3,64 sólo uno provoca un evento. Esto es debido a que un evento es una ocurrencia “novedosa”, que hace que cambie la canción por algún motivo, ya sea sutil o drásticamente. Si ese cambio (en este caso puede ser perfectamente un golpeo de caja) se repite rápidamente en un espacio corto de tiempo, las tramas no sufren variaciones y por lo tanto el flujo espectral tampoco. En 3,68 se suceden dos picos en la señal temporal muy próximos que sí provocan eventos, debido a que son novedades de diferente naturaleza.

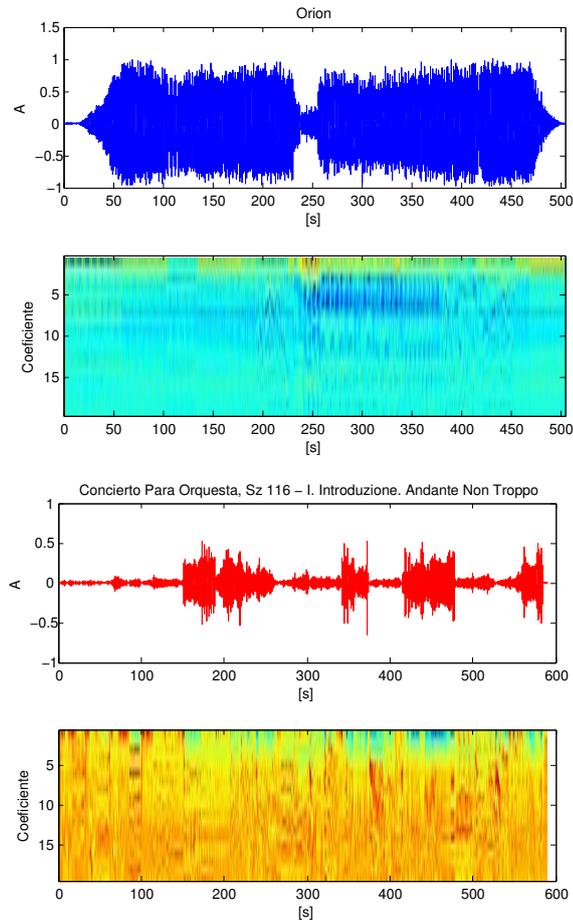


Figura 5.18: Representación de los coeficientes de Mel de “Orion” de Metallica (en azul) y “Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo.” interpretada por Belá Bartók (en rojo) para las canciones completas.

5.3.2.11. Tono

Por último, la componente armónica del tono queda descrita en un vector de 12 componentes, con valores correspondientes a los 12 semitonos en que se divide una octava. Se aplica un banco de filtros de octavas diseñados por Lerch y residentes en la función creada por el autor `FeatureSpectralPitchChroma`, que filtran sobre 4 octavas la señal con 12 filtros por octava de igual área (Fig. 5.21). Se parte de la frecuencia correspondiente a $C4=263,63\text{Hz}$.

La energía que se recoge en cada subconjunto de filtros (por ejemplo, en el subconjunto de filtros que aíslan el tono C) se suma, obteniendo 12 valores por trama. De esos valores se escoge el mayor para cada trama y se genera un histograma de toda la canción, recogiéndose para cada semitono el número de tramas que tienen dicho semitono como

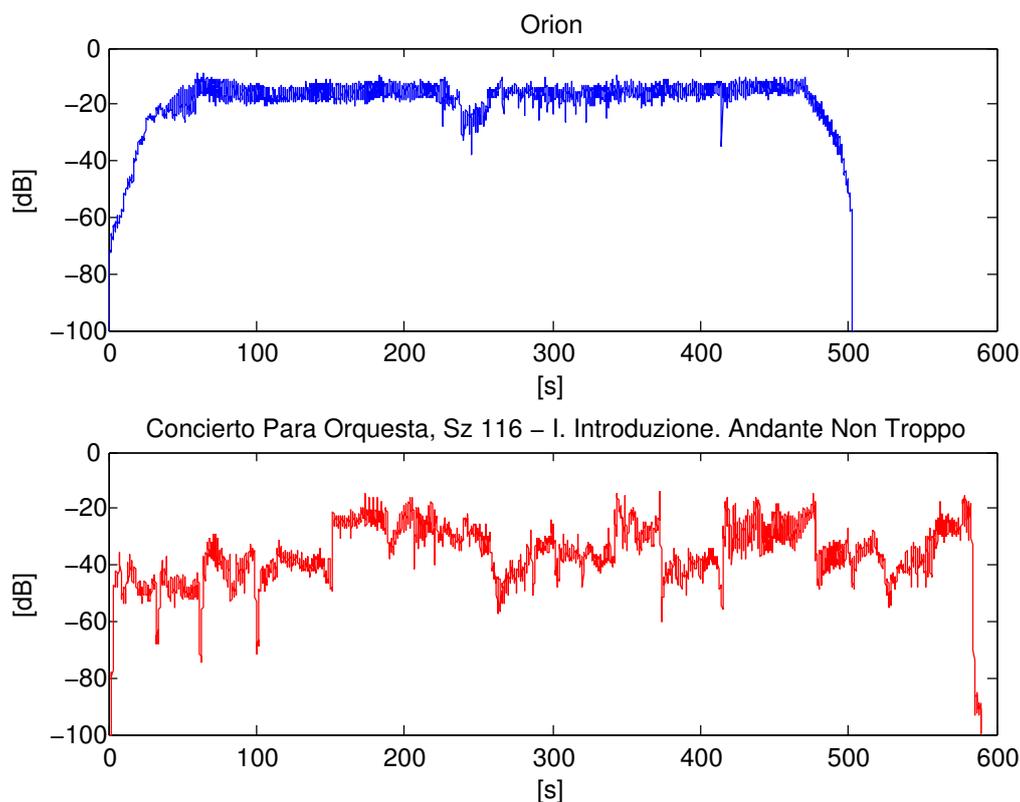


Figura 5.19: Comparación del desarrollo del RMS entre “Orion” de Metallica (en azul) y “Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo.” interpretada por Belá Bartók (en rojo) para las canciones completas.

principal, obteniendo el histograma tonal. Por ejemplo, la canción “Orion” queda representada tonalmente por el histograma de la Fig. 5.22, donde los tonos predominantes son C y E. Efectivamente, “Orion” está escrita principalmente en el modo armónico menor de E, así como E mayor.

5.3.2.12. Normalización y Almacenamiento

Finalmente se acomete la normalización de las características y su almacenamiento en una estructura de datos. Existen muchas formas de normalizar características pero no todas son válidas para la combinación de características y la búsqueda de similitud musical. En la Sec. 4.3.1.2 se explica la normalización de cada señal (en este caso cada canción) para dejar sus valores entre -1 y 1. Esta normalización no es recomendable en un inicio puesto que igualar amplitudes de una canción, por ejemplo, estilo samba a una estilo rock, sin que sus magnitudes sean comparables en la grabación de inicio, está equiparando valores que realmente no lo son. Igualmente, si una vez extraídas las características como ocurre llegado este punto, se normalizan de tal forma que el máximo

5.3. EXTRACCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE CARACTERÍSTICAS

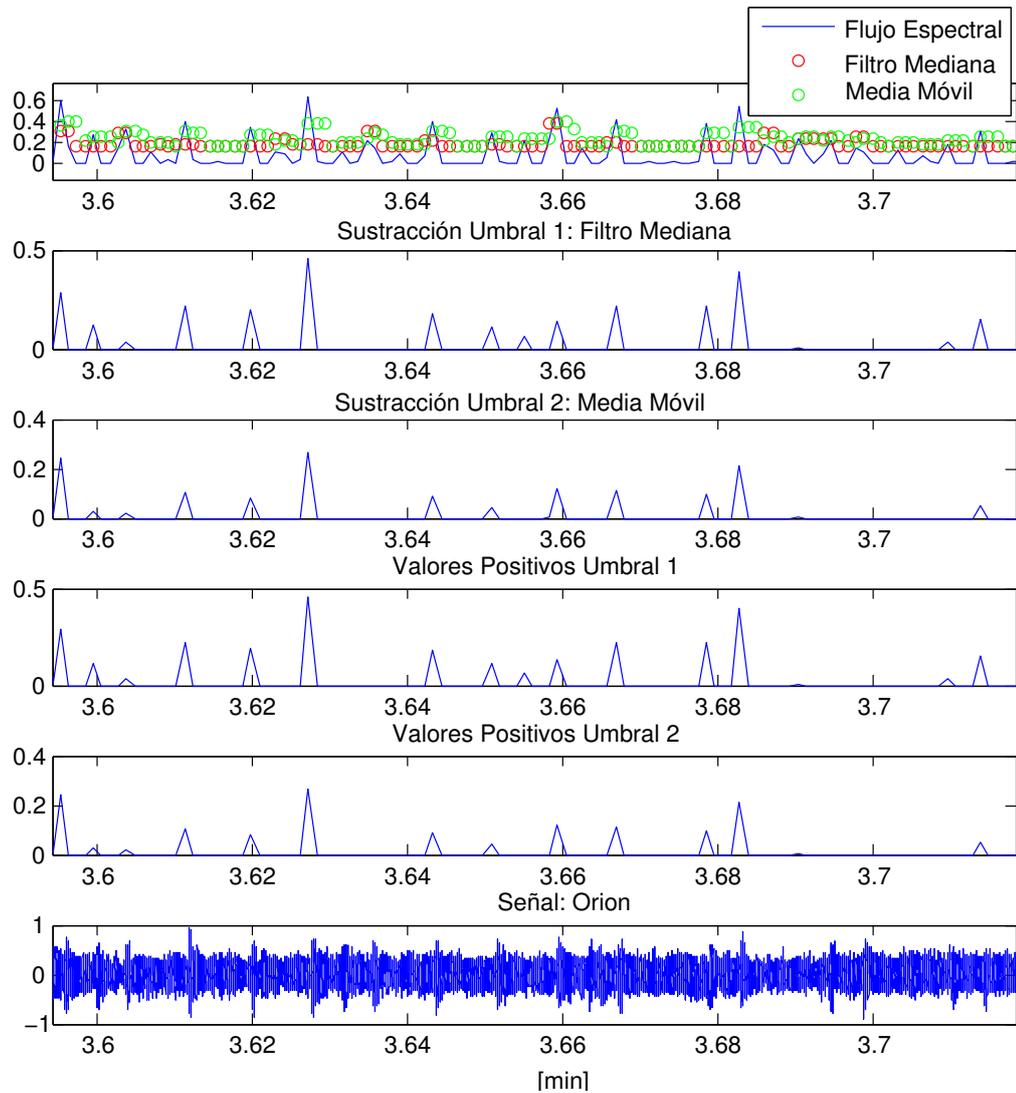


Figura 5.20: Consecución de los diferentes pasos que obtienen como fin los eventos dentro de la canción “Orion” de Metallica.

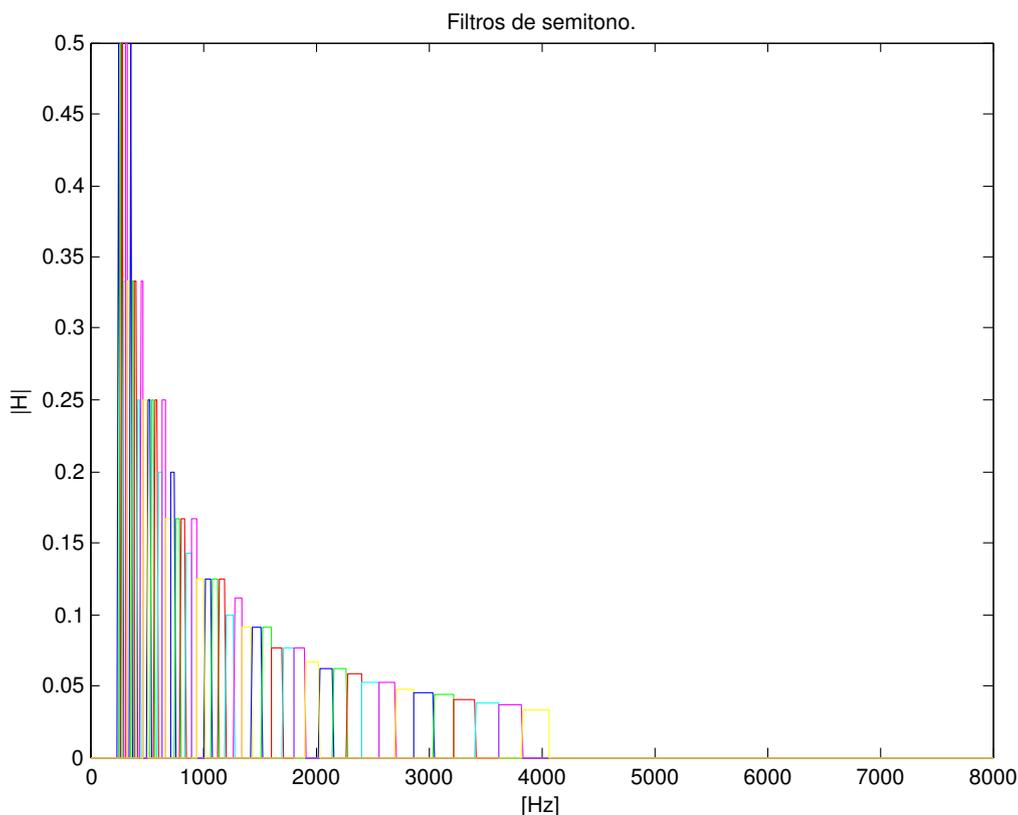


Figura 5.21: Banco de filtros de semitono, distribuidos en 4 octavas con 12 filtros cada octava.

valor es 1 (e.g. [81]), también se incurre en el mismo error.

Este error es fácil de entender desde el punto de vista de lo explicado en la Sec. 3.2.1.1 respecto a la percepción del volumen dependiendo de la frecuencia. Si se normaliza la señal desde un inicio igualando a todas las canciones estudiadas en el mismo rango de amplitud, composiciones que en principio tenían gran intensidad a frecuencias relevantes (e.g. a una frecuencia resonante) quedarán equiparadas a otras cuya percepción no fuese tan acusada. Es decir, que se situarían todas las canciones en la misma curva isofónica, siendo las intensidades relativas de distintas obras las mismas, pero no las reales.

Otra forma de verlo es a posteriori. Si se extraen los valores del descriptor RMS y en todas las canciones se normalizan sobre su valor máximo, cuando se escuchen dos canciones seguidas que mantengan la misma distribución relativa de RMS pero que en valores desnormalizados sea diferentes en algún orden de magnitud, la percepción acústica puede diferir en gran manera.

Por estas razones parece razonable normalizar a cada descriptor por el valor absoluto máximo de dicho descriptor dentro del conjunto completo de la base de datos. Así, sólo

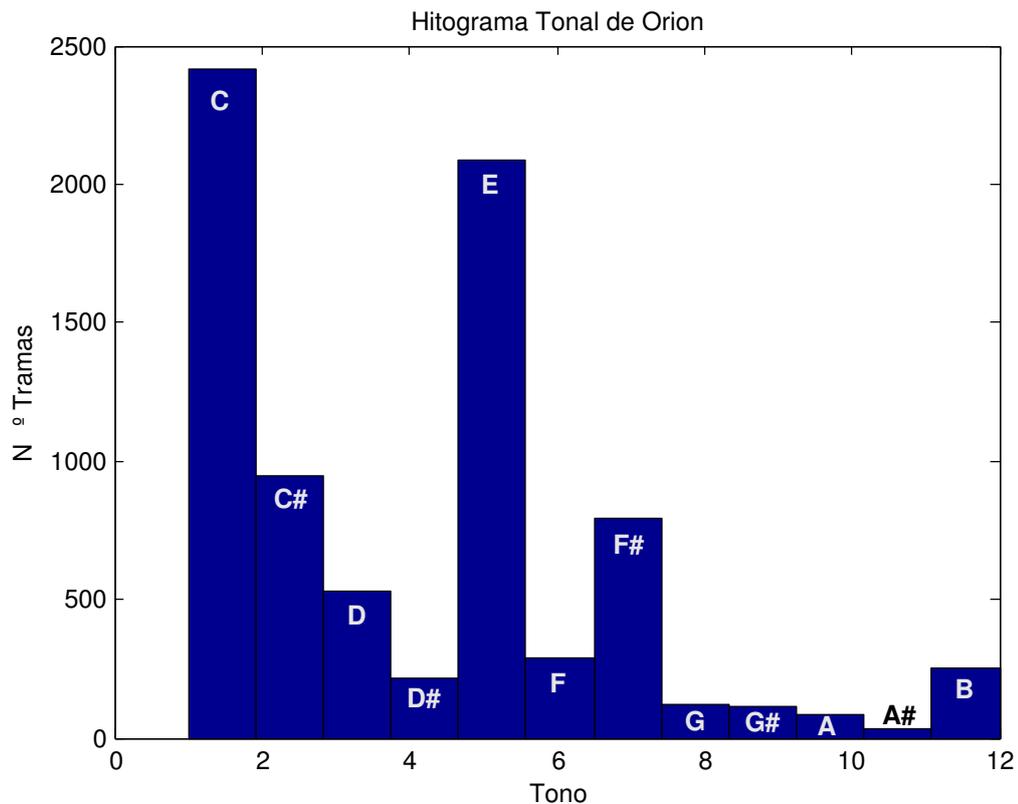


Figura 5.22: Histograma del tono de la canción “Orion” de Metallica.

la canción que tenga el máximo valor alcanzará el 1 (o el -1), y canciones similares en esa característica tendrán valores similares normalizados.

Los descriptores son almacenados en un archivo .mat siguiendo una estructura de 14 elementos:

1. **Título:** Almacena en un array el título de la canción correspondiente.
2. **Estilo:** Esta etiqueta sirve de guía a la hora de interpretar los resultados del algoritmo.
3. **BPM:** Almacena el tempo de la canción en bpm.
4. **NASE:** Es una matriz 10x5 con media, varianza, kurtosis, energía total y energía relativa de cada una de las 10 subbandas. Todos los valores son normalizados excepto la energía relativa.
5. **DWCH:** Es un vector de 28 elementos que contiene media, varianza, skewness y energía total de cada una de las 7 subbandas o niveles de resolución. Todos los valores son normalizados.

6. ZCR: Es una matriz 5x2 correspondiente a los 5 centroides en los que se distribuyen los valores de ZCR de cada trama y los 5 porcentajes de tramas relativas a los mismos. No se normaliza ningún valor puesto que representan porcentajes ambos resultados.
7. Cent: Es una matriz 5x2 correspondiente a los 5 centroides en los que se distribuyen los valores respectivos al centroide espectral de cada trama y los 5 porcentajes de tramas relativas a los mismos. Se normalizan los valores de los centroides.
8. SRF: Es una matriz 5x2 correspondiente a los 5 centroides en los que se distribuyen los valores respectivos al *roll-off* espectral de cada trama y los 5 porcentajes de tramas relativas a los mismos. Se normalizan los valores de los centroides.
9. SF: Es una matriz 5x2 correspondiente a los 5 centroides en los que se distribuyen los valores respectivos al flujo espectral de cada trama y los 5 porcentajes de tramas relativas a los mismos. Se normalizan los valores de los centroides.
10. MFCC: Es un vector de 20 elementos con el valor de la media de cada uno de los 20 coeficientes de Mel a lo largo de toda la canción.
11. OSC (NO ESTUDIADO): Es una matriz 5x24 correspondiente a la división entre contraste espectral y valles espectrales por cada una de las 6 subbandas en las que se divide OSC. Así se obtienen 5 centroides para los valores del contraste espectral y sus porcentajes de tramas relativos, así como 5 centroides para los valores de los valles espectrales y sus porcentajes de tramas relativos para las 6 subbandas. Se normalizan los valores que representan los valles y los contrastes, pero no los porcentajes asociados.
12. RMS: Es una matriz 5x2 correspondiente a los 5 centroides en los que se distribuyen los valores respectivos al RMS de cada trama y los 5 porcentajes de tramas relativas a los mismos. Se normalizan los valores de los centroides.
13. Pitch: Es un vector de 12 valores referentes a los semitonos, almacenando cada uno el número de tramas que tienen ese semitono como principal. Se normalizan para conocer el porcentaje que representa ese número de tramas dentro del total de la canción.
14. Onsets (NO ESTUDIADO): Es una estructura que contiene.
 - Tamano: Es el tamaño de la canción en número de tramas de 2048 muestras.
 - ValorPicos1: Es la amplitud de los eventos para el primer umbral aplicado.
 - LocalizacionPicos1: Es la situación temporal de los eventos para el primer umbral aplicado.
 - ValorPicos2: Es la amplitud de los eventos para el segundo umbral aplicado.
 - LocalizacionPicos2: Es la situación temporal de los eventos para el segundo umbral aplica

Tanto OSC como los eventos se han dejado fuera del estudio final del algoritmo, aunque se han extraído sus valores para posibles mejoras futuras o revisiones que se puedan hacer del mismo. El hecho de comparar dos canciones mediante sus eventos es complicado ya que para ello hay que conocer la naturaleza del evento. Puede que dos eventos sucedan en el mismo lugar pero que uno sea por un cambio en la armonía y otro por un cambio en el ritmo, haciendo absurda su comparación. Por esto sería necesario escuchar cada canción y anotar a qué se debe cada evento. Una buena aproximación sería definir la estructura de la canción (e.g. intro, estrofa o estribillo) y comparar canciones mediante la estructura.

En cuanto al contraste espectral basado en octavas es una característica que requiere una gran labor de estudio según los trabajos que han servido como referencia en el tema para este trabajo. Además es necesaria la transformación Karhunen-Loeve para decorrelar resultados, y esto requiere otro proceso paralelo de entrenamiento al propio del algoritmo. Por todo esto se ha decidido mantenerla al margen a pesar de lo prometedor de los resultados obtenidos en [39] [37] y [94].

5.4. Entrenamiento

El proceso de entrenamiento se basa en la idea de Pandora de una revisión manual, pero no de los descriptores que deben acompañarlas, sino de los resultados que esas arrojen. Como se quiere ir formando un algoritmo similar a una cadena de filtros, se decide qué posición ocupa cada filtro a la vista de los resultados y qué características forman cada etapa. Para ello se realizan diferentes pruebas con características individuales y combinadas, hasta alcanzar el objetivo.

Concretamente, se busca un algoritmo en forma de “emparedado” en el que los extremos dan consistencia a los resultados finales, pero las etapas intermedias refinan los mismos.

Con estas premisas parece lógico hacer una primera prueba con cada característica individualmente sobre la base de datos de entrenamiento y ver si alguna de las características describe un comportamiento adecuado en la mayoría de las situaciones.

5.4.1. Prueba 1: Una primera aproximación.

Para comenzar a estudiar resultados es necesario aplicar los criterios a un abanico de canciones lo más heterogéneo posible. Se ha elegido una canción por estilo, siendo cada una lo más representativa posible del mismo y lo más diferente al resto de las escogidas. Concretamente los 13 temas seleccionados son.

- Blues: Willie Dixon - Tell That Woman.

- Clásica: Felix Mendelssohn - Allegro Vivace.
- Country: The O'Kanes - Oh Darlin'.
- Electrónica: Tiesto - Traffic.
- Hip-hop: 2Pac - Fuck The World.
- Jazz: Erroll Garner - How Could You Do a Thing Like That to Me.
- Metal: Iron Maiden - Aces High.
- Pop: Lady Gaga - Bad Romance.
- Punk-Ska: Authoriry Zero - Mesa Town.
- Reggae: Bob Marley - Burnin' and Lootin'.
- R&B: Michael Jackson - Bad.
- Rock: Bruce Springsteen - Born in the USA.
- Samba: Sambas de Enredo '97 - Mangueira.

Cada una de estas canciones registrará los 10 resultados más próximos (incluyendo al propio título) según la distancia euclídea para las siguientes configuraciones del conjunto de características elegido.

- MFCC: Se consideran 3 posibles medidas.
 - UnaUna: Se obtienen las 10 canciones más próximas para cada uno de los valores del vector que define el campo MFCC, resultando una matriz de 20x10 canciones.
 - Total1: Se obtienen las 10 canciones más próximas para la distancia total del vector MFCC. Es un vector de 10 resultados.
 - Total2: Se obtienen las 10 canciones más próximas para la distancia total del vector MFCC sin considerar el primer coeficiente. Es un vector de 10 resultados.
- NASE: Se consideran las siguientes 4 medidas.
 - UnaUna: Se obtienen las 10 canciones más próximas para cada uno de los valores de la matriz que define el campo NASE, resultando una matriz de 5x10x10 canciones.
 - Característica: Se obtienen las 10 canciones más próximas para cada característica (media, varianza, kurtosis, energía total y energía relativa) sin discriminar subbanda. Es una matriz de 5x10 resultados.

5.4. ENTRENAMIENTO

- **Subbanda:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para cada una de las 10 subbandas sin discriminar característica. Es una matriz de 10x10 resultados.
- **Total:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para la distancia total de la matriz `NASE`. Es un vector de 10 resultados.
- **Tempo:** Se computa sólo la distancia `Total`, obteniendo un vector de 10 resultados.
- **DWCH:** Se consideran 4 medidas.
 - **UnaUna:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para cada uno de los valores de la matriz que define el campo `DWCH`, resultando una matriz de 28x10 canciones.
 - **Característica:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para cada característica (media, varianza, skewness y energía) sin discriminar nivel de resolución. Es una matriz de 4x10 resultados.
 - **Nivel:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para cada nivel de resolución sin discriminar característica. Es una matriz de 7x10 resultados.
 - **Total:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para la distancia total de la matriz `DWCH`. Es un vector de 10 resultados.
- **Tono:** Se consideran 2 medidas.
 - **TonoATono:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para cada semitono. Es una matriz de resultados de 12x10 canciones.
 - **Total:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para la distancia total del vector `Pitch`. Es un vector de 10 resultados.
- **Centroide espectral (`Cent`), flujo espectral (`SF`), media cuadrática (`RMS`), *roll-off* espectral y ratio de cruces por cero (`ZCR`):** Usan las mismas 3 medidas:
 - **Total:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para la distancia total de la matriz correspondiente a cada característica. Es un vector de 10 resultados.
 - **Mayor:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para el centroide que tiene el mayor número de tramas asociado y las 10 canciones más próximas para los dos centroides con el mayor número de tramas asociado. Es una matriz de 2x10 resultados. En el trabajo sólo se trabaja con la segunda distancia.
 - **Media:** Se obtienen las 10 canciones más próximas para la media y la varianza de los centroides. Es un vector de 10 resultados.

Los resultados para todas estas medidas y para cada canción indicada se recogen en el sitio web <https://www.dropbox.com/sh/pqoqg5r1tvh604k/jxbkc4cngI>, apareciendo los más relevantes en el Apéndice D. De todos ellos se toman las siguientes consideraciones de relevancia.

- La distancia `MFCC_Total` supone una muy buena aproximación hacia el filtrado del género. De todos los estilos sólo 4 no presentan un patrón claro en los resultados (Reggae, Pop, Samba y Country). El R&B arroja resultados relacionados con estilos de música afroamericana, por lo que puede considerarse prometedores también.

Además, esta distancia discrimina muy bien las canciones del mismo álbum del resto. Por ejemplo, “Born in the USA” está acompañada en la base de datos de entrenamiento por “Darlington County”, “Downbound Train”, “No Surrender”, “I’m Goin’ Down” y “Dancing in the Dark” todas ellas del disco *Born in the USA* de Bruce Springsteen, apareciendo 3 de ellas en los resultados. Al igual sucede con “Aces High” de Iron Maiden, contando en los resultados con las otras 3 canciones restantes del mismo disco *Powerslave* que se almacenan en dicha colección. También se muestra este comportamiento con “Mesa Town” e incluso con “Bad Romance”. Esto puede deberse perfectamente a la inclusión del primer coeficiente MFCC, puesto que es una representación de la energía y lo normal es que en un mismo álbum, dicha energía sea similar a lo largo del mismo. Mismos instrumentos, ejecución similar y misma producción son factores que inciden en una energía parecida.

- La distancia `MFCC_Total_2` parece que pierde en gran medida el patrón que rige a `MFCC_Total`. Incluso un estilo que parece tan reconocible como el clásico no cuenta con tantos resultados similares. Se podría pensar que aunque no se mantenga el género o estilo, pueden ser de todas formas canciones similares. Sin embargo esta afirmación dista mucho de la realidad a la vista de los resultados mostrados en el Apéndice D.

- Para la característica NASE, las distancias en las características 1 (`NASE_C1`), 2 (`NASE_C2`), 4 (`NASE_C4`) y 5 (`NASE_C5`) parece que también arrojan resultados positivos, o al menos un patrón reconocible en gran parte de las canciones analizadas. Los problemas de MFCC con el reggae y el country ya no son tales con NASE, y el resto mantiene coherencia en los resultados en al menos 1 de estas 4 características. Evidentemente, la relación entre `NASE_C4` y (`NASE_C5`) es muy fuerte como se aprecia en los resultados (energía total de cada subbanda y energía relativa de la misma), por lo que es posible que una combinación de ambas mejore los resultados.

Aunque ahora no es tan patente la detección del género, sí es cierto que la mezcla de estilos no es descabellada ni mucho menos en la mayor parte de los resultados. Por ejemplo, para la canción de jazz se tienen resultados de blues, jazz y country (todos ellos géneros con el blues como piedra angular) con una cadencia similar a “How Could You Do a Thing Like That to Me”. Esto parece que se acerca más a lo que en un principio era la idea del trabajo: buscar canciones similares aunque no sean del mismo género.

Por último la distancia `NASE_Total` tiene un comportamiento similar a `MFCC_Total`, obteniendo resultados más claros en aquellas canciones que fallaba MFCC (e.g. Country) y no siendo tan claro en otras que donde sí funcionaba bien MFCC (e.g.

Clásica).

Del resto de características no parece que se arroje ningún resultado concluyente en un principio. De todos modos, parece que en NASE y MFCC se han encontrado los dos extremos del “emparedado”, es decir, aquellos descriptores sobre las que gira el grueso del algoritmo, siendo el resto los que apliquen detalles psicoacústicos para lograr buenos resultados de similitud.

5.4.2. Prueba 2: Descarte de descriptores.

Aunque se ha decidido qué descriptores definen la parte más importante del algoritmo, es necesario encontrar entre los restantes cuáles proporcionan la diferencia. Sobre todo, el descriptor DWCH está sobredimensionado ya que se han considerado 40 distancias diferentes que se pueden tomar de él. Una forma de aproximarse es trabajar en un entorno mucho más controlado, con muchas canciones similares y menos diferentes, aplicando las distintas distancias DWCH y ver cuáles mantienen más resultados similares. Para lograr el espacio controlado se aprovecha el buen funcionamiento de las distancias MFCC_Total y NASE_Total para aislar posibles canciones similares. Además ya se sabe que aunque buenos, los resultados de NASE y MFCC van a diferir, por lo que el buen comportamiento de los descriptores restantes que puedan quedarse en el algoritmo final ha de serlo en ambas subcolecciones.

Así, esta prueba se resume en un filtrado muy fuerte por parte de la computación de la distancia MFCC_Total y NASE_Total, obteniendo 20, 50 y 100 resultados por cada una, y calcular las diferentes distancias del resto de descriptores para 11, 20 y 50 canciones respectivamente. Los resultados se encuentran en el sitio web https://www.dropbox.com/sh/dpo8pehe7s0cn34/gpZ8o_tViG. Aunque manual y costoso, el procedimiento permite descartar gran cantidad de descriptores ya que de un total de 40 posibles valores de DWCH por canción, se termina con 3 que mantienen los buenos resultados para la mayoría de las canciones: Característica 2 (DWCH_C2), característica 4 (DWCH_C4) y total (DWCH_Total).

Hasta este punto se ha reducido el problema de definir una canción con 161 valores a hacerlo con 42:

- NASE: NASE_C1, NASE_C2, NASE_C4, NASE_C5 y NASE_Total.
- MFCC: MFCC_Total.
- DWCH: DWCH_C2, DWCH_C4 y DWCH_Total.
- Tempo: BPM.
- Tono: Pitch (12 Elementos).
- ZCR, centroide espectral, RMS, *roll-off* espectral y flujo espectral: Total, Mayor (2 elementos) y Media.

5.4.3. Prueba 3: Ordenación y elección de etapas.

Una vez reducido el espacio de características es necesario elegir un punto de partida entre NASE o MFCC. Según la idea de la cadena de filtros con los extremos como su punto fuerte, si uno es elegido al inicio es porque el otro se quedará al final. Para elegirlo se considera suficiente el hecho de que MFCC es usado en una gran parte de la bibliografía y aunque su rendimiento se haya visto superado por otras combinaciones, sigue siendo un valor seguro. Este buen comportamiento puede que permita “arreglar” las posibles soluciones de compromiso que vaya surgiendo a lo largo de la cadena puesto que se elijan las canciones que se elijan, se tratará de que cada etapa de la cadena suponga una mejora en los resultados de la anterior. Aún con esto, es muy probable que para alguna o algunas no sea así y que el buen funcionamiento mostrado por MFCC en tantos trabajos ayude a suavizar ese efecto.

Por lo tanto, el inicio de la cadena lo forma NASE y concretamente se estudia la posibilidad de combinar NASE_C4 y NASE_C5, características de energía que proporcionarían una primera aproximación de igualación energética. El procedimiento para elegir la posible combinación o no es el siguiente:

1. Debido a la cantidad de datos, se eligen en este caso 6 canciones de las 13 que se estaban estudiando hasta el momento. Éstas son: “Tell That Woman” de Willie Dixon, “Aces High” de Iron Maiden, “Born in the USA” de Bruce Springsteen, “Allegro Vivace” de Mendelssohn, “Traffic” de Tiesto y “Bad” de Michael Jackson.
2. Se hace un filtrado con NASE_C4 y NASE_C5 por separado y después con las distancias conjuntas, obteniendo los 100 vecinos más cercanos. Los resultados aparecen en el Apéndice E. Con las listas de las 100 canciones iniciales y sus puntuaciones.
3. Se escuchan los resultados y a cada canción se le da una puntuación de entre 3 posibles: 0, 0.5 ó 1.
4. De las 3 configuraciones se elige aquélla que presente mejores resultados en la mayoría de los casos.

En la Tabla 5.4 se muestran las puntuaciones en tanto por ciento de las 3 configuraciones para cada una de las canciones.

Tal y como se pensó en un principio la combinación de ambas características permite aumentar la tasa de acierto. Excepto en una canción, en las otras 5 mejora a las otras dos opciones. Así, la primera etapa está ocupada por una combinación de la energía total y la energía relativa del vector NASE.

A partir de aquí, el procedimiento es mucho más automático, manteniendo las puntuaciones y trabajando sobre esas 100 canciones. Se irán aplicando diferentes descriptores

5.4. ENTRENAMIENTO

	NASE_C4 (%)	NASE_C5 (%)	NASE_C4+C5 (%)
#1-Tell That Woman	39,5	33	41
#2-Aces High	55,5	54	62
#3-Born in the USA	34	35,5	40,5
#4-Allegro Vivace	38	34	43
#5-Traffic	35	55	36
#6-Bad	36,5	25	37

Tabla 5.4: Resultados de similitud para NASE_C4 y NASE_C5.

y combinaciones de ellos, observando cuáles suponen un aumento en el ratio de resultados válidos. Concretamente este segundo paso devuelve 70 de las 100 canciones pasadas como entrada.

En primer lugar se observan los resultados para combinaciones simples de NASE_C4+C5 con el resto en la Tabla 5.6.

Se tienen algunos descriptores prometedores para la siguiente etapa como son `Cent_Total`, `SRF_Total`, `SRF_Mayor`, `ZCR_Mayor`, `DWCH_C2`, `DWCH_C4` y `DWCH_Total` que mejoran los resultados en 5 de cada 6. Por ejemplo, `DWCH_C4` es otro descriptor de energía, esta vez extraído mediante *wavelets*, que también presenta un buen funcionamiento. Sin embargo, aplicarlo exactamente después de NASE_C4+C5 que es un descriptor muy potente de energía carece de sentido, puesto que valdría con restringir aún más los resultados con este descriptor NASE. Por eso lo razonable parece que es buscar descriptores de características timbrales o cualquier otra que defina un concepto diferente (texturales, brillo, constancia...). Sin ir más lejos el centroide espectral parece que muestra buen comportamiento siendo una característica muy sencilla del timbre.

Las filas 4, 8, 12, 16 y 24 de resultados son combinaciones diseñadas a partir de los otros resultados. Observados los porcentajes obtenidos con descriptores simples (e.g. `Cent_Total`), se construyen nuevos mediante la suma de las distancias de los que mejores resultados obtienen. De todos los ideados, tan sólo no mejora los resultados simples la combinación del flujo espectral en la fila 12.

De nuevo, es probable que la combinación de los descriptores de diferente origen proporcione nuevas alternativas mejores que sean válidas para todas las canciones o bien que mejoren los resultados anteriores. Por ello, antes de elegir, se calculan nuevas combinaciones entre descriptores y sus resultados quedan reflejados en la Tabla 5.7.

Efectivamente, ahora se han conseguido descriptores que mejoran los resultados en todos los casos como D6 y D8. A3 y B3 también lo consiguen pero no se puede evitar la comparación con otros resultados de estas tablas. Ambos parten de una primera combinación `Cent_Total+Cent_Mayor` que consigue mejorar resultados en todos los casos y que estos resultados no varían aún añadiendo `ZCR_Mayor` en A3 o `Pitch_Total`

T	Total
M	Media
Ma	Mayor
C#	Caracteristica_#
A1	Cent_Total+ZCR_Mayor
A2	Cent_Mayor+ZCR_Mayor
A3	Cent_Mayor+Cent_Total+ZCR_Mayor
B1	Cent_Total+Pitch_Total
B2	Cent_Mayor+Pitch_Total
B3	Cent_Mayor+Cent_Total+Pitch_Total
D1	Cent_Total+SRF_Total
D2	Cent_Total+SRF_Mayor
D3	Cent_Total+SRF_Total+SRF_Mayor
D4	Cent_Mayor+SRF_Total
D5	Cent_Mayor+SRF_Mayor
D6	Cent_Mayor+SRF_Mayor+SRF_Total
D7	Cent_Mayor+Cent_Total+SRF_Total
D8	Cent_Mayor+Cent_Total+SRF_Mayor
D9	Cent_Mayor+Cent_Total+SRF_Mayor+SRF_Total
E1	RMS_Mayor+RMS_Media+SF_Media
F1	RMS_Mayor+RMS_Media+DWCH_C2
G1	SF_Media+DWCH_C2
H1	RMS_Mayor+RMS_Media+SF_Media+DWCH_C2
Fun	Fundamental
T1	Total_1
T2	Total_2

Tabla 5.5: Leyenda de los diferentes descriptores y combinaciones.

en B3. Puede tener dos interpretaciones: que la misma información que representan tanto *ZCR_Mayor* como *Pitch_Total* esté incluida en los propios descriptores del centroide espectral o bien que la aportación de esa tercera dimensión en términos de distancias no altera en gran forma el generado por los dos descriptores anteriores. La primera afirmación podría ser cierta para *ZCR*, puesto que la variación de su valor indica también variación en la frecuencia. Sin embargo que el tono quede representado por el centroide espectral es improbable. Podría recoger información sobre el tono central del histograma pero no de todo el histograma, por lo que esta primera afirmación parece equivocada. La segunda afirmación sí parece razonable, si la distancia que añaden ambas características no supone un aumento del vector de distancias tal que pueda variar el comportamiento de los resultados. Por esto en caso de querer elegir uno de estos descriptores como siguiente

5.4. ENTRENAMIENTO

		#1 (%)	#2 (%)	#3 (%)	#4 (%)	#5 (%)	#6 (%)
Cent	T	43,57	69,29	40,71	51,43	38,57	36,43
	M	40	71,43	33,57	50	32,86	39,29
	Ma	37,86	72,86	45	48,57	32,86	41,43
	Ma+T	44,29	71,43	41,43	51,43	37,14	37,86
RMS	Total	39,29	62,14	39,29	50	38,57	38,57
	M	40	66,43	48,57	55,71	30	39,29
	Ma	40	55,71	50	60	50	35,71
	Ma+M	44,29	65,71	50	57,14	30	39,29
SF	T	36,43	62,14	45	37,14	41,43	38,57
	M	40,71	70	53,57	61,43	50	27,14
	Ma	40,71	59,29	42,14	57,14	42,86	39,29
	Ma+M	40,71	59,29	42,14	57,14	42,86	39,29
SRF	T	40	63,57	44,29	58,57	38,57	40
	M	40,71	53,57	53,57	51,43	40	36,43
	Ma	44,29	70,71	37,86	57,14	40	38,57
	Ma+T	42,14	62,14	41,43	60	37,14	40
ZCR	T	39,29	65,71	37,86	50	34,29	37,14
	M	38,57	62,14	41,43	52,86	34,29	35,71
	Ma	35,71	66,43	45	50	41,43	42,14
Pitch	T	38,57	65,71	42,96	47,14	28,57	37,86
DWCH	C2	42,14	70,71	48,47	58,57	34,29	45,71
	C4	42,14	68,57	47,86	51,43	31,43	41,43
	T	45	71,43	48,57	54,29	32,86	42,86
	C2+T	43,57	70	48,57	52,86	31,43	42,86
BPM	T	44,29	58,57	47,14	37,14	51,43	42,86

Tabla 5.6: Resultados de similitud para la segunda etapa tras aplicar NASE_C4+C5. Los resultados resaltados mejoran los obtenidos en la etapa precedente.

etapa lo inteligente sería escoger Cent_Mayor+Cent_Total por separado puesto que supone una menor carga computacional.

Como se ha indicado aparecen otros descriptores como D6 y D8 que también mejoran en todos los casos y lo hacen de media un 0,6% y 0,36% mejor respectivamente. Pero no es esta la principal razón por la que se han de tener en cuenta, sino por su mejor comportamiento con alguna canción que sufre pérdidas con la gran mayoría de las combinaciones o bien que tienen el ratio de acierto menor. Éstas son “Traffic” y “Bad” y que aunque también sucede con “Tell That Woman”, la solución de compromiso en este caso queda relegada a equiparar resultados sin descolgar ninguna canción. La combinación del centroide espectral con el *roll-off* se presenta muy lógica puesto que ambas contienen información referente al timbre como la nitidez, el brillo y la textura, así como al ancho de banda de la señal. Por estos motivos se elige D6 como la siguiente etapa.

		#1 (%)	#2 (%)	#3 (%)	#4 (%)	#5 (%)	#6 (%)
Cent_ZCR	A1	43,57	69,29	40,71	51,43	38,57	36,43
	A2	37,86	72,86	45	48,57	32,86	41,43
	A3	44,29	71,43	41,43	51,43	37,14	37,86
Cent_Pitch	B1	43,57	69,29	40,71	51,43	38,57	36,43
	B2	37,86	72,86	45	48,57	32,86	41,43
	B3	44,29	71,43	41,43	51,43	37,14	37,86
Cent_SRF	D1	42,14	65,71	45,71	57,14	34,29	35,71
	D2	42,14	70	39,29	55,71	37,14	39,29
	D3	42,86	64,29	43,57	58,57	35,71	36,43
	D4	40,71	63,57	45,71	58,57	40	40,71
	D5	42,14	70,71	38,57	57,14	35,71	39,29
	D6	41,43	62,14	45	60	38,57	40
	D7	42,14	67,14	45	57,14	34,29	37,14
	D8	42,14	71,43	40,71	54,29	38,57	38,57
	D9	42,14	66,43	45	58,57	35,71	38,57

Tabla 5.7: Resultados de similitud para la segunda etapa tras aplicar NASE_C4+C5. Los resultados resaltados mejoran los obtenidos en la etapa precedente.

De nuevo se vuelve a repetir el proceso. Para los resultados obtenidos de la etapa anterior se aplican los descriptores restantes así como alguna nueva combinación posible. En este caso también se hace una revisión de los porcentajes de resultados que han de salir del filtrado. Partiendo de las 100 canciones que arroja la primera etapa, se prueba con diferentes filtrados de 100-70-60, 100-70-50, 100-80-60, 100-80-70 y 100-90-80 como se ve en el sitio web <https://www.dropbox.com/sh/5a91zht3tad130j/AAA1sVPbABJm-pCa1kruIrbsa>. A la vista de los resultados, parece que la opción de filtrar a 70 y después a 60 resultados es la más viable teniendo los resultados de la Tabla 5.8.

De nuevo aparece un descriptor muy potente, que es RMS_M y que en todos los descriptores combinados en los que interviene en la Tabla 5.8 marca el comportamiento de los resultados claramente, sólo cambiando sutilmente para la canción #5. Sin embargo este descriptor, que define la intensidad, tiene un comportamiento muy malo con esta canción. De hecho es un punto crítico ya que tarde o temprano será necesaria una igualación en intensidad, puesto que esto otorgará continuidad a la lista final de resultados, al igual que la aplicación de un tempo similar.

Otro descriptor a tener en cuenta es ZCR_Ma, definiendo nuevos matices del timbre. Como puntos a favor es que aunque penaliza la canción #1 no es tan agresivo en la pérdida de resultados y además colocándolo después de D6 se consigue un subgrupo timbral, en el que ambas etapas extraen información del timbre. Por estas razones parece de nuevo razonable aplicar este descriptor a continuación.

Hasta este momento, el algoritmo ya cuenta con 3 etapas correspondientes a los descriptores NASE_C4+C5, D6 y ZCR_Ma con un filtrado de 100, 70 y 60 resultados res-

5.4. ENTRENAMIENTO

		#1 (%)	#2 (%)	#3 (%)	#4 (%)	#5 (%)	#6 (%)
RMS	T	40,83	63,33	46,67	65	38,33	40
	M	45,83	62,50	52,50	68,33	30	42,50
	Ma	44,17	59,17	46,67	68,33	43,33	40
	Ma+M	45,83	62,50	52,50	68,33	30	42,50
SF	T	40,83	61,67	44,17	56,67	40	40
	M	42,50	69,17	47,50	70	43,33	38,33
	Ma	42,50	59,17	48,53	68,33	41,67	37,50
	Ma+M	42,50	59,17	45,83	68,33	41,67	37,50
ZCR	T	39,17	65,83	42,50	65	38,33	41,67
	M	38,33	64,17	41,67	65	38,33	40
	Ma	41,67	65	46,67	65	38,33	44,17
Pitch	T	42,50	65	47,50	61,67	30	40,83
DWCH	C2	44,17	67,50	48,33	66,67	38,33	45
	C4	45	65	49,17	66,67	40	45
	T	45	68,33	45	61,67	38,33	43,33
	C4+T	43,33	65,83	47,50	63,33	40	45
	C2+C4	44,17	65	48,33	66,67	38,33	45
	C2+T	45	67,50	48,33	63,33	38,33	43,33
BPM	T	46,67	62,50	50,83	56,67	45	40
RMS_SF	E1	45,83	62,50	52,50	68,33	30	42,50
RMS_DWCH	F1	45,83	62,50	52,50	68,33	30	42,50
SF_DWCH	G1	44,17	67,50	48,33	66,67	38,33	45
RMS_SF_DWCH	H1	45,83	62,50	52,50	68,33	30	42,50

Tabla 5.8: Resultados de similitud para la tercera etapa tras aplicar NASE_C4+C5 y D6. Los resultados resaltados mejoran los obtenidos en la etapa precedente.

pectivamente. Para la siguiente etapa, se obtienen como resultados los reflejados en la Tabla 5.10, para un filtrado ahora bastante escueto de 55 resultados.

Se ha introducido una nueva medida más lógica para el tono. Hasta el momento se ha calculado en todo momento la diferencia del histograma tonal completo. Sin embargo esa medida no es muy apropiada para entender la composición armónica de una canción y es necesario aplicar alguna de las ponderaciones que aparecen en la Tabla 4.1. Para este trabajo, como se quiere trabajar con el menor número de datos posible manteniendo información útil, se usa la aproximación ortogonal, donde sólo se considera la tónica o tono fundamental.

A pesar de conseguir un descriptor DWCH_C2+C4 que obtiene mejoras para todas las canciones, es necesario tener en cuenta que la información tonal ha de cobrar importancia en algún momento de la cadena como se representa en la Fig. 3.4, ya que es un factor determinante en la estimación del estado de ánimo. Por ello, a pesar de no mejorar los resultados e incluso empeorar, la puntuación de las canciones se ha dado por parte de un solo usuario y a la vista de los resultados, parece que los descriptores de energía son los que mejor se adaptan a él. Sin embargo hay que contar con el uso de otros usuarios

		#1 (%)	#2 (%)	#3 (%)	#4 (%)	#5 (%)	#6 (%)
RMS	T	40,91	47,27	65,45	69,09	41,82	44,55
	M	44,55	50,91	65,45	69,09	34,55	42,73
	Ma	44,55	48,18	61,82	69,09	41,82	42,73
	Ma+M	44,55	50,91	65,45	69,09	34,55	42,73
SF	T	41,82	46,36	64,55	63,64	41,82	43,64
	M	42,73	47,27	68,18	70,91	41,82	42,73
	Ma	41,82	45,45	63,64	69,09	40	45,45
	Ma+M	41,82	45,45	63,64	69,09	40,00	45,45
Pitch	T	40,91	48,18	67,27	67,27	32,73	45,45
	Fun	38,18	48,18	69,09	69,09	41,82	43,64
DWCH	C2	43,64	50	68,18	69,09	38,18	48,18
	C4	43,64	49,09	64,55	67,27	40	46,36
	T	43,64	46,36	68,18	63,64	38,18	46,36
	C4+T	43,64	49,09	66,36	63,64	38,18	46,36
	C2+C4	43,64	50	67,27	67,27	40	48,18
	C2+T	43,64	48,18	68,18	63,64	40	46,36
BPM	T	43,64	50,91	66,36	61,82	41,82	42,73
RMS_SF	E1	44,55	50,91	65,45	69,09	34,55	42,73
RMS_DWCH	F1	44,55	50,91	65,45	69,09	34,55	42,73
SF_DWCH	G1	43,64	50	68,18	69,09	38,18	48,18
RMS_SF_DWCH	H1	44,55	50,91	65,45	69,09	34,55	42,73

Tabla 5.9: Resultados de similitud para la tercera etapa tras aplicar NASE_C4+C5, D6 y ZCR_Ma. Los resultados resaltados mejoran los obtenidos en la etapa precedente.

y su correspondiente criterio. Por esto el uso del tono, tan extendido en todo el estado del arte, se elige en este estadio, complementando la información timbral extraída en las dos etapas anteriores.

Cerca de llegar a un montante final de 15 resultados por canción y sabiendo que la última etapa la cubren descriptores MFCC, hay que revisar lo realizado hasta el momento para ver qué características son necesarias contemplar para cubrir la mayor cantidad de información. En la primera etapa, con NASE_C4+C5 se aúnan dos interpretaciones de la energía. Por un lado dos canciones serán similares en energía si su disposición a lo largo de su espectro es parecida (energía relativa). Por otro lado, aunque tengan al distribución energética sea parecida, los valores normalizados también han de serlo puesto que está relacionado con la intensidad y por lo tanto con lo expuesto en la Sec. 3.2.1.1.

En las etapas segunda y tercera se lleva a cabo la contribución timbral, con D6 y ZCR_Ma proporcionando información sobre el brillo, la nitidez o la aspereza del sonido, además de información sobre el ancho de banda.

En la cuarta etapa se sube el nivel de abstracción para la interpretación tonal mediante Pitch_Fun.

Además del apartado rítmico que se trasladará al principio de la cadena, parece rele-

5.4. ENTRENAMIENTO

vante la contribución del sistema RMS, que en el sector de los componentes electrónicos acústicos hace referencia al valor eficaz de la potencia y que al ser una medida de la intensidad tan extendida se antoja necesaria. Por otro lado los descriptores DWCH llevan dando muy buenos resultados durante todo el experimento y, aunque es posible que no se les haya dado todo el valor que debiera no se dejarán fuera del estudio.

		#1 (%)	#2 (%)	#3 (%)	#4 (%)	#5 (%)	#6 (%)
RMS	T	36,67	66,67	50	73,33	42,22	46,67
	M	42,22	71,11	57,78	75,56	31,11	42,22
	Ma	38,89	66,67	52,22	82,22	51,11	41,11
	Ma+M	42,22	71,11	57,78	75,56	31,11	42,22
SF	T	35,56	70	48,89	66,67	44,44	43,33
	M	40	75,56	52,22	80	48,89	41,11
	Ma	37,78	65,56	45,56	80	46,67	41,11
	Ma+M	37,78	65,56	45,56	80	46,67	41,11
DWCH	C2	42,22	75,56	55,56	77,78	42,22	51,11
	C4	44,44	75,56	52,22	73,33	40	48,89
	T	42,22	76,67	50	75,56	37,78	46,67
	C4+T	42,22	75,56	51,11	75,56	40	46,67
	C2+C4	41,11	73,33	54,44	77,78	40	48,89
	C2+T	42,22	77,78	53,33	75,56	40	46,67
BPM	T	44,44	67,78	57,78	64,44	51,11	47,78
RMS_SF	E1	42,22	71,11	57,78	77,78	31,11	42,22
RMS_DWCH	F1	42,22	71,11	57,78	77,78	31,11	42,22
SF_DWCH	G1	42,22	75,56	55,56	77,78	42,22	51,11
RMS_SF_DWCH	H1	42,22	71,11	57,78	77,78	31,11	42,22

Tabla 5.10: Resultados de similitud para la tercera etapa tras aplicar NASE_C4+C5, D6, ZCR_Ma y Pitch_Fun. Los resultados resaltados mejoran los obtenidos en la etapa precedente.

Para la intensidad se escoge el valor medio, es decir, el descriptor RMS_M, que es el que realmente da una noción clara de la intensidad, y no un valor de pico. Bien es cierto que los resultados de #5 se ven afectados sobre manera, pero es una decisión que tarde o temprano había que adoptar. Para esta etapa se consiguen 45 resultados.

En los dos últimos estadios de la cadena, con 30 y 15 resultados filtrados respectivamente, se ha optado por añadir la segunda característica de DWCH DWCH_C2, definiendo la varianza de los diferentes niveles de resolución de la señal, y MFCC_Total manteniendo el primer coeficiente con información sobre la energía, puesto que a la vista de los primeros resultados individuales parecía lo más acertado. Se ha decidido dejar fuera a DWCH_C4 puesto que la información sobre la energía ya queda comprendida en suficientes descriptores que sí se han tenido en cuenta. La Tabla 5.11 muestra los resultados en la etapa posterior a RMS_M y la Tabla 5.12 la evolución de los resultados a través de toda la cadena.

A pesar de la decisión de usar DWCH_C2 en esta etapa se aprovecha el experimento

		#1 (%)	#2 (%)	#3 (%)	#4 (%)	#5 (%)	#6 (%)
SF	T	40	70	60	74,29	37,14	44,29
	M	42,86	74,29	67,14	91,43	37,14	40
	Ma	38,57	65,71	55,71	91,43	40	42,86
	Ma+M	38,57	65,71	55,71	91,43	40	42,86
DWCH	C2	50	74,29	67,14	82,86	28,57	48,57
	C4	50	77,14	62,86	77,14	31,43	45,71
	T	47,14	78,57	64,29	82,86	28,57	46,67
	C4+T	50	75,71	64,29	82,86	25,71	42,86
	C2+C4	50	72,86	68,57	85,71	31,43	45,71
	C2+T	50	78,57	65,71	85,71	28,57	45,71
BPM	T	45,71	70	64,29	71,43	40	45,71
NASE	C1	44,29	70	62,86	74,29	34,29	44,29
	C2	35,71	80	61,43	80	37,14	45,71
	C1+C2	35,71	78,57	61,43	80	37,14	45,71
MFCC	T1	44,29	77,14	70	94,29	37,14	47,14
	T2	44,29	71,43	61,43	82,86	37,14	42,86

Tabla 5.11: Resultados de similitud para la tercera etapa tras aplicar NASE_C4+C5, D6, ZCR_Ma, Pitch_Fun y RMS. Los resultados resaltados mejoran los obtenidos en la etapa precedente.

	#1 (%)	#2 (%)	#3 (%)	#4 (%)	#5 (%)	#6 (%)
NASE_C4+C5	41	62	40,50	43	36,00	37
D6	41,43	62,14	45	60	38,57	40
ZCR_Ma	41,67	65	46,67	65	38,33	44,17
Pitch_Fun	38,18	69,09	47,27	69,09	41,82	43,64
RMS_M	42,22	71,11	57,78	75,56	31,11	42,22
DWCH_C2	50	74,29	67,14	82,86	28,57	48,57
MFCC_Total1	53,33	73,33	93,33	93,33	46,67	46,67
Mejora	30,07	18,27	130,44	117,04	29,64	26,14

Tabla 5.12: Variación de los resultados positivos a lo largo de la cadena planteada. En negrita se encuentran los resultados que mejoran a la etapa anterior y con el fondo gris aquéllos que mejoran a la primera etapa.

para probar también los descriptores NASE_C1 y NASE_C2 cuyo buen comportamiento se demostró en Sec. 5.4.1 y que aún partiendo de resultados ya filtrados son capaces de mejorarlos en la mayoría de los casos a la vista de los resultados de la Tabla 5.11.

Por su parte, el tempo parece que no es apropiado para aplicar al final, comportamiento que es totalmente razonable. La información del tempo se comprende en una banda muy baja de frecuencias ya que un tempo extremo de 240bpm, se corresponde con 4Hz. Esta información quedaría recogida en las subbandas inferiores de descriptores

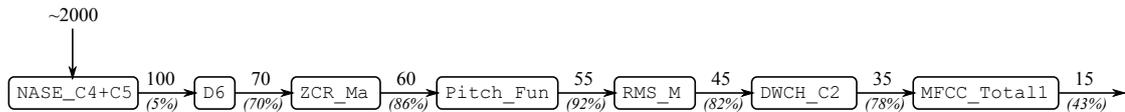


Figura 5.23: Cadena de etapas que componen el algoritmo de similitud.

NASE o DWCH, pero que debido a las elecciones tomadas hasta este punto, o bien es una información ínfima respecto al resto de frecuencias (NASE_C4+C5) o bien no se ha tenido en cuenta en DWCH_C2. Por ello, si dos canciones se parecen en todas las demás frecuencias excepto en frecuencias muy bajas es más probable que llegue al final de la cadena que una que se parezca mucho a frecuencias muy bajas y no tanto en el resto. Para evitar este comportamiento se lleva a cabo una revisión del algoritmo en la siguiente sección.

Por último, la contribución de MFCC_Total1 al final del proceso supone lo que se esperaba, que es la mejora de los resultados o, como poco, la corrección de los mismos con una ligera desviación a la baja. La Fig. 5.23 dispone todas las etapas, así como información del porcentaje de canciones que se extraen de las que se tienen a la entrada de cada una.

5.4.4. Prueba 4: Revisión y Reestructuración.

A pesar del aparente buen funcionamiento del algoritmo hasta el momento, es cierto que uno de sus puntos débiles es la falta de información temporal o rítmica en su proceso. La incorporación de un descriptor del tiempo se antoja imprescindible pero bien es cierto que no ha habido lugar para hacerlo en las etapas marcadas en el algoritmo que se ha definido. Sin embargo, si este algoritmo funciona bien lo hará sobre cualquier base de datos y sino, se habrá llevado a cabo un estudio sobreentrenado o mal entrenado.

Partiendo de esta hipótesis, la dificultad de incorporar el tiempo en etapas avanzadas del algoritmo que se ha expuesto en la Sec. 5.4.4, además de las dificultades que entraña la propia extracción del tiempo (Sec. 4.4.4), hacen indicar que una aplicación de este descriptor en estadios primarios, previos a la estimación de energía, conllevarían mejores resultados. De esta forma se espera que un filtrado suficiente pero no excesivo mantenga canciones de igual tiempo junto con aquéllas cuyo tiempo o bien se ha estimado con cierto error o ha quedado enmascarado el tiempo principal por la acción interinstrumental.

Por otro lado, los descriptores NASE_C1 y NASE_C2 pueden complementar al posible exceso de descriptores basados en la energía y la intensidad, mejorando el esfuerzo de DWCH_C2 en representar características estadísticas de las canciones.

Un último descriptor, que durante todos los experimentos de confección de las diferentes etapas ha funcionado correctamente es SF_M. Excepto para la canción #6, ha supuesto una mejora en todos los resultados excepto en la etapa después de NASE_C4+C5.

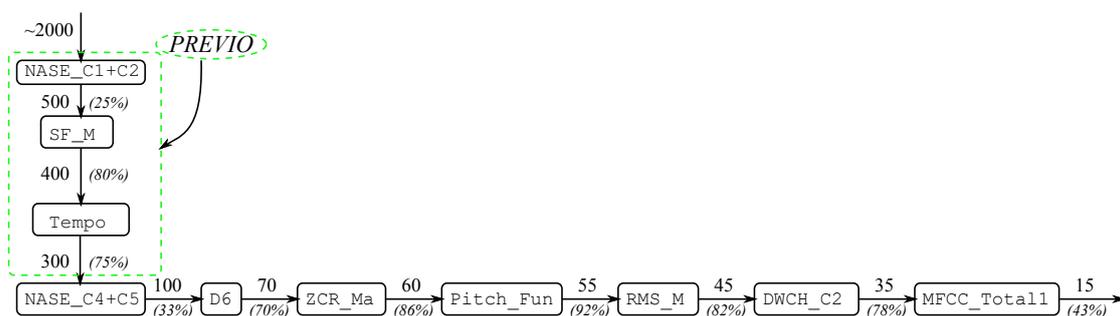


Figura 5.24: Cadena de etapas que componen el algoritmo de similitud con el previo.

La aplicación de este descriptor ayudaría a completar el análisis que se mantiene en la Fig. 4.2 en el cuadrante inferior derecho. Esto complementaría el filtrado por parte del tiempo.

Así, se propone un previo a la cadena ya confeccionada, contando por componentes con NASE_C1+C2, SF_M y BPM como se aprecia en la Fig. 5.24. Los filtrados son de 500, 400 y 300 resultados respectivamente, quedando en la Tabla 5.13-5.18 expuestas las canciones al final del algoritmo con y sin previo para las 6 canciones analizadas. Los resultados de las 13 propuestas en un inicio se encuentran en el sitio web <https://www.dropbox.com/sh/ftuerbjeq7aen4m/AABqhnRFiDLwEmVssNbFq3d7a>.

A la vista de los resultados, parece que la aplicación del tiempo en el previo ha surtido un sutil efecto, puesto que aunque las dos listas que aparecen en cada tabla son buenas, se pueden hacer una serie de comentarios en favor de este previo.

En primer lugar, si se le otorga a las canciones que no aparecían en el Apéndice E para #1 una puntuación consecuente con su similitud, se tiene (1 1 0 1 1 0 0 1 0 0.5 1 0.5 0.5 1) formando un porcentaje de acierto entre el 56,6 y el 60 %, ligeramente superior al conseguido sin el previo. Sin embargo, esto no es motivo suficiente para usar dicho previo ya que conlleva una sobrecarga de tiempo y cálculo, por lo que hay que ver los resultados del resto de canciones analizadas.

Para #2 sí que resulta un cambio natural la sustitución de canciones de la banda Clutch, una formación orientada al *stoner* rock, blues rock e incluso con tintes funk (como el tema “10001110101”) por canciones de Guns N’ Roses y Black Sabbath, ambas dentro del ratio de influencia del heavy metal. Iron Maiden suele llevar a cabo, como en “Aces High”, composiciones estándar de metal, con un riff de introducción, riff principal (muchas veces es el mismo), estrofa-estribillo (una o varias veces), interludio, solo y vuelta. Curiosamente este tipo de composición fue el que incluyó Black Sabbath con Ronnie James Dio en su disco Heaven & Hell, al cual pertenece “Neon Knights”, alejándose así de las composiciones más complejas y pesadas de discos anteriores junto con Ozzy Osbourne. Guns N’ Roses también hace uso de este tipo de composición típica del metal de los 80 aunque orientado a un terreno mucho más rockero. Aún más, si bien Iron Maiden son conocidos por su sonido Marshall, también usaba este tipo de amplificadores Slash

5.4. ENTRENAMIENTO

#1. Willie Dixon - Tell That Woman	
Sin Previo	Con Previo
Willie Dixon - Don't Let That Music Die	Willie Dixon - Don't Let That Music Die
Memphis Minnie - Joe Louis Strut	Bo Diddley - Mona (I Need You Baby)
Lightnin' Slim - I'm Grown	Walter Brennan with the Johnny Mann Singers - Old Rivers
Pancho and Lefty - Merle Haggard	Lightnin' Slim - New Orleans Bound
David Houston & Tammy Wynette - My Elusive Dreams	Memphis Minnie - Joe Louis Strut
Blind Willie Johnson - If I had My Way I'd Tear the Building Down	Pink - I Don't Believe You (Main Version)
Clarence Gatemouth Brown - For Now So Long	Pancho and Lefty - Merle Haggard
Bobby Blue Band - Last Night	David Houston & Tammy Wynette - My Elusive Dreams
Percy Mayfield - The River's Invitation	Blind Willie Johnson - If I had My Way I'd Tear the Building Down
Willie Dixon - If the Sea Was Whiskey	Clarence Gatemouth Brown - For Now So Long
Memphis Minnie - My Baby Don't Want Me No More	Lightnin' Hopkins - Short Haired Woman
You Win Again - Jerry Lee Lewis	Leroy Carr & Scrapper Blackwell - That's Tellin'em
Baby Please Don't Go - Lightnin' Hopkins	Memphis Minnie - My Baby Don't Want Me No More
Crawlin' King Snake - John Lee Hooker	Ernst Ashworth - Talk Back Trembling Lips

Tabla 5.13: Comparación del algoritmo con previo y sin previo para la canción #1. *Willie Dixon - Tell That Woman*.

en Guns N' Roses, Megadeth antes de cambiar de sonido en 1994 con Youthanasia y Tony Iommi en la época de Dio, buscando alejarse del sonido pesado de anteriores discos. Por último, un dato muy interesante es que además de que muchas de las canciones obtenidas con el previo se encuentran dentro del heavy metal de los 80, estos discos han sido producidos en su mayoría por Martin Birch (Powerslave y Heaven & Hell) y Mike Clink (Appetite for Destruction, Use Your Illusion y Rust in Peace) y ya se anticipó que la producción similar conlleva un sonido parejo.

Para #3 no se aprecian grandes cambios, siendo ambas listas completamente válidas.

Para la canción clásica sí que se aprecia un cambio principalmente en el tempo de las obras. A pesar de la facilidad que parece tener el algoritmo para discriminar canciones de género clásico tanto con el previo como sin él, la búsqueda de similitud tiene que ir un poco más allá. Y este paso queda reflejado en que la mayoría de los resultados son o bien alegros o variaciones de alegros, puesto que además de las que contienen el tempo en el título, "Symphony No.3 in F Major, Op. 90" y "La primavera" también son alegros. Al no usar el previo aparecen más medios tiempos como adagios o andantes.

Para la canción #5 no se observan cambios a simple vista, pero sí que es cierto que

#2.Iron Maiden - Aces High	
Sin Previo	Con Previo
Iron Maiden - Losfer Words (Big 'Orra)	Iron Maiden - Losfer Words (Big 'Orra)
Iron Maiden - The Duellists	Iron Maiden - The Duellists
Heroes & Zeroes - Anti-Heroes	Megadeth - Lucretia
Megadeth - Tornado Of Souls	Anti-Heroes - Heroes & Zeroes
Catch 22 - Supernothing	Megadeth - Tornado Of Souls
Catch 22 - Supernothing	Black Sabbath - Neon Knights
Heroes & Zeroes - Hurricane Bubba	Catch 22 - Supernothing
Judas Priest - Fever	Catch 22 - Supernothing
Clutch - 10001110101	Guns N' Roses - The Garden
Clutch - Gullah	Catch 22 - Walking Away
Anthrax - I Am the Law	Guns N' Roses - Yesterdays
Clutch - The incomparable Mr. Flannery	Guns N' Roses - Sweet Child O'Mine
Megadeth - The Killing Road	Kiss - Exciter
Anthrax - Make Me Laugh	Judas Priest - Fever

Tabla 5.14: Comparación del algoritmo con previo y sin previo para la canción #2.*Iron Maiden - Aces High*.

#3.Bruce Springsteen - Born in the USA	
Sin Previo	Con Previo
Bruce Springsteen - Darlington County	Bruce Springsteen - Darlington County
Jimi Hendrix - Crosstown Traffic	Guns N' Roses - Dead Horse
Bruce Springsteen - No Surrender	Kiss - A Million to One
Guns N' Roses - Dead Horse	Kiss - Lick It Up
Kiss - A Million to One	Prince And the Revolution - Let's Go Crazy
Kiss - Lick It Up	AC/DC - Let Me Put My Love In To You
Prince And the Revolution - Let's Go Crazy	Pink - Mean (Main Version)
AC/DC - Let Me Put My Love In To You	Kiss - Sure Know Something
Kiss - Sure Know Something	AC/DC - You Shook Me All Night Long
AC/DC - You Shook Me All Night Long	Michael Jackson - Leave Me Alone
Michael Jackson - Leave Me Alone	Prince And The Revolution - Purple Rain
Kiss - Hard Times	Kiss - Hard Times
AC/DC - Shake a Leg	AC/DC - Shake a Leg
Bruce Springsteen - Dancing in the Dark	Bruce Springsteen - Dancing in the Dark

Tabla 5.15: Comparación del algoritmo con previo y sin previo para la canción #3.*Bruce Springsteen - Born in the USA*.

la capacidad de asociación de ritmos reggae a la música electrónica merece un estudio que no cabe en este trabajo.

Por último, una de las gran beneficiadas por la inclusión del previo es “Bad” de Michael Jackson. Se trata de un tema R&B contemporáneo, típico de finales de los 80,

5.4. ENTRENAMIENTO

#4.Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	
Sin Previo	Con Previo
Felix Mendelssohn - Andante con Moto Allegro un Poco Agitato	Johannes Brahms - Symphony No.3 in F Major, Op. 90
Johannes Brahms - Symphony No.3 in F Major, Op. 90: Allegro con Brio	Jean Sibelius - Sinfonía nº2 en Re Mayor, Op.43 - I. Allegretto
Jean Sibelius - Sinfonía nº2 en Re Mayor, Op.43 - I. Allegretto	Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No.2 in C Minor, Op.18: No.3, Allegro Scherzando
Gustav Mahler - Trauermarsch in Genessenem Schritt Streng Wie Ein Kondukt	Antonin Dvorák - Tempo di Valse. Trio
Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No.2 in C Minor, Op.18: No.3, Allegro Scherzando	Johannes Brahms - Symphony No.4 in E Minor, Op.98: Allegro Non Troppo
Belá Bartók - Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo	Giovanni B. Pergolesi - Quando Corpus Morietur
Jean Sibelius - Sinfonía nº2 en Re Mayor, op.43 - III. Vivacissimo	Jethro Tull - Wind Up
Antonin Dvorák - Tempo di Valse. Trio	Johannes Brahms - Symphony No. 4 in E Minor, Op.98: Allegro Giocoso
Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No.3 in D Minor, Op.30: No.2, Intermezzo: Adagio	Maurice Ravel - Piano Concerto in G Major: I. Allegramente
Johannes Brahms - Symphony No.4 in E Minor, Op.98: Allegro Non Troppo	Franz Schubert - Allegro Vivace
Jethro Tull - Wind Up	Prince And The Revolution - Franz Schubert - Allegro Giusto
Johannes Brahms - Symphony No. 4 in E Minor, Op.98: Allegro Giocoso	Franz Schubert - Scherzo
Maurice Ravel - Piano Concerto in G Major: I. Allegramente	Antonio Vivaldi - Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: La Primavera
Felix Mendelssohn - Adagio	Georg Friedrich Händel - Música Acuática: Suite I (HWV 348): Oberture & Adagio

Tabla 5.16: Comparación del algoritmo con previo y sin previo para la canción #4.Felix Mendelssohn - Allegro Vivace.

con una base electrónica muy percusiva donde realmente lo que da melodía y armonía al tema es la voz del artista. Y viendo los resultados no hay más que fijarse en los dos primeros, donde sin el previo llegan canciones con ritmos reggae y no precisamente parecidas como “Bring the Meakebeak” o “Ark of the Covenant”. Ahora aparecen títulos de Paula Abdul, Whitney Houston y Toni Braxton, todas artistas coetáneas de Michael Jackson, marcando la época dorada del R&B contemporáneo.

A la vista de estos resultados y de los conseguidos en el resto de las 13 canciones propuestas para el análisis dentro de la base de datos, parece evidente añadir el previo para refinar los resultados.

Las diferentes funciones que se han usado para llevar a cabo estos experimentos quedan reflejadas en el Apéndice F.

#5.Tiesto - Traffic (radio edit)	
Sin Previo	Con Previo
The Ones - Flawless	The Ones - Flawless
EPMD - The Steve Martin	Matt Darey - Children of the Sun (Robert Gitelman)
The Prodigy - Charly (Alley Cat mix)	EPMD - The Steve Martin
Absolom - Where?	The Prodigy - Charly (Alley Cat mix)
Boyz II Men - Under Pressure	Absolom - Where?
Orgasmo - Sample My BumBum	Boyz II Men - Under Pressure
Public Enemy - Don't Believe The Hype	Orgasmo - Sample My BumBum
Hugh Mundell - Rastafari's Call	Public Enemy - Don't Believe The Hype
Freddie McGregor - Get Serious	Lambda - New York (Future Breeze single edit)
DJ Tatana - Liberty	Hugh Mundell - Rastafari's Call
Genesis - Land Of Confusion	Augustus Pablo - Memories of the Ghetto
Cypress Hill - Dr. Greenthumb	Freddie McGregor - Get Serious
Bounce - Why	Prince and the Revolution - I Would Die 4 U
Pink - Funhouse (Main Version)	Matt Darey - Electro Buzz

Tabla 5.17: Comparación del algoritmo con previo y sin previo para la canción #5.Tiesto - Traffic (radio edit).

#6.Michael Jackson - Bad	
Sin Previo	Con Previo
The Congos - Bring the Meakabeak	Toni Braxton - Give U My Heart (Mad Ball Mix)
Fergie - Labels or Love (Bonuns Track)	Fergie - Labels or Love (Bonuns Track)
The Congos - Ark of the Covenant	Paula Abdul - I Need You
Whitney Houston - Queen of the Night	T99 - Anasthasia
Fergie - Fergalicious (Feat. will.i.am)	Paula Abdul - Way that You Love Me
Jay-Z - Brooklyn's Finest (feat. Notorious B.I.G)	Whitney Houston - Queen of the Night
Dr. Motte & WestBam - Love Parade 2000 (One World One Love Parade)	Sandra Rhodes - Where's Your Love Been?
N.W.A - Straight Outta Compton	Sambas de Enredo 94 - Grande Rio
Tenor Saw - Lots of Sign	Eric B. & Rakim - Move the Crowd
Jay-Z/Rihanna - Umbrella	Dr. Motte & WestBam - Love Parade 2000 (One World One Love Parade)
The Black Eyed Peas - Missing You	N.W.A - Straight Outta Compton
M.I.A. - Boyz	The Black Eyed Peas - Missing You
The Notorious B.I.G. - Gimme the Loot	John Mayer - Bold As Love
Toni Braxton - How Many Ways	M.I.A. - Boyz

Tabla 5.18: Comparación del algoritmo con previo y sin previo para la canción #6.Michael Jackson - Bad.

6

Test del Nuevo Algoritmo

CONFIRMAR los buenos resultados obtenidos hasta el momento, hace necesario cambiar tanto el escenario como los actores. En primer lugar se sustituye la colección de entrenamiento por una de test (Apéndice C). Es una base similar con canciones diferentes de características similares, y se va a someter a dos pruebas. En primer lugar se comparará con los dos programas más famosos que ya tienen esta herramienta y que son Google Music con su Mix Instantáneo e iTunes con Genius. Se eligen 7 nuevas canciones totalmente opuestas entre sí como en la fase de entrenamiento y son:

- #1b. Peter Tosh - Legalize It.
- #2b. Clutch - Crucial Velocity.
- #3b. Ultramagnetic MC's - Ease Back.
- #4b. Sambas de Enredo '97 - Salgueiro.
- #5b. Career Suicide - Saving Face.
- #6b. Sal Salvador - They Say It's Wonderful.
- #7b. Pink Floyd - Wish You Were Here

Tras la comparación se ejecuta otro experimento con la colaboración de oyentes anónimos, a los que se les proporcionará los resultados de 3 canciones de entre las analizadas, puntuando del 1 al 5 cada uno de los resultados en función del grado de similitud que consideren apropiado.

6.1. Comparación con Programas Existentes

Una vez ejecutadas las 3 herramientas de similitud, los resultados obtenidos aparecen en las Tablas 6.1-6.7.

#1b. Peter Tosh - Legalize It		
Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
Burning Spear - Give Me	Jimmy Cliff - The Harder They Come	Burning Spear - Give Me
Bob Marley & The Wailers - Baby We've Got a Date (Rock It Baby)	Bob Marley - Baby We've Got a Date (Rock It Baby)	Hugh Mundell & Augustus Pablo - Unity Dub
Burning Spear - Invasion	Desmond Dekker - 007 (Shanty Town)	Dr. Motte & WestBam - Sunshine
Bob Marley & The Wailers - Concrete Jungle	Burning Spear - Invasion	Hugh Mundell & Augustus Pablo - My Mind
Gregory Isaacs - Material Man	Gregory Isaacs - Stranger In Town	Peter Tosh - No Sympathy
Augustus Pablo - Upfull Living	Scotty - Draw Your Brakes	Tenor Saw - Rub-A-Dub Market
Bob Marley - Stir it Up	Augustus Pablo - East Of The River Nile	Tenor Saw - Shirley Jones
Burning Spear - Tradition	The Congos - La La Bam Bam	Peter Tosh - Brand New Second Hand
Bob Marley - One Foundation	Peter Tosh - Downpressor Man	Peter Tosh - Why Mus I Cry
Freddie McGregor - Stop Loving You	Jimmy Cliff - Sitting In Limbo	Burning Spear - Invasion
Agustus Pablo - Jah Light Version	Less Than Jake - The Silence Of Selling Yourself Short	Yahel - Voyage
Freddie McGregor - Don't Play The Fool	Johnny Osbourne - We Need Love	Hugh Mundell & Augustus Pablo - Why Do Blackman Fuss And Fight
Hugh Mundell - Can't Pop No Style On I	The Upsetters - Dread Lion	Dominators - Dream Your Dream
Max Romeo - Stealing In The Name of Jah	The Congos - Solid Foundation	Tenor Saw - Who's Gonna Help Me Praise

Tabla 6.1: Comparación de resultados de Google Music, iTunes y el Nuevo Algoritmo para #1b. Peter Tosh - Legalize It.

Para la canción #1b los resultados son muy adecuados en las tres listas, quedando fuera de toda duda el buen comportamiento hacia el reggae del algoritmo. Sin embargo, bien es cierto que sigue teniendo esa pequeña fisura con canciones de música electrónica, ya que de 15 resultados, 3 pertenecen a este género que desentona en gran medida con el resto de los temas (Dr. Motte & WestBam - Sunshine, Yahel - Voyage y Dominators

6.1. COMPARACIÓN CON PROGRAMAS EXISTENTES

- Dream Your Dream). Otra apreciación es la tendencia del Nuevo Algoritmo a presentar resultados del mismo artista frente a una mayor heterogeneidad por parte de las soluciones privadas. Esta tendencia ya se apreció en experimentos anteriores.

#2b. Clutch - Crucial Velocity		
Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
Down - Never Try	Mastodon - All the Heavy Lifting	Clutch - Book, Saddle and Go
Clutch - Book, Saddle and Go	Down - The Path	Clutch - D.C. Sound Attack
Mastodon - Curl of the Burl	Pantera - Use My Third Arm	Down - Never Try
Down - There's Something on my Side	Anthrax - Caught In A Mosh	Mastodon - Bedazzled Fingernails
Mastodon - All the Heavy Lifting	Black Sabbath - After Forever	Bad Religion - Los Angeles is Burning
Dwarves - We Must Have Blood	Megadeth - Five Magics	In Flames - Delight and Angers
System of a Down - Science	Judas Priest - Pain And Pleasure	Down - I Scream
Dwarves - Demonica	Clutch - Burning Beard	Beatsteaks - A-Way
Pantera - 25 Years	Mastodon - Crack The Skye	Fergie - Barracuda
In Flames - Condemned	Pantera - A New Level	Down - Dog Tired
Pantera - I'm Broken	Iron Maiden - Flash Of The Blade	Face to Face - Complicated
System of a Down - B.Y.O.B.	Anthrax - Antisocial	Big D and the Kids Table - Dirt Lip
Megadeth - Take No Prisoners	In Flames - Alias	MGMT - Future Reflections
Mastodon - Creature Lives	Down - Beneath The Tides	Face to Face - I Won't Lie Down

Tabla 6.2: Comparación de resultados de Google Music, iTunes y el Nuevo Algoritmo para #2b. *Clutch - Crucial Velocity*.

En el caso de la canción #2b parece que el Nuevo Algoritmo es capaz de mantener sonidos más cercanos al rock que desarrolla Clutch y no tanto a resultados que han de ser similares por el artista y no por el contenido en sí de la canción. Esto es, se supone que Clutch está emparentado con dos subgéneros fundamentales. Por un lado con lo que llaman southern rock o rock sureño, que no es más que rock convencional con tintes country y folk, y cuyos máximos exponentes son Lynyrd Skynyrd, Allman Brothers y ZZ Top. Por otro lado también cuentan en sus riffs con gran influencia del llamado stoner rock que es un subgénero del rock y el metal y que se caracteriza por sus ritmos pesados, muy basados en Black Sabbath. De este último parte el nexo con Down, el cual es un grupos de stoner metal que además usa amplificadores Orange, marca también empleada por Clutch. También Mastodon comparte tintes stoner así como el mismo sistema de amplificación.

Sin embargo, de aquí tanto Google Music como Genius generan otras relaciones derivadas de Down y Mastodon, como es la inclusión de grupos como Pantera, Iron Maiden o Megadeth. Hasta cierto punto es entendible que se opte por Pantera, puesto

que de aquí surgió Down, pero encontrar canciones similares entre ambas formaciones es cuanto menos difícil ya que Pantera es un grupo basado en el metal más extremo. Iron Maiden y Anthrax tampoco representan un buen ejemplo de similitud, puesto que en discografías de heavy metal clásico y thrash metal, con una línea compositiva tan constante durante su existencia en ambas formaciones, no suelen aparecer canciones como Crucial Velocity, con voces no tan melódicas e incluso narrando y riffs con ausencia absoluta del palm mute (exceptuando el estribillo). Megadeth sí podría tener alguna canción en su época más experimental de finales de los 90 que encajara con Crucial Velocity, pero no del disco Rust In Peace al que pertenecen Take No Prisoners y Five Magics.

El Nuevo Algoritmo por su parte se podría decir que falla en la inclusión de una canción de la artista Fergie, pero por suerte puede que sea la única canción de rock & roll puro que presenta en su discografía. El tema de MGMT sí que queda fuera del espectro de influencia y similitud, así como la canción ska de Big D. En definitiva, la principal diferencia es que tanto Genius como Google Music optan por listas en las que predominan tintes metal, mientras que en la del Nuevo Algoritmo un rock menos agresivo es preponderante.

De #3b se puede extraer la dificultad que tiene el Nuevo Algoritmo para juntar canciones de Hip Hop, aunque al menos lo hace con temas con bases electrónicas y percusivas. Es difícil encontrarle sentido a algunos resultados como Moonshine de Bruno Mars o Step by Step de Whitney Houston, pero sí que existen resultados válidos y cómo no, novedosos, puesto que el intento de rapear de Fergie en London Bridge sí tiene sentido en la lista. De todos modos estos resultados, al presentar similitud en unas pero no tanto en otras parecen buenos candidatos para ser sometidos al juicio de oyentes anónimos en el último experimento del trabajo.

Del tema #4b no se pueden hacer muchos comentarios. En primer lugar porque parece que son adecuados en su totalidad y en segundo porque una de las herramientas no ha sido capaz de conformar una lista para él.

Para #5b se presenta también muy buen comportamiento para las 3 herramientas. Genius de nuevo peca de incluir canciones como Caught in a Mosh, Divinations o After Forever, que no se parecen en absoluto a Saving Face. Por otro lado, el Nuevo Algoritmo vuelve a presentar resultados del mismo artista y de manera consecutiva. Para conseguir más heterogeneidad en la lista se podría o bien hacer una ordenación aleatoria de estos resultados o imponer un número máximo de canciones por artista.

En el caso de la canción #6b la herramienta que peores resultados parece arrojar es el Nuevo Algoritmo. Aunque no se sale de los estilos más básicos como son jazz, blues o country, es muy difícil entender cómo canciones tan lentas y con un estilo tan definido como el country (Another Somebody Done Somebody Wrong) puedan tener relación con They Say It's Wonderful. Otras como Drunken Blues sí que casan, simplemente manteniendo el swing pero cambiando la métrica.

6.1. COMPARACIÓN CON PROGRAMAS EXISTENTES

#3b. Ultramagnetic MC's - Ease Back		
Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
Public Enemy - Rebel Without A Pause	Main Source - Just A Friendly Game Of Baseball	Ultramagnetic MC's - When I Burn
KRS-One - Criminal Minded	EPMD - I'm Housin'	Rihanna - Rehab
Big Daddy Kane - Raw [Remix]	Big Daddy Kane - Just Rhymin' With Biz	Fergie - London Bridge
Main Source - Live at the Barbeque	KRS-One - South Bronx	Ultramagnetic MC's - Moe Luv's Theme
Big Daddy Kane - Word to the Mother	Public Enemy - Caught, Can We Get A Witness?	Bruno Mars - Moonshine
Main Source - Just a Friendly Game of Baseball	Eric B. & Rakim - Eric B. Is On The Cut	NSYNC - Just Got Paid
Eric B. & Rakim - I Know You Got Soul	The D.O.C. - Portrait Of A Master Piece	Black Eyed Peas - Showdown
Main Source - Vamos a Rapiar	Ice Cube - A Bird In The Hand	The D.O.C. - Portrait of a Master Piece
Ultramagnetic MC's - A Chorus Line	Raekwon - Spot Rusherz	Boyz II Men - All Around the World
Public Enemy - Party For Your Right To Fight	Ultramagnetic MC's - Break North	Ultramagnetic MC's - A Chorus Line
KRS-One - South Bronx	Afrika Bambaataa - Zulu Nation Throwdown	Big Boi - The Rooster
Big Daddy Kane - Just Rhymin' With Biz	N.W.A. - If It Ain't Ruff	Whitney Houston - Step By Step
EPMD - You Gots To Chill	Main Source - Large Professor	Eric B. & Rakim - Chinese Arithmetic
Ultramagnetic MC's - When I Burn	Nas - One Time 4 Your Mind	Beyoncé/Lady Gaga - Video Phone

Tabla 6.3: Comparación de resultados de Google Music, iTunes y el Nuevo Algoritmo para #3b. *Ultramagnetic MC's - Ease Back*.

Por último, para la canción #7b parece que Genius no ha realizado muy buenas elecciones, puesto que considerar Run To The Hills, Sad But True o los dos temas de AC/DC como canciones similares a Wish You Were Here es una decisión bastante pobre. Por otro lado, siguen apareciendo resultados basados en el artista y no en la canción analizada, puesto que la canción de Pink Floyd es una de las baladas más conocidas del rock, mientras que las canciones que incluye de Jethro Tull tal vez no sean las más adecuadas, ya que Locomotive Breath y Moths pueden considerarse canciones mucho más alegres y rápidas.

En cuanto al Nuevo Algoritmo la tónica que mantiene es la de presentar baladas con alguna que otra composición clásica. Esto quiere decir que sí que mantiene continuidad en cuanto al sentimiento, pero no tanto en la instrumentación y el estilo, siendo aquí menos preciso y más heterogéneo. De todos modos Pink Floyd se caracteriza por intercalar múltiples pasajes de diferente cariz, como se hace en las obras clásicas, por lo que este

#4b. Sambas de Enredo '97 - Salgueiro.		
Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
Sambas de Enredo '95 - Salgueiro		Sambas de Enredo '94 - Tijuca
Sambas de Enredo '94 - Mangueira		Sambas de Enredo '95 - Grande Rio
Sambas de Enredo 2003 - Unidos da Tijuca		Sambas de Enredo '95 - Viradouro
Sambas de Enredo 2005 - Academicos do Salgueiro		Sambas de Enredo '95 - Uniao da Ilha
Sambas de Enredo '97 - Vila Isabel		Sambas de Enredo '96 - Unidos da Ponte
Sambas de Enredo '97 - Viradouro		Sambas de Enredo '98 - Mocidade
Sambas de Enredo 2007 - Imperio Serrano		Sambas de Enredo '95 - Salgueiro
Mocidade Independente - Vira, Virou, A Mocidade Chegou		Sambas de Enredo '95 - Caprichosos
Sambas de Enredo '99 - Vila Isabel		Sambas de Enredo '97 - Academicos da Rocinha
Sambas de Enredo 2007 - Porto Da Pedra		Sambas de Enredo '97 - Imperio Serrano
Sambas de Enredo '96 - Unidos de Vila Isabel		Sambas de Enredo '94 - Estacio de Sa
Sambas de Enredo '98 - Imperatriz		Sambas de Enredo 2000 - Porto da Pedra
Sambas de Enredo '96 - Academicos do Salgueiro		Sambas de Enredo '96 - Império da Tijuca
Sambas de Enredo 2004 - Viradouro		Sambas de Enredo '99 - Grande Rio

Tabla 6.4: Comparación de resultados de Google Music, iTunes y el Nuevo Algoritmo para #4b. *Sambas de Enredo '97 - Salgueiro.*

aparente error puede entenderse.

6.2. Prueba Anónima

Hasta el momento parece que, cuanto menos, el Nuevo Algoritmo se defiende en la mayoría de los casos y puede que incluso mejore los resultados en algunos. Sin embargo no se dar esta afirmación puesto que el concepto de similitud está tan poco definido que lo que se ha intentado argumentar como similar durante todo este trabajo puede que para otros usuarios no sea así. Ya se ha hecho hincapié en varios apartados de que en el concepto e interpretación de la similitud no sólo intervienen magnitudes físicas, sino que variables tan poco controlables como el estado de ánimo o los conocimientos musicales son determinantes.

Para saber si las apreciaciones que se han tenido durante el trabajo son las correctas, se ha elaborado un experimento bastante sencillo en el que han de intervenir usuarios anónimos. Se han escogido 3 canciones de entre las que se han analizado en la Sec. 6.1

6.2. PRUEBA ANÓNIMA

#5b. Career Suicide - Saving Face.		
Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
Gang Green - Wash The Blood	Bad Brains - The Regulator	Career Suicide - Out Of The Fray
Career Suicide - Recipe for Disaster	Against Me! - Cliche Guevara	Career Suicide - Impact
Gang Green - Don't Know You	System Of A Down - B.Y.O.B.	Career Suicide - Attempted Suicide
7 Seconds - Meant to Be My Own	Fugazi - Margin Walker	Career Suicide - Blink
Career Suicide - Attempted Suicide	Descendents - Sick-O-Me	Career Suicide - Recipe For Disaster
7 Seconds - Big Hardcore Mystery	Black Sabbath - After Forever	Catch 22 - This One Goes Out To...
Career Suicide - Out of the Fray	NOFX - The Cause	Lagwagon - Lazy
Gang Green - Hole (in the Road)	Bouncing Souls - Say Anything	Bouncing Souls - Low Life
7 Seconds - My Band, Our Crew	Bad Religion - Atheist Peace	Pennywise - Still Can Be Great
Dwarves - Demonica	Anthrax - Caught In A Mosh	Pennywise - Just For You
Latterman - Rebellion vs. the Alarm Clock	Career Suicide - Recipe For Disaster	Catch 22 - Keasbey Nights
Civ - Choices Made	Bad Brains - Pay To Cum	Good Riddance - The Process
Dwarves - We Must Have Blood	Face To Face - Blind	Dwarves - We Must Have Blood
Latterman - King Tough Is My New Idol	Mastodon - Divinations	Fabulous Disaster - My Static

Tabla 6.5: Comparación de resultados de Google Music, iTunes y el Nuevo Algoritmo para #5b. *Career Suicide - Saving Face.*

en las que el Nuevo Algoritmo tiene resultados completamente diferentes, es decir, en las que se comporte bien, regular y mal, a la vista de lo expuesto hasta el momento. Por esto se han elegido #2b. Clutch - Crucial Velocity (comportamiento bueno) , #3b. Ultramagnetic MC's - Ease Back (comportamiento malo) y #7b. Pink Floyd - Wish You Where Here (comportamiento regular). Si, efectivamente, los usuario anónimos consideran con su apreciación lo mismo que este trabajo, se puede llegar a la conclusión de que, aunque no definitivo, sí consiste en una buena aproximación de similitud el algoritmo desarrollado.

Para cada canción se les han propuesto los 10 primeros resultados de las 3 listas generadas correspondientes a cada una de las herramientas y se les ha pedido que voten del 1 al 5, siendo 1 una canción poco adecuada y 5 una muy adecuada.

Tras una semana de experimentos, se han obtenido 15 respuestas, que aunque no son muchas sí que complementan lo estudiado hasta el momento. Todos los resultados se encuentran en el sitio web https://docs.google.com/forms/d/1vgy6tsN_numpQFUEEnkhDEQz5-

#6b. Sal Salvador - They Say It's Wonderful.		
Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
Farlow Tal - And She Remembers Me	Eddie Costa - In Your Own Sweet Way	Sal Salvador - Flamingo
Dave Brubeck - In Your Own Sweet Way	Buddy Rich - Nice Work If You Can't Get It	Sal Salvador - You Stepped Out Of A Dream
Duke Ellington - Jeep's Blues	Dave Brubeck - Three To Get Ready	Farlow Tal - Strike Up The Band
Art Barkley & The Jazz Messengers - Splendid	Count Basie - Plymouth Rock	Sal Salvador - Two Sleepy People
Dave Brubeck - Three To Get Ready	Miles Davis - Freddie Freeloader	B.J. Thomas - (Hey Won't You Play) Another Somebody Done Somebody Wrong Song
Oliver Nelson - Teenie's Blues	Art Barkley & The Jazz Messengers - Blues March	The Four Blazes - Drunken Blues
Dave Brubeck - Everybody's Jumpin'	John Coltrane - I'm Old Fashioned	Farlow Tal - Topsy
Farlow Tal - How Deep Is the Ocean	Charlie Parker - A Night In Tunisia	Dave Brubeck - Three To Get Ready
Clifford Brown - Carvin' The Rock	Herbie Hancock - Watermelon Man	Hank Snow - I'm Movin' On
Stan Getz & João Gilberto - Vivo Sonhando	Clifford Brown - Turnpike	Faron Young - Hello Walls
Farlow Tal - Have You Met Miss Jones	Sarah Vaughan - Lullaby Of Birdland	Miles Davis - Darn That Dream
Art Blakey & The Jazz Messengers - Along Came Betty	Stan Getz & João Gilberto - Desafinado	Miles Davis - Boplicity
Sal Salvador - Flamingo	Art Blakey & The Jazz Messengers - Moanin'	Oliver Nelson - Teenie's Blues
Buddy Rich - Now's the Time	Sal Salvador - Two Sleepy People	Karl Broadie & Dianna Corcoran - Count Your Blessings

Tabla 6.6: Comparación de resultados de Google Music, iTunes y el Nuevo Algoritmo para #6b. *Sal Salvador - They Say It's Wonderful.*

kLHZx1tvq08pq47s4/viewanalytics#start=publishanalytics, y debido a su extensión se van a estudiar algunos casos concretos que den al lector una visión suficiente de los mismos.

En primer lugar, se calcula la media de votación de cada lista, mostrándose los resultados en la Tabla 6.8.

A la vista de los resultados parece que lo que se ha considerado durante todo el trabajo tiene bastante sentido. De entre todas las listas generadas por el Nuevo Algoritmo, la que mejor acogida tiene es la correspondiente a #2b, que es la que se suponía tenía un buen comportamiento. Por su parte, la correspondiente a #3b es la peor considerada

6.2. PRUEBA ANÓNIMA

#7b. Pink Floyd - Wish You Were Here		
Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
Genesis - Mad Man Moon	The Beatles - Something	Genesis - Entangled
Jethro Tull - Mother Goose	Led Zeppelin - Since I've Been Loving You	Led Zeppelin - Thank You
Led Zeppelin - Thank You	AC/DC - Shoot To Thrill	Michael Jackson - I Just Can't Stop Loving You
Jethro Tull - Locomotive Breath	Metallica - Sad But True	Barbecue Bob - She's Coming Back Some Cold Rainy Day
Led Zeppelin - That's The Way	Dire Straits - Your Latest Trick	Jethro Tull - Up To Me
Jethro Tull - Moths	Iron Maiden - Run To The Hills	Wynonie Harris - Around The Clock Pt.1 & 2.
Pink Floyd - Brain Damage	The Beach Boys - God Only Knows	Jethro Tull - Heavy Horses
Manfred Mann's Earth Band - Angels At My Gate	Pink Floyd - Brain Damage	Willie Nelson & Ray Price - Faded Love
Genesis - Ripples	Jethro Tull - Locomotive Breath	Johann Sebastian Bach - Adagio
Pink Floyd - Us And Them	Led Zeppelin - What Is And What It Should Never Be	Eddie Rabbitt - Every Which Way But Loose
Camel - Supertwister	Guns N' Roses - You Could Be Mine	Wolfgang Amadeus Mozart - Allegro Assai
Genesis - After The Ordeal	The Beatles - Get Back	Eric Dolphy - Something Sweet, Something Tender
Manfred Mann's Earth Band - Nightingales & Bombers	The Jimi Hendrix Experience - Fire	Beethoven - 4-2
Dire Straits - Wild West Ends	AC/DC - Touch Too Much	Charles Mingus - Bird Calls

Tabla 6.7: Comparación de resultados de Google Music, iTunes y el Nuevo Algoritmo para #7b. *Pink Floyd - Wish You Were Here*.

	Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
#2b	3,33	3,21	3,38
#3b	3,57	3,33	3,06
#7b	2,96	2,47	3,09

Tabla 6.8: Media de la votación para las 9 listas analizadas por los usuarios anónimos, siendo 1 el mínimo y 5 el máximo.

para este algoritmo desarrollado, si bien es cierto que no dista mucho de lo que sucede para #7b. Una posible explicación es lo cerrado de un estilo como el Hip Hop y lo abierto en composición de un grupo como Pink Floyd. Parece mucho más sencillo saber interpretar que dos canciones de hip hop se parezcan, que se parezcan dos canciones de rock progresivo. Por esto, un oyente medio puede reconocer mucho antes un patrón de

similitud en una composición tan sencilla instrumentalmente como Ease Back, aunque ese patrón de similitud sea mínimo y dar una votación mayor. Por esto lo realmente relevante en este caso es fijarse en las votaciones que se dan a las otras dos herramientas, puesto que en #3b el Nuevo Algoritmo lo hace bastante peor y en #7b es equiparable a Google Music.

Por su parte la afirmación de que iTunes no lleva a cabo decisiones muy correctas para #7b queda reflejada con medio punto por debajo del 3. De las dos soluciones comerciales parece que en todos los casos Google Music se lleva la palma.

Otra apreciación que se puede llevar a cabo es ver si existe mucha deriva en los resultados según nos vamos alejando de la canción a analizar. Esto es, si bien los resultados de Google e iTunes pueden llevar a cabo decisiones de homogeneización de la lista, el Nuevo Algoritmo los presenta en orden descendente de similitud. Por esto considerar dos nuevas medidas pueden esclarecer si el hecho de que la canción esté más lejos en la posición de la lista de la canción semilla influye negativamente en la percepción global de la lista. Para ello se computa la media de los 5 primeros resultados en vez de las listas completas, obteniendo los resultados de la Tabla 6.9.

	Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
#2b	3,51	3,17	3,61
#3b	3,71	3,44	3,1
#7b	3,01	2,36	3,33

Tabla 6.9: Media de la votación para las 9 listas analizadas por los usuarios anónimos de los 5 primeros resultados, siendo 1 el mínimo y 5 el máximo.

Para el Nuevo Algoritmo mejora en todos los casos, siendo la mejora inferior en #3b (realmente esta mejora no es significativa). Sin embargo en las otras dos listas sí que presenta mejoras muy significativas que pueden ser indicativas de lo dicho anteriormente. Para poder mantener buenos resultados hasta el final de la lista es probable que sea necesario adecuar el algoritmo de manera que presente los 5 mejores resultados respecto a una canción que se quiera analizar por el usuario y los 5 siguientes sean los más próximos al primer resultado de la lista. Esto es, por ejemplo para #2b se calcularían los 5 resultados más próximos, que llegarían hasta Bad Religion - Los Angeles Is Burning. A partir de ahí se obtendrían los siguientes 5 resultados analizando Clutch - Book, Saddle & Go, que es el primer resultado. No es más que una hipótesis que podría ser resuelta en posteriores trabajos.

Por último una medida que puede ser relevante es la del primer resultado. Muchos programas de reproducción suelen recomendar una sola canción relacionada con otra, como puede ser Spotify. En este trabajo se tiene el convencimiento de que el primer resultado que se ofrece con este Nuevo Algoritmo es siempre un muy buen resultado. Para corroborarlo se calcula esta vez la media del primer resultado y su varianza para

6.2. PRUEBA ANÓNIMA

cada lista, ya que la varianza es un buen indicador del grado de conformidad entre los diferentes usuarios. La Tabla 6.10 muestra lo obtenido.

	Google Music	iTunes	Nuevo Algoritmo
#2b	3,46±0,98	3,53±0,55	4,13±0,84
#3b	4,26±0,5	3,67±0,67	4,13±0,7
#7b	2,67±0,81	3,27±1,21	3,8±1,31

Tabla 6.10: Media de la votación para las 9 listas analizadas por los usuarios anónimos del primer resultado, siendo 1 el mínimo y 5 el máximo.

Excepto para la canción en la que los resultados son los peores, la primera opción del Nuevo Algoritmo siempre se considera como la más apropiada. No necesariamente esto indica que la primera opción en las 3 herramientas es la que mayor puntuación recibe, pero sí que la del Nuevo Algoritmo es una buena solución. Además, la primera canción, que se escucha inmediatamente después de la elegida, suele ser más sencilla de analizar por el oyente en términos de similitud que si se escucha, por ejemplo, en sexto lugar. Esto es debido a que el oyente ya se hace una idea global de la lista, e interpreta que canciones que a lo mejor serían buena opción, al estar rodeadas de malas decisiones no reciban las puntuaciones que deberían, bien porque afecten a su pensamiento de que el programa no hace lo que debe o al contrario, que la apariencia de similitud sea mucho mayor debido a que las canciones que la preceden sean malas. Esto sucede con la canción Brain Damage de Pink Floyd, la cual recibe 0,3 puntos más cuando está precedida de malas decisiones en iTunes con canciones de AC/DC y Metallica que cuando lo está de buenas como en la lista de Google Music.

7

Conclusiones y Líneas Futuras de Trabajo

Como finalización del trabajo es necesario presentar las diferentes conclusiones que se han obtenido tras su elaboración y estudio. Tener en cuenta la consecución de los diferentes objetivos propuestos al inicio del mismo es fundamental para conformar una impresión global del trabajo realizado, por lo que a continuación se explica de qué forma se han conseguido y con qué grado de satisfacción.

- Se ha conseguido caracterizar las diferentes canciones con descriptores musicales que tienen una relación clara con características musicales de alto nivel. Concretamente cada canción queda definida con la contribución de 10 descriptores que son MFCC, NASE, tempo, *RollOff* espectral, centroide espectral, flujo espectral, RMS, ZCR, DWCH e histograma tonal, cada uno de los cuales ha sido resumido en un número de valores lo más reducido posible sin perder la entropía del mismo. Con esto se consiguen ficheros de unos 10 KB para definir canciones de megabytes de peso, pudiéndose reducir aún más estos datos si sólo se conservaran aquéllos que realmente utiliza el Nuevo Algoritmo. Sin embargo, se ha considerado oportuno mantenerlos todos para posibles revisiones del algoritmo o bien para la generación de nuevas opciones.

A pesar de ello, algunos descriptores prometedores como OSC y *onsets* se han quedado por el camino debido a la complejidad y ante todo el tiempo que consume su estudio. Sobre todo, el etiquetado de eventos puede ser una de las tareas más arduas pero también de las más válidas, puesto que conocer la estructura de cada canción a nivel compositivo es una gran ventaja para encontrar similitud.

- Gracias al estudio pormenorizado del estado del arte, así como a la experimentación propia se ha salvado la brecha semántica que existe entre los descriptores físicos del audio y las características musicales de alto nivel. El entendimiento de cómo se compone una obra musical y de cómo el oyente la puede llegar a interpretar ha desembocado en la extracción de descriptores bajo una serie de condiciones determinadas. Por ejemplo, emplear descriptores capaces de aproximarse al funcionamiento coclear o bien la inclusión de descriptores como el histograma tonal y descriptores timbrales que escenifican la gran importancia que supone para el sistema auditivo humano tanto el tono como el timbre durante la formación de la escena musical.

Además, la mejora apreciable mediante la inclusión del previo en el Nuevo Algoritmo viene en parte influenciada por la relación de dos de los tres nuevos descriptores con el estado del ánimo del oyente. Durante todo el trabajo se ha hablado de que la emoción y el sentimiento, valores intangibles y totalmente subjetivos son determinantes en la interpretación de la música por parte del oyente. Por esto, la inclusión del tempo y de una medida de la variación de la canción mediante el flujo espectral hace que se consigan mejoras significativas en los resultados obtenidos durante la fase de entrenamiento.

- Por último se ha elaborado un sistema informático mediante código MATLAB, el cual es capaz de buscar en una base de datos musical las 15 canciones más similares a una introducida por el usuario. El programa ha demostrado solventar con cierto éxito diferentes pruebas a las que se le ha sometido, quedando claro en la sección de test del Nuevo Algoritmo que es una alternativa aceptable a herramientas privadas así como un posible comienzo para posteriores estudios.

Sin embargo existen indicios de buen funcionamiento bajo determinados supuestos y que no necesariamente se cumplirán siempre. Es probable que con canciones de estilos diferentes, o con una base de datos de mayor envergadura el programa necesite de un reentrenamiento o puede que no, que con nuevas inclusiones haya más probabilidades de encontrar más canciones similares (no hay que perder de vista el mal comportamiento que obtuvo iTunes en algunas ocasiones). De hecho la fase de entrenamiento es uno de los puntos más delicados de este sistema ya que no se pueden generar unas fronteras tan claras como en la determinación del género, sino que habría que delimitar unas fronteras por canción, lo cual es inabarcable en grandes bases de datos.

Una de las grandes dudas es si esta metodología es adecuada en su totalidad, puesto que el hecho de no computar la distancia total de los diferentes descriptores, sino de hacerlo por separado puede que deje escapar resultados realmente interesantes. Sin embargo parece que la prueba anónima realizada da un voto de confianza a la disposición de los diferentes descriptores y a su ponderación. Por otro lado la mayor ventaja que presenta el Nuevo Algoritmo frente a sus homólogos es la autonomía que conlleva el hecho de no tener que conocer ni la colección musical ni información relativa al historial

de navegación de otros usuarios. También se ha demostrado de forma bastante contrastada que el Nuevo Algoritmo presenta el mejor primer resultado, pudiendo ser útil en herramientas de recomendación de canciones similares una a una.

En definitiva se han conseguido los diferentes objetivos en mayor o menor medida, obteniendo un sistema que aunque no infalible, sí que reduce el problema de la similitud a una serie de pequeños valores relativos a descriptores muy bien estudiados por la comunidad.

7.1. Líneas de Trabajo Futuras

A pesar de conseguir unos resultados aceptables, durante el desarrollo del trabajo se han observado posibles deficiencias que puedan ser resueltas en futuros trabajos.

- En primer lugar una revisión del propio algoritmo y de la disposición de los descriptores en el mismo. Como se ha dicho en las conclusiones es probable que la consideración de las medidas de los diferentes descriptores por separado en lugar de, por ejemplo, dar pesos a las diferentes medidas según su grado de importancia y calcular la distancia eculídea sea motivo de errores. Durante el trabajo ya se explicó que una de las razones de no poder combinar distancias era que, a pesar de estar todos los descriptores normalizados entre -1 y 1, en muchas ocasiones no se producía un cambio de los resultados debido a la mayor incidencia de un descriptor sobre el resto en la suma. Este problema se achacó a que es probable que el valor por el que se ha normalizado un descriptor sea muy grande, haciendo que la mayoría de los datos correspondientes a este descriptor en cada canción se vean muy mermados. Es decir, si la varianza de un descriptor es alta y la media es baja, su combinación con descriptores cuya media es alta y la varianza es baja no es equitativa. Por ello es recomendable una revisión de la normalización, por ejemplo dejando a todos los descriptores con media nula y varianza la unidad.

Por otro lado el algoritmo presenta una deriva en los resultado cuanto mayor es la lista que se quiere presentar. Durante la fase de test se propuso ir obteniendo resultados por pasos en el que, los primeros resultados relacionados con la canción elegida, los siguientes con la segunda que aparezca en la lista y así sucesivamente. Otra propuesta puede ser la inclusión de un sistema interactivo que permita al usuario aprovechar la capacidad de este algoritmo a presentar buenos primeros resultados mediante la ponderación de los descriptores. Un ejemplo sería disponer una circunferencia segmentada en etiquetas de alto nivel como pueden ser estados de ánimo o características musicales, y que mediante un cursor el usuario se coloque en el lugar elegido. Como ya se ha estudiado el gap semántico entre descriptores y características, se ponderarían los descriptores según la característica a reproducir y se mostrarían los resultados más cercanos. Sea cual sea el sistema derivado de

este Nuevo Algoritmo es probable que necesite de aleatoriedad en la presentación de los resultados para evitar mostrar demasiados resultados de un mismo artista.

- La mejora de la fase de entrenamiento es fundamental. El hecho de recurrir al método que plantea Pandora de tener que evaluar en algún momento de la cadena las canciones por parte de oyentes dedicados a ello es un trabajo costoso que consume una gran cantidad de tiempo. La automatización del mismo es algo complicado de simplificar puesto que la similitud se basa en que cada canción es una clase nueva, no en que ya pertenecen a uno, como pueda ser el género, o la instrumentación.
- A pesar del gran esfuerzo que se ha realizado durante el presente trabajo en recolectar una amplia colección musical lo más heterogénea posible, siempre se tendrán resultados más fehacientes cuanto mayor sea dicha colección. O bien de forma manual o aprovechando las listas públicas la inclusión de nuevas canciones de estilos no considerados en el trabajo puede que den un punto de vista diferente o que provoquen nuevos enfoques en el desarrollo del algoritmo.
- La fase de test del algoritmo necesita de la colaboración de más usuarios para poder encontrar una línea de pensamiento clara acerca del mismo. Si bien es cierto que las votaciones obtenidas durante el mismo han sido de gran ayuda, la elaboración de métodos de test en el que intervengan más usuarios generará una ida más fidedigna de lo que el oyente piensa del Nuevo Algoritmo. Puede que el formulario que se ha empleado tenga demasiada extensión para que una persona desvinculada del proyecto muestre interés si además la canción analizada no es de su agrado. Buscar mayor interacción con el mismo, preguntándole sobre una serie de puntos clave sin tener que evaluar cada una de las canciones, puede ser la clave.
- Por último y a la vista del autor, esta herramienta tiene su futuro en la colaboración con otra que hagan uso de elementos ajenos al análisis de la señal. Etiquetas definidas por la comunidad de usuarios, historiales de navegación y tendencias son algunos parámetros que pueden ser la base del sistema, que apoyados en los parámetros físicos estudiados durante el trabajo, pueden refinar la búsqueda y complacer en mayor medida al usuario. El hecho de que el fichero que necesita el Nuevo Algoritmo para trabajar no supere lo 20 KB lo hace idóneo para poder adjuntarse a los ficheros propios de las canciones como ya lo hacen otros elementos como etiquetas o carátulas.

Bibliografía

- [1] Z. Fu, G. Lu, K. M. Ting y D. Zhang, “A Survey of Audio-Based Music Classification and Annotation”, en *IEEE Transactions on Multimedia*, vol.13, nº2, pág.303-319, Abril 2011.
- [2] A. Li-Chun Wang y C. House, “An Industrial-Strength Audio Search Algorithm”, en *Proceedings of the 4th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, Baltimore, EEUU, Octubre 2003.
- [3] J.J. Aucouturier y F. Pachet, “Finding songs that sound the same”, en *Proc.1st IEEE Benelux Workshop on Model based Proceedings and Coding of Audio (MPCA)*, Lovaina, Bélgica, Noviembre 2002.
- [4] E. Pampalk, *Computational Models of Music Similarity and their Application in Music Information Retrieval*, Viena, Austria, Marzo 2006.
- [5] T. Pohle, *Extraction of Audio Descriptors and Their Evaluation in Music Classification Tasks*, Viena, Austria, Enero 2005.
- [6] B. Benward y M. Saker, *Music in Theory and Practice*, 8^a Edición, McGraw-Hill, Mayo 2008.
- [7] D.M. Howard y J. Angus, *Acoustics and Psychoacoustics*, 2^a Edición, Focal Press, 2001.
- [8] S. Koelsch y A. Siebel, “Towards a Neural Basis of Music Perception”, en *TRENDS in Cognitive Sciences*, vol.9, nº12, pág.578-584, Diciembre 2005.
- [9] C.J. Plack, “Cochlear Compression: Recent Insights from Behavioural Experiments”, en *Advances in Experimental Medicine and Biology - Basic Aspects of Hearing: Physiology and Perception*, vol.787, cap.4, 1^aEdición, Springer, 2013.
- [10] I. McLoughlin, *Applied Speech and Audio Processing: With MATLAB® Examples*, 1^a Edición, Cambridge University Press, 2009.

-
- [11] S. Trehub, “The Developmental Origins of Musicality”, en *Nature Neuroscience*, vol.9, n^o7, pág.669-673, Julio 2003.
- [12] I. Peretz y M. Coltheart, “Modularity of Music Processing”, en *Nature Neuroscience*, vol.6, n^o7, pág.688-691, Julio 2003.
- [13] D. Purves, G.J. Augustine, D. Fitzpatrick, W.C. Hall, A. LaMantia, J.O. McNamara y S.M. Williams, *Neuroscience*, 3^a Edición, Sinauer Associates, 2004.
- [14] D.G. Sinex, H. Guzik, H. Li y J. H. Sabes, “Responses of Auditory Nerve Fibers to Harmonic and Mistuned Complex Tones”, en *Hearing Research*, vol.182, pág.130-139, Enero 2003.
- [15] G. Langner y M. Ochse, “The Neural Basis of Pitch and Harmony in the Auditory System”, en *Musicae Scientiae, Special Issue*, pág.185-208, 2005-2006.
- [16] R.J. Zatorre y P. Belin, “Spectral and Temporal Processing in Human Auditory Cortex”, en *Cerebral Cortex*, vol.11, Issue 10, Octubre 2001.
- [17] R. Naatanen, M. Tervaniemi, E. Sussman, P. Paavilainen e I. Winkler, “‘Primitive Intelligence’ in the Auditory Cortex”, en *TRENDS in Neurosciences*, vol.24, n^o5, Mayo 2001.
- [18] S. Furukawa, S. Washizawa, A. Ochi y M. Kashino, “How Independent Are the Pitch and Interaural-Time-Difference Mechanisms that Rely on Temporal Fine Structure Information”, en *Advances in Experimental Medicine and Biology - Basic Aspects of Hearing: Physiology and Perception*, vol.787, cap.11, 1^aEdición, Springer, 2013.
- [19] R.D. Patterson, S. Uppenkamp, I.S. Johnsrude y T.D. Griffiths, “The Processing of Temporal Pitch and Melody Information in Auditory Cortex”, en *Neuron*, vol.36, pág.767-776, Cell Press, Noviembre 2002.
- [20] B. Tillmann, J.J. Bharucha y E. Bigand, “Implicit Learning of Tonality: A Self-Organizing Approach”, en *Psychological Review*, vol.107, n^o4, pág.885-913, 2000.
- [21] S. McAdams y D. Matzkin, “Similarity, Invariance and Musical Variation”, en *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol.930, n^o1, pág.62-76, Enero 2001.
- [22] S.Koelsch, E. Schröger y M. Tervaniemi, “Superior Pre-attentive Auditory Processing in Musicians”, en *NeuroReport*, vol.10, pág.1309-1313, 1999.
- [23] M. Reybrouck, “Similarity Perception as a Cognitive Tool for Musical Sense-Making: Deitic and Ecological Claims”, en *Musicae Scientiae*, vol.13, n^o1, pág.99-118, Marzo 2009.
- [24] N. Ziv y Z. Eithan, “Themes as Prototypes: Similarity Judgements and Categorization Tasks in Musical Contexts”, en *Musicae Scientiae*, vol.11, n^o1, pág.99-133, Marzo 2007.

BIBLIOGRAFÍA

- [25] J.K. Vuoskoski y T. Eerola, “The Role of Mood and Personality in the Perception of Emotions Represented by Music”, en *córtex, A Journal Devoted to the Study of the Nervous System Behaviour*, vol.47, Issue 9, pág.1099-1016, Octubre 2011.
- [26] F. Vignoli, “Digital Music Interactions Concepts: A User Study”, en *Proceedings of the 5th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, Barcelona, España, 2004.
- [27] T. Li y L. Li, “Music Data Mining: An Introduction”, 17 de Octubre de 2010.
- [28] A. Lerch, *An Introduction to Audio Content Analysis: Application in Signal Processing and Music Informatics*, 1ª Edición, Wiley-IEEE Press, Agosto 2012.
- [29] ISO/IEC 15938-4:2002, “Information Technology —Multimedia Content Description Interface —Part4: Audio”, ISO/IEC, Standard, 2002.
- [30] G. Tzanetakis, R. Jones y K. McNally, “Stereo Panning Features for Classifying Recording Production Style”, *International Symposium/Conference on Music Information Retrieval*, 2008.
- [31] Felipe Otondo, “Some Considerations for Spatial Design and Concert Projection with Surround 5.1”, en *Proceedings of the Digital Music Research Network Summer Conference*, 2005.
- [32] A.V. Oppenheim y R.W. Schaffer, *Discrete-time Signal Processing*, 2ª Edición, Prentice-Hall, 1999.
- [33] B. Moore, *An Introduction to the Psychology of Hearing*, 6ª Edición, Brill Academic Publishers, Inc., 2013.
- [34] J.J. Aucouturier y François Pachet, “Representing Musical Genre: A State of the Art”, en *Journal of New Music Research*, vol.32, nº1, pág.83-93, 2003.
- [35] G. Tzanetakis y P. Cook., “Musical Genre Classification of Audio Signals”, en *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, vol.10, nº5, pág.293-302, Julio 2002.
- [36] T. Li, M. Ogihara y Q.Li, “A Comparative Study on Content-Based Music Genre Classification”, en *SIGIR*, 2003.
- [37] L. Lu, D. Liu y H.J. Zhang, “Automatic Mood Detection and Tracking of Music Audio Signals”, en *IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing*, vol.14, nº1, Enero 2006.
- [38] J. Marozeau, A. Cheveigné, S. McAdams y S. Winsberg, “The Dependency of Timbre on Fundamental Frequency”, en *Journal of the Acoustical Society of America (JASA)*, vol.114, nº5, pág.2946-2957, 2003.

-
- [39] C.H. Lee, J.L. Shih, K.M. Yu y H.S. Lin, “Automatic Music Genre Classification Based on Modulation Spectral Analysis of Spectral and Cepstral Features”, en *IEEE Transactions on Multimedia*, vol.11, n^o4, Junio 2009.
- [40] H. Xu, X. Zhang y L. Jia, “The Extraction and Simulation of Mel Frequency Cepstrum Speech Parameters”, en *International Conference on Systems and Informatics (ICSAI)*, 2012.
- [41] J. Foote, “Content Based Retrieval of Music and Audio”, en *Proceedings of SPIE: Multimedia Storage and Archiving Systems II*, vol.3229, Dallas, Noviembre 1997.
- [42] R.J.E. Merry, *Wavelet Theory and Applications: A Literature Study*, Eindhoven, Junio 2005.
- [43] S. Mallat, *A Wavelet Tour of Signal Processing*, 3^a Edición, Elsevier Inc., 2009.
- [44] G. Strang y T. Nguyen, *Wavelets and Filter Banks*, 2^a Edición, Wellesley College, Octubre 1996.
- [45] I. Daubechies, *Orthonormal Bases of Compactly Supported Wavelets*, AT&T Laboratories, 1988.
- [46] D.T.L. Lee y A. Yamamoto, “Wavelet Analysis: Theory and Applications”, en *HP Journal*, 1994, Artículo 6, 1994.
- [47] D.N. Jiang, L. Lu, H.J. Zhang, J.H. Tao y L.H. Cai, “Music Type Classification by Spectral Contrast Feature”, en *Proceedings of the International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*, vol.1, pág.113-116, Agosto 2002.
- [48] Vincent Akkermans y J.S. Perfecto Herrera, “Shape-based Spectral Contrast Descriptor”, en *Proceedings of the SMC 2009-6th Sound and Music Computing Conference*, pág.143-148, Julio 2009.
- [49] H. Fastl y E. Zwicker, *Psycho-Acoustics: Facts and Models*, 3^a Edición, Springer, 2007.
- [50] B.H. Repp, “Patterns of Note Onset Asynchronies in Expressive Piano Performance”, en *Journal of the Acoustical Society of America (JASA)*, vol.100, n^o6, pág.3917-3932, 1996.
- [51] K. West, *Novel Techniques for Audio Music Classification and Search*, Universidad de Anglia Oriental, Septiembre 2008.
- [52] J. Laroche, “Estimating Tempo, Swing and Beat Locations in Audio Recordings”, en *IEEE Workshop on the Applications Signal Processing to Audio and Acoustics*, pág.135-138, Nueva York, EEUU, 2001.
- [53] J. Laroche, “Efficient Tempo and Beat Tracking in Audio Recordings”, en *Journal of the Audio Engineering Society*, vol.54, n^o4, pág.226-233, Abril 2003.

BIBLIOGRAFÍA

- [54] S. Dixon, "Onset Detection Revisited", en *Proceedings of the 9th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-06)*,pág.133-137, Montreal, Canadá, Septiembre 2006.
- [55] J.P. Bello, L. Daudet, S. Abdallah, C. Duxbury, M. Davies y M.B. Sandler, "A Tutorial on Onset Detection in Music Signal", en *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, vol.13, n^o5, Septiembre 2005.
- [56] G. Tzanetakis, G. Essl y P. Cook, "Automatic Musical Genre Classification of Audio Signals", en *Proceedings of the 2th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, Indiana, EEUU, 2001.
- [57] T. Tolonen y M. Karjalainen, "A Computationally Efficient Multipitch Analysis Model", en *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, vol.8, n^o6, pág.708-716, Noviembre 2000.
- [58] A. Rauber, E. Pampalk y D. Merkl, "The SOM-enhanced JukeBox: Organization and Visualization of Music Collections Based on Perceptual Models", en *Journal of New Music Research*, vol.32, n^o2, pág.193-210, 2003.
- [59] T. Lidy y A. Rauber, "Evaluation of Feature Extractors and Psycho-Acoustic Transformations for Music Genre Classification", en *Proceedings of the 6th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, Londres, Reino Unido, 2005.
- [60] E.D. Scherier, "Tempo and Beat Analysis of Acoustic Musical Signals", en *Journal of the Acoustical Society of America (JASA)*, vol.103, n^o1, pág.588-601,Enero 1998.
- [61] B.Y. Chua y G. Lu, "Determination of Perceptual Tempo of Music", en *Computer Music Modeling and Retrieval, Second International Symposium (CMMR 2004)* Esbjerg, Dinamarca, Mayo 2004.
- [62] R. Meddis y M.J. Hewitt, *Virtual Pitch and Phase Sensitivity of a Computer Model of the Auditory Periphery*, 1990.
- [63] T. van Waterschoot y M. Moonen, *Comparison of Linear Prediction Models for Audio Signals*, en *EURASIP Journal of Audio, Speech and Music Processing*, Volumen 2008, Diciembre 2008.
- [64] G. Tzanetakis, A. Ermolinskyi y P. Cook, "Pitch Histograms in Audio and Symbolic Music Information Retrieval", en *Proceedings of the 3rd International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, París, Francia, 2002.
- [65] O. Lartillot, P. Toivanen y T. Eerola, "A Matlab Toolbox for Music Information Retrieval", en *Data Analysis, Machine Learning and Applications*, pág.261-268, 2007.
- [66] E. Gómez Gutiérrez, *Tonal Description of Audio Signals*, Barcelona 2006.

-
- [67] A. Tenkanen, “Evaluating Tonal Distances between Pitch-Class Sets and Predicting Their Tonal Centres by Computational Models”, en *Mathematics and Computation in Music. Second International Conference, MCM*, pág.245-257, New Haven, EEUU, Junio 2009.
- [68] R. Parncutt, “Tonal Implications of Harmonic and Melodic T_n -Types”, en *Mathematics and Computation in Music. First International Conference, MCM*, pág.124-137, Berlín, Alemania, Mayo 2007.
- [69] C. Krumhansl, *Cognitive Foundations of Musical Pitch*, Oxford University Press, 1990.
- [70] D. Temperley, “The Tonal Properties of Pitch-Class Set: Tonal Implication, Tonal Ambiguity and Tonalness”, en *Computing in Musicology*, vol.15, pág.24-38, 2007.
- [71] B.E. Boser, I.M. Guyon y V.N. Vapnik, “A Training Algorithm for Optimal Margin Classifiers”, en *Proceedings of the 5th Annual ACM Workshop on Computational Learning Theory*, Pittsburgh, EEUU, Julio 1992.
- [72] C.C. Chang C.J. Lin, *LIBSVM: a Library for Support Vector Machines*, 2001.
- [73] A.R. Webb, *Statistical Pattern Recognition*, 2ª Edición, John Wiley & Sons Ltd., 2002.
- [74] T.M. Cover y P.E. Hart, “Nearest Neighbor Pattern Classification”, en *IEEE Transactions on Information Theory*, vol.13, nº1, Enero 1967.
- [75] G. Tzanetakis y P.Cook, *MARSYAS: A Framework for Audio Analysis*, 1999.
- [76] G. Tzanetakis, “Marsyas Submissions to Mirex 2009”, Kobe, Japón, Octubre 2009.
- [77] H. Vinet, P. Herrera y F. Prachet, “The CUIDADO Project”, en *Proceedings of the 3rd International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, París, Octubre 2002.
- [78] E. Pampalk, “A MATLAB Toolbox to Compute Music Similarity from Audio”, en *Proceedings of the 3th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, Barcelona, España, Octubre 2004.
- [79] Y. Rubbner, C. Tomasi y L.J. Guibas, “The Earth Mover’s Distance as a Metric for Image Retrieval”, en *International Journal of Computer Vision*, vol.40, nº2, pág.99-121, Universidad de Stanford, 2000.
- [80] J.J. Aucouturier y F. Pachet, “Improving Timbre Similarity: How High’s the Sky?”, en *Journal of Negative Results in Speech and Audio Sciences*, 2004.
- [81] E. Pampalk, S. Dixon, G. Widmer, “Exploring Music Collections by Browsing Different Views”, en *Proceedings of the 4th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, Baltimore, EEUU, Octubre 2003.

- [82] Q. Wang, G. Liu, Z. Guo, J. Guo, y X. Chen, “Structural Fingerprint Based Hierarchical Filtering in Song Identification”, en *Proceedings of the International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*, pág.1-4, Julio 2011.
- [83] E. Bernhardsson, “Music Recommendations at Spotify”, en *NYC Machine Learning Meetup*, Nueva York, Enero 2013.
- [84] T. Hofmann, “Probabilistic Latent Semantic Indexing”, en *22nd International Conference on Research and Development in Information Retrieval SIGIR’99*, Universidad de California, Berkeley, Agosto 1999.
- [85] Y. Hu, Y. Koren, C. Volinsky, “Collaborative Filtering for Implicit Feedback Datasets”, en *8th IEEE International Conference on Data Mining*, Pisa, Italia, Diciembre 2008.
- [86] R.M. Bell, Y. Koren y C. Volinsky, “The BellKor 2008 Solution to the Netflix Prize”, 2008.
- [87] Y. Koren, “Factorization Meets the Neighborhood: A Multifaceted Collaborative Filtering Model”, en *The 14th International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining, KDD’08*, Las Vegas, EEUU, Agosto 2008.
- [88] R.F. Lyon, “Machine Hearing: An Emerging Field”, en *IEEE Signal Processing Magazine*, pp.131-139, Septiembre 2010.
- [89] D. Grangier y S. Bengio, “Neural Network to Retrieve Images from Text Queries”, en *Artificial Neural Networks - ICANN 2006*, pp.24-34, Atenas, Grecia, Septiembre 2006.
- [90] M. Reh, R.F. Lyon, S. Bengio, T.C. Walters y G. Chechik, “Sound Ranking Using Auditory Sparse-Code Representations”, en *Sparse Methods for Music Audio, ICML 2009 Workshop*, Montreal, Canadá, Junio 2009.
- [91] R.D. Patterson, K. Robinson, J. Holdsworth, D. McKeown, C. Zhang y M. Allerhand, “Complex sounds and auditory images”, en *Auditory Physiology and Perception, Proceedings of the 9th International Symposium on Hearing*, Carcens, Francia, Junio 1991.
- [92] J. Wetson, S. Bengio y P. Hamel, “Large-Scale Music Annotation Retrieval: Learning to Rank in Joint Semantic Spaces”, en *Journal of New Music Research*, Mayo 2011.
- [93] T. Bertin-Mahieux, D.P.W. Ellis, B. Whitman y P. Lamere, “The Million Song Dataset”, en *Proceedings of the 12th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR)*, Miami, 2011.
- [94] Y.H. Yang, Y.C. Lin, Y.F. Su y H.H. Chen, “A Regression Approach to Music Emotion Recognition”, en *IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing*, pág.448-457, vol.16, nº2, Febrero 2008.

A

Escalas

En este apéndice se recogen diferentes escalas que no han podido mostrarse durante el trabajo. Se ha intentado presentar las más comunes dentro de los estilos y géneros que engloban a las colecciones de música empleadas, y estas son la escala cromática, la octatónica o disminuida, las escalas pentatónicas mayor y menor y la escala de blues. Todas ellas desarrollas a partir de la tónica C.



Figura A.1: Escala cromática de C.



Figura A.2: Escala octatónica de C.

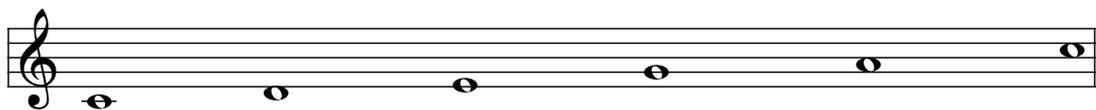


Figura A.3: Escala pentatónica mayor de C.

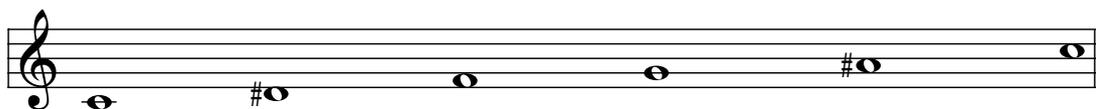


Figura A.4: Escala pentatónica menor de C.

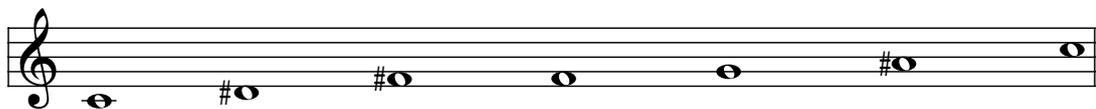


Figura A.5: Escala de blues de C.

B

Colección de Entrenamiento

2 Unlimited	Get Ready for This
2 Pac	Intro
	Me Against the World
	Temptations
	Heavy In The Game
	Dear Mama
	Can U Get Away
	Fuck The World
	Outlaw
	Untouchables (Unreleased) feat Snoop Dogg, Bad Azz & Outlawz
4 Strings	Let It Rain
	Diving (Minimalist vocal remix)
	Let it Rain (vocal club mix)
7 Seconds	All Came Undone
	This is Temporary
	Still on it
	Big Fall
	Where's the Danger
	Panic Attack
	Breaking News
	You Parents Hardcore
	Rules to Follow
A Darker Shade Of Black	Ball Of Confusion
A-lusion	Emphasis (Original Hardstyle)
Above And Beyond	Helsinki Scorchin' (Original Mix)
Absolom	Where?
AC/DC	Hells Bells
	What Do You Do for Money Honey
	Let Me Put My Love in to You
	You Shook Me All Night Long
	Shake a Leg
	Highway to Hell
	Walk All Over You

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Shot Down in Flames
	If You Want Blood (You've Got It)
	Night Prowler
Afrika Bambaataa	Zulu Nation Throwdown
	Jazzy Sensation (Bronx Version)
	Looking for the Perfect Beat
	Unity, Pt.1: The Third Coming
	(Untitled Hidden Track)
Against Me!	T.S.R.
	Mutiny on the Electronic Bay
	Slurring the Rhythms
	A Brief Yet Triumphant Interim
	You Look Like I Need a Drink
	Cavalier Eternel
Agenda	Heaven (Resistance D Single Treatment)
Airbase vs. DJ Stigma	Hunting 2004
Al Dexter & His Troopers	Pistol Packin' Mama
Alabama	Tennessee River
Alan Silvestri	Theme From 'The Bodyguard'
Alex M.O.R.P.H.	Walk The Edge
Alicia Keys	Harlem's Nocturne
	Heartburn
	You Don't Know My Name
	Wake Up
	When You Really Love Someone
	Slow Down
	Nobody Not Really
	If Ain't Got You (Remix)
	If Ain't Got You (Kanye West Remix)
	Diary
Alison Limerick	Where Love Lives (Come On In)
Alphazone presenting Ceylon	Immortal
Ame	Rej (original)
Andain	Beautiful Things (Photon Project Remix)
Andre 3000	Love Hater
	Happy Valentine's Day
	Where Are My Panties?
	She Lives in My Lap
	Roses
	Behold a Lady
	Love in War
	Dracula's Wedding (Feat. Kelis)
	Take Off Your Cool (Feat. Norah Jones)
	A Life in the Day of Benjamin Andre
André Fracnis/John Coltrane	Introduction by André Francis
Angelic	It's My Turn
Anne Kirkpatrick	Travellin' Still, Always Will
Anthrax	Among the Living
	I Am the Law
	A Skeleton in the Closet
	One World
	Imitation of Life
	Be All, End All
	Make Me Laugh

	Who Cares Wins
	Schism
	13
Anti-Heroes	The Tradition
	Heroes & Zeroes
	Jennifer
	Return to Manzanar
	Hurricane Bubba
	Murder One
Antiloop	Believe (extended version)
	In My Mind
	Nowhere to Hide
	Trespasser (radio version)
Antoni Dvorák	Largo
	Allegro con Fuoco
	Tempo di Valse
	Larghetto
Antonio Vivaldi	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: La Primavera. Primero
	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: La Primavera. Tercero
	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Verano. Adagio
	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Otoño. Primero
	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Otoño. Tercero
	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Invierno. Largo
	Concerto fatto per la Solennità della S. Lingua di S. Antonio in Padova. I
	Concerto fatto per la Solennità della S. Lingua di S. Antonio in Padova. III
	Double Orchestra Concerto Per la SS Assontione di Maria Vergine, continuo in C major.
Armani & Ghost	Airport
Armin van Buuren	Sail
	Shivers
Art Blakey & The Jazz Messengers	Are You Real
	The Drum Thunder Suite
	Come Rain Or Come Shine
	Lester Left Town
	Haina
	Warm-Up and Dialogue Between Lee And Rudy
Art of Trance	Madagascar (Cygnus C remix)
Arthur Gunter	Baby Let's Play House
	No Naggin' No Draggin'
	Honey Babe
	Little Blues Jeans Woman
	Baby You Better Listen
	I Want Her Back
ATB	Fusion 2006 (Hiver & Hammer)
Audioplacid	Diving (Aly & Fila vocal edit)
Augustus Pablo	Chant to King Selassie I
	Nature Dub
	Unfinished Melody
	Memories of the Ghetto
	East of the River Nile
	Chapter 2
	East Africa

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Memories of the Ghetto Dub
	Islington Rock
Aurora	Real Life
Authority Zero	A Passage in Time
	Everyday
	One More Minute
	Sky's the Limit
	Mesa Town
	Good Ol' Days
Ave Mea	In The End
Ayla	Into the Light
B.B. King	B.B. Boogie
	When Your Baby Packs Up and Goes
	Got The Blues
	Take a Swing With Me
	Miss Martha King
	Mistreated Woman
	The Other Night Blues
	Walkin' and Cryin'
	My Baby Is Gone
Fine Looking Woman	
Baby D	I Need Your Loving (Everybody's Gotta Learn Sometime)
	Let Me Be Your Fantasy
Bad Brains	Sailin' On
	Attitude
	Banned in D.C.
	Supertouch/Shitfit
	F.V.K. (Fearless Vampire Killers)
	Big Take Over
	Right Brigade
	Intro
Bad Religion	Social Suicide
	All There Is
	Boot Stamping on A Human Face
	Let Them Eat War
	Overture
	The Empire Strikes First
	To Another Abyss
Barbara Mandrell	The Midnight Oil
Barron Ricks/Cypress Hill	I Remember That Freak Bitch (From The Club)/Interlude (Pt.2)
Barthezz	Infected
Beastie Boys	Rhyming & Stealin
	She's Crafty
	Slow Ride
	Fight For Your Right
	Paul Revere
	Brass Monkey
	Time to Get Ill
BeatRayer	The Wave
Beatsteaks	Above Us
	Disconnected
	Let Me In
	Not Ready to Rock
	Run Run

	To Be Strong
Beccy Cole	Poster Girl (Wrong Side of the World)
Beethoven	Sinfonía nº9 en D menor, op. 125 Allegro ma non troppo, un poco maestoso
	Sinfonía nº9 en D menor, op. 125 Adagio molto e cantabile
	Sinfonía nº9 en D menor, op. 125 Presto-Allegro assai
	Sinfonía nº9 en D menor, op. 125 “Coral Symphony” Andante Maestoso-Allegro energico.
Bella	Tumbling Down
Bellamy Brothers	Let Your Love Flow
Bellson Louis	Charlie’s Blues
	Buffalo Joe
	Love For Sale
	Basically Speaking, Duvivier, That Is
	Basie (All Right) Jump It Man
Belá Bartók	Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo
	Concierto Para Orquesta, Sz 116 - III. Elegia. Andante, Non Troppo.
	Concierto Para Orquesta, Sz 116 - V. Finale. Pesante-Presto
	Concierto nº2 para Violín y Orquesta, Sz 112 - II. Andante Tranquilo
Benyoncé	If I Were a Boy
	Disappear
	Ave Maria
	Satellites
	Single Ladies (Put a Ring On It)
	Diva
	Video Phone
	Ego
	Poison
	Why Don’t You Love Me
Big Bill Broonzy	Mississippi River Blues
	Long Tall Mama
	Worrying You Off My Mind (Part 1)
	Rising Sun Shine On
	Come Home Early
	Good Jelly
	Bull Cow Blues
	I Can’t Make You Satisfied
	How You Want It Done
Hattie Blues	
Big Boi	Intro
	Unhappy
	The Way You Move (Feat. Sleepy Brown)
	Bust (Feat. Killer Mike)
	Church
	Tomb Of The Boom (Feat. Konkrete, Big Gipp & Ludacris)
	Knowing
	Interlude
	D-Boi (Interlude)
Bowtie (Postlude)	
	Myself
	5 Kids Down
	G.L.D.

Big D and the Kids

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Fatman
	Take Another Look
	Can't Be Caught
	I'd Rather
	Apology
Big Daddy Kane	Long Live the Kane
	Set It Off
	On the Bugged Tip
	I'll Take You There
	Mister Cee's Master
Bill Anderson	Mama Sang a Song
	Still
Bill Monroe & His Bluegrass Boys	Molly and Tenbrooks (The Race Horse Song)
Bill Phillips	Put It Off Until Tomorrow
Billie Yo Spears	Try A Little Kindness
Billy Boy Arnold	My Heart Is Crying
	I Ain't Got You
	You Got Me Wrong
	Every Day-Every Night
	Rockinitis
Binary Finary	1999
Bizarre Inc.	Playing With Knives
Black Sabbath	Neon Knights
	Lady Evil
	Wishing Well
	Walk Away
	Sweet Leaf
	Embryo
	Orchid
	Solitude
Blank & Jones	Cream
	The Art Of Love
Blind Willie Johnson	Dark Was the Night-Cold Was The Ground
	If I Had My Way I'd Tear the Building Down
	Praise God I'm Satisfied
	Trouble Will Soon Be Over
	I Know His Blood Can Make Me Whole
	Everybody Ought To Treat a Stranger Right
	It's Nobody's Fault But Mine
	I'm Gonna Run to the City of Refuge
	Keep Your Lamp Trimmed and Burning
	Jesus Make Up My Dying Bed
Bo Diddley	I'm a Man
	Bo Diddley
	Pretty Thing
	Bring It to Jerome
	Diddy Wah Diddy
	I'm Looking for a Woman
	Who Do You Love
	You Don't Love Me
	Hey Bo Diddley
	Mona (I Need You Baby)
Bob Luman	Let's Think About Living

Bob Marley	Get Up, Stand Up
	I Shot the Sheriff
	Burnin' and Lootin'
	No More Trouble
	Kinky Reggae
	Slave Driver
	Pass It On
	Rastaman Chant
	Natural Mystic
	Guiltiness
	Exodus
	Stop That Train
	Waiting in Vain
	400 Years
Three Little Birds	
Bob Wills & His Texas Playboys	New San Antonio Rose
	Take Me Back To Tulsa
	Time Changes Everything
Bobby Blue Band	It's My Life-Baby
	Honey Bee
	Lost Lover Blues
	Time Out
	Million Miles from Nowhere
	You've Got Bad Intentions
	I Don't Believe
	You Did Me Wrong
	Last Night
Wise Man's Blues	
Bobby Helms	My Special Angel
Bounce	Why
Bouncing Souls	Cracked
	Kate Is Great
	Chunksong
	The Toilet Song
	Whatever I Want (Whatever That Is)
	Party At 174
	The Screamer
I Like Your Eyes	
Boyz II Men	Please Don't Go
	This Is My Heart
	It's So Hard To Say Goodbye to Yesterday
	Under Pressure
	Little Things
	Thank You
	U Know
	I Sit Away
	Khalil (Interlude)
	I'll Make Love To You
50 Candles	
Yesterday	
Britney Spears	Womanizer
	Out From Under
	Shattered Glass
	Unusual You
	Mmm Papi

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Lace And Leather
	Radar
	Phonography
Bruce Springsteen	Born In The U.S.A.
	Darlington County
	Downbound Train
	No Surrender
	I'm Goin' Down
	Dancing In The Dark
	Devils & Dust
	Reno
	Black Cowboys
	Silver Palomino
	Leah
	All I'm Thinkin' About
Bruno Mars	Young Girls
	Gorilla
	Moonshine
	Natalie
	Money Make Her Smile
	Old & Crazy (Feat. Esperanza Spalding)
	Gorilla (Demo)
	Locked Out Of Heaven (Major Lazer Remix)
Buck Owens	Love's Gonna Live Here
	My Heart Skips A Beat
Buddy Guy	Try To Quit You Baby
	You Sure Can't Do
	Sit and Cry (The Blues)
	This is the End
Buddy Rich	Yellow Rose of Brooklyn
	All Sweets
	Barney's Bugle
	You're Getting To Be A Habit With Me
	The Cashbah
	Figure Eights
	Big Foot
	Toot, Toot, Tootsie Goodbye
Burning Spear	Marcus Garvey
	Live Good
	Old Marcus Garvey
	Jordan River
	Resting Place
Buddy Rich	Yellow Rose of Brooklyn
	Freefall
	Nimrodel - The Procession - The White Rider
	Lady Fantasy: Encounter - Smiles For You - Lady Fantasy
	The Great Marsh
	Rhayader Goes To Town
	Fritha
	Friendship
	Rhayader Alone
	Epitaph
	La Princesse Perdue
	Preparation

C.N.F.	Go Piano
Capella	U Got 2 Know
Career Suicide	Play the Part
	Realities
	The Last Say
	Fan The Flame
	From The Start
	You Got Caught
Carlene Carter	Keep To Yourself
Carlene Carter	My Dixie Darlin'
Catch 22	Day In, Day Out
	Walking Away
	Giving Up, Giving In
	Riding The Fourth Wave
	Supernothing
	Kristina, She Don't Know I Exist
	1234, 1234
	Dear Sergio
	9mm And A Three Piece Suit
As The Footsteps Die Out Forever	
Champion Jack Dupree	Strollin'
	T.B. Blues
	Can't Kick The Habit
	Evil Woman
	Nasty Boogie
	Junker's Blues
	Bad Blood
	Goin' Down Slow
	Frankie & Johnny
Stack-O-Lee	
Charles Mingus	Better Get Hit in Yo' Soul
	Boogie Stop Shuffle
	Open Letter to Duke
	Fables of Faubus
	Jelly Roll
	GG Train
	Gunslinging Bird
Charlie Parker	Perdido
	All The Things You Are
	Drum Conversation
	Embraceable You
	Sure Thing
	I've Got You Under My Skin
	Hot House
Charlie Walker	Pick Me Up On Your Way Down
Chicane	Offshore
	Don't Give Up
Children Of Bodom	Living Dead Beat
	If You Want Peace...Prepare For War
	In Your Face
	Bastards of Bodom
	We're Not Gonna Fall
	Follow The Reaper
Children Of Decadence	

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Mask Of Sanity
	Taste of My Scythe
	Kissing The Shadows
Chris Daughtry	Sorry
Chris Raven	Ask & Answer
Christina Aguilera	Stripped Intro
	Walk Away
	Primer Amor Interlude
	Loves Embrace Interlude
	Impossible
	Beautiful
	Cruz
	Get Mine, Get Yours
	Stripped Pt.2
I'm OK	
Civ	Set Your Goals
	So Far, So Good...So What
	Can't Wait One Minute More
	Gang Opinion
	Solid Bond
	United Kids
	Boring SUMmer
	All Twisted
Clarence Gatemouth Brown	Midnight Hour
	Ain't That Dandy
	Dirty Work At The Crossroads
	Hurry Back Good News
	Okie Dokie Stomp
	Sad Hour
	Gate's Salty Blues
	Just Before Dawn
	Depression Blues
For Now So Long	
Clifford Brown	Bellarosa
	Cookin'
	De-dah
	Carvin' The Rock
	Lover Man
	Sketch One
	Get Happy
	Finders Keepers
Gone With The Wind	
Clutch	Earth Rocker
	Mr. Freedom
	Unto The Breach
	The Face
	Cyborg Bette
	The Wolf Man Kindly Requests...
	The Incomparable Mr. Flanery
	Gullah
	Pulaski Skyway
	10001110101
	Circus Maximus
	10000 Witnesses
Gravel Road	

ColdPlay	Lost!
	42
	Strawberry Swing
	Viva La Vida
	Death And All His Friends
Compilation	One / Love Is a Loser
	Transa / Supernova
Connie Smith	Once A Day
Conway Twitty	Lost In The Feeling
	Next In Line
Count Basie	Blues Go Away
	Bubbles
	The Blues Done Come Back
	Stereophonic
	Sixteen Men Swinging
	You're Not The Kind
	Straight Life
	You For Me
	Two For The Blues
	Blues Backstage
Cream Team	Div.X
Crystal Gale	Miss The Mississippi And You
Cygnus X	Positron
Cypress Hill	Cock The Hammer
	Dr. Greenthumb
	Stank Ass Hoe
	Don't Trip
	Psychodelic Vision
	Lowrider
	Rock Superstar
	What You Want For Me
	Southland Killers
	Prelude to Come Up
Da Hool	Meet At The Love Parade
	Meet At The Love Parade (Nalin & Kane Parade)
Daddy Yankee	Dale Claiente
	Gasolina
	El Muro
	Santifica Tus Escapularios
	El Empuje
	Salud y Vida
	Corazones
	2 Mujeres
	Outro
	Sabor A Melao (Remix)
	Intro
	Tu Principe (Feat. Zion y Lennox)
Dance 2 Trance	Power of American (Ethno Instrumental Mix)
Darude	Bitter Sweet
	Sandstorm (Original Mix)
Daughtry	It's Not Over
	Home
	Crashed
	What I Want (Feat. Slash)

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Gone
	All These Lives
	It's Not Over
	What About Now
Dave Brubeck	Blue Rondo a la Turk
	Take Five
	Kathy's Waltz
	Pick Up Sticks
	Walkin' Line
	Two Part Contention
	The Duke
	One Moment Worth Tears
Dave Dudley	Six Days on the Road
	Truck Drivin' Son-Of-A-Gun
David Allan Coe	The Ride
David Houston	You Mean The World To Me
	My Elusive Dreams (With Tammy Wynette)
David Wills	There's A Song On The Jukebox
Davidson Brothers	Long Distance Love Affair
Dee	Forever (Megara Vs. DJ Lee Remix)
Dee Dee	The One (Driftwood Remix)
Deep Purple	Fireball
	Demon's Eye
	The Mule
	No One Came
	Highway Star
	Pictures Of Home
	Smoke On The Water
	Space Truckin'
Delaney And Bonnie	We Can Love
Delerium	After All (feat. Jael)
	Delerium (feat. Leigh Nash)
Denim Project	Freedom To Move
Descendents	Everything Sux
	Rotting Out
	Caught
	Doghouse
	Hateful Notebook
	Eunuch Boy
	I Won't Let Me
Dianna Corcoran	Then There's Me
Dire Straits	So Far Away
	Walk Of Life
	Why Worry
	The Man's Too Strong
	Brothers In Arms
	Down To The Waterline
	Setting Me Up
	Southbound Again
	In The Gallery
	Lions
DJ Air	Alone With Me (Flutlicht Mix)
DJ Edx	I'm Not Interested
DJ Manian	Lovesong (Single Mix)

DJ Revibe	Bangin'
DJ Rock	Sometimes My Heart
DJ Shog	Don't Stop
DJ Tandu	Singularity
DJ Tatana	Liberty
	Moments
Dogzilla	Your Eyes
Dollphace feat. Snoop Dog	Let's Go To Las Vegas
Dolly Parton, Linda Ronstadt and Emmylou Harris	Liberty
	Moments
Don Gibson	Oh Lonesome Me
	Sea of Heartbreak
Don Williams	True Love
	You're My Best Friend
Donnie Fritts	Short End Of The Stick
Down	Lysergik Funeral Procession
	The Man That Follows Hell
	Ghosts Along The Mississippi
	Beautifully Depressed
	Doob Interlude
	The Seed
	Flambeaux's Jamming With St. A
	Landing On The Mountains Of Meggido
	Three Suns And One Star
	N.O.D.
	On March The Saints
	Mourn
	His Majesty The Desert
Invest In Fear (Bonus Track)	
In The Thrall Of It All	
Dr. Dre	What's The Difference Feat. Eminem & Xzibit
	Bar One Feat. Eddien Griffin, Ms. Roq & Traci Nelson
	Light Speed Feat. Hitman
	Forgot About Dre Feat. Eminem
	The Next Episode Feat. Snoop Dogg & Nate Dogg
	Bitch Niggaz Feat. Hitman, Six Two & Snoop Dogg
	The Car Bomb Feat. Mel-Man & Charis Henry
	Murder Ink Feat. Hitman & Ms. Roq
	Some L.A. Niggaz Feat. DeFari, Xzibit, Knock-Turn'al, Time Bomb, King T, MC Ren & Kokane
	Housewife Feat. Hitman & Kurupt
Ackrite Feat. Hitman	
Dr. Hook	Sharing The Night Together
	Sylvia's Mother
Dr. Motte & WestBam	Love Parade 2000 (One World One Love)
Draft 2 Design	Affection Over Reason (Basic Draft)
Dream Theater	Pull Me Under
	Take The Time
	Metropolis-Part I
	Wait For Sleep
	As I Am
	Endless Sacrifice
	Vacant
In The Name Of God	

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

Dropkick Murphys	Walk Away
	The Outcast
	Gonna Be A Blackout Tonight
	Buried Alive
	Fields Of Athenny
	As One
	Time To Go
Duderstadt	Mahananda (Mystery Islands radio cut)
Duke Ellington	Day In, Day Out (Live)
	Diminuendo In Blue And Crescendo In Blue
	Pause
	Star Spangled Banner
	Black And Tan Fantasy
	Tea For Two
	Take The A Train
	Festival Junction (Live)
	Blues To Be There (Live)
	Newport Up (Live)
	Sophisticated Lady (Live)
	Jeep's Blues
	Tulip or Turnip
	Skin Deep
	Studio Concert
	Part I - Festival Junction
	Part II - Blues To Be There
	Part III - Newport Up
	I Got It Bad
Pause	
Dumonde	Cold (Talla 2XLC Mix)
Dune	Who Wants To Live Forever
Dwarves	Unrepentant
	I Will Deny
	Everybodies Lies
	Pimp
	The Crucifixion Is Now
	You Gotta Burn
	Bonus
Dwight Yoakam And Buck Owens	Streets Of Bakersfield
Earl Hooker	Sweet Black Angel
	Earl's Boogie Woogie
	Goin' Down The Line
	Guitar Rag
Eddie Costa	Guys And Dolls
	If I Were A Bell
	I've Never Been In Love Before
	Get Out Of The Road
	Big Ben
	Blues Plus Eight
	Stretch In 'F'
Eddie Hinton	Running Back To You
Eddy Arnold	Make The World Go Away
	The Cattle Call
	Dust My Broom
	Sho' Nuff I Do

	Please Find My Baby
	Cry For Me Baby
	Sunny Lady
	The 12 Year Old Baby
	It Hurts Me - Too
	Hawaiian Boogie
	T.V. Mama
Elvis Presley	That's All Right
Eminem	911 feat. Cypress Hill
Emmylou Harris	Mister Sandman
	Sweet Dreams
Empirical Labs	Turtle Beach (Outback Remix)
Energy 52	Cafe Del Mar
Envio	Touched By The Sun
EPMD	Strictly Business
	Let The Funk Flow
	It's My Thang
	The Steve Martin
	DJ K la Boss
Eric B. & Rakim	I Ain't No Joke
	My Melody
	Move The Crowd
	As The Rhyme Goes On
	Eric B. Is President
Eric Dolphy	Hat And Beard
	Gazzelloni
	Straight Up and Down
Erik Satie	Gnossiene n°1
	Gnossiene n°3
	Danse de Travers III
	Air à Faire Fuir I
	Air à Faire Fuir II
	Petite Ouverture à Danser
	Première Pensée Rose-Croix
	Caresse
	Air a Faire Fuir III
	Sarabande n°1
Ernest Tubb	Thanks a Lot
	Walking the Floor Over You
Ernst Ashworth	Talk Back Trembling Lips
Erroll Garner	I'll Remember April
	Mambo Carmel
	It's Alright With Me
	I'll Remember April
	April In Paris
	How Could You Do A Thing Like That To Me
	Erroll's Theme
	How High The Moon
	Groovy Day
Enst Tubb And His Texas Trobadoours	Waltz Across Texas
Evelyn Thomas	High Energy
Fabulous Disaster	Down The Drain
	Gia
	Red Blister

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Magnet
	Crush
	No, No Way
Face to Face	Resignation
	14 Hours
	Ordinary
	Handout
	Take It Back
	Put You Your Place
Factoria	Kissed By An Angel
Far East Movement	If I Was You (OMG) feat. Snoop Dogg
Farlow Tal	Tea For Two
	You Stepped Out Of A Dream
	I Love You
	Tenderly
	Chuckles
	Anything Goes
	Skylark
	Night And Day
	The More I See You
Felix Mendelssohn	Andante Con Moto Allegro Un Poco Agitato
	Adagio
	Allegro Vivace
	Con Moto Moderato
Fergie	Fergalicious (Feat. Will.i.am)
	All That I Got (The Make-Up Song) (Feat. Will.i.am)
	Pedestal
	Glamorous (Feat. Ludacris)
	Velvet
	Mary Jane Shoes (Feat. Rita Marley & The I-Three's)
	Finally (Feat. John Legend)
	Labels Or Love
Ferlin Husky	Wings Of A Dove
Ferry Corsten	Star Traveller
Fictivision vs. Phynn	Escape
Flashbang	Grooveslide
Flogging Molly	Drunken Lullabies
	May The Living Be Dead
	The Kilburn High Road
	Swagger
	Death Valley Queen
	The Rare Ould Times
Flow vs. Zammek	White Label
Floyd Cramer	Last Date
	San Antonio Rose
Frankie Laine	Rawhide
Franz Schubert	Allegro Vivace
	Scherzo
	Allegro Giusto
	Andante
Freddie McGregor	Big Ship
	Peaceful Man
	Get Serious
	Get United

	Roots Man Skanking
Freddy Fender	Wasted Days & Wasted Nights
Freeloader	Driftwood
Fryderyck Chopin	En Do Mayor Allegro
	En Mi Mayor Lento Ma Non Troppo
	En Sol Bemol Mayor Vivace
	En Do Mayor Vivace
	En Fa Menor Allegro Molto Agitato
	En Mi Bemol Mayor Allegretto
	Balada En Sol Menos Opus 23 Largo
	Balada en La Bemol Mayor Opus 47 Allegretto
Andante Spianato Tranquillo	
Fugazi	Waiting Room
	Bad Mouth
	Give Me The Cure
	Glue Man
	And The Same
	Provisional
	Promises
Fuller Curtis	It's All Right
	I'll Walk Alone
	Judy's Dilemma
	It's All Right With Me
	Bang Bang
Blues de Funk	
Furious	In Choir
Furry Lewis	Everybody's Blues
	Sweet Papa Moon
	Kassie Jones Pt.1
	Billy Lyons and Stack-O-Lee
	Judge Harsh Blues
	John Henry
	Black Gypsy Blues
	I Will Turn Your Money Green
	Jelly Roll
Good Looking Girl Blues	
Future Breeze	Temple Of Dreams (instrumental club mix)
	Push (club mix)
G&M Project	Sunday Afternoon
Galen Behr	Time Will Tell
	Till We Meet Again
Gang Green	Eviction Party
	Break The Bottle
	Death Of The Party
	Beach Whistle
	Tricked Into Bed Again
	This Job Sucks
	Weekend Millionaire
	Time To Pay
	Livin' In Oblivion
	6000 Crucified Slaves
	Penalty Box
Here To Stay	
Gary Morris	The Wind Beneath Wings

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

Gat Decor	Passion (Original Mix)
Gene Autry	You Are My Sunshine
Genesis	Dance On A Volcano
	Squonk
	Robbery Assault And Battery
	A Trick Of The Tail
	Invisible Touch
	Land Of Confusion
	Anything She Does
	Throwing It All Away
	Dancing With The Moonlight Knight
	Firth Of Fifth
	The Battle Of Epping Forest
	The Cinema Show
Georg Friedrich Händel	Música Acuática: Suite I (HWV 348): Oberture & Adagio
	Andante
	Presto
	Menuet
	Air
	Alla Hornpipe
	Lentement
	Water Music III (Sarabande)
	Menuets
	Overture Addagio
	Bourree
La Rejouissance	
George Hamilton IV	She's A Little Bit Country
George Jones	Real Deal
	She Thinks I Still Care
	Take These Chains From My Heart
	Tender Years
	The Grand Tour
	The Race Is On
	Walk Through This World With Me
	White Lightning
	Mabelline
	Near You
	Take Me
We Must Have Been Out Of Our Minds	
Giovanni B. Pergolesi	Canto Llano
	Cuius Animam Gementem
	Quae Moerebat Et Dolebat
	Vidit Suum Dulcem Natum
	Fac, Ut Ardeat Cor Meum
	Fac, ut Portem Christi Mortem
	Quando Corpus Morietur
	Anónimo Napolitano: Tarantela
	Francesco Durante: Concierto nº4 en mi; Adagio
	Largo
Glen Campbell	Rhinestone Cowboy
	Tennessee
	Wichita Lineman
	Go-Go Gadget Gospel
	St. Elsewhere

Gnarls Barkley

	Smiley Faces
	Feng Shui
	Transformer
	Online
	Storm Coming
Golden Girls	Kinetic
Good Riddance	Made To Be Broken
	Saccharine
	Boxing Day
	Black Bag Confidential
	There's No "I" In team
	Dylan
	Shame, Rights & Privilege
Gorgeous	I'm Gorgeous
Gram Parsons	That's All It Took
Grand Funk Railroad	Got This Thing On The Move
	High Falootin' Woman
	In Need
	Paranoid
	Nothing Is The Same
	We're An American Band
	Creepin'
	Walk Like A man
	Hooray
	The Railroad
Stop Lookin' Back	
Green	Six Days on the Road
George Cables, Victor Lewis & Rufus Reid	Fried Bananas
	The Rainbow People
	For Regulars Only
	Long Tall Dexter
	Boston Bernie
	Dexology
Montmartre	
Gregory Isaacs	Night Nurse
	Objection Overuled
	Cool Down The Pace
	Not The Way
George Jones	Welcome To The Jungle
	Nightrain
	Mr. Brownstone
	My Michelle
	Sweet Child O'Mine
	Anything Goes
	Right Next Door Hell
	Live and Let Die
	Perfect Crime
	Bad Obsession
	Double Talkin' Jive
	The Garden
	Don't Damn Me
	Dead Horse
	Civil War
Yesteradys	
Get In The Ring	

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Breakdown
	Locomotive
	Estranged
	Don't Cry (Alt. Lyrics)
Guru Josh	Infinity
Gustav Mahler	Trauermarsch In Genessenem Schritt Streng Wie Ein Kondukt
	Scherzo Kräftig Nicht Zu Schnell
	Rondo Finale Allegro
Guy Clark	La Freeway
Gwen Stefani	What You Waiting For?
	Hollaback Girl
	Bubble Pop Electric
	Harajuku Girls
	The Real Thing
	Danger Zone
	The Real Thing
H 2 J	East & Central
Hank Locklin	Please Help Me I'm Falling
	Send Me The Pillow You Dream On
Hank Thompson	The Wild Side Of Life
	Squaws Along The Yukon
Hank Williams	Lovesick Blues
	You Cheatin' Heart
	There's A Tear In My Bear
Harmony James	Precious Little
Hawkshaw Hawkins	Lonesome 7-7203
Henson Cargill	Skip a Rope
Herbie Hancock	Chameleon
	Sly
Highway 101	Somewhere Tonight
	The Bed You Made For Me
HorrorPops	Julia
	Ghouls
	Miss Take
	Cool Flat Top
	Dotted With Hearts
	What's Under My Bed
	Horror Beach
Howlin' Wolf	Look-A-Here-Baby
	Smile At Me
	California Boogie
	My Baby Walked Off
	Chocolate Drop
	Mr. Highway Man
	Color and Kind
	Everybody's In The Mood
	(Well) That's Right
Baby Ride With Me	
Hugh Mundell	Time & Place
	Rastafari's Call
	Live in Love
	Feeling Alright Girl
	Time Has Come
	Africa Must Be Free By 1983

	Book Of Life
	Day Of Judgement
	Ital Slip
	Africa Dub
	Western Kingston Style
	Let's All Unite
	Revolution Dub
	Sufferer Dub
Ian Van Dahl	Castles In The Sky
Ice Cube	Funeral
	My Summer Vacation
	Robin Lench
	Look Who's Burnin'
	Man's Best Friend
	Death
	I Wanna Kill Sam
	Black Korea
	Color Blind
Us	
In Flames	The Mirror's Truth
	Sleepless Again
	I'm The Highway
	Move Through Me
	Sober And Irrelevant
	Drenched In Fear
	Eraser
	Abnegation
	Bullet Ride
	Only For The Weak
	Square Nothing
	Satellites And Astronauts
	Swim
Another Day In Quicksand	
Interphase	Dr Feelgood
Iron Maiden	Aces High
	Losfer Words (Big 'Orra)
	The Duellists
	Powerslave
	Invaders
	The Prisoner
	The Number Of The Beast
	Gangland
Isaac Albéniz	Serenata Española para piano en D mayor, Op. 181, B39
	Cantos de España (5) para Piano, Op. 232, B44: Córdoba.
	Iberia Suite para Piano B47: El Albaicín.
	España, Album Leaves (6) para Piano, Op. 165, B37: N ^o 1, Preludio.
	España, Album Leaves (6) para Piano, Op. 165, B37: N ^o 3, Malagueña.
	España, Album Leaves (6) para Piano, Op. 165, B37: N ^o 5, Capricho Catalán.
La Vega	
Jack Greene	Statue Of A Fool
	There Goes My Everything
James Blundell & James Reyne	Dr Feelgood

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

Jamey Aebersold	Blue Bossa
	Autumn Leaves
	Watermelon Man
	Satub Doll
	Tootsie
	Impressions
	Tuning Notes
	Footprints
Jay-Z	Can't Knock The Hustle (feat. Mary J, BliDge)
	Brooklyn's Finest (feat. Notorious B.I.G.)
	Feelin' It (feat. Mecca)
	22 Two's
	Ain't No Nigga (feat. Foxy Brown)
	Coming Of Age (feat. Memphis Bleek)
	Bring It On (feat. Big Jaz & Sauce Money)
	Umbrella (feat. Rihanna)
Can't Knock The Hustle (Fools Paradise Remix)	
Jean Sibelius	Sinfonía n ^o 2 en Re Mayor, Op.43 - I. Alegretto
	Sinfonía n ^o 2 en Re Mayor, Op.43 - III. Vivacissimo
	Finlandia
	Vals Triste, Opus 44 N ^o 1
Jerry Lee Lewis	Save The Last Dance For Me
	What's Made Milwaukee Famous (Has Made a Loser Out Of Me)
	Whole Lot Of Shakin' Going On
	You Win Again
Jessica Mauboy	Get 'Em Girls
Jethro Tull	Aqualung
	Cheap Day Return
	Wond'ring Aloud
	My God
	Slipstream
	Wind-Up
	And The Mouse Police Never Sleeps
	No Lullaby
	Journey Man
	One Brown Mouse
Weathercock	
Jetty Road	Million Miles
Jezper	Monastery Hill
Jim & Jesse	When I Stop Dreaming
Jim Ed Brown	Pop A Top
Jim Jones	Like Gangstas (feat. Snoop Dogg And Rell)
Jim Reeves	This Is It
	Welcome To My World
Jimi Hendrix	...And The Gods Made Love
	Crosstown Traffic
	Little Miss Strange
	Come On (part 1)
	Burning Of The Midnight Lamp
	1983
	Still Raining, Still Dreaming
All Along The Watchtower	
Jimmy Dean	P.T. 109
Jimmy Cliff	You Can Get It If You Really Want

Jimmy McCracklin	Listen Woman
	I Can't Understand Love
	Josephine (Just Won't Let Her Go)
	Love When It Rains
	I Think My Time Is Here
Johann Sebastian Bach	Allegro Adagio
	Vivace
	Allegro
	Courante
	Forlane
	Bourrees I & II
	Allegro II
	Allegro III
Johannes Brahms	Sinfonía N ^o 3 en F mayor, Op.90: Allegro con brio.
	Sinfonía N ^o 3 en F mayor, Op.90: Poco Allegretto
	Sinfonía N ^o 4 en E menor, Op.98: Allegro non troppo
	Sinfonía N ^o 4 en E menor, Op.98: Allegro Giocoso
John Anderson	Swingin'
John Coltrane	A Love Supreme, Pt.1: Acknowledgment
	A Love Supreme, Pt.2: Resolution (Live)
	A Love Supreme, Pt.3: Pursuance
	A Love Supreme, Pt.4: Psalm (Live)
	A Love Supreme, Pt.1: Acknowledgment (Alternate Take)
	A Love Supreme, Pt.2: Resolution (Breakdown)
	Blue Train
	Locomotion
	Lazy Bird
John Denver	Take Me Home Country Roads
John Coltrane	Dimples
	I'm in the Mood
	Boogie Chillen'
	Let Your Daddy Ride
	John L's House Rent Boogie
	Weeping Willow Boogie
	Huckle Up Baby
	Hobo Blues
	Crawlin' King Snake
	Sally Mae
John Mayer	Waiting On The World To Change
	Belief
	The Heart Of Life
	Stop This Train
	Bold As Love
	In Repair
John O'Callaghan & Thomas Bronzwaer	Lost World Lost World
John Prime	Sam Stone
John Williamson	The Joy Is In The Journey
Johnnie & Jack	(Oh Baby Mine) I Get So Lonely
Johnny Cash	Ring Of Fire
	Understand Your Man
	Wreck Of The Old '97
Johnny Daye	Stay Baby Stay
Johnny Horton	North To Alaska

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Sink The Bismarck
	The Battle Of New Orleans
Johnny Osbourne	Truths And Rights
	Can't Buy Love
	Nah Skin Up
	Eternal Peace
	Love Jah So
Johnny Paycheck	She's All I Got
Judas Priest	Painkiller
	All Guns Blazing
	Metal Meltdown
	Between The Hammer & The Anvil
	Battle Hymn
	Living Bad Dreams
	The Hellion
	Riding On The Wind
	(Take These) Chains
	Screaming For Vengeance
	Fever
Prisoner Of Your Eyes	
Jurgen Vries	The Theme
Justmade	Free The Energy
K.D. Lang	Trail Of Broken Hearts
Kasey Chambers	Not Pretty Enough
	Rattlin' Bones
Katana	Silence
Kay Stone	Alone
Keith Whitley	When You Say Nothing At All
Kenny G.	Waiting For You
	Even If My Heart Would Break
Kenny Rogers	Reuben James
	The Gambler
	The Vows Go Unbroken (Always True To You)
King Tubby	Blood Of Africa
	Declaration Of Dub
	Ragga Muffin Stylee Dub
	Real Gone Crazy Dub
	Dubbing It Right
	Bionic Horn
	Hijack The Barber
	Special Brew
	King Of King In Dub
	Roots Of Dub
Kira	I'll Be Your Angel
Kiss	I Was Made For Lovin' You
	Sure Know Something
	Charisma
	Hard Times
	Save Your Love
	Exciter
	Lick It Up
	Gimme More
	A Million To One
Dance All Over Your Face	

Kitty Wells	Makin' Believe
Klea	Tic Toc
Kokomo Arnold	Backfence Picket Blues
	Long And Tall
	Cold Winter Blues
	Wild Water Blues
	Mean Old Twister
Kreator	Enemy Of God
	Suicide Terrorist
	Dystopia
	Murder Fantasies
	One Evil Comes (A Million Follow)
	Under A Total Blackened Sky
	Reconquering The Throne
	Violent Revolution
	Servant In Heaven/King In Hell
	Ghetto War
	Slave Machinery
Mind Of Fire	
Kris Kristofferson	Me And Bobby McGee
	Silver Tongued Devil and I
KRS-One	Poetry
	9mm Goes Bang
	Elementary
	Remix For P is Free
	Super-Hoe
	Scott LaRock Mega-Mix
Kurt & Mercedes	4 Minutes
Kyau Vs. Albert	Falling Anywhere (Rework)
L.A. Style	James Brown Is Dead
La Luna	Fallin
Lady GaGa	Bad Romance
	Monster
	Dance In The Dark
	So Happy I Could Die
	Bad Romance (Starsmith Remix)
Lagwagon	Island Of Shame
	Stokin' The Neighbors
	Rust
	Dis'Chords
	Brown Eyed Girl
	No One
	Hidden
Lambda	New York
Larry Jon Wilson	Sheldon Church Yard
Lars Frederiksen And The Bastards	Intro
	Six Foot Five
	Army Of Zombies
	Wine And Roses
	Leavin Here
	Subterranean
	Vietnam
Latterman	My Dreams About Not Slepig Until 3pm
	He's A Good Sposato

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	There's No Way "Punk Was Meant To Be Done"
	83 % Off Your Self-Esteem
	The Biggest Sausage Party Ever
Lauryn Hill	Intro
	Ex-Factor
	Doo Wop (That Thing)
	Final Hour
	I Used To Love Him
	Every Ghetto, Every City
	Everything Is Everything
	Can't Take My Eyes Off of You
Leadbelly	Alabama Bound
	Fort Worth and Dallas Blues
	Leavin' Blues
	Midnight Special
	T.B. Woman Blues
	New York City
	Shorty George
	John Hardy
	Bourgeois Blues
	Good Morning Blues
Led Zeppelin	Whole Lotta Love
	The Lemon Song
	Heartbreaker
	Ramble On
	Bring It Home
	Immigrant Song
	Celebration
	Out On The Tiles
	Tangerine
	Bron-Y-Aur Stomp
Lee Kernaghan	The Way It Is
Lee Scratch Perry	Zion Blood
	Three In One
Lefty Frizzell	Saginaw, Michigan
Leila K	Open Sesame
Leon Ashley	Laura (What's He Got That I Ain't Got?)
Leroy Carr & Scrapper Blackwell	Wrong Man Blues
	Gettin' All Wet
	Blue With The Blues
	Christmas In Jail - Ain't That Pain
	That's Tellin'em
	Papa Wants a Cookie
	The Dirty Dozen
	Carried Water For The Elephant
	Let's Disagree
	Papa's Got Your Water On
Leroy Van Dyke	Walk On By
Leslie Satcher	Love Letters From Old Mexico
Less Than Jake	Welcome To The New South
	Look What Happened
	Short Fuse Burning
	The Upwards War And The Down Turn Cycle
	Wishes To Your Black Lung
	That's Why They Call It A Union

	The Brightest Bulb Has Burned Out
Lester Flatt & Earl Scruggs & The Foggy Mountain Boys	The Ballad Of Jed Clampett
Lightnin' Hopkins	Katie Mae Blues
	Play With Your Poodle
	Automobile
	T Model Blues
	Baby Please Don't Go
	Needed Time
	Short Haired Woman
	Mad With You
	Lightnin' Boogie
Give Me Central 209	
Lightnin' Slim	Rock Me Mama
	Bad Luck
	New Orleans Bound
	Bugger Bugger Boy
	I'm a Rollin' Stone
	Hoodoo Man
	I'm Grown
	Nothing But The Devil
	Tom Cat Blues
Wintertime Blues	
Linn Anderson	Snowbird
Lionel Ritchie	Can't Slow Down
	Penny Lover
	Love Will Find A Way
	Running With The Night
	All Night Long (All Night)
Little Jimmy Dickens	May The Bird Of Paradise Fly Up Your Nose
Little Walter	Blues With A Feeling
	Juke
	Sad Hours
	Tell Me Mama
	Off The Wall
	You Better Watch Yourself
	My Babe
	Last Night
	You're So Fine
Roller Coaster	
Little Willie John	Fever
	All Around The World
	Suffering With The Blues
	Tell It Like It Is
	Person To Person
	Need Your Love So Bad
	Talk To Me
	Home At Last
	My Nerves
Leave My Kitten Alone	
Lloyd Charmers	Shaft
Lloyd Charmers & The Hippy Boys	Look-Ka-Py-Py
Lloyd Parks	Stop The War Now
LNQ	Tired

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

Lonnie Gordon	Happenin' All Over Again
Lonnie Johnson	Have To Change Keys (To Play These Blues)
Loretta Lynn	You Ain't Woman Enough
Lou Bradley	One Shoe
Lowell Fulson	I Wanna Make Love To You
	Rock'em Dead
	You Better Rock This Morning
	Rollin' Blues
	Someday Baby
	It Took A Long Time
	That's Alright
	It's A Long Time
Lynn Anderson	Loving You
	Lonely Hours
Lynn Anderson	Rose Garden
M-Beat	Sweet Love (feat. Nazlyn)
M.I.A.	Bamboo Banga
	Boyz
	Hussel (feat. Afrikan Boy)
	20 Dollar
	The Turn
	Paper Planes
Magic Sam	All Your Love
	Love Me With A Feeling
	Everything Gonna Be Alright
	Easy Baby
	21 Days In Jail
Main Source	Snake Eyes
	Lookin' At The Front Door
	Just A Friendly Game Of Baseball
	Peace Is Not The World To Play
	He Got So Much Cool (He Don't Need No Music)
	Watch Roger Do His Thang
	Fakin' The Funk
	Atom
Looking At The Fron Door (Uncut) (Unreleased)	
Mandy Barnett	Rainy Days
	Three Days
Manfred Mann's Earth Band	Don't Kill It Carol
	Hollywood Town
	Platform End
	You Are - I Am
	Resurrection
	Spirits In The Night
	Time Is Right
	Visionary Mountains
	Fat Nelly
Manuel de Falla	En El Generalife
	En los Jardines de la Sierra de Córdoba
	Aragonesa
	Montañesa
Manyou	Pour Le Tombeau De Claude Debus
	Take Me Home
Marco V	Simulated

Margarte Withing And Jimmy Wakely	Slipping Around
Maria Muldaur	My Tennessee Mountain Home
Mariah Carey	Fantasy
	One Sweet Day
	Always Be My Baby
	When I Saw You
	Melt Away
	Daydream Interlude (Fantasy Sweet Dub Mix)
	Dreamlover
	Anytime You Need A Friend
	Now That I Know
	Without You
	I've Been Thinking About You
	Everything Fade Away
Mario Piu	Devotion
Martina McBride	My Baby Loves Me
Marty Robins	Ruby Ann
	Singing The Blues
Mary Chapin Carpenter	Passionate Kisses
Mary McGregor	Torn Between Two Lovers
Mastodon	Oblivion
	Quintessence
	Ghost Of Karelia
	The Last Baron
	Black Tongue
	Curl Of The Burl
	Blasteroid
	Octopus Has No Friends
	The Hunter
	Thickening
	Spectrelight
	The Sparrow
Matt Darey	Moody (Vocal Mix)
	Electro Buzz
	Children Of The Sun
Maurice Ravel	Piano Concerto in G major: I. Allegramente
	Piano Concerto in G major: III. Presto
Mauro Picotto	Proximus With Adiemus
Max Romeo	One Step Forward
	I Chase The Devil
	Norman
	Tan And See
	Smile Out A Style
Megablast	Wavegenerator
Megadeth	Hangar 18
	Lucretia
	Tornado Of Souls
	Dawn Patrol
	Rust In Peace...Polaris
	Addicted To Chaos
	Elysian Fields
	The Killing Road
I Thought I Knew It All	

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Black Courtains
	Victory
Melba Montgomery	No Charge
Melinda Schneider	The Story Of My Life
Memphis Minnie	Frisco Town
	Moonshine
	Nothing In Rambling
	I'm Talking About You
	Joe Louis Strut
	Me And My Chauffeur Blues
	My Baby Don't Want Me No More
	Bumble Bee
	Boy Friend Blues
	In My Girlish Days
Merle Haggard & The Strangers	Pancho & Lefty
	The Fugitive
	Mama Tried
	Okie From Muskogee
Metallica	Battery
	The Thing That Should Not Be
	Disposable Heroes
	Orion
	Enter Sandman
	Holier Than Thou
	Wherever I May Roam
	Through The Never
	Of Wolf An Man
My friend Of Misery	
MGMT	Time To Pretend
	The Youth
	Kids
	Pieces of What
	The Handshake
Michael Gray	Borderline (feat. Shelly Pool)
Michael Jackson	Bad
	Speed Demon
	Just Good Friends
	Man In The Mirror
	Dirty Diana
	Leave Me Alone
	Don't Stop 'Til You Get Enough
	Workin' Day And Night
	Off The Wall
	She's Out Of My Life
	It's The Falling In Love
	Wanna Be Startin' Somethin'
	Ther Girl Is Mine
	Beat It
Human Nature	
The Lady In My Life	
Michael Woods	Solex - Close To The Edge
Mike Foyle Vs The Signalrunnes	Love Theme Dusk
	Move
	Moon Dream
	Budo

	Godchild
	Rocker
	Rouge
	Pharaoh's Dance
	Spanish Key
	Miles Runs The Voodoo Down
	Feio
	So What
	Blue In Green
	Flamenco Sketches
	Ah-Leu-Cha
	Bye Bye Blackbird
Milk Inc.	Livin' A Lie
Minimalistix	Close Cover
Miranda	Mars Needs Women
Miss Shiva	Do You Feel So Right
Mocidade Independente	Sonhar Nao Custa Nada
Modern Talking	ou're My Heart You're My Soul
Modest Petrovich Mussorgsky	Las Tullerias
	Polluelos En El Cascarón
	Mercado En Limoges
	BabaJaga
	Una Noche En El Monte Pelado
	Capricho Español
	Gran Puerta de Kiev
Alexander Porfiryevich Borodin E	
Molly O'Day & The Cumberland Mountains Folks	Poor Ellen Smith
	The Tramp On The Street
	When God Comes And Gathers His Jewels
Mono	Rise
Mr. Phillips	7th Day (CJ Stone Remix)
Mystery Islands	4th Floor (Find Me)
N-Joi	Malfunction
N.W.A.	Straight Outta Compton
	Gangsta Gangsta
	Parental Discretion Iz Advised
	Something Like That
	Compton's In The House (Remix)
	Dopeman (Remix)
	Something 2 Dance 2
	Bonus Beats
A B___ Iz A B___	
Nas	The Genesis
	Life's A Bitch
	Halftime
	Represent
	One Love
Nathan Fake	Bored Of House
Nelly	Party People (feat. Fergie)
New Order	Theme Club Song
Nexus	Venom
Nitty Gritty Dirt Band	Long Hard Road
	Linoleum
	Dig

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Don't Call Me White
	Perfect Government
	The Quass
	Fleas
	Jeff Wears Birkenstocks
	Happy Guy
	Scavenger Type
Noimi	Y.O.U.
Nova Nova	All This Love
NSYNC	Bye Bye Bye
	Space Cowboy (Yippie-Yi-Yay)
	It Makes Me Ill
	No Strings Attached
	Bringin' Da Noise
	I'll Be Good For You
Oceanlab	Clear Blue Water
Oliver Nelson	Stolen Moments
	Cascades
	Butch And Butch
Opus III	It's A Fine Day
Orbital	Halcyon + On + On
Orgasmo	Sample My BumBum
Osborne Brothers	Rocky Top
Outback	State Of Emergency
Ozone	Rock
Palanya	Emotional Overload
Pantera	Strength Beyond Strength
	5 Minutes Alone
	Good Friends And A Bottle Of Pills
	Slaughtered
	Shedding Skin
	Throes Of Rejection
	The Badge
	Mouth For War
	Walk
	This Love
	No Good (Attack The Radical)
Regular People (Conceit)	
	Hollow
Partytime	Junkfood Junkies
Patsy Cline	She's Got You
	Walkin' After Midnight
Patti Page	The Tennessee Waltz
Patty Loveless	Timber, I'm Fallin' In Love
Paula Van Dyk	Reflections
	Buenaventura
	In Circles
Paula Abdul	Way That You Love Me
	Opposite Attract
	I Need You
	Straight Up
	Cold Hearted
Pee Wee King and His Golden West Cowboys	Slow Poke

Pennywise	Greed
	Can't Believe It
	Might Be A Dream
	Straight Ahead
	One Voice
	Watch Me As I Fall
	Can't Take Anymore
	Need More
	Badge Of Pride
Percy Mayfield	Please Send Me Someone To Love
	Strange Things Happening
	What A Fool I Was
	Lost Love (Baby Please)
	Advice
	Nightmare
	You Don't Exist No More
	Get Way Back
	The River's Invitation
Life Is Suicide	
Perpetua	Second Season (feat. Kyara)
Perpetuous Dreamer	The Sound Of Goodbye
Peery O'Neil	Wave Force
Peter Denahy	Sort Of Dunno Nothin'
Peter Tosh	I Am What I Am
	Equal Rights
	African
	Apartheid
	Pick Myself Up (Live)
Petra & Co	Just Let Go
Phyllis Dillon	Woman Of The Ghetto
Pink	So What
	I Don't Believe You
	Please Don't Leave Me
	Funhouse
	Mean
	Ave Mary A
	This Is How It Goes Down
Pink Floyd	Speak To Me / Breath In The Air
	Time
	Money
	Any Colour You Like
	Eclipse
	Shine On You Crazy Diamonds (Part One)
	Have A Cigar
	Shine On You Crazy Diamonds (Part Two)
Plastic Angel	Trancespotting
Plastikman	Spastik
Poco	Pickin' Up The Pieces
Porter Wagoner & Dolly Parton	The Carroll County Accident
	The Last Thing On My Mind
Prince And The Revolution	Let's Go Crazy
	The Beautiful Ones
	Darling Nikki
	I Would Die 4 U

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Purple Rain
Public Enemy	Countdown To Armageddon
	Don't Believe The Hype
	Terminator X To The Edge Of Panic
	Louder Than A Bomb
	Show 'Em Whatcha Got
	Night Of The Living Baseheads
	Security Of The First World
	Prophets Of Rage
Push	The Legacy
Pyrate	Bycance
Rachel, Jesse, Finn, Kurt & Mercedes	Like A Prayer
Rachel, Mercedes, Santana, Quinn & Jesse	Express Yourself
Raekwon	Striving For Perfection
	Knowledge God
	Incarcerated Scarfaces
	Guillotine Swords
	Sharks Niggas (Biters)
	Glaciers Of Ice
	Wisdom Body
	Ice Cream
Heaven & Hell	
Ralph Fridge	Paradise
Ralphie B & Sander Van Dien	Sacred
Randy Katana	One Solid Wave
Randy Travis	On The Other Hand
Rank 1	Breathing (Airwave)
	It's Up To You (Symsonic)
	Beats At Rank 1
	Airwave 2003
Rapid Eye	Circa-Forever
Ray Price	Night Life
	One More Time
Ray Stevens	You Are So Beautiful
Re-Actor	Digital Technology (feat. DJ Arne)
Rapid Eye	Circa-Forever
Rapid Eye	Circa-Forever
Rapid Eye	Circa-Forever
Richard Berry	Louie Louie
	Sweet Sugar You
	You Look So Good
	Mess Around
	No Room
	I Want You To Be My Girl
	I'm Your Fool
	Walk Right In
	Give It Up
Have Love, Will Travel	
Richard Wagner	Idilio De Sigfrido
	Preludio (Los Maestros Cantores, Primer Acto)
	Preludio (Los Maestros Cantores, Tercer Acto)
Rycky Skaggs	Uncle Pen

Ricky Van Shelton	Life Turned Her That Way
Rihanna	Don't Stop The Music
	Shut Up & Drive
	Say It
	Lemme Get That
	Question Existing
Riva	Run Away
Robert Johnson	They're Red Hot
	32-20 Blues
	Preachin' Blues (Up Jumped The Devil)
	Stop Breakin' Down Blues
	I Believe I'll Dust My Broom
	Sweet Home Chicago
	Kindhearted Woman Blues
	Ramblin' On My Wind
	Crossroad Blues
	Malted Milk
Robyn	U Should Know Better (feat Snoop Dogg)
Rodney Crowell	Leaving Luoisiana in the Broad Daylight
Rosanne Cash	Seven Year Ache
Roy Acuff & His Smokey Mountain Boys	Wabash Cannonball
	Wreck On The Highway
Roy Drusky	Three Hearts in a Tangle
	Yes, Mr. Peters
Roy Milton	Cryin' & Singin' The Blues
	I Want A Little Girl
	My Blue Heaven
	'Taint Me
	Groovy Blues
	Walking Up Blues
	Sympathetic Blues
	Playboy Blues
	Rhythm Cocktail
Bye Bye Blues	
Ruff Driverz	Dreaming
Rulers Of The Deep	Rise
S. Buono	Ode To 10-33
S.H.O.K.K.	Isn't It All A Little Strange
Sal Salvador	Frivolous Sal
	I Cover The Waterfront
	You Could Swing For That
	Salaman
	I Love You
	Delighted
	Joe And Me
	Carioca
	I Hadn't Anyone 'til You
	You're Driving Me Crazy
Sambas de Enredo 2000	Imperatriz
	Mangueira
	Caprichosos de Pilares
	Vila Isabel
	Unidos Da Tijuca
	Imperatriz

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Unidos Do Viradouro
	Unidos Da Tijuca
	Mangueira
	Academicos Do Grande Rio
	Caprichosos de Pilares
	Imperio Serrano
Sambas de Enredo 2002	Mocidade
	Imperio Serrano
	Porto Da Pedra
	Unidos Da Tijuca
Sambas de Enredo 2005	Imperatriz Leopoldinense
	Mangueira
	Imperio Serrano
	Unidos Do Porto Da Pedra
	Caprichosos de Pilares
Sambas de Enredo 2006	Beija Flor
	Grande Rio
	Salgueiro
	Porto Da Pedra
	Mocidade
	Caprichosos de Pilares
	Portela
Sambas de Enredo 2006	Beija Flor
	Vila Isabel
	Salgueiro
	Viradouro
	Imperatriz
	Estacio de Sa
	Portela
Sambas de Enredo 94	Unidos Da Ponte
	Salgueiro
	Grande Rio
	Mocidade
	Caprichosos de Pilares
	Tradição
Sambas de Enredo 95	Beija Flor
	Imperatriz
	Tradição
	Mangueira
	Estacio de Sa
	Mocidade
	Portela
Sambas de Enredo 96	Imperatriz Leopoldinense
	Estacio de Sa
	Portela
	Academicos do Grande Rio
	Unidos do Porto da Pedra
	Mocidade Independente De Padre Miguel
	Imperio Serrano
	Unidos Da Tijuca
	Tradição
Sambas de Enredo 97	Beija Flor
	Grande Rio
	Unidos Do Porto Da Pedra
	Mangueira

	Estacio de Sa
	Mocidade
	Uniao da Ilha
Sambas de Enredo 98	Viradouro
	Porto Da Pedra
	Grande Rio
	Caprichosos
	Mocidade
	Tradiçao
	Beija Flor
	Uniao da Ilha
Sambas de Enredo 99	Mangueira
	Imperatriz
	Viradouro
	Salgueiro
	Tradiçao
	Uniao da Ilha
Sambas de Enredo Sao Paulo 2005	Mocidade Alegre
	Imperio da Casa Verde
	Rosas de Ouro
	Tucuruvi
	Tatuapé
	Vai-Vai
	Imperador do Ipiranga
	Mancha Verde
Sambas de Enredo Sao Paulo 2006	Nene De Vila Matilde
	Imperio da Casa Verde
	Rosas de Ouro
	Camisa Verde E Branco
	Tom Maior
	Vai-Vai
	Gavioes da Fiel
Sambas de Enredo Sao Paulo 2007	Nene De Vila Matilde
	Imperio da Casa Verde
	Mocidade Alegre
	Sociedade Rosas de Outo
	Tom Maior
	Agua de Outo
	Perola Negra
Sandra Rhodes	Where's Your Love Been
Sara Storer	Land Cries Out
Sarah Vaughan	Lullaby of Birdland
	He's My Guy
	You're Not The Kind
	I'm Glad There Is You
	It's Crazy
Saucermen	Aquarius
Scott Bond Vs. Solarstone	3rd Earth
Screamin' Jay Hawkins	I Put A Spell On You
	Yellow Coat
	If You Are But a Dream
	You Made Me Love
	Orange Colored Sky
	Hong Kong
Screen Two	Hey Mr. Dj

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

Sensation	Anthem 2003
Sergei Rachmaninov	Piano Concerto N ^o 2 in C minor, Op. 18: N ^o 1, Moderato
	Piano Concerto N ^o 2 in C minor, Op. 18: N ^o 3, Allegro Scherzando
	Piano Concerto N ^o 3 in D minor, Op. 30: N ^o 2, Intermezzo - Adagio, attacco subito
Shaft	Roobarb and Custard
Shakira	Objection (Tango)
	Whenever, Wherever
	The One
	Fool
	Poem To A Horse
	Eyes Like Yours
	Te Aviso, Te Anuncio
Shane 54	Too Late To Turn
Sheb Wooley	That's My Pa
Silverblue	Step Back
Skeeter Davis	The End Of The World
Slim Dusty	Things I See Around Me
Slinky	The Revenge
Snooks Eaglin	Careless Love
	Let Me Go Home - Whisky
	Troubled In Mind
	St. James Infirmary
	Rock Island Line
	Sophisticated Blues
	I'm Looking For A Woman
	Look Down That Lonesome Road
	I Got A Questionnaire
	One Scotch - One Bourbon - One Beer
Snoop Dogg	Wet
	New Year's Eve (feat. Marty James)
Solar Movement	In Motion
Solar Stone	Eastern Sea
Sonic Solution	Beat Time
Sonny James	Young Love
	You're The Only World I Know
Soul System	It's Gonna Be A Lovely Day
Soulvation	Reset Your Brain
Soundtrack	Umbrella
Spade Cooley	Shame On You
Spin Out	Junkfood Junkies
St. John Vs. Locust	Mindcircles
Stan Getz & João Gilberto	The Girl From Ipanema
	P'ra Machucar Meu Coração
	Corcovado
	O Grande Amor
Stevie Wonder	Love's In Need Of Love Today
	Village Ghetto Land
	Sir Duke
	Knocks Me Off My Feet
	Summer Soft
	Isn't She Lovely
	Black Man

	If It's Magic
	Another Star
	Ebony Eyes
	Easy Goin' Evening (My Mama's Call)
Stevie Wonder	When We Dance
	Fields Of Gold
	Englishman In New York
	It's Probably Me
	If I Ever Lose My Faith In You
	We'll Be Together
	Love Is The Seventh Wave
	Why Should I Cry For You
	Fragilidad
	Prologue (If I Ever Lose My Faith In You)
	Fields Of Gold
	She's Too Good For Me
	Saint Augustine In Hell
	Everybody Loughed But You
	Something The Boy Said
Stoneface & Terminal	Venus
Stonewall Jackson	Waterloo
Stuart Hamblen	This Ole House
Sue, Mercedes & Kurt	Vogue
Sweethearts Of The Rodeo	So Sad (To Watch Good Love To Bad)
Sylver	Skin
Syntone	C'est Syntone
System Of A Down	Soldier Side (Intro)
	Revenga
	Cigaro
	Violent Pornography
	Sad Statue
	Lost In Hollywood
	Prison Song
	Deer Dance
	X
	Bounce
	ATWA
	Shimmy
	Psycho
T99	Anastashia
Tall Paul	Castandea - Floor Control
Talla 2XLC	Into Another (Moguai Mix) (Feat. Moguai)
Tamara Stewart	Lessons (I'll Survive)
Tammy Wynette	Stand By Your Man
	My Elusive Dreams (with David Houston)
Tanya Tucker	San Antonio Stroll
	Would You Lay With Me (In A Field Of Stone)
Taylor Swift	Fearless
	Love Story
	White Horse
	Breathe
	You're Not Sorry
	Forever & Always
	Change

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Teardrops
Tennessee Ernie Ford	Shotgun Boogie
	Sixteen Tons
Tenor Saw	Lots Of Sign
	Pumpkin Belly
	Roll Call
	Jah Guide And Protect Me
	Run Come Call Me
	Shirley Dub
	Lots Of Dub
	Rub-a-Dub Dub
	Eni Meeni Mini Mo Dub
The Age Of Love	Age Of Love
The Beach Boys	Wouldn't It Be Nice
	That's Not Me
	I'm Waiting For The Day
	Sloop John B
	I Know There's An Answer
	I Just Wasn't Made For These Times
	Caroline No
The Beatles	Love Me Do
	She Loves You
	Can't Buy Me Love
	I Feel Fine
	Ticket To Ride
	Yesterday
	We Can Work It Out
	Yellow Sub
	Penny Lane
	Hello Goodbye
	Hey Jude
	The Ballad Of John & Yoko
	Come Together
	The Long And Winding Road
The Black Eyed Peas	Boom Boom Pow
	Meet Me Halfway
	I Gotta Feeling
	Missing You
	Party All The Time
	Electric City
	Now Generation
	Rockin To Beat
	Mare
The Browns	The Three Bells (Les Trois Cloches)
The Bushwackers	This Is The Place For Me
The Carlisles	No Help Wanted
Tracy Chosen Few	Do Your thing
The Congos	Fisherman
	Open Up The Gate
	Children Crying
	The Wrong Thing
	Ark Of The Covenant
	Solid Foundation
	Nicodemus
	Congoman

	Bring The Meakabeak
The Course	Ready Or Not
The D.O.C.	It's Funky Enough
	Lend Me An Ear
	Let The Bass Go
	The D.O.C. & The Doctor
	Whirlwind Pyramid
	The Formula
	Portrait Of A Master Piece
The Darkman	Illegale (Jump 2001 Mix)
The Dave Brubeck Quartet	Blue Rondo A La Turk
	Take Five
	Kathy's Waltz
	Pick Up Sticks
The Dillards	Somebody Touched Me
The Forester Sisters	That's What You Do Mean You're In Love
The Fugees	Red Intro
	Ready Or Not
	The Beast
	Family Business
	The Score
	Cowboys
The Golden Girls	Kinetic (Rhythm Masters Remix)
The Jimi Hendrix Experience	Purple Haze
	Hey Joe
	May This Be Love
	The Wind Cries Mary
	Third Stone From The Sun
	Are You Experienced?
The Louvin Brothers	My Baby's Gone
The Matrix	Protect The Inocent
The McClymonts	My Life Again
The Notorious B.I.G.	Intro
	Gimme The Loot
	Warning
	One More Chance
	The Weat Feat. Method Man
	Everyday Struggle
	Big Poppa
	Friend Of Mine
Suicidal Thoughts	
The O'Kanes	Oh Darlin'
The Ones	Flawless
The Pioneers	Na Na Hey Hey (Kiss Him Goodbye)
The Prodigy	Full Throttle
	No Good
	Out Of Space
	Break & Enter
	Their Law (feat. Pop Will Eat Itself)
	One Love
	Smack My Bitch Up
	Mindfields
	Fire
	Charly

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Voodoo People
The Rush Vs. Thalamus	Shock Your Senses
The Shove Brothers	Paranoia
The Source Experience	Synaesthesia
The Upsetters	Black Vest
	Dub Along
	Curly Dub
Three Drives	Greece 2000
Tiesto	Break My Fall (feat. BT)
	Lethal Industry
	Suburban Train
	Traffic
	Forever Today
	The Loves We Lost
	Voyage (Magik 6)
TLC	Kick Your Game
	Diggin' On You
	CrazySexyCool (Interlude)
	Red Light Special
	Intermission-lude
	Take Our Time
	Can I Get A Witness (Interlude)
	Sumthin' Wicked This Way Comes
Tom Paxton	Last Thing On My Mind
Tom Porcell	Final Cut
Tom T. Hall	Mr. Bojangles
Tommy Collins	You Better Not Do That
Tomorrow's Children	Sister Big Stuff
Toni Braxton	Another Love Song
	Seven Whole Days
	Candelight
	Love Shoulda Brought You Home
	How Many Ways
	Best Friend
	Give U My Heart (Mad Ball Mix)
Toots & The Maytals	Funky Kingston
Tracy Lawrence	Sticks And Stones
Travis Collins	Rip It Up
Travis Wammack	You Better Move On
Trisha Yearwood	That's What I Like About You
	You Done Me Wrong (And That Ain't Right)
Tupac Shakur	Bomb First (My Second Reply)
	Toss It Up
	Blasphemey
	Just Like Daddy
	White Man's World
	Hold Ya Head
Ultramagnetic MC's	Watch Me Now
	Ego Trippin'
	Kool Keith Housing Things
	Feelin' It
	Ain't It Good To You
	Give The Drummer Some
	Critical Beatdown

	Ced-Gee
	Bait
	Travelling At The Speed Of Thought
	Mentally Mad
Unknown Source	Nadjanema
	Cruentus
Van Eyden feat. Susanne Webb	The 1
Veit	Sky
Vincent De Moor	Energy Reflect
Walter Brennan With The Johnny Mann Singers	Old Rivers
Wanda Jackson	Right Or Wrong
Warner Mack	The Bridge Washed Out
Warren G	Show Up And Show Out (feat. Snoop Dogg)
Waylon Jennings	Luckenbach, Texas (Back To The Basics Of Love)
	Only Daddy That'll Walk The Line
Webb Pierce	There Stands The Glass
Westbam	Celebration Generation (maximal)
Whitenoize	Smile On A Dog (feat. Judy Hayward)
Whitney Houston	Saving All My Love For You
	One Moment In Time
	I Always Will Love You
	You Give Good Love
	Where Do Broken Hearts Go
	Didn't We Almost Have It All
	Exhale (Shoop Shoop)
	I Believe In You And Me
	Same Script Different Cast
	If I Told You That (Feat. George Michael)
	My Love Is Your Love
	Heartbreak Hotel
	Queen Of The Night (CJ Mackintosh Mix)
	Love Will Save The Day
	So Emotional
	How Will I Know
Greatest Love Of All (Club 69 Mix)	
I'm Your Baby Tonight (Dronez mix)	
I Will Always Love You	
I'm Every Woman	
Queen Of The Night	
Wilburn Brothers	Trouble's Back In Town
Wiley Walker & Gene Sullivan	When My Blue Moon Turns To Gold Again
Willie Dixon	Don't Let That Music Die
	I Ain't Gonna Be your Monkey Man
	Money Tree Blues
	Since My Baby Gone
	No One To Love Me
	Hard Notch Boogie Beat
	If The Sea Was Whiskey
	Got You On My Mind
	Tell That Woman
Come Here Baby	
Willie Nelson	On The Road Again
	Shotgun Willie
	The Golden Clips

APÉNDICE B. COLECCIÓN DE ENTRENAMIENTO

	Things To Remember
	Whisky River
Wilma Lee & Stoney Cooper	There's A Big Wheel
Wolfgang Amadeus Mozart	Sinfonía n ^o 40 en Sol Menor, KV 550 Allegro Molto
	Menuetto (allegretto/trio)
	Sinfonía n ^o 41 en Do mayor, KV 551 Allegro Vivace
	Menuetto (allegro/trio)
Wu-Tang Clan	Bring Da Ruckus
	Clan In Da Front
	Can It Be All So Simple
	Wu-Tang Clan Ain't Nuthing Ta F' Wit'
	Method Man
	Tearz
	Protect Ya Neck (Uncut)
Wynn Stewart	Wishful Thinking
X Misc Authors	Early 90's Dance Mix
Yellowman	Natty Sat Upon The Rock
	Mister Chin
	Morning Ride
	Jamaica A Little Miami
	Duppy Or Gunman
York	On The Beach
ZZ Top	I'm Bad, I'm Nationwide
	Waiting For The Bus
	Beer Drinkers & Hell Raisers
	Hot Blue And Righteous
	Precious And Grace
	Shiek
	Cheap Sunglasses
	I Thank You
	Low Down In The Street
	Manic Mechanic

Tabla B.1: Colección de entrenamiento.

C

Colección de Test

2 Pac	If I Die 2nite
	Son Many Tears
	Young Niggaz
	Lord Knows
	It Ain't Easy
	Old School
	Death Around The Corner
4 Strings	Into The Night (original mix)
	Diving
	Let it Rain (original mix)
7 Seconds	Meant To Be My Own
	My Band, Our Crew
	Say My Thanks
	Stand Here and Just Stare
	Big Hardcore Mystery
	Our Core
	One Friend Too Many
	Your Frustration
Absolom	The Air (vocal radio edit)
AC/DC	Shoot To Thrill
	Give The Dog a Bone
	Back In Black
	Have A Drink On Me
	Rock n' Roll Ain't Noise Pollution
	Girls Got Rhythm
	Touch Too Much
	Beating Around The Bush
	Get It Hot
	Love Hungry Man
Adam Brand	Good Friends
Adam Harvey	God Made Beer
Afrika Bambaataa	Zulu Nation Throwdown
	Planet Rock

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Frantic Situation
	What Time Is It? (Live)
Against Me!	Cliche Guevara
	Sink, Florida, Sink
	Rice And Bread
	Unsubstantiated Rumors
	Turn Thos Clapping Hands Into Angry Balled Fists
Agenda	Heaven (large remix)
Airbase	Ocean Realm
Alan Jackson	Gone Country
	Here In The Real World
Alex M.O.R.P.H.	Unification
	New Harvest
Alice DeeJay	Better Off Alone
Alicia Keys	Karma
	If I Was Your Woman/Walk On By
	If I Ain't Got You
	If I Ain't Got You (spanish version)
	Dragon Days
	So Simple
	Feeling U, Feeling Me (Interlude)
	Samsonite Man
	You Don't Know My Name/Will You Ever Know It (Reggae Mix)
Alphazone	Flashdance
	Rockin
Amber Lawrence	Good Girls
Amen Inc	Anything For You
Amos Milburn	Chicken Shack Boogie
	I'm Still A Fool For You
	All Is Well
	My Happiness Depends On You
	I Know You Love Me
	One Scoth - One Bourbon - One Beer
	Bad Bad Whiskey
	Let's Have Party
	Down The Road Apiece
	Troubled In Mind
Amos Morris	Home
Ampire	Singularity
Andre 3000	The Love Below (Intro)
	God (Interlude)
	Spread
	Prototype
	Hey Ya!
	Good Day, Good Sir
	Pink & Blue
	She's Alive
	My Favorite Things
	Vibrate
Angelic	Can't Keep Me Silent
Antares	Ride On A Meteorite
	Caught In A Mosh
	Efilnikufesin (N.F.L.)
	Indians

	A.D.I. - Horror Of It All
	Antisocial
	Now It's Dark
	Misery Loves Company
	Out Of Sight, Out Of Mind
	Final
Anthrax	Carte Blanche For Chaos
	Fuck Hollywood
	Rock & Roll Fantasy
	On The Streets Again
	Jeey Was A Piece Of Shit (Jwapos)
	I'm A Rock & Roll Nigger
Antiloop	Let Your Body Free
	I Love You (Beauty and The Beast)
	This Is The Night
Antonin Dvorák	Scherzo. Molto Vivace
	Moderato
	Scherzo. Vivace
	Finale. Allegro Vivace
Antonio Vivaldi	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: La Primavera. Il Cimento, n ^o 1
	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Verano. Allegro Non Molto
	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Verano. Presto
	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Otoño. Il Cimento, n ^o 3. Segundo
	Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Invierno. Il Cimento n ^o 4
	Concerto fatto per la Solennità della S. Lingua di S. Antonio in Padova. II
	Double Orchestra Concerto Per la SS Assontione di Maria Vergine, continuo in C major. 2.
	Double Orchestra Concerto Per la SS Assontione di Maria Vergine, continuo in C major. 3.
Apollo	Dance (Megara vs. DJ Lee)
Armani & Ghost	Airport
Armin Van Buuren	Shivers
Arpeggiators	Freedom of Expression
Art Blakey & The Jazz Messengers	Along Came Betty
	Blues March
	Africaine
	Splendid
	Moanin'
	Along Came Betty
	Blues March
	Moanin' (Alternate Take)
Arthur Gunter	Crazy Me
	Ludella
	Blues After Hours
As One	Forever Waiting
Asleep At The Wheel	Choo Choo Ch'Boogie
ATB	IntenCity
	Natural Way
	Upfull Living
	Jah Light

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Africa (1983)
	Sounds From Levi
	Addis-A-Babba
	East Of The River Nile (Original)
	Jah Light Version
	Meditation Dub
Aurelia	When The Night Is Calling
Authority Zero	Lying Awake
	Superbitch
	Some People
	La Surf
	Over Seasons
	Not You
Ave Mea	In The End (Original)
Ayla	Angelfalls
	Liebe
B-Sides	Magic Orchestra
B.B. King	She's Dynamite
	She's a Mean Woman
	Hard Working Woman
	That Ain't The Way To Do It
	Three O'Clock Blues
	Shhe Don't Move Me No More
	Shake It Up And Go
	My Own Fault Darlin'
	Gotta Find My Baby
B.B. Blues	
B.J. Thomas	(Hey Won't You Play) Another Somebody Done Somebody Wring Song
Baby D	Let Me Be Your Fantasy
Bad Brains	Don't Need it
	The Regulator
	Jah Calling
	Leaving Babylon
	I
	Pay To Cum
	I Luv Jah
(Untitled Bonus Track)	
Bad Religion	Atheist Peace
	Beyond Electric Dreams
	God's Love
	Live Again - The Fall Of Man
	Los Angeles Is Burning
	Sinister Rouge
The Quickening	
Barbara Mandrell	I Was Country When Country Wasn't Cool
Barbecue Bob	Yo Yo Blues
	California Blues
	Motherless Chiles Blues
	She's Coming Back Some Cold Rainy Day
	Barbecue Blues
	Ease It To Me Blues
	Chocolate To The Bone
Good Time Rounder	

	Atlanta Moan
	Diddle-Da-Diddle
Barron Ricks/Cypress Hills	Steel Magnolia
	Tequila Sunrise
Bart Claessen	Pesona Non Grata
BBE vs Emmanuel Top	Orion
Beastie Boys	The New Style
	Posse In Effect
	Girls
	No Sleep Till Brooklyn
	Hold It Now, Hit It
	Slow And Low
Beatsteaks	God Knows
	Soothe Me
	Summer
	A-Way
	Mirrored
	This One
Beethoven	Sinfonía nº9 en D menor, op. 125 Molto vivace
	Sinfonía nº9 en D menor, op. 125 Presto
	4-2
Bellamy Brothers	If I Said You Had A Beautiful Body
Bellson Louis	I'll Remember April
	Stompin' At The Savoy
	The Man I Love
	Concerto For Drums
	Charlie-O
	Greetings
Belá Bartók	Concierto Para Orquesta, Sz 116 - II. Giouco Delle Coppie. Allegretto Scherzando
	Concierto Para Orquesta, Sz 116 - IV. Itermezzo Interrotto. Allegretto
	Concierto nº2 para Violín y Orquesta, Sz 112 - I. Allegro Non Troppo
	Concierto nº2 para Violín y Orquesta, Sz 112 - III. Allegro Molto
Beth Nielsen Champman	Beyond The Blue
	Happy Girl
Beyoncé	Halo
	Broken-Hearted Girl
	Smash Into You
	Thats Why You're Beautiful
	Radio
	Sweet Dreams
	Hello
	Scared of Lonely
	Video Phone (feat. Lady GaGa)
Big Boi	GetthoMusick
	Bowtie (feat. Sleepy Brown & Jazze Pha)
	The Rooster
	War
	Bamboo (Interlude)
	E-Mac (Interlude)
	Flip Flop Rock (feat. Killer Mike & Jay-Z)
	Reset (feat. Khujo Goodie & Cee-Lo)

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Last Call (feat. Slimm Calhoun, Lil Jon, The East Side Boyz & Mello)
Big D and The Kids Table	Are You Just Scared?
	She Won't Ever Figure It Out
	Find Out
	Dirt Lip
	Learning To Listen
	51 Gardner
	Good-Luck
Big Daddy Kane	Raw (Remix)
	Day You're Mine
	Ain't No Half Steppin'
	Just Rhymin' With Biz
	Word to the Mother(Land)
Big Maybelle	Gabbin' Blues (Don't run My Business)
	Rain Down Rain
	Way Back Home
	Please Stay Away From My Sam
	Jinny Mule
	I've Got a Feelin'
	One Monkey Don't Stop No Show
	Har Dressin' Women
	Don't Leave Poor Me
	No More Trouble Out Of Me
Bill Anderson & Jan Howard	For Loving You
Bill Monroe & His Bluegrass Boys	Blue Moon Of Kentucky
Billy Boy Arnold	I Wish I Would
	Here's My Picture
	Prisoner's Plea
	No-No-No-No-No
	I Was Fooled
Billy Swan	I Can Help
Billy Walker	Charlie's Shoes
	Funny How Time Slips Away
Binary Finary	2002 (La Nuit Blacne mix)
Black Box	I Don't Know Anybody Else
Black Sabbath	Children Of The Sea
	Heaven And Hell
	Die Young
	Lonely Is The Word
	After Forever
	Children Of The Grave
	Lords Of this World
	Into The Void
Blake Shelton	Austin
Blank & Jones	Waiting For The Loght
	The Art Of Love
Blind Blake	Come On Boys
	Hard Pushin' Papa
	Skeedle Loo Doo Blues
	Georgia Bound
	Too Tight Blues - No.2
	Diddie Wah Diddie
	Southern Rag

	C.C. Pill Blues
	Rope Stretching Blues - Pt.1
Blue Lu Barker	Trombone Man Blues
	Here's A Little Girl
	A Little Bird Told Me
	What Did You Do To Me
	Leave My Man Alone
	Now You're Down in the Alley
	When The Wagon Comes
	Loan Me Your Husband
	Bow Legged Daddy
	Love That Man
Bo Diddley	Say Boss Man
	Before You Accuse Me
	Say Man
	The Clock Strikes Twelve
	Crackin' Up
	Don't Let It Go
	Mumblin' Guitar
	She's Alright
	Road Runner
	The Story of Bo Diddley
Bob Dylan	I'll Be Your Baby Tonight
Bob Marley	Baby We've Got A Date (Rock it Baby)
	Concrete Jungle
	Midnight Ravers
	Stir It Up
	Hallelujah Time
	Put It On
	Small Axe
	Soul Almighty
	Duppy Conqueror
	One Foundation
	So Much Things To Say
	The Heathen
	Jammin'
	Tum Your Lights Down Low
	One Love + People Get Ready
Bobby Bare	Detroit City
Bobby Helms	Fraulein
Bouncing Souls	Say Anything
	Low Life
	East Side Mags
	Single Succesful Guy
	Serenity
	Holiday Cocktail Lounge
	East Coast Fuck you
	Shark Attack
Boyz II Men	Lonely Heart
	Uhh Ahh
	Motownphilly
	Sympin
	Your Love
	All Around The World
	Vibin'

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Jezebel
	Trying Times
	One Bended Knee
	Water Runs Dry
Brainwave	How Do You Feel?
Britney Spears	Circus
	Kill The Lights
	If U Seek Amy
	Blur
	Mannequin
	My Baby
	Rock Me In
	Amnesia
Brooks & Dunn	Boot Scootin' Boogie
Bruce Springsteen	Cover Me
	Working On The Highway
	I'm On Fire
	Bobby Jean
	Glory Days
	My Hometown
	All The Way Home
	Long Time Comin'
	Maria's Bed
	Jesus Was An Only Son
	The Hitter
	Matamoros Bank
Bruno Mars	Locked Out Of Heaven
	Treasure
	When I Was Your Man
	Show Me
	If I Knew
	Young Girls
	Moonshine (The Futuristics Remix)
BT & Paul van Dyk	Namistai
Buck Owens	Act Naturally
	Before You Go
	Excuse Me (I Think I've Got A Heartache)
	Foolin' Around
	Buckaroo
	I've Got A Tiger By The Tail
Buddy Rich	Easy Does It
	Nice Work If You Can Get It
	Now's The Time
	Sing, sing, sing
	Sleep
	Limehouse Blues
Burl Ives	A Little Bitty Tear
Burning Spear	Invasion
	Give Me
	Tradition
	Red Gold And Green
Byrds	Hickory Wind
C.W. McCall	Convoy
	Supertwister
	Earthrise

	Rhayader
	Sanctuary
	The Snow Goose
	Migration
	Flight Of The Snow Goose
	Dunkirk
	Fritha Alone
	The Great Marsh
Cappella	Move On Baby
Captain Hollywood Project	More And More
Career Suicide	Saving Face
	Recipe For Disaster
	Impact
	Attempted Suicide
	Blink
	Out Of The Fray
Carl Dawkins & The Wailers	Cloud Nine
Carl & Pearl Butler	Don't Let Me Cross Over
Carl Perkins	Blue Suede Shoes
Carl Smith	Hey Joe!
Carlene Carter	Do It In a Heartbeat
Carter & Carter	Candlelight And Kisses
Carter Family	Can The Circle Be Unbroken (Bye Bye)
Catch 22	Dear Sergio
	Sick And Sad
	Keasbey Nights
	Giving Up Giving In
	On & On & On
	This One Goes Out To...
	9mm And Three Piece Suit
	As The Footsteps Die Out Forever
	12341234
	Day In Day Out
Walking Away	
Cathy Dennis	C'Mon And Get My Love
Charles Brown	Driftin' Blues
	Trouble Blues
	In The Evening When The Sun Goes Down
	Get Yourself Another Fool
	Black Night
	Hard Times
	Cryin' Mercy
	Evening Shadows
	Fool's Paradise
Merry Christmas Baby	
Charles Mingus	Goodbye Pork Pie Hat
	Self-Portrait In Three Colors
	Bird Calls
	Pussy Cat Dues
	Pedal Point Blues
Charley Pride	Girl Of My Dreams
	Crystal Chandeliers
	Does My Ring Hurt Your Finger
	Kaw-Liga

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Kiss An Angel Good Morning
Charlie Daniels Band	Devil Went Down To Georgia
Charlie Parker	Salt Peanuts
	52nd Street Theme
	Cherokee
	Hallelujah (Jubilee)
	Lullaby Of Birdland
	Wee (Allen's Alley)
	A Night In Tunisia
Charlie Rich	Behind Closed Doors
	Hey Good Looking
	I Take It On Home
Chicane	Empires
	Saltwater (feat. Maire Brennan)
Children Of Bodom	Are You Dead Yet
	Punch Me I Bleed
	Next In Line
	Trashed Lost & Strungout
	Bodom After Midnight
	Hate Me!
	Northern Comfort
Christina Aguilera	Can't Hold Us Down (feat. Lil' Kim)
	Fighter
	Infatuation
	Loving Me 4 Me
	Underappreciated
	Make Over
	Soar
	Dirty (feat. Redman)
	The Voice Within
	Keep On Singin' My Song
Chrome & Price	Automatic
Chuck Wagon Gang	After The Sunrise
Civ	Do Something
	State Of Grace
	Trust Slips Through Your Hands
	Choices Made
	Marching Goals
	Soundtrack For Violence
	Et Tu Brute
	Don't Got To Prove It
CJ Stone	The Sun (Goes Down)
Clifford Brown	Carvin' The Rock
	State Of GraceBrownie SpeaksTrust Slips Through Your Hands
	You Got To My Head
	Capri
	Turnpike
	It Could Happen To You
	Daahoud
	Joy Spring
	Bones For Jones
Clint Black	Better Man
	Crucial Velocity
	D.C. Sound Attack!
	Gone Cold

	Book, Saddle And Go
	Oh Isabella
	Burning Beard
	Mice And Gods
	Never Be Moved
	Small Upsetters
	Tripping The Alarm
	Land Of Pleasant Living
	Who's Been Talking?
Coldplay	Cemeteries Of London
	Lovers In Japan / Reign In Love
	Yes! / Chinese Sleep Chant
	Life In Technicolor
	Violent Hill
Compilation	The Quest / C Sharp
Conway Twitty	Happy Birthday Darlin'
	Hello Darlin'
	I Don't Know A Think About Love (The Moon Song)
	It's Only Make Believe
Cosmic Gate	Mojado Señorita
Count Basie	Basie Goes Wess
	Peace Pipe
	Cherry Point
	Right On
	Plymouth Rock
	Mambo Mist
	She's Just My Size
	I Feel Like A New Man
	Soft Drink
	Slow But Sure
	Rails
Cousin Joe	Fly Hen Blues
	Little Eva
	Lightning Struck The Poorhouse
	Baby You Don't Know At All
	The Barefoot Baby
	Box Car Shorty and Peter Blue
	Beggin' Woman
	Sadie Brown
	Evolution Blues
	Box Car Shorty's Confession
Cowboy Copas	Alabam
Crystal Gayle	Don't It Make My Brown Eyes Blue
Curtis Day	Cowboy Stomp
Curtis Stigers	(What's So Funny 'Bout) Peace Love And Understanding
Cygnus X	Superstring
Cypress Hill	Whe The Sh- Goes Down
	Hits From The Bong
	Clash Of The Titans
	Highlife
	Trouble
	It Ain't Easy
	Memories
	Illusions

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	L.I.F.E.
	Kronologik
	Killa Hilla Niggaz
D-Shake	Techno Trance (Paradise Is Now)
Da Hool	Meet Her At The Love Parade
Daddy Yankee	King Daddy
	Like You
	Lo Que Pasó, Pasó
	Sabor A Melao
	Cuéntame
	Intermedio Gavilán
	Saber Su Nombre
	¿Qué Vas a Hacer?
	Golpe De Estado
	No Me Dejes Solo
	Lo Que Pasó, Pasó (Remix)
Dan Penn	If Love Was Money
Daughtry	Used To
	Over You
	Feels Like Tonight
	Breakdown
	There & Back Again
	What About Now
	Feels Like The First Time
	Home (Acoustic)
Dave 202	Abyss
Dave Brubeck	Strange Meadow Lark
	Three To Get Ready
	Everybody's Jumpin'
	Swing Bells
	In Your Own Sweet Way
	Weep No More
	When I Was Young
	The Waltz
David Houston	Almost Persuaded
Daz Dillinger	In Tha Cadillac (feat. Snoop Dogg)
Dee Dee	Forever (extended version)
Deep Purple	No No No
	Anyone's Daughter
	Fools
	Maybe I'm A Leo
	Never Before
	Lazy
Del Reeves	Girl On The Billboard
Delerium	After All
	Innocente
	Silence
Denzil & Dwayne	Force of Habit
Descendents	I'm The One
	Sick-O-Me
	When I Get Old
	She Loves Me
	We
	This Place

	Thank You
Desmond Dekker	007 (Shanty Town)
Dire Straits	Money For Nothing
	Your Latest Trick
	Ride Across The River
	One World
	Water Of Love
	Six Blade Knife
	Sultans Of Swing
	Wild West End
DJ Buzz	Situation
DJ HMC	Cum On
DJ Marc Aurel	Running
DJ Orkidea	Beautiful
DJ Sammy	Sunlight
DJ Shog	Don't Stop
DJ Sunrise	Goldenscan
DJ Tatana	Elements Of Culture
DJ Whiri & Mayer	Streets At Night
Dolly Parton	Here You Come Again
	Hilly Billy Willy
	I Will Always Love You
	If You Need Me
	Jolene
Dominators	Dream Your Dream
Don Gibson	I Can't Stop Loving You
	Just One Time
Don Williams	I Believe In You
Donna Fargo	Happiest Girl In The Whole USA
Down	There's Something On My Side
	Stained Glass Cross
	Learn From This Mistake
	Where I'm Going
	New Orleans Is A Dying Whore
	Lies, I Don't Know What They Say But...
	Dog Tired
	The Path
	I Scream
	Never Try
	Beneath The Tides
	Pillamyd
	Nothing In Return (Walk Away)
Dr. Dre	Lolo (Intro) feat. tray Deee
	The Watcher
	Fuck You (feat. Devin The Dude & Snoop Dogg)
	Still D.R.E. feat. Snoop Dogg
	Big Ego's feat. Hitman
	Xxplosive feat. Kurupt, Nate Dogg & Six Two
	Let's Get High feat. Hitman, Kurupt & Ms. Roq
	Ed-Ucation feat. Eddie Griffin
	Bang Bang feat. Hitman & Knock-Turn'al
	The Message feat. May J. Blige & Rell
	Pause 4 Porno feat. Jake Steed
	Kush feat. Snoop Dogg

Dr. Motte & WestBam	Sunshine
Dream Theater	Another Day
	Surrounded
	Under A Glass Moon
	Learning To Live
	This Dying Soul
	Honor Thy Father
	Stream Of Consciousness
Driftwood	Anything Goes
Dropkick Murphys	Worker's Song
	Black Velvet Band
	World Full Of Hate
	The Dirty Glass
	Bastards On Parade
	This Is Your Life
	Kiss Me I'm Shitfaced
Duderstadt	Mahananda
Duke Ellington	Father Norman O'Connor Introduces
	Duke Introduces Cook & Tune
	Duke & Band Leave Stage
	Duke Announces
	Duke Announces Soloists, Introduces Part II
	Duke Announces II
	I Got It Bad (And That Ain't Good)
	Duke Calms Crowd, Introduces Nance & Tune
	Riot Prevention
	Mood Indigo
	Father Norman O'Connor Introduces Duke Ellington/Duke Introduces New York Part I
	Duke Announces Soloists; Introduces Part II
	Duke Announces Nance & Procope; Introduces Part III
	Jeep's Blues
Dune	Hardcore Vibes
Dwarves	We Must Have Blood
	Demonica
	Throw That World Away
	Hits
	The Ballad Of Vadge Moore
	One Time Only
Dwight Yoakam	Bury Me (feat. Maria McKee)
	Guitars, Cadillacs
	Honky Tonk Man
E Nomine	Vater Unser
E-40	She Smashed The Homie (feat. Ray J & Snoop Dogg)
Eddie Costa	Adelaide
	Luck Be A Lady
	I'll Know
	In Your Own Sweet Way
	Nature Boy
	I Didn't Know What Time It Was
Eddie Rabbitt	Every Which Way But Loose
	I Love A Rainy Night
Eddy Arnold	I'll Hold You In My Heart (Till I Can Hold You In My Arms)
EliZe	Automatic (I'm Talking To You)

Elvis Presley	I Love You Because
Energy 52	Cafe Del Mar
EPMD	I'm Housin'
	You Gots To Chill
	You're A Customer
	Gett Off The Bandwagon
	Jane
Eric B. & Rakim	Eric B. Is On The Cut
	I Know You Got Soul
	Paid In Full
	Chinese Arithmetic
	Extended Beat
Energy Bogle	And The Band Played Waltzing Matilda
Eric Dolphy	Something Sweet, Something Tender
	Out To Lunch
Eric Weissberg & Steve Mandell	Dueling Banjos
Erica Baxter	Ibiza Dreams
Erik Satie	Gnossienne n°2
	Gnossienne n°4
	Gnossienne n°5
	Danse de Travers I
	Danse de Travers II
	Gnossienne n°6
	Gymnopédie n°1
	Gymnopédie n°2
	Gymnopédie n°3
	Le Fils des Étioles. L'initiation
Erroll Garner	Where or When
	Teach Me Tonight
	Autumn Leaves
	Red Top
	Humoresque
	Fancy
	The Man I Love
	They Can't Take That Away From Me (Live)
Estima	Hitman's Paradise (Radio Version)
Everly Brothers	All I Have To Do Is Dream
	Bye Bye Love
Exalted	Cavity
Fabulous Disaster	Minimize My Faith
	My Static
	Spoiled
	Insane Today
	Snake Attack
	Rich Bitches In Volvos
Face To Face	Walk The Walk
	Blind
	I Won't Lie Down
	Everything's Your Fault
	Complicated
	Falling
Faithless	Don't Leave (Floating Mix)
	Have You Met Miss Jones
	My Old Flame

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Strike Up The Band
	How Deep Is The Ocean
	And She Remembers Me
	There Will Never Be Another You
	Fascinating Rhythm
	Stella By Starlight
	Topsy
Faron Young	Alone With You
	Hello Walls
Felicity Urquhart	Big Black Cloud
Felix Mendelssohn	Vivace Non Troppo
	Allegro Vivacissimo Allegro Meastoso Assai
	Andante Con Moto
	Saltarello Presto
Farlow Tal	Clumsy (Produced by will.i.am)
	London Bridge
	Voodoo Doll
	Here I Come (feat. will.i.am)
	Losing My Ground
	Barracuda
	Big Girls Don't Cry
	Clumsy (feat. Soulja Boy Tell 'Em)
Ferlin Husky	Gone
	A Dear John Letter
Ferry Corsten	Sublime
Fictivision vs. Phynn	Escape
Finn, Puck, Artie, Kurt & Will	What It Feels Like For A Girl
Flogging Molly	What's Left Of The Flag
	If I Ever Leave This World Alive
	Rebels Of The Sacred Heart
	Cruel Mistress
	Another Bag Of Bricks
	The Son Never Shines
Floyd Dixon	Dallas Blues
	Moonshine
	Real Lovin' Mama
	Prairie Dog Blues
	Shuffle Blues
	Blues For Cuba
	Telephone Blues
	Lovin'
	Let's Dance
	Opportunity Blues
Forrester Sisters	(I'd Choose) You Again
	I Fell In Love Again Last Night
Fragma	Do You Really Want To Feel It?
Franz Schubert	Andante
	Tema y variaciones
	Allegro Moderato
	Allegro
Freddie McGregor	Sweet Lady
	Stop Loving You
	Don't Play The Fool
	Let Me Be The One

	Holy Mount Zion
Freddy Fender	Before The Next Teardrop Falls
Friends Of Matthew	Out There
Fryderyck Chopin	En La Menor Allegro
	En Do Sostenido Menor Presto
	En Mi Bemol Andante
	En Fa Mayor Allegro
	En La Bemol Mayor Vivace Assai
	En Do Menor Revolucionario Allegro Con Fuoco
	Balada En Fa Mayor Opus 38 Andantino
	Balada En Fa Menor Opus 52 Andante Con Moto
Fugazi	Polonaise
	Bulldog Front
	Burning
	Suggestion
	Margin Walker
	Burning Too
Fuller Curtis	Lockdown
	Wheatleith Hall
	Arabia
	Kachin'
	Imagination
Furry Lewis	Lido Road
	Mistreatin' Mama
	Furry's blues
	Mean Old Bed Bug Blues
	Big Chief Blues
Future Breeze	Why Don't You Come Home Blues
	Smile
Future Prophecy	Ocean Of Eternity
G And M Project	Daydream
G And M Project	Sunday Afternoon
Galen Behr	Time Will Tell
Gang Green	Wash The Blood
	Hole (In The Road)
	I Missed It
	Don't You Know
	Denied
	Out On The Couch
	I'll Worry About It Monday
	Say Goodbye
	Accidental Overdose
	Suspect Device
To The Point	
Gardeweg	All I Want
Garth Brooks	Against The Grain
Gat Decor	Passion (Do You Want It Right Now)
Gavioes da Fiel	Samba de Enredo Sao Paulo
Gene Autry	Back In The Saddle Again
	It Makes No Difference Now
Gene Parsons	Drunkard's Dream
Gene Watson	Fourteen Carat Mind
	Entangled
	Mad Man Moon

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Ripples
	Los Endos
	Tonight, Tonight, Tonight
	In Too Deep
	Domino In The Glow Of The Night
	The Brazilian
	I Know What I Like, In Your Wardrobe
	More Fool Me
	After The Ordeal
	Aisle Of Plenty
Georg Friedrich Händel	Allegro
	Allegro Da Capo
	Air
	Suite I
	water Music II (Prelude)
	Menuet
	Bourrée
	Rigaudons
	Gigues
	Oberture. Allegro
	La Paix
	Menuets
George Hamilton IV	Abilene
George Jones	A Picture Of Me (Without You)
	He Stopped Loving Her Today
George Soule	Get Involved
George Strait	Amarillo By Morning
Gina Jeffreys	Dancin' With Elvis
Giovanni B. Pergolesi	Stabat Mater Dolorosa
	O quam tristis et afflicta
	Qui Est Homo
	Eia Mater, Fons Amoris
	Sancta Mater, Istud Agas
	Inflammatu et Accensus
	Stabat Mater, Entonación
	Stabat Mater a tres voces
	Ricercar del Quarto Tono
	Presto
Glen Campbell	Galveston
	I Love Hoy You Love Me
Gnarls Barkley	Crazy
	Gone Daddy Gone
	The Boogie Monster
	Just A Thought
	Who Cares?
	Necromancer
	The Last Time
Golden Girls	Kinetic
Good Riddance	More DePalma, Less Fellini
	Up The Affiliates
	The Dubious Flow of Excess
	Paean To The Enlightenment
	The Process
	Remember Me
	Bobby Baun

Gouryella	Ligaya (radio vocal edit)
Gram Parsons	Hearts Of Fire
Grand Funk Railroad	Please Don't Worry
	Mr. Limousine Driver
	Winter And My Soul
	Inside Looking Out
	Mr. Limousine Driver (Extended Version)
	Stop Lookin' Back
	Black Licorice
	Ain't Got Nobody
	Loneliest Rider
	The End
We're An American Band	
Gregory Isaacs	Stranger In Town
	Hot Stepper
	Material Man
	Sad To Know (You're Leaving)
Guns N' Roses	It's So Easy
	Out ta Get Me
	Paradise City
	Think About You
	You're Crazy
	Rocket Queen
	Dust N' Bones
	Don't Cry (original)
	You Ain't The First
	Back Off Bitch
	November Rain
	Garden Of Eden
	Bad Apples
	Coma
	14 Years
	Knockin' On Heaven's Door
	Shotgun Blues
	Pretty Tied Up
So Fine	
You Could Be Mine	
My World	
Gustav Mahler	Stürmisch Bewegt Mit Größter Vehemenz
	Adagietto Sehr Langsam
Gustavo Santaolalla	Todo Vale
Guy Clark	Desperadoes Waiting For A Train
Gwen Stefani	Rich Girl
	Cool
	Luxurious
	Crash
	Serious
Long Way To Go	
Haddaway	What Is Love
Hank Snow	I'm Movin' On
	I've Been Everywhere
Hank Williams	Hey, Good Lookin'
Hank Williams Jr.	All My Rowdy Friends Are Coming Over Tonight
	Eleven Roses

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Family Tradition
	Born To Boogie
Hawkshaw Hawkins	I Can't Seem To Say Goodbye
Herb Pederson	Can't Your Hear Me Calling
Herbie Hancock	Watermelon Man
	Vein Melter
Highway 101	Cry, Cry, Cry
Holly Dunn	Daddy's Hands
Horrorpops	Drama Queen
	Girl In A Cage
	Where They Wander
	Psychobitches Outta Hell
	Baby Lou Tattoo
	Emotional Abuse
Howlin' Wolf	Decoration Blues
	Moanin' At Midnight
	The Wolf Is At Your Door
	Getting Old and Grey
	Oh Red!
	My Last Affair
	Dorothy Mae
	I Got Woman-Sweet Woman
	Bluebird Blues
	Howlin' Wolf Boogie
Hoyt Axton	Della And The Dealer
Hugh Mundell	Great Tribulation
	Hey Mr. Richman
	Short Man
	Oh How I Love H.I.M.
	Can't Pop No Style On I
Hugh Mundell & Augustus Pablo	My Mind
	Why Do Blackman Fuss And Fight
	Run Revolution A Come
	Jah Will Provide
	Unity Dub
	My Mind Dub
	Levi Dub
	Judgement Dub
Hydroid	Greek Trick
Ian Van Dahl	Castles In The Sky
Ice Cube	Doing Dumb Shit
	Wrong Nigga To Fuck Wit
	Steady Mobbin'
	Givin' Up The Nappy Dug Out
	A Bird In The Hand
	Alive On Arrival
	Birth
	Horny Lil' Devil
	True To The Game
	No Vaseline
	Disconnected
	Alias
	Delight And Angers
	The Chosen Pessimist
	Condemned

	March To The Shore
	Tilt
	Pinball Map
	...As The Future Repeats Today
	Clayman
	Brush the Dust Away
	Suburban Me
	Strong And Smart
Iron Maiden	2 Minutes To Midnight
	Flash To The Blade
	Back In The Village
	Rime Of The Ancient Mariner
	Children Of The Damned
	22 Acacia Avenue
	Run To The Hills
	Hallowed Be Thy Name
Isaac Albéniz	Suite Española para Piano, Op.47, B7: Aragón.
	Iberia Suite para Piano B47: Evocación.
	Iberia Suite para Piano B47: Triana.
	España, Album Leaves (6) para Piano, Op. 165, B37: N°2, Tango.
	España, Album Leaves (6) para Piano, Op. 165, B37: N°4, Sere- nata.
	España, Album Leaves (6) para Piano, Op. 165, B37: N°6, Zor- tzico.
	La Vega
J.B. Lenoir	I Have Married
	How Much More
	Let's Roll Pt. 1
	The Mojo Pt. 1
	Slow Down Woman
	Louise
	When I Was Young
	Bassology
	Play a Little While
	Livin' In The White House
Jack Greene	All The Time
Jakatta	My Vision
Jamey Aebersold	Song For My
	Cantaloupe
	Doxy
	Antabus
	Apple Jump
	Catalonian Nights
	I Want More
	Sticky Wicket
	Tivoli
	Tuning Notes
	BB Blues
	III/VI7/II/V7
	Soul Sister
	Summertime
Jasmin Rae	Country Singer
Jay-Z	Politics As Usual
	Dead Presidents II
	D'Elvis

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Can I Live
	Friend Of Foe
	Cashmere Thoughts
	Regrets
Jean Sibelius	Sinfonía n ^o 2 en Re Mayor, Op. 43 - II. Tempo Andante, ma rubato. IV. Finale. Allegro Moderato. El Cisne de Tuonela, Op. 22, n ^o 2 - Andante Molto Sostenuto
Jeanne Black	He'll Have To Stay
Jeannie Seely	Don't Touch Me
Jerry Lee Lewis	Chantilly Lace
Jerry Reed	Are You From Dixie ('Cause I'm From Dixie Too) East Bound Down
Jethro Tull	Cross-Eyed Mary Mother Goose Up To Me Hymn 43 Locomotive Breath Acres Wild Moths Rover Heavy Horse
Jezper	Requiem
Jim Ford	I'm Gonna Make You Love Me
Jim Reeves	Adios Amigo Four Walls He'll Have To Go I Guess I'm Crazy
Jimi Hendrix	Have You Ever Been Voodoo Chile Long Hot Summer Night Gypsy Eyes Rainy Day, Dream Away Moon, Turn The Tides... House Burning Down Voodoo Child (Slight Return)
Jimmie Rodgers	Honeycomb
Jimmie Skinner	I Found My Girl In The U.S.A.
Jimmy Cliff	Many Rivers To Cross The Harder They Come Sitting In Limbo
Jimmy Dean	Big Bad John
Jimmy McCracklin	Deceivin' Blues Beer Drinkin' Woman Hamburguer Joint Just Won't Let Her Go Rockin' All Day Gotta Cut Out Rockin' Man Looking For A Woman True Love Blues The Walk
Jimmy Newman	A Fallen Star
Joe Cocker	Trust In Me (feat. Sass Jordan)

Joe South	Games People Play
Johann Sebastian Bach	Allegro
	Largo Ma Non Tanto
	Ouverture
	Gavottes I & II
	Menuets I & II
	Passepieds I & II
Johannes Brahms	Adagio
	Sinfonía N ^o 3 en F mayor, Op.90: Allegro.
	Sinfonía N ^o 3 en F mayor, Op.90: Andante
	Sinfonía N ^o 4 en E menor, Op.98: Andante Moderato
John Anderson	Sinfonía N ^o 4 en E menor, Op.98: Allegro Energico e passionato
	I'm Just An Old Chunk Of Coal
	A Love Supreme, Pt.2: resolution
	A Love Supreme, Pt.4: Salm
John Coltrane	A Love Supreme, Pt.1: Acknowledgment (Live)
	A Love Supreme, Pt.3: Pursuance (Live)
	A Love Supreme, Pt.2: Resolution (Alternate Take)
	Moment's Notice
	I'm Old Fashioned
	A Love Supreme, Pt.1: Acknowledgment (Alternate Take)
	John Denver
John Hartford	Gentle On My Mind
John Mayer	I Don't Trust Myself (With Loving You)
	Gravity
	Vultures
	Slow Dancing In A Burning Room
	Dreaming With A Broken Heart
	I'm Gonna Find Another You
John Michael Montgomery	Be My Baby Tonight
	I Love The Way You Love Me
Johnny Cash	A Boy Named Sue
	Ballad Of A Teenage Queen
	Big River
	Daddy Sang Bass
	Folsom Prison Blues
	Ghost Riders In The Sky
	Hey Porter
	I Still Miss Someone
	I Walk The Line
Jackson	
Johnny Horton	Honky-Tonk Man
Johnny Moore's Three Blazers	Dragnet Blues
	Saturday Night (Four Nights Drunk)
	Johnny, Johnny
	Down In Texas
	Be Cool
	Playing Numbers
	Crazy With The Blues
	Nightmare Blues
	Gee, It's Rough
	I Don't Know, Yes I Know
Johnny Osbourne	Children Are Crying
	Jah Promise

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	We Need Love
	Sing Jah Stylee
	Let Me In
Johnny Tillotson	It Keeps Right On A-Hurtin'
Johnny Wright	Hello Vietnam
Jon Secada	Just Another Day
Judas Priest	Hell Patrol
	Leather Rebel
	Night Crawler
	A Touch Of Evil
	One Shot At Glory
	Leather Rebel (Live)
	Electric Eye
	Bloodstone
	Pain And Pleasure
	You've Got Another Thing Comin'
	Devil's Child
Devil's Child (Live)	
Junkfood Junkies	The Journey
Jurgen Vries	The Wilderness (Instrumental)
	Wilderness (feat. Shena)
K.D. Lang	Constant Craving
Kandi & Neumann	Let Go
Karl Broadie & Dianna Corcoran	Count Your Blessings
Katana	Gemini
	Tribal Shock
Kathy Mattea	Eighteen Wheels And A Dozen Roses
Keith Urban	Days Go By
Ken Boothe	Is It Because I'm Black
Kendalls	Heaven's Just A Sin Way
Kenny Chesney	I Lost It
Kenny Rogers	Coward Of The Country
	Lady
King Kayvan	Whip It
King Tubby	African Roots
	300 Years At The Grass Roots
	Take Five
	Border
	This Is A Natural Dub Stylee
	Mine Field
	Crimewave
	Lambs Bread Herb
	Most High In Dub
Immortal Dub	
Kirsty Lee Akers	Better Days
Kiss	2000 Man
	Dirty Livin'
	Magic Touch
	X-Ray Eyes
	Not For The Innocent
	Young And Wasted
	All Hell's Breakin' Loose
	Fits Like A Glove
nad On The 8th Day	

Kitty Wells	It Wasn't God Who Made Honky Tonk Angels
Klea	Tic Toc
Kokomo Arnold	Fool Man Blues
	Sally Dog
	Sister Jane Cross The Hall
	Laugh And Grin Blues
	Red Beans And Rice
Kontakt	Show Me A Sign
Kreator	Impossible Brutality
	World Anarchy
	Voices Of The Dead
	When Death Takes It's Dominion
	Dying Race Apocalypse
	The Ancient Plague
	The Patriarch
	All Of The Same Blood (Unity)
	Second Awakening
	Replicas Of Life
	Bitter Sweet Revenge
System Decay	
KRS-One	South Bronx
	Word From Our Sponsor
	Dope Beat
	The Bridge Is Over
	Criminal Minded
L.A. Style	I'm Raving
La Luna	Fallin'
Lady GaGa	Alejandro
	Speechless
	Teeth
	Telephone
Lagwagon	Lazy
	Give It Back
	Goin' South
	Coffee And Cigarettes
	Whipping Boy
	Bye For Now
Lambda	Hold On Tight
Lange	Drifting Away (feat. Skye)
Larry Cordie	Highway 40 Blues
Larry Gatlin & The Gatlin Brothers	Houston (Means I'm One Day Closer To You)
Lars Frederiksen And The Bastards	To Have And To Have Not
	Dead American
	Campbell California
	Antisocial
	10 Plagues Of Egypt
Skunx	
Latterman	There's Never A Reason Not To
	Too Many Emo Days
	Rebellion Vs. The Alarm Clock
	King Tough Is My New Idol
	For Someone So Easy Going, You
	Lost Ones

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	To Zion
	Superstar
	When It Hurts So Bad
	Forgive Them Father
	Nothing Even Matters
	Miseducation Of Lauryn Hill
	Tell Him
Leadbelly	Easy Rider
	Pretty flower In Your Backyard
	Black Snake Moan
	See See Rider
	Roberta Pt. 1
	Pigmeat
	Grey Goose
	Pick A Bale Of Cotton
	Where Dud You Sleep Last Night
	Death Letter Blues Pt.1
Led Zeppelin	What Is And What Should Never Be
	Thank You
	Living Loving Mad
	Moby Dick
	Friends
	Since I've Been Loving You
	Gallows Pole
	That's The Way
	Hats Of To(Roy) Harper
Lee Greenwood	God Bless The USA
Lee Perry	Underground
Lee Perry & The Upsetters	Jungle Lion
Lefty Frizzell	If You've Got The Money, I've Got The Time
Less Than Jake	Ghosts Of Me And You
	The Silence Of Selling Yourself Short
	Motown Never Sounded So Good
	Escape From The A-Bomb House
	She's Gonna Break Soon
	Plastic Cup Politics
	Surrender
Lester Flatt, Earl Scruggs & The Foggy Mountain Boys	Don't Get Above Your Risin'
Lightnin' Hopkins	Coffee Blues
	What's The Matter Now
	I'm Wild About You Baby
	Movin' On Out Boogie
	Policy Game
	Lightnin' Jump
	Late In The Evening
	They Wonder Who I Am
	Had A Gal Called Sal
	Blues for My Cookie
Linda Ronstadt	Blue Bayou
	Desperado
Lionel Richie	All Night Long
	Stuck On You
	The Only One
	Hello

	Penny Lover
	Running With The Night (Instrumental)
Liquid Child	Diving Faces
Lisa Stansfield	Someday (I'm Coming Back)
Little Walter	Moonshine Blues
	Bad Acting Woman
	Blue Baby
	Can't Hold On Much Longer
	Tonight With A Fool
	Boogie
	Red Headed Woman
	I Just Keep Loving Her
	Mean Old World
Lights Out	
Lloyd Williams	Funky Boat
LNQ	Tired (original mix)
Lonestar	I'm Already There
Lonnie Johnson	Mr. Johnson's Blues
	Mean Old Bedbug Blues
	Toothache Blues Pt.1
	Toothache Blues Pt.2
	Sweet Potato Blues
	Guitar Blues
	She's Making Whoopee In Hell Tonight
	Got The Blues For Murder Only
	I'm Nuts About The Gal
Deep Blue Sea Blues	
Loretta Lynn	Coal Miner's Daughter
	Don't Come Home A-Drinkin' (With Lovin' In Your Mind)
	I'm A Honky Tonk Girl
Lynn Anderson	I Love How You Love Me
	I Never Promised You A Rose Garden
M.I.A.	Bird Flu
	Jimmy
	Mango Pickle Down River
	World Town
	XR2
	Come Around (Ft. Timbaland)
M1	Heaven Scent
Madonna	Music
Main Soruce	Just Hangin Out
	Large Professor
	Scratch & Kut
	Vamos A Rapiar
	Live At The Barbeque
	Just A Friendly Game Of Baseball (Remix)
	Bonafied Funk
	Think
	Time (Unreleased)
Maino	It's On Tonight (feat. Snoop Dogg)
Man With No Name	Floor Essence
Manfred Mann's Earth Band	You Angel You
	"Belle" Of The Earth
	Angels At My Gate
	Waiting For The Rain

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Countdown
	Crossfade
	Nightingales And Bombers
	As Above So Below
Manuel de Falla	Danza Lejana
	Fantasia Baetica
	Cubana
	Andaluza
	Pour Le Tombeau De Paul Dukas
Marc Rembrandt	Drauf
Marco V	3rd Earth
Mariah Carey	Underneath The Stars
	Open Arms
	I Am Free
	Long Ago
	Forever
	Looking In
	Hero
	Music Box
	Never Forget You
	Just To Hold You Once Again
	All I've Ever Wanted
Marion Worth	I Think I Know
Marty Robbins	A White Sport Coat (And A Pink Carnation)
	Among My Souvenirs
	Begging You
	Devil Woman
	Don't Worry
	El Paso
Marusha	It Takes Me Away
Marvin Rainwater	Gonna Find Me a Bluebird
Mastodon	Divinations
	The Czar
	Crack The Skye
	Curl Of The Burl
	Stargasm
	All The Heavy Lifting
	Dry The Bone Valley
	Creature Live
	Bedazzled Fingernails
Matt Darcy & Marcella Woods	Voice Of An Angel
Matt Silver	Memories
Maurice Ravel	Piano Concerto in G major: II. Adagio Assai
	Piano Concerto in D major (for the left hand)
Mauro Picotto	Lizard
Max Romeo	Uptown Babies Don't Cry
	War Ina Babylon
	Stealing In The Name Of Jah
	Smokey Room
Megadeth	Holy Wars...The Punishment Due
	Take No Prisoners
	Five Magics
	Poison Was The Cure
	Reckoning Day

	Train Of Consequences
	A Tout Le Monde
	Blood Of Heroes
	Family Tree
	Youthanasia
Members of Mayday	Sonic Empire
Merle Haggard	Big City
Metallica	Master Of Puppets
	Welcome Home (Sanitarium)
	Leper Messiah
	Damage Inc.
	Sad But True
	The Unforgiven
	Don't Tread On Me
	Nothing Else Matters
	The God That Failed
The Struggle Within	
MGMT	Weekend Wars
	Electric Feel
	4th Dimensional Transition
	Of Moons, Birds & Monsters
	Future Reflections
Michael Jackson	The Way You Make Me Feel
	Liberian Girl
	Another Part Of Me
	I Just Can't Stop Loving You
	Smooth Criminal
	Thriller
	Rock With You
	Get On The Floor
	Girlfriend
	I Can't Help It
	Burn This Disco Out
	Baby Be Mine
	Billy Jean
P.Y.T. (Pretty Young Thing)	
Michael Splint	Secrets (Broke My Heart)
Mike Foyle Vs. Signairrunners	Love Theme Dusk
Mike Koglin Vs. Jono Grant	Circuits
Miles Davis	Jeru
	Venus De Milo
	Deception
	Boplicity
	Israel
	Darn That Dream
	Bitches Brew
	John McLaughlin
	Sanctuary
	Freddie Freeloader
	All Blues
	'Round Midnight
	All Of You
	Freddie Freeloader
	All Blues
Flamenco Sketches (alternate track)	

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

Mindwalkers	The Future
Minimalistix	Close Over
Misja Helsloot	Out Of Hand
Mocidade Independente	Vira, Virou, A Mocidade Chegou
Modern Talking	Cheri Cheri Lady
Modest Petrovich Mussorgsky	El Viejo Castillo
	Bydlo
	Samuel Goldenberg & Schmuyle
	Catacumba (Sepulcrum Romanum)
	Gran Puerta de Kiev
	En Las Estepas del Asia Central
	Baba
	Una Noche En El Monte Pelado
Moe Bandy	Hank Williams, You Wrote My Life
Moogwai	Viola 2005
N.W.A.	F_ _ _ Tha Police
	If It Ain't Ruff
	8 Ball (Remix)
	Express Yourself
	I Ain't Tha 1
	Quiet On Tha Set
	Straight Outta Compton (Extended Mix)
Express Yourself (Extended Mix)	
Nalin Inc.	Red Button
Nas	N.Y. State Of Mind
	The World Is Yours
	Memory Lane (Sittin' In Da Park)
	One Time 4 Your Mind
	It Ain't Hard To Tell
Nature	Free Your Mind (Mystery Remix)
Ne-Yo	Hate That I Love You (feat. Rihanna)
Ned Miller	From Jack To A King
New Order	Confusion (Pump Panel Reconstruction)
Nitrous Oxide	Amnesia Original
Nitty Gritty Dirt Band	Fishin' In The Dark
Noemi	Y O U
NOFX	Leave It Alone
	The Cause
	My Heart Is Yearning
	The Brews
	Dying Degree
	Lori Meyers
	Punk Guy
Reeko	
Norman DJ	Go Back
Nottz	Never Caught Slippin' (feat. Snoop Dogg & Royce Da 5'9")
NSYNC	It's Gonna Be Me
	Just Got Paid
	This I Promise You
	Digital Get Down
	That's When I'll Stop Loving You
I Thought She Knew	

Oak Ridge Boys	Elvira
Oceanlab	Satellite
Oliver Nelson	Hoe-Down
	Yearnin'
	Teenie's Blues
Olivia Newton John	If You Love Me Let Me Know
One Man Army	Ballroom Dancer
Orbital	Halcyon
	Chime
Orion Too	You And Me
OXY	The Feeling
Palanya	Emotional Overload
Pam Tillis	Don't Tell Me What To Do
Pantera	Becoming
	I'm Broken
	Hard Lines, Sunken Cheeks
	25 Years
	Use My Third Arm
	Planet Caravan
	A New Level
	Fucking Hostile
	Rise
	No Good (Attack The Radical)
	Live In A Hole
	Regular People (Conceit)
	By Demons Be Driven
Hollow	
Patsy Cline	Crazy
	I Fall To Pieces
Patsy Montana & The Prarie Ramblers	I Wnat To Be A Cowboy's Heart
Paul Van Dyk	Nothing But You
	Wir Sind Wir
Paula Abdul	Knocked Out
	State of Attraction
	Forever Your Girl
	Next To You
	One Or The Other
Pee Wee Crayton	Win-O
	I Got News For You
	Blues Before Dawn
	Don't Break My Heart
	The Telephone Is Ringing
	California Women
	Blues For My Baby
	Dedicated To The Blues
	Phone Call From My Baby
Blues After Hours	
Pennywise	My Own Country
	Victim Of Reality
	Still Can Be Great
	My Own Way
	Alien
Just For You	

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	American Dream
	Never Know
Perpetuous Dreamer	The Sound Of Goodbye
	Dust Wav
Peter Luts Vs. G-Bric	Pacific Wish (single edit)
Peter Tosh	Get Up, Stand Up
	Downpressor Man
	Stepping Razor
	Jah Guide
	African (Live)
	Legalize It
	Burial
	Whatcha Gonna Do
	No Sympathy
	Igziabeher
	Why Must I Cry
	Ketchy Shuby
	Till Your Well Runs Dry
Brand New Second Hand	
Photon Decay	Aura
Pink	Sober
	One Foot Wrong
	I Couldn't Had Everything
	Bad Influence
	Crystal Ball
	It's All Your Fault
	Glitter In The Air
Pink Floyd	On The Run
	The Great Gig In The Sky
	Us And Them
	Brain Damage
	Welcome To The Machine
Wish You Where Here	
Plastic Voice	Niños Del Parque
Plummet	Damaged
Porter Wagoner	Green Green Grass Of Home
Prince And The Revolution	Take Me With You
	Computer Blue
	When Doves Cry
	Baby I'm A Star
Public Enemy	Bring The Noise
	Cold Lampin' With Flavor
	Mind Terrorist
	Caught, Can We Get A Witness?
	She Watch Channel Zero?!
	Black Steel In The Hour Of Chaos
	Rebel Without A Cause
Party For Your Right To Fight	
Push	Universal Nation
Quivver	Brothers And Sisters
Rachel & Finn	Bordeline/Open Your Heart
Raekwon	Knuckleheadz
	Criminology
	Rainy Dayz
	Can It All Be So Simple

	Ice Water
	Verbal Intercourse
	Spot Rusherz
	Wu-Gambinos
	North Star (Jewels)
Ralph Novell	Wrong Love
Randy Katana	One Solid Wave (Sam Sharp Mix)
Randy Travis	1982
	Forever And Ever Amen
	Heart Of Hearts
	It's Just A Matter Of Time
Rank 1	Breathing
	Dotcom
	It's Up To You
	Sensation 2003 Anthem
Rapid Eye	Circa Forever
Ray Price	City Lights
	Crazy Arms
	For The Good Times
	Heartaches By The Number
Razzy	I Hate Hate
Reba McEntire	Climb That Mountain High
Red Foley	Chattanooga Shoe Shine Boy
Red Sovine	Giddyup Go
Redd Square	In Your Hands
Reflekt	Need To Feel Loved
Reuben Howell	Funny How Time Slips Away
Rex Allen	Don't Go Near The Indians
Richard Wagner	Preludio Y Muerte De Isolda
	La Inmolación de Brunilda
Rihanna	Push Up On Me
	Don't Stop The Music
	Breakin' Dishes
	Sell Me Candy
	Rehab
	Good Girl Gone Bad
Riva	Time Is The Healer
Robert Johnson	Love In Vain Blues
	Honeymoon Blues
	When You Got A Good Friend
	Travelling Riverside Blues
	Terraplane Blues
	Dead Shrimp Blues
	Walkin' Blues
	From Four Till Late
	Last Fair Deal Goin' Down
	Me And The Devil Blues
Robert Lockwood	Dust My Broom
	Pearly
	Aw Aw Baby (Sweet Home Chicago)
	Sweet Woman From Maine
	You've Gotta Stop This Mess
Rodney Crowell	I Ain't Long Like This

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	I Couldn't Leave You If I Tried
Roger Miller	Chug A Lug
	Dang Me
	King Of The Road
Rolasoul	Lost In Power
Roy Acuff	Great Speckled Bird
	Blue Eyes Crying In The Rain
	I Saw The Light
Rulers Of The Deep	Planet Drum (feat. Sofia Rubina)
Sal Salvador	Tangerine
	You Stepped Out Of A Dream
	All The things You Are
	Handful Of Stars
	I'll Remember April
	Two Sleepy People
	Flamingo
	I've Got A Feelin' You're Foolin'
	They Say It's Wonderful
Took The Spook	
Sam Hawksley	Come Back Baby
Sambas de Enredo 2000	Beija Flor
	Grande Rio
	Portela
	Uniao Da Ilha
	Porto Da Pedra
Sambas de Enredo 2001	Beija Flor
	Mocidade
	Salgueiro
	Uniao Da Ilha Do Governador
	Paraiso Do Tuiuti
	Portela
Sambas de Enredo 2003	Unidos Da Tijuca
	Caprichosos
	Academicos de Santa Cruz
Sambas de Enredo 2004	Mangueira
	Imperatriz
	Viradouro
	Caprichosos
	Imperio Serrano
Sambas de Enredo 2005	Unidos Da Tijuca
	Unidos Do Viradouro
	Academicos do Salgueiro
	Mocidade Independente de Padre Miguel
	Academicos Do Grande Rio
	Unidos De Vila Isabel
Sambas de Enredo 2006	Mangueira
	Viradouro
	Vila Isabel
	Imperio Serrano
	Academicos Da Rocinha
Sambas de Enredo 2007	Grande Rio
	Unidos Da Tijuca
	Imperio Serrano
	Mocidade

	Porto da Pedra
Sambas de Enredo 94	Imperio Serrano
	Mangueira
	Uniao Da Ilha
	Estacio de Sa
	Portela
	Tijuca
Sambas de Enredo 95	Vila Isabel
	Caprichosos
	Viradouro
	Tijuca
	Salgueiro
	Unidos Da Ponte
Sambas de Enredo 96	Uniao Da Ilha
	Grande Rio
	Academicos Do Salgueiro
	Unidos De Vila Isabel
	Caprichosos De Pilares
	Unidos Da Ponte
	Beija Flor De Nilópolis
	Uniao Da Ilha Do Governador
Estação Primeira de Mangueira	
Sambas de Enredo 97	Unidos Do Viradouro
	Imperio Da Tijuca
	Salgueiro
	Viradouro
	Academicos De Santa Cruz
	Imperio Serrano
Sambas de Enredo 98	Vila Isabel
	Academicos Da Rocinha
	Mocidade
	Beija Flor
	Imperatriz
	Vila Isabel
	Unidos Da Tijuca
	Tradição
	Vila Isabel (Ao Vivo)
	Porto Da Pedra (Ao Vivo)
	Portela (Ao Vivo)
	Mangueira (Ao Vivo)
Imperatriz (Ao Vivo)	
Viradouro (Ao Vivo)	
Unidos Da Tijuca (Ao Vivo)	
Sambas de Enredo 99	Portela
	Mocidade
	Grande Rio
	Caprichosos De Pilares
	Vila Isabel
	Imperio Serrano
Sambas de Enredo Sao Paulo 2005	Sao Clemente
	X-9 Paulistana
	Nene De Vila Matilde
	Vila Maria
	Aguila de Ouro
	Camisa Verde e Branco

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Leandro De Itaquera
	Barroca Sona Sul
	Tom Maior
Sambas de Enredo Sao Paulo 2006	Vila Maria
	Tucuruvi
	Leandro De Itaquera
	Aguila de Ouro
	Tatuapé
	Peruche
	Mancha Verde
Sambas de Enredo Sao Paulo 2007	Vai Vai
	Unidos de Vila Maria
	X-9 Paulistana
	Academicos do Tucuruvi
	Unidos do Peruche
	Imperador do Iparanga
	Mancha Verde
Sammi Smith	Help Me Make It Through The Night
Sandy Posey	Bring Him Home Safely To Me
Sara Evans	Born To Fly
Sara Vaughan	April In Paris
	Jim
	Embraceable You
	September Song
	Lullaby Of Birdland (Partial Alternative Take)
Scoop	Rock Da House
Scotty	Draw Your Brakes
Scraper Blackwell	Kokomo Blues
Screamin' Jay Hawkins	Baptize Me In Wine
	Not Anymore
	I Hear Voices
	The Whammy
	Little Demon
	Poor Folks
	Your Kind Of Love
	Ashes
	Swing Low - Sweet Chariot
	Ol' Man River
Sensation	The Anthem 2003
Sergei Rachmaninov	Piano Concerto N°2 in C minor, Op. 18: N°2, Adagio Sostenuto
	Piano Concerto N°3 in D minor, Op. 30: N°1, Allegro Ma Non Tanto
	Piano Concerto N°3 in D minor, Op. 30: N°3, Finale: Alla Breve
Shaft	Roobarb And Custard (7" Edit)
	Roobarb And Custard (Dr. Trip & Bob Bolts Mix)
Shakira	Underneath Your Clothes
	Rules
	Ready For The Good Times
	Te Dejo Madrid
	Que Me Quedes Tú
Suerte	
Shannon	Let The Music Play
Shea Fisher	Everyday Girl
Signum	Coming On Strong (DJ Jurgen Remix)

Silver Blue	Step Back (Silver Bullet Remix)
Skeeter Davis	(I Can't Help You) I'm Falling Too
Skeets McDonald	Don't Let The Stars Get In Your Eyes
Skip James	If You Haven't Any Hay Get On Down The Road
	22-20 Blues
	How Long Buck
	Cypress Groove Blues
Sleepy John Estes	Devil Got My Woman
	Jack & Jill Blues
	Poor Man's Friend
	Hobo Jungle Blues
	Airplane Blues
	Floating Bridge
	Need More Blues
	Fire Department Blues
	New Someday Baby
	Liquor Store Blues
Brownsville Blues	
Slim Dusty	A Pub With No Beer
	Duncan
Sim Gaillard	Walkin' & Cookin' Blues
	Blue Heaven
	Thunderbird
	Chicken Rhythm
	I Love You
	I Don't Stand A Ghost Of A Chance With You
Slim Whitman	Don't Blame Me
	Indian Love Call
Smart E's	Sesame's Treet
Smiley Lewis	Goin' To Jump And Shout
	Ain't Goin' There No More
	Last Night
	Tee-Nah-Nah
	Lonesome Highway
	Lying Woman
	No Letter Today
	How Long
	Mama Don't Like
	I Want To Be With Her
Snoop Dogg	Come Around My Way
Solar Scape	Massive (feat. Chrysus)
Solid Session	Janeiro
Sonny James	Behind The Tear
	I'll Keep Holding On (Just T Your Love)
	I'll Never Find Another You
Souldoubt	Espiritu
Square	Nova
Stan Getz & João Gilberto	Doralice
	Desafinado
	Só Danço Samba Vivo Sonhando
	O Grande Amor
Statler Brothers	Do You Know You Are My Sunshine
Stella Parton	Danger Of A Stranger
	Have A Talk With God

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Contusion
	I Wish
	Pastime Paradise
	Ordinary Pain
	Joy Inside My Tears
	Ngiculela - Es Una Historia - I Am Singing
	As
	Saturn
	All Day Sucker
Sting	If You Love Somebody Set Then Free
	All This Time
	Mad About You
	They Dance Alone Cueca Solo
	Fragile
	Moon Over Bourbon Street
	Russians
	This Cowboy Song
	Love I Stronger Than Justice (The Munificent Seven)
	Heavy Cloud No Rain
	Seven Days
	It's Probably Me
	Shape Of My Heart
	Epilogue (Nothing 'Bout Me)
Stoneface & Terminal	Super Nature
Stonewall Jackson	A Wound Time Can't Erase
Sundawner	Krystal Dreams
Svenson	Sunlight Theory
Synergy	Hello Strings
System F	Solstice
System Of A Down	B.Y.O.B.
	Radio/Video
	This Cocaine Make Me Feel Like I'm On This Song
	Question!
	Old School Hollywood
	Needles
	Jet Pilot
	Chop Suey!
	Forest
	Science
	Toxicity
	Aerials
T. Lankford	Freighliner Fever
T.G. Sheppard	Happy Together
T99	Anasthasia
Talla 2XLC	A Dream Within A Dream
Tammy Wynette	D-I-V-O-R-C-E
	I Don't Wanna Play House
Tania Kernaghan & Lee Kernaghan	A Bushman Can't Survive
Tannino & Dicarlo	Celestia
Tanya Tucker	If You Ain't Busy Tonight
	Fifteen
	Hey Stephen
	You Belong With Me

Taylor Swift

	Tell Me Why
	The Way I Loved You
	The Best Day
	Our Song
	Should've Said No
Techno Bert	Neue Dimensionen
Ted Daffan's Texans	Born To Lose
Tenor Saw	Shirley Jones
	Eni Meeni Mini Mo
	Fever
	Rub-A-Dub Market
	Who's Gonna Help Me Praise
	Run Come Dub Me
	Jah Guide Dub
	Dub Fever
Praise Jah With Dub	
Tex Ritter	I Dreamed Of A Hill-Billy Heaven
Texas Ruby	Don't Let That Man Get You Down
The Beach Boys	You Still Believe In Me
	Don't Talk (Put Your Head On My Shoulder)
	Let's Go Away For Awhile
	God Only Knows
	Here Today
	Pet Sounds
The Beatles	Form Me To You
	I Want To Hold Your Hand
	A Hard Day's Night
	Eight Days A Week
	Help!
	Day Tripper
	Paperback Writer
	Eleanor Rigby
	All You Need Is Love
	Lady Madonna
	Get Back
	Something
Let It Be	
The Black Eye Peas	Rock That Body
	Imma Be
	Alive
	Ring-a-Ling
	Out of my Head
	Showdown
	One Tribe
	Simple Little Melody
The Charlie Daniels Band	Devil Went Down To Georgia
The Chosen Few	Reggae Stuff (Funky Stuff)
The Congos	Congoman
	La La Bam Bam
	Can't Come In
	Sodom And Gomorrow
	At The Feast
	Congoman Chant
	Noah Sugar Pan
Solid Foundation	

The Course	Ready Or Not
The D.O.C.	Mind Blown (remix)
	Comm. Blues
	Beautiful but Deadly
	No One Can Do It Better
	Comm. 2
	Portrait Of A Master Piece
	The Grande Finale
The Dave Brubeck Quartet	Strange Meadow Lark
	Three To Get Ready
	Everybody's Jumpin'
The Davis Sisters	I'll Forget More Than You'll Ever Know
The Everly Brothers	I'm On My Way Home Again
	Everybody's Jumpin'
The Four Blazes	Stop Boogie Woogie
	Snag The Britches
	Raggedy Ride
	Perfect Woman
	Night Train
	Never Start Living
	Women, Women
	Drunken Blues
	My Hat's On The Side Of My Head
	Mary Jo
	The Fugees
Zealots	
Fu-Gee-La	
Killing Me Softly With This Song	
The Mask	
The Good Men	Give It Up (radio edit)
The Jay Boys	Splendour Splash
The Jimi Hendrix Experience	Manic Depression
	Love Or Confusion
	I Don't Live Today
	Fire
	Foxy Lady
The Kendalls	Heaven's Just A Sin Away
the Louvin Brothers	I Don't Believe You've Met My Baby
The Matrix	The Matrix
The Notorious B.I.G.	Things Done Changed
	Machine Gun Funk
	Ready To Die
	Fuck Me (feat. Lil' Kim) Interlude
	Juicy
	Me & My Bitch (feat. Sybil Pennix)
	Respect
	Unbelievable
The Prodigy	Spitfire
	Jericho
	Wind It Up
	Firestarter (Instrumental)
	Voodoo People
	One Love (Edit)
	Rhythm Of Life (Original Mix)

	Mindfields (Headrock Dub)
	Climbatize (Trigger Mountain Mix)
	Breathe
	No Good (Start The Dance)
The Shamen	Move Any Mountain (Beat Edit)
The Source Experience	Elektra
The Statler Brothers	Flowers On The Wall
The Sunny Cowgirls	Dancing On The Darling
The Thrillseekers	Dreaming Of You (Flutlicht Remix)
The Upsetters	Croaking Lizard
	Dread Lion
	Patience
	Super Ape
The Wolverines	65 Roses
Tiesto	Voyage
	Suburban Train
	Lethal Industry
	Voyage (Yahel & Eyal Barkan)
	Forever Today
	Traffic
	Heroes
	Just Be
TLC	Intro-lude
	Creep
	Case Of The Fake People
	Waterfalls
	Let's Do It Again
	If I Was Your Girlfriend
	Sexy (Interlude)
	Switch
Tom T. Hall	A Week In A Country Jail
	I Love
Tommy Emmanuel	Angelina
Tommy Johnson	Cool Drink Of Water Blues
	Maggie Campbell Blues
	Canned Heat (Blues)
	Big Road Blues
	Alcohol And Jake Blues
Tomorrow's Children	War
Toni Braxton	Breathe Again
	Love Affair
	Spending My Time With You
	I Belong To You
	You Mean The World To Me
	Breathe Again (Reprise)
Tony Joe White	Did Somebody Make A Fool Out Of You?
Toots & The Maytals	Funky Funky
Total Groove	Mental Poison
Tracy Lawrence	How A Cowgirl Says Goodbye
Tracy Young & Robbie Rivera	Feel This (Robbie Rivera's Tribal Sessions mix)
Travis Tritt	Country Club
	Here's A Quarter (Call Someone Who Cares)
Troy Cassar-Daley	Born To Survive
	Hail Mary

APÉNDICE C. COLECCIÓN DE TEST

	Life Of An Outlaw
	Krazy
	Me And My Girlfriend
	Black Starry Night (Interlude)
	Against All Odds
U96	Das Boot
Ultramagnetic MC's	Ease Back
	Moe Luv's
	Travelling At The Speed Of Thought
	One Minute Les
	Funky (Remix)
	Break North
	When I Burn
	Funky
	A Chorus Line
Ego Trippin'	
Unknown Source	Cruentus
	Nadjanema (Fire & Ice Remix)
Vast Vision	Euphoria
Vern Gosdin	First Time Ever I Saw Your Face
Vincent de Moor	Fly (Away)
Warren H Williams	Family
Watergate	Heart of Asia
Waylon Jennings	Dreaming My Dreams With You
	Good Ol' Boys
	I'm a Ramblin' Man
Webb Pierce	I Ain't Never
	In The Jailhouse Now
Weekend Players	Into The Sun
Whiteroom	Somebody (feat. Amy Cooper)
Whitney Houston	Greatest Love Of All
	I Have Nothing
	Run To You
	All At Once
	If You Say My Eyes Are Beautiful
	All The Man I Need
	Count On Me
	I Learned From The Best
	Could I Have This Kiss Forever
	Fine
	It's Not Right But It's Okay
	Step By Step
	I'm Every Woman
	I'm Your Baby Tonight
	I Wanna Dance With Somebody (Who Love Me)
	I Will Always Love You (Hex Hector Mix)
	It's Not Right But It's Okay (Thunderpuss Mix)
	I Hace Nothing
	Run To You
Jesus Loves Me	
Will, Emma, Santana, Finn & Rachel	Like A Virgin
Willie Nelson	Blue Eyes Crying In The Rain
	Funny How Time Slips Away
	Georgia On My Mind

	Faded Love
Wilma Lee & Stone Cooper With The Clunch Mountain Clan	Are You Walking And A-Talking For The Lord
Wolfgang Amadeus Mozart	Andante
	Allegro Assai
	Andante Cantabile
	Molto Allegro
Wu-Tang Clan	Shame On A Nigga
	Wu-Tang: 7th Chamber
	Da Mystery Of Chessboxin'
	C.R.E.A.M.
	Protect Ya Neck
	Wu-Tang: 7th Chamber Part II
Wynn Stewart	It's Such A Pretty World Today
Wynonie Harris	Around The Clock Pt. 1 & 2
	Yonder Goes My Baby
	Don't Take My Whiskey Away From Me
	Cock-A-Doodle-Do
	Time To Change Your Town
	You Got To Get Yoursekf A Job, Girl
	Oh Babe!
	Luscious Woman
	Stormy Night Blues
Git To Gittin' Baby	
Yahel	Voyage
Yellowman	Lost My Love
	Two To Six, Supermix
	How You Keep A Dance
	Yellowman Getting Married
	Cocky Did A Hurt Me
YG	Purp And Yellow (feat. Game and Snoop Dogg)
	Toot It And Boot It (Remix)(fet. Snoop Dogg & Too Short)
York	On The Beach (radio edit)
Zap Pow	Soul Revival
ZZ Top	Jesus Just Left Chicago
	Masters Of Sparks
	Move Me On Down The Line
	La Grange
	Have You Heard?
	A Fool For Your Stockings
	Dust My Broom
	Esther Be The One
	Hi Fi Mama
She Love My Automobile	

Tabla C.1: Colección de test.

D

Resultados Descriptores Simples

Tempo	
Michael Jackson - Bad	1. Robert Johnson - They're Red Hot
	2. Gwen Stefani - Harajuku Girls
	3. 7 seconds - Still on it
	4. Dwarves - Unrepentant
	5. Latterman - 83 % Off Your Self-Esteem
	6. The Congos - Nicodemus
	7. Melinda Schneider - The Story Of My Life
	8. Jay-Z - Coming Of Age (feat. Memphis Bleek)
	9. NSYNC - Space Cowboy
	10. Miles Davis - Pharaoh's Dance
Bruce Springsteen - Born In The USA	1. Guns N' Roses - Welcome To The Jungle
	2. Bobby Edwards - You're The Reason
	3. Michael Jackson - Leave Me Alone
	4. The Beatles - Ticket To Ride
	5. Blind Blake - Diddie Wah Diddie
	6. Lowell Fulson - Rollin' Blues
	7. Lonnie Gordon - Happenin' All Over Again
	8. In Flames - Another Day In Quicksand
	9. Duke Ellington - Star Spangled Banner
	10. James Blundell & James Reyne - Way Out West
Lady GaGa - Bad Romance	1. Big Daddy Kane - Set It Off
	2. Down - Flambeaux's Jamming With St. A
	3. Taylor Swift - Fearless
	4. Slim Dusty - Thing I See Around Me
	5. Snooks Eaglin - Sophisticated Blues
	6. Michael Jackson - Just Good Friends
	7. Erroll Gardner - Erroll's Gardner
	8. Miles Davis - Miles Runs The Voodoo Down
	9. Richard Berry - Mess Around
	10. Whitney Houston - So Emotional
	1. Big Daddy Kane - Set It Off
	2. Sambas de Enredo de Sao Paulo 2005 - Tucuruvi

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Bob Willis & His Texas Playboys - Take Me Back To Tulsa 4. Public Enemy - Louder Than A Bomb 5. Pantera - No Good (Attack The Radical) 6. Kris Kristofferson - Me and Bobby McGee 7. Whitney Houston - I Will Always Love You 8. Dollphace feat. Snoop Dogg - Lets Go To Vegas 9. Absolom - Where
Iron Maiden - Aces High	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dwarves - I Will Deny 2. TLC - Intermission-lude 3. Roy Milton - Walking Up Blues 4. Tupac Shakur - Just Like Daddy 5. Lauryn Hill - Can't Take My Eyes Off You 6. Jethro Tull - Aqualung 7. Rihanna - Question Existing 8. Modest Petrovich Mussorgsky - Baba 9. Howlin' Wolf - Look-A-Here-Baby 10. B.B. King - B.B. Boogie
Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kreator - Mind On Fire 2. Sambas de Enredo de Sao Paulo 2007 - Aguia de Outo 3. Sambas de Enredo de Sao Paulo 2006 - Camisa Verde e Branco 4. Georg Friedrich Händel - Andante 5. Sambas de Enredo 97 - Uniao Da Ilha 6. A-Lusion - Emphasis 7. Sambas de Enredo 98 - Caprichosos 8. Sambas de Enredo 2007 - Viradouro 9. Bounce - Why 10. Tiesto - Voyage (Magik 6)
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bruce Springsteen - Devils & Dust 2. Billy Boy Arnold - My Heart Is Crying 3. Metallica - The Thing That Should Not Be 4. Judas Priest - Fever 5. Afrika Bambaataa - Looking For The Perfect Beat 6. ZZ Top - Manic Mechanic 7. The Pioneers - Na Na Hey Hey (Kiss Him Goodbye) 8. K.D. Lang - Trail Of Broken Hearts 9. Count Basie - Stereophonic
Authority Zero - Mesa Town	<ol style="list-style-type: none"> 1. Authority Zero - Everyday 2. Johann Sebastian Bach - Allegro 3. Guns N' Roses - Mr. Brownstone 4. Tammy Wynette - Stand By Your Man 5. Lauryn Hill - Can't Take My Eyes Off You 6. Memphis Minnie - My Baby Don't Want Me No More 7. Charles Mingus - Gunslinging Bird 8. Porter Wagoner & Dolly Parton - The Last Thing On My Mind 9. The Brown - The Three Bells (Les Trois Cloches)
Willie Dixon - Tell That Woman	<ol style="list-style-type: none"> 1. Claude King - Wolverton Mountain 2. Kenny G. - Even If My Heart Would Break 3. Furry Lewis - Black Gypsy Blues 4. Wiley Walker & Gene Sullivan - When My Blue Moon Turns To Gold Again 5. Kenny Rogers - The Vows Go Unbroken (Always True To You) 6. Johnny Osbourne - Love Jah So 7. Daughtry - Sorry 8. Fuller Curtis - It's All Right With Me 9. Iron Maiden - The Duellists

	10. Black Sabbath - Embryo
2 Pac - Fuck The World	1. Clarence Gatemouth Brown - Depression Blues
	2. Arthur Gunter - Baby You Better Listen
	3. Metallica - Trough The Never
	4. Modest Petrovich Mussorgsky - Polluelos En El Cascarón
	5. Erik Satie - Sarabande nº1
	6. Belá Bartók - Concierto Para Orquesta, Sz 116 - III. Elegia. Andan- te, Non Troppo.
	7. Kokomo Arnold - Long And Tall
	8. Big Bill Broonzy - Worrying You Off My Mind (Part 1)
	9. Conway Twitty - Lost In The Feeling
	10. Big Bill Broonzy - Mississippi River Blues
Sambas de Enredo 97 - Mangueira	1. Megablast - Wavegenerator
	2. Boyz II Men - It's So Hard To Say Goodbye To Yesterday
	3. Duke Ellington - Studio Concert
	4. Fryderyck Chopin - En Fa Menor Allegro Molto Agitato
	5. Sambas de Enredo 94 - Salgueiro
	6. Dropkick Murphys - Fields of Athenny
	7. Bob Marley - No More Trouble
	8. Sambas de Enredo 94 - Tradiçao
	9. DJ Rock - Sometimes My Heart
	10. Sambas de Enredo 2002 - Mocidade
The O'Kanes - Oh Darlin'	1. Tenor Shaw - Shirley Dub
	2. Bad Religion - To Another Abyss
	3. Charlie Parker - Sure Thing
	4. Big Boi - Unhappy
	5. Screamin' Jay Hawkins - I Put A Spell On You
	6. Bouncing Souls - Kate Is Great
	7. Snooks Eaglin - Careless Love
	8. Duke Ellington - Take The A Train
	9. Bellson Louis - Basie
	10. Sal Salvador - Joe And Me
Tiesto - Traffic	1. Sambas de Enredo 99 - Salgueiro
	2. The Dave Brubeck Quartet - Pick Up Sticks
	3. Lightnin' Hopkins - Short Haired Woman
	4. Sambas de Enredo 95 - Mocidade
	5. Sambas de Enredo 95 - Imperatriz
	6. Sambas de Enredo 2007 - Beija Flor
	7. Scott Bond vs Solarstone - 3rd Earth
	8. Gorgeous - I'm Gorgeous
	9. Dogzilla - Your Eyes

Tabla D.1: Tempo.

MFCC_Total	
Michael Jackson - Bad	1. Toni Braxton - Give U My Heart
	2. Peter Tosh - Apartheid
	3. The Congos - Bring The Meakabeak
	4. Fergie - Labels Or Love
	5. Paula Abdul - I Need You
	6. The Congos - Ark Of The Covenant
	7. Lagwagon - Brown Eyed Girl

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	8. Eric B. & Rakim - I Ain't No Joke
	9. 4 Strings - Let It Rain (vocal club mix)
	10. Peter Tosh - I Am That I Am
Bruce Springsteen - Born In The USA	1. Bruce Springsteen - Darlington County
	2. Jimi Hendrix - Crosstown Traffic
	3. Bruce Springsteen - No Surrender
	4. Christina Aguilera - Stripped Pt.2
	5. Guns N' Roses - Dead Horse
	6. Kiss - A Million To One
	7. Spade Cooley - Shame On You
	8. Bruce Springsteen - I'm Goin' Down
	9. Deep Purple - Pictures Of Home
	10. Kiss - Dance All Over Your Face
Lady GaGa - Bad Romance	1. Judas Priest - Metal Meltdown
	2. NSYNC - No Strings Attached
	3. Gorgeous - I'm Gorgeous
	4. Judas Priest - All Guns Blazing
	5. Rihanna - Shut Up & Drive
	6. Sambas de Enredo 2006 - Salgueiro
	7. Big D and the Kids - Fatman
	8. King Tubby - Highjack The Barber
	9. Lady GaGa - So Happy I Could Die
	10. Down - The Seed
Bob Marley - Burnin' And Lootin'	1. Bob Marley - Kinky Reggae
	2. Klea - Tic Toc
	3. Unknown Source - Cruentus
	4. EMPD - The Steve Martin
	5. Palanya - Emotional Overload
	6. Tenor Saw - Run Come Call Me
	7. Lonnie Gordon - Happenin' All Over Again
	8. 4 Strings - Diving
	9. Future Breeze - Push
	10. Screen Two - Hey Mr DJ
Iron Maiden - Aces High	1. Black Sabbath - Wishing Well
	2. Iron Maiden - Powerslave
	3. Iron Maiden - Losfer Words (Big 'Orra)
	4. Iron Maiden - Gangland
	5. Iron Maiden - The Duellists
	6. Megadeth - Lucretia
	7. Anti-Heroes - Heroes & Zeroes
	8. Judas Priest - (Take These) Chains
	9. Dream Theater - Metropolis-Part I
	10. Megadeth - Tornado Of Souls
Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	1. Felix Mendelssohn - Andante Con Moto Allegro Un Poco Agitato
	2. Johannes Brahms - Sinfonía N°3 en F mayor, Op.90: Allegro con brio
	3. Jean Sibelius - Sinfonía n°2 en Re Mayor, Op.43 - I. Allegretto
	4. Gustav Mahler - Trauermarsch In Genessenem Schritt Streng Wie Ein
	5. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No2 in C minor, Op. 18: No3, Allegro Scherzando
	6. Belá Bartók - Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo
	7. Jean Sibelius - Sinfonía no2 en Re Mayor, Op.43 - III. Vivacissimo

	8. Jethro Tull - Slipstream
	9. Antoni Dvorák - Tempo di Valse. Trio
	10. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No3 in D minor, Op. 30: No2, Intermezzo - Adagio, attacco subito
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	1. Erroll Garner - Mambo Carmel
	2. Leadbelly - T.B. Woman Blues
	3. Duke Ellington - Diminuendo In Blue And Crescendo In Blue
	4. Willie Dixon - Hard Notch Boogie Beat
	5. Duke Ellington - Take The A Train
	6. Champion Jack Dupree - Stack-O-Lee
	7. Charles Mingus - Open Letter To Duke
	8. Genesis - The Cinema Show
	9. Black Sabbath - Evil Woman
Authority Zero - Mesa Town	1. Descendents - Caught
	2. Sambas de Enredo 2002 - Mocidade
	3. Daughtry - It's Not Over
	4. Authority Zero - Sky's The Limit
	5. Bouncing Souls - Cracked
	6. Authority Zero - Good Ol' Days
	7. Sambas de Enredo Sao Paulo 2005 - Vai-Vai
	8. Sambas de Enredo 2005 - Mangueira
	9. Authority Zero - Everyday
	10. Flogging Molly - The Kilburn High Road
Willie Dixon - Tell That Woman	1. Willie Dixon - Don't Let That Music Die
	2. Bob Will & His Texas Playboys - Take Me Back To Tulsa
	3. Lonnie Johnson - Have To Change Keys (To Play These Blues)
	4. Eddy Arnold - Make The World Go Away
	5. Hank Williams - Lovesick Blues
	6. Manfred Mann's Earth Band - Visionary Mountains
	7. Hank Thompson & His Brazos Valley Boys - Squaws Along The Yukon
	8. Bo Diddley - Mona (I Need You Baby)
	9. Sonny James - You're The Only World I Know
	10. John Mayer - The Heart Of Life
2 Pac - Fuck The World	1. Eric B. & Rakim - My Melody
	2. N.W.A. - A B___ Iz a B___
	3. Mike Foyle Vs. Signalrunners - Love Theme Dusk
	4. The D.O.C. - The Formula
	5. Eric B. & Rakim - I Ain't No Joke
	6. Sambas de Enredo 2002 - Imperio Serrano
	7. Freddie McGregor - Roots Man Skanking
	8. The Notorious B.I.G. - Everyday Struggle
	9. Warren G - Show Up And Show Out (feat. Snoop Dogg)
	10. Tupac Shakur - White Man's World
Sambas de Enredo 97 - Mangueira	1. Stevie Wonder - Another Star
	2. MGMT - The Handshake
	3. Catch 22 - Walking Away
	4. Michael Jackson - Off The Wall
	5. Ultramagnetic MC's - Watch Me Now
	6. Guns N' Roses - Estranged
	7. Sambas de Enredo 95 - Imperatriz
	8. Guns N' Roses - Yesterdays
	9. Whitney Houston - If I Told You That (feat. George Michael)
	10. Sambas de Enredo 2000 - Mangueira
	1. Dire Straits - The Man's Too Strong
	2. Max Romeo - I Chase The Devil

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	3. Stevie Wonder - Knocks Me Off My Feet
	4. Bob Marley - Pass It On
	5. Pink Floyd - Shine On You Crazy Diamond (Part One)
	6. David Houston & Tammy Wynette - My Elusive Dreams
	7. Count Basie - Straight Life
	8. King Tubby - Take Five
	9. Sara Vaughan - Lullaby Of Birdland (Partial Alternative Take)
	10. Genesis - Throwing It All Away
Tiesto - Traffic	1. Cream Team - Div.X
	2. The Ones - Flawless
	3. Aurora - Real Life
	4. The Prodigy - Their Law (feat. Pop Will Eat Itself)
	5. Tiesto - The Loves We Lost
	6. Ave Mea - In The End
	7. Robert Gitelman - Children Of The Sun
	8. Big Daddy Kane - On The Bugged Tip
	9. EMPD - The Steve Martin
	10. Ian Van Dahl - Castles In The Sky

Tabla D.2: MFCC_Total.

MFCC_Total2	
Michael Jackson - Bad	1. Gwen Stefani - What You Waiting For?
	2. Fergie - Labels Or Love
	3. Big Daddy Kane - I'll Take You There
	4. Toni Braxton - Give U My Heart (Mad Ball Mix)
	5. Gwen Stefani - Bubble Pop Electric
	6. Ice Cube - My Summer Vacation
	7. Peter Tosh - Apartheid
	8. Bob Marley - Exodus
	9. Alex M.O.R.P.H. - Walk The Edge
	10. Kyau Vs. Albert - Falling Anywhere (Rework)
Bruce Springsteen - Born In The USA	1. Guns N' Roses - Anything Goes
	2. Guns N' Roses - Nightrain
	3. Back In Black - Shake A Leg
	4. Bouncing Souls - Chunksong
	5. Guns N' Roses - Welcome To The Jungle
	6. Bruce Springsteen - No Surrender
	7. AC/DC - Let Me Put My Love In To You
	8. The Beatles - She Loves You
	9. AC/DC - You Shook Me All Night Long
	10. The Beatles - Penny Lane
Lady GaGa - Bad Romance	1. Kyau Vs. Albert - Falling Anywhere (Rework)
	2. Down - The Seed
	3. The Congos - Ark Of The Covenant
	4. NSYNC - No Strings Attached
	5. Judas Priest - Metal Meltdown
	6. Matt Darey - Electro Buzz
	7. Judas Priest - All Guns Blazing
	8. Tiesto - Lethal Industry
	9. Face To Face - Put You In Your Place
	10. Boyz II Men - Under Pressure

Bob Marley - Burnin' And Lootin'	1. Unknown Source - Cruentus
	2. NOFX - Perfect Government
	3. Hugh Mundell - Time Has Come
	4. Boyz II Men - This Is My Heart
	5. Bob Marley - Kiny Reggae
	6. NOFX - Don't Call Me White
	7. L.A. Style - James Brown Is Dead
	8. Klea - Tic Toc
	9. Lonnie Gordon - Happenin' All Over Again
	10. Mike Foyle Vs. Signalrunners - Love Theme Dusk
Iron Maiden - Aces High	1. Iron Maiden - Powerslave
	2. Iron Maiden - Losfer Words (Big 'Orra)
	3. Iron Maiden - The Duellists
	4. Black Sabbath - Wishing Well
	5. KRS-One - Elementary
	6. Clutch - The Wolf Man Kindly Requests...
	7. Jimi Hendrix - ...And The Gods Made Love
	8. Jethro Tull - And The Mouse Police Never Sleeps
	9. Black Sabbath - Lady Evil
	10. Grand Funk Railroad - Creepin'
Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	1. Felix Mendelssohn - Andante Con Moto Allegro Un Poco Agitato
	2. Georg Friedrich Händel - Air
	3. Clarence Gatemouth Brown - Gate's Salty Blues
	4. George Strait - Take These Chains From My Heart
	5. Jean Sibelius - Finlandia
	6. Johann Sebastian Bach - Courante
	7. Johann Sebastian Bach - Forlane
	8. The Carlisles - No Help Wanted
	9. Jack Greene - There Goes My Everything
	10. Gustav Mahler - Trauermarsch In Genessenem Schritt Streng Wie Ein
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	1. Erroll Garner - It's Alright With Me
	2. Erroll Garner - Mambo Carmel
	3. Erroll Garner - I'll Remember April
	4. Charles Mingus - Open Letter To Duke
	5. Sambas de Enredo 97 - Unidos Do Porto Da Pedra
	6. Sambas de Enredo 96 - Portela
	7. Erroll Garner - Mambo Carmel
	8. Erroll Garner - I'll Remember April
Authority Zero - Mesa Town	1. Descendents - Caught
	2. The Prodigy - Smack My Bitch Up
	3. Tomorrow's Children - Sister Big Stuff
	4. Dwarves - Pimp
	5. Genesis - Invisible Touch
	6. KRS-One - Scott LaRock Mega Mix
	7. Duke Ellington - Diminuendo In Blue And Crescendo In Blue
	8. Dr. Dre - Bar One Feat. Eddien Griffin, Ms. Roq & Traci Nelson
	9. Duke Ellington - Skin Deep
	10. Pink Floyd - Have A Cigar
Willie Dixon - Tell That Woman	1. Willie Dixon - Don't Let That Music Die
	2. Bob Will & His Texas Playboys - Take Me Back To Tulsa
	3. Frankie Laine - Rawhide
	4. Lonnie Johnson - Have To Change Keys (To Play These Blues)
	5. Fryderyck Chopin - En Do Mayor Allegro

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	6. Modest Petrovich Mussorgsky - Gran Puerta de Kiev
	7. Athur Gunter - Baby Let's Play House
	8. Clifford Brown - Sketch One
	9. John Denver - Take Me Home Country Roads
	10. Arthur Gunter - No Naggin' No Draggin'
2 Pac - Fuck The World	1. The Pioneers - Na Na Hey Hey (Kiss Him Goodbye)
	2. Pink Floyd - Speak To Me / Breathe In The Air
	3. Ice Cube - Funeral
	4. Bad Brains - (Untitled Bonus Track)
	5. Bob Marley - I Shot The Sheriff
	6. Chris Raven - Ask And Answer
	7. Bob Marley - Kinky Reggae
	8. Future Breeze - Temple Of Dreams (instrumental club mix)
	9. Saucer men - Aquarius
	10. Duderstadt - Mahananda
Sambas de Enredo 97 - Mangueira	1. Down - Mourn
	2. Down - Lysergik Funeral Procession
	3. Clutch - Cyborg Bette
	4. Land Of Confusion
	5. Down - N.O.D.
	6. Veit - Sky
	7. Sambas de Enredo 2000 - Mangueira
	8. Energy 52 - Cafe Del Mar
	9. Down - On March The Saints
	10. Mastodon - Oblivion
The O'Kanes - Oh Darlin'	1. Down - Landing On The Mountains Of Meggido
	2. Stevie Wonder - Summer Soft
	3. Sting - Why Should I Cry For You
	4. 2 Pac - Can U Get Away
	5. Big Boi - Church
	6. Floyd Cramer - San Antonio Rose
	7. Giovanni B. Pergolesi - Fac, ut Portem Christi Mortem
	8. Max Romeo - Smile Out A Style
	9. Taylor Swift - Breathe
	10. Sambas de Enredo 2002 - Unidos Da Tijuca
Tiesto - Traffic	1. Mystery Islands - 4th Floor (Find Me)
	2. Cream Team - Div.X
	3. Big Daddy Kane - Mister Cee's Master Plan
	4. Deep Purple - Fireball
	5. X Misc Authors - Early 90's Dance Mix
	6. Grand Funk Railroad - Got This Thing On The Move
	7. NOFX - Dig
	8. G And M Project - Sunday Afternoon
	9. The Ones - Flawless
	10. Silverblue - Step Back

Tabla D.3: MFCC_Total2.

NASE_C1	
	1. Mirand Mars - Mars Need Women
	2. Judas Priest - Metal Meltdown
	3. Sylver - Skin

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Antiloop - In My Mind 5. Jay-Z/Rihanna - Umbrella 6. Gwen Stefani - What You Waiting For? 7. A-Lusion - Emphasis 8. The Fugees - Cowboys 9. Boyz II Men - Under Pressure 10. Dr. Motte & Westbam - Love Parade 2000
Bruce Springsteen - Born In The USA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bouncing Souls - Party At 174 2. Bruce Springsteen - Darlington County 3. The Beatles - She Loves You 4. Guns N' Roses - Anything Goes 5. Kiss - Dance All Over Your Face 6. The Beatles - I Feel Fine 7. Bouncing Souls - Chunksong 8. Guns N' Roses - My Michelle 9. Bouncing Souls - Kate Is Great 10. Descendents - Doghouse
Lady GaGa - Bad Romance	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deep Purple - No One Came 2. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Sufferer Dub 3. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Western Kingston Style 4. Golden Girls - Kinetic 5. Grand Funk Railroad - Nothing Is The Same 6. The Congos - Nicodemus 7. Hugh Mundell - Time Has Come 8. Hugh Mundell - Live in Love 9. Galen Behr - Time Will Tell 10. Tiesto - Lethal Industry
Bob Marley - Burnin' And Lootin'	<ol style="list-style-type: none"> 1. Andre 3000 - Roses 2. Hugh Mundell - Time Has Come 3. Ice Cube - Man's Best Friend 4. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Sufferer Dub 5. Galen Behr - Time Will Tell 6. The Upsetters - Curly Dub 7. Matrix - Protect The Innocent 8. Wu-Tang Clan - Tearz 9. The Prodigy - One Love 10. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Revolution Dub
Iron Maiden - Aces High	<ol style="list-style-type: none"> 1. MGMT - Time To Pretend 2. Anuthority Zero - Heroes & Zeroes 3. Iron Maiden - Powerslave 4. Wilma Lee & Stony Cooper - There's A Big Wheel 5. Black Sabbath - Lady Evil 6. Manfred Mann's Earth Band - Don't Kill It Carol 7. Kenny Rogers - Reuben James 8. Megadeth - Lucretia 9. The Duellists 10. Black Sabbath - Wishing Well
Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bob Wills & His Texas Playboys - New San Antonio Rose 2. B.B. King - The Other Night Blues 3. Al Dexter & His Troopers - Pistol Packin' Mama 4. Clifford Brown - Sketch One 5. Johann Sebastian Bach - Courante 6. Jack Greene - There Goes My Everything 7. Bobby Blue Band - Time Out 8. The Beatles - The Long And Winding Road

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	9. Georg Friedrich Händel - Alla Hornpipe
	10. Georg Friedrich Händel - Air
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	1. Erroll Garner - It's Alright With Me
	2. Little Walter - You Better Watch Yourself
	3. Porter Wagoner & Dolly Parton - Last Thing On My Mind
	4. Stuart Hamblen - This Ole House
	5. Erroll Garner - Mambo Carmel
	6. Catherine Britt - Too Far Gone
	7. George Jones - She Thinks I Still Care
	8. Erroll Garner - I'll Remember April
	9. Floyd Cramer - San Antonio Rose
Authority Zero - Mesa Town	1. Kiss - I Was Made For Lovin' You
	2. Judas Priest - Prisoner Of Your Eyes
	3. Highway 101 - Somewhere Tonight
	4. Pink Floyd - Have A Cigar
	5. Charles Mingus - Open Letter To Duke
	6. Ray Stevens - You Are So Beautiful
	7. Duke Ellington - Take The A Train
	8. Poco - Pickin' Up The Pieces
	9. Little Willie John - Home At Last
	10. Johnny Paycheck - She's All I Got
Willie Dixon - Tell That Woman	1. Willie Dixon - Don't Let That Music Die
	2. Leroy Carr & Scrapper Blackwell - Gettin' All Wet
	3. Lightnin' Hopkins - Short Haired Woman
	4. Furry Lewis - John Henry
	5. Stanley Brothers & The Clinch Mountain Boys - The Fields Have Turned Brown
	6. Leroy Carr & Scrapper Blackwell - Carried Water For The Elephant
	7. Kokomo Arnold - Cold Winter Blues
	8. Clifford Brown - Lover Man
	9. Memphis Minnie - Frisco Town
	10. Bobby Blue Band - You Did Me Wrong
2 Pac - Fuck The World	1. Clutch - Mr. Freedom
	2. Ice Cube - Funeral
	3. The Beach Boys - That's Not Me
	4. Genesis - Squonk
	5. Opus III - It's A Fine Day
	6. Against Me! - Cavalier Eternel
	7. Kris Kristofferson - Silver Tongued Devil And I
	8. Gwen Stefani - Bubble Pop Electric
	9. Genesis - Robbery, Assault And Battery
	10. Kenny G. & Aaron Neville - Even If My Heart Would Break
Sambas de Enredo 97 - Mangueira	1. Grand Funk Railroad - High Falootin' Woman
	2. Dire Straits - Lions
	3. Sambas de Enredo 95 - Estacio de Sa
	4. Kay Stone - Alone
	5. peter Denahy - Sort Of Dunno Nothin'
	6. Boyz II Men - U Know
	7. Coldplay - 42
	8. Jerry Lee Lewis - Save The Last Dance For Me
	9. The Congos - The Wrong Thing
	10. Ruff Driverz - Dreaming
	1. Aebersold - Autumn Leave
	2. Lowell Fulson - It's A Long Time

	3. Michael Jackson - Human Nature
	4. Henson Cargill - Skip A Rope
	5. Emmylou Harris - Mister Sandman
	6. Aebersold - Blue Bossa
	7. Bella - Tumbling Down
	8. The Brown - The Three Bells (Les Trois Cloches)
	9. DJ Manian - Lovesong
Tiesto - Traffic	1. Denim Project - Freedom To Move
	2. Aurora - Real Life
	3. Cypress Hill - Lowrider
	4. Mystery Islands - 4th Floor (Find Me)
	5. Barron Ricks/Cypress Hill - I Remember That Freak Bitch (From The Club)/Interlude (Pt. 2)
	6. Cypress Hill - Stank Ass Hoe
	7. Tiesto - Voyage (Magik 6)
	8. Orgasmo - Sample My Bumbum
	9. Ian Van Dahl - Castles In The Sky
	10. Cream Team - Div. X

Tabla D.4: NASE_C1.

NASE_C2	
Michael Jackson - Bad	1. Judas Priest - Living Bad Dreams
	2. Fabulous Disaster - Gia
	3. David Allan Coe - The Ride
	4. Clutch - 10001110101
	5. Clutch - 100000 Witnesses
	6. Kiss - Exciter
	7. Fabulous Disaster - Crush
	8. Fabulous Disaster - Red Blister
	9. The Beatles - Yellow Submarine
	10. Genesis - Anything She Does
Bruce Springsteen - Born In The USA	1. The Beatles - Hello Goodbye
	2. Led Zeppelin - Ramble On
	3. System Of A Down - Sad Statue
	4. Bruce Springsteen - Darlington County
	5. Kiss - Dance All Over Your Face
	6. Afrika Bambaataa - Unity, Pt.1: The Third Coming
	7. Guns N' Roses - Anything Goes
	8. Bouncing Souls - Party At 174
	9. B.B. King - Fine Looking Woman
	10. Guns N' Roses - Welcome To The Jungle
Lady GaGa - Bad Romance	1. Hugh Mundell - Time Has Come
	2. Deep Purple - No One Came
	3. Judas Priest - Metal Meltdown
	4. Lady GaGa - Monster
	5. Unknown Source - Nadjanema
	6. Dwarves - You Gotta Burn
	7. Lagwagon - Stokin' The Neighbors
	8. Sambas de Enredo 94 - Mocidade
	9. The Shove Brothers - Paranoia
	10. The Prodigy - Break And Enter

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

Bob Marley - Burnin' And Lootin'	1. Tiesto - Lethal Industry
	2. Ice Cube - Man's Best Friend
	3. Big D and The Kids Table - G.L.D.
	4. Sambas de Enredo 2007 - Salgueiro
	5. Lady GaGa - Monster
	6. Wu-Tang Clan - Tearz
	7. Sambas de Enredo 98 - Grande Rio
	8. Bruno Mars - Money Make Her Smile
	9. Sambas de Enredo 98 - Caprichosos
	10. Darude - Bitter Sweet
Iron Maiden - Aces High	1. Dream Theater - As I Am
	2. Kreator - Violent Revolution
	3. Kreator - Servant In Heaven, King In Hell
	4. Kreator - Reconquering The Throne
	5. Kreator - Slave Machinery
	6. Kreator - Ghetto War
	7. 7 Seconds - Panic Attack
	8. Less Than Jake - Short Fuse Burning
	9. 7 Seconds - All Came Undone
	10. Judas Priest - The Hellion
Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	1. Felix Mendelssohn - Andante Con Moto Allegro Un Poco Agitato
	2. Big Bill Broonzy - Worrying You Off My Mind (Part 1)
	3. Jethro Tull - Wind Up
	4. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.4: Psalm (Live)
	5. John Coltrane - Locomotion
	6. Sambas de Enredo Sao Paulo 2005 - Mocidade Alegre
	7. Lightnin' Hopkins - Give Me Central 209
	8. Catch 22 - Day In, Day Out
	9. Johannes Brahms - Symphony No. 4 in E Minor, Op.98: Allegro Giocoso
	10. Georg Friedrich Händel - Alla Hornpipe
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	1. Erroll Garner - I'll Remember April
	2. Little Walter - You Better Watch Yourself
	3. Stuart Hamblen - This Ole House
	4. Red Sovine & Webb Pierce - Why Baby Why
	5. Sara Vaughan - April In Paris
	6. Best Friend - Toni Braxton
	7. Erroll Garner - It's Alright With Me
	8. Sheb Wooley - That's My Pa
	9. Erroll Garner - Mambo Carmel
Authority Zero - Mesa Town	1. Catch 22 - Kristina, She Don't Know I Exist
	2. Travis Collins - Rip It Up
	3. Stevie Wonder - Knocks Me Off My Feet
	4. Daughtry - Gone
	5. The McClymonts - My Life Again
	6. The Dillards - Somebody Touched Me
	7. Coldplay - Viva La Vida
	8. John Coltrane - A Love Supreme, Pt. 2 - Resolution (Live)
	9. Bobby Hatfield - The Feeling Is Right
Willie Dixon - Tell That Woman	1. Lightnin' Hopkins - Automobile
	2. John Coltrane - Hobo Blues
	3. Willie Dixon - Don't Let That Music Die
	4. Athur Gunter - Baby Let's Play House

	5. Blind Willie Johnson Everybody Ought To Treat A Stranger Right
	6. John Mayer - The Heart Of Life
	7. Maurice Ravel - Piano Concerto in G major: I. Allegramente
	8. Snooks Eaglin - Sophisticated Blues
	9. Down - Doobinterlude
	10. Leroy Carr & Scrapper Blackwell - Carried Water For The Elephant
2 Pac - Fuck The World	1. Robyn - You Should Know Better (feat. Snoop Dogg)
	2. Duderstadt - Mahananda
	3. Dumonde - Cold
	4. Black Eyed Peas - Meet Me Halfway
	5. Ice Cube - Funeral
	6. Genesis - Dance On A Volcano
	7. Syntone - C'est Syntone
	8. Against Me! - Cavalier Eternel
	9. A B___ Iz A B___
	10. DJ Tatana - Liberty
Sambas de Enredo 97 - Mangueira	1. Shakira - Objection
	2. Shakira - Poem To A Horse
	3. Boyz II Men - U Know
	4. Taylor Swift - Change
	5. Down - Lysergik Funeral Procession
	6. Boyz II Men - I'll Make Love To You
	7. Shakira - Te Aviso, Te Anuncio
	8. The Chosen Few - Do Your Thing
	9. Rycky Skaggs - Uncle Pen
	10. Andre 3000 - Dracula's Wedding (feat. Kelis)
The O'Kanes - Oh Darlin'	1. Bella - Tumbling Down
	2. Emmylou Harris - Mister Sandman
	3. Aebersold - Footprints
	4. Alicia Keys - Nobody Not Really
	5. Sal Salvador - You're Driving Me Crazy
	6. Kasey Chambers - Not Pretty Enough
	7. Miles Davis - Rocker
	8. Little Walter - My Babe
	9. Sal Salvador - I Hadn't Anyone 'til You
	10. Harmony James - Precious Little
Tiesto - Traffic	1. Aurora - Real Life
	2. Denim Project - Freedom To Move
	3. Mystery Islands - 4th Floor (Find Me)
	4. The Prodigy - Charly
	5. Cypress Hill - Lowrider
	6. Randy Katana - One Solid Wave
	7. La Luna - Fallin
	8. N-Joi - Malfunction
	9. Cream Team - Div. X
	10. Ian Van Dahl - Castles In The Sky

Tabla D.5: NASE_C2.

NASE_C3

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

Michael Jackson - Bad	1. Guns N' Roses - Double Talkin' Jive
	2. Megadeth - Tornado Of Souls
	3. Noemi - You
	4. Michael Jackson - Dirty Diana
	5. Judas Priest - Screaming For Vengeance
	6. Megadeth - Hangar 18
	7. The Notorious B.G.I. - Warning
	8. Ultramagnetic MC's - Bait
	9. The Prodigy - Charly
	10. System Of A Down - Deer Dance
Bruce Springsteen - Born In The USA	1. Bruce Springsteen - No Surrender
	2. Bruce Springsteen - Darlington County
	3. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.2: Resolution (Breakdown)
	4. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.1: Acknowledgment
	5. Duke Ellington - Studio Concert
	6. Duke Ellington - Day In, Day Out (Live)
	8. Duke Ellington - Part II - Blues To Be There
	9. Jethro Tull - Journey Man
	10. Duke Ellington - Jeep's Blues
	Lady GaGa - Bad Romance
2. Genesis - Robbery, Assault And Battery	
3. Ricky Skaggs - Uncle Pen	
4. HorrorPops - Ghouls	
5. Nas - The Genesis	
6. Manfred Mann's Earth Band - Visionary Mountains	
7. Count Basie - Straight Life	
8. Max Romeo - Tan And See	
9. David Willis - There's A Song On The Jukebox	
10. Wolfgang Amadeus Mozart - Menuetto (allegretto/trio)	
Bob Marley - Burnin' And Lootin'	1. Maria Muldaur - My Tennessee Mountain Home
	2. Gwen Stefani - What You Waiting For?
	3. Sambas de Enredo 99 - Viradouro
	4. Jimi Hendrix - All Along The Watchtower
	5. Good Riddance - Shame, Rights & Privilege
	6. Lionel Richie - All Night Long
	7. Afrika Bambaataa - Unity, Pt.1: The Third Coming
	8. Fabulous Disaster - Down The Drain
	9. Jim Ed Brown - Pop A Top
	10. The Beatles - She Loves You
Iron Maiden - Aces High	1. Lady GaGa - So Happy I Could Die
	2. Flogging Molly - May the Licing Be Dead
	3. The Browns - The Three Bells (Les Trois Cloches)
	4. Face To Face - 14 Hours
	5. Percy Mayfield - Get Way Back
	6. Clutch - 10000 Witnesses
	7. HorroPops - Dotted With Hearts
	8. Johnny Osbourne - Truths And Rights
	9. Pennywise - Need More
	10. Less Than Jake - Welcome To The New South
Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	1. Delaney And Bonnie - We Can Love
	2. Sheb Wooley - That's My Pa
	3. Claude King - Wolverton Mountain
	4. Guy Clark - La Freeway
	5. Bruce Springsteen - All I'm Thinkin' About

	<ol style="list-style-type: none"> 6. Boyz II Men - U Know 7. Hugh Mundell - Live In Love 8. Howlin' Wolf - (Well) That's Right 9. Art Blakey & the Jazz Messengers - Warm-Up And Dialogue Between Lee And Rudy 10. Main Source - Looking At The Front Door (Uncut)(Unreleased)
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erroll Garner - It's Alright With Me 2. Career Suicide - You Got Caught 3. G&M - Sunday Afternoon 4. Sambah de Enredo 2006 - Caprichosos de Pilares 5. DJ Manian - Lovesong 6. Sambah de Enredo 2000 - Caprichosos de Pilares 7. Noemi - You 8. Agenda - Heaven 9. Bad Religion - All There Is
Authority Zero - Mesa Town	<ol style="list-style-type: none"> 1. John O'Callaghan & Thomas Bronzwaer - Lost World Lost World 2. Count Basie - Bubbles 3. Bob Marley - Three Little Birds 4. Marco V - Simulated 5. Dropkick Murphys - The Outcast 6. Black Eyed Peas - Meet Me Halfway 7. The Upsetters - Black Vest 8. NSYNC - Space Cowboy (Yippie-Yi-Yay) 9. Herbie Hancock - Chameleon
Willie Dixon - Tell That Woman	<ol style="list-style-type: none"> 1. Athur Gunter - Baby Let's Play House 2. Leadbelly - T.B. Woman Blues 3. Leadbelly - Alabama Bound 4. B.B. King - Walkin' And Cryin' 5. B.B. King - B.B. Boogie 6. Bob Wills & His texas Playboys - Time Changes Everything 7. Big Bill Broonzy - Good Jelly 8. Robert Johnson - They're Red Hot Blues 9. Lightnin' Hopkins - Give Me Central 209 10. B.B. King - Take A Swing With Me
2 Pac - Fuck The World	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lees Than Jake - That's Why They Call It A Union 2. The Upsetters - Dub Along 3. Burning Spear - Resting Place 4. Tupac Shakur - Hold Ya Head 5. Pink - This Is How It Goes Down 6. Jay-Z - Coming Of Age (feat. Memphis Bleek) 7. Black Sabbath - Walk Away 8. Daddy Yankee - Intro 9. Jay-Z - Can't Knock The Hustle (feat. Mary J, Blidge) 10. Tupac Shakur - White Man'z World
Sambah de Enredo 97 - Mangueira	<ol style="list-style-type: none"> 1. Whitney Houston - Saving All My Love For You 2. The Beatles - Yesterday 3. Sambah de Enredo 97 - Beija Flor 4. Jethro Tull - Wond'ring Aloud 5. Wu-Tang Clan - Wu-Tang Clan Ain't Nothing Ta F' Wit' 6. Buddy Rich - Big Foot 7. Bad Religion - Let Them Eat 8. Bob Marley - Slave Driver 9. Main Source - Lookin' At The Front Door

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	10. The Notorious B.I.G. - Friend Of Mine
The O'Kanes - Oh Darlin'	1. Down - Beautifully Depressed
	2. Sting - When We Dance
	3. Mandy Barnett - Three Days
	4. Black Eyed Peas - Mare
	5. Tupac Shakur - Bomb First (My Second Reply)
	6. George Jones - She Thinks I Still Care
	7. Johnnie & Jack - (Oh Baby Mine) I Get So Lonely
	8. Genesis - The Cinema Show
	9. Sting - Why Should I Cry For You
	10. Catherine Britt - Too Far Gone
Tiesto - Traffic	1. Genesis - Anything She Does
	2. N.W.A. - Straight Outta Compton
	3. Public Enemy - Louder Than A Bomb
	4. The Darkman - Illegale
	5. Gnars Barkley - Feng Shui
	6. Westbam - Celebration Generation
	7. Perry O'Neil - Wave Force
	8. Clutch - Mr. Freedom
	9. KRS-One - 9mm Goes Bang
	10. BeatRayer - The Wave

Tabla D.6: NASE_C3.

NASE_C4	
Michael Jackson - Bad	1. Black Eyed Peas - Missing You
	2. Sylver - Skin
	3. Whitney Houston - Greatest Love Of All (Club 69 Mix)
	4. Black Eyed Peas - Boom Boom Pow
	5. Jay-Z/Rihanna - Umbrella
	6. Boyz II Men - Under Pressure
	7. A-Lusion - Emphasis
	8. Warren G - Show Up And Show Out (feat. Snoop Dogg)
	9. The D.O.C. - It's Funky Enough
	10. Lady GaGa - Monster
Bruce Springsteen - Born In The USA	1. Bruce Springsteen - Darlington County
	2. Kiss - All Over Your Face
	3. Guns N' Roses - Welcome To The Jungle
	4. Guns N' Roses - Nightrain
	5. Kiss - A Million To One
	6. Kiss - Exciter
	7. Bruce Springsteen - No Surrender
	8. AC/DC - Let Me Put My Love In To You
	9. Kiss - Lick It Up
	10. Clifford Brown - De-dah
Lady GaGa - Bad Romance	1. LNQ - Tired
	2. Galen Behr - Time Will Tell
	3. Sambas de Enredo 95 - Tradição
	4. M.I.A. - Bamboo Banga
	5. Sambas de Enredo 95 - Portela
	6. Grand Funk Railroad - Nothing Is The Dame
	7. Peter Tosh - Apartheid

	8. Big Daddy Kane - I'll Take You There
	9. Grand Funk Railroad - Got This Thing On The Move
	10. Ultramagnetic MC's - Mentally Mad
Bob Marley - Burnin' And Lootin'	1. Hugh Mundell - Time Has Come
	2. The Upsetters - Curly Dub
	3. Wu-Tang Clan - Tearz
	4. Galen Behr - Time Will Tell
	5. Sambas de Enredo 96 - Imperio Serrano
	6. Augustus Pablo - Memories Of The Ghetto Dub
	7. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Let's All Unite
	8. Tenor Saw - Jah Guide And Protect Me
	9. Agenda - Heaven
	10. Galen Behr And Robert Burns - Time We Meet Again
Iron Maiden - Aces High	1. MGMT - Time To Pretend
	2. Black Sabbath - Lady Evil
	3. Black Sabbath - Walk Away
	4. Black Sabbath - Wishing Well
	5. Iron Maiden - Losfer Words (Big 'Orra)
	6. Megadeth - Lucretia
	7. Jimi Hendrix - Come On
	8. Judas Priest - Screaming For Vengeance
	9. Iron Maiden - Gangland
	10. Raekwon - Guillotine Swords
Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	1. Genesis - The Cinema Show
	2. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.2: Resolution (Live)
	3. Wolfgang Amadeus Mozart - Sinfonia no42 en Do mayor, KV 551 Allegro Vivace
	4. Gustav Mahler - Trauermarsch In Genessenem Schritt Streng Wie Ein
	5. Pink Floyd - Shine On You Crazy Diamond (Part 2)
	6. John Coltrane - Blue Train
	7. Felix Mendelssohn - Adagio
	8. Franz Schubert - Allegro Giusto
	9. Antoni Dvorák - Allegro Con Fuoco
	10. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.4: Psalm (Live)
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	1. Erroll Garner - It's Alright With Me
	2. Sambas de Enredo 96 - Mocidade Independente de Padre Miguel
	3. Erroll Garner - Mambo Carmel
	4. Christina Aguilera - Beautiful
	5. Erroll Garner - I'll Remember April
	6. Mariah Carey - Always Be My Baby
	7. Catherine Britt - Too Far Gone
	8. Erroll Garner - It's Alright With Me
	9. Sambas de Enredo 96 - Academicos do Grande Rio
Authority Zero - Mesa Town	1. Little Willie John - Person To Person
	2. Warner Mack - The Bridge Washed Out
	3. Ray Stevens - You Are So Beautiful
	4. Augustus Pablo - East Africa
	5. The Beatles - We Can Work It Out
	6. Roy Milton - 'Taint Me
	7. Bobby Hatfield - The Feeling Is Right
	8. Screamin' Jay Hawkins - I Put A Spell On You
	9. Roy Milton - Playboy Blues
	1. Lightnin' Hopkins - Automobile
	2. Willie Dixon - Don't Let That Music Die

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	3. Athur Gunter - Baby Let's Play House
	4. Athur Gunter - Honey Babe
	5. Bobby Blue Band - Last Night
	6. Earl Hooker - Earl's Boogie Woogie
	7. Giovanni B. Pergolesi - Francesco Durante: Concierto no4 en mi; Adagio
	8. Memphis Minnie - Moonshine
	9. Memphis Minnie - My Baby Don't Want Me No More
	10. Lightnin' Hopkins - T Model Blues
2 Pac - Fuck The World	1. Robyn - U Should Know Better (feat Snoop Dogg)
	2. Black Eyed Peas - Meet Me Halfway
	3. Notorious B.I.G. - One More Chance
	4. Duderstadt - Mahananda
	5. John O'Callaghan & Thomas Bronzwaer - Lost World
	6. Bob Marley - Stop That Train
	7. Gregory Isaacs - Night Nurse
	8. Boys II Men - Little Things
	9. John Mayer - Belief
	10. Shakira - Fool
Sambas de Enredo 97 - Mangueira	1. Shakira - Poem To A Horse
	2. Boyz II Men - U Know
	3. Taylor Swift - Change
	4. Boyz II Men - I'll Make Love To You
	5. Down - N.O.D.
	6. Down - On March The Saints
	7. Clutch - Pulaski Skyway
	8. Shakira - Objection
	9. Shakira - Te Aviso, Te Anuncio
	10. Bob Marley - I Shot The Sheriff
The O'Kanes - Oh Darlin'	1. Farlow Tal - Tenderly
	2. Champion Jack Dupree - Strollin'
	3. Little Walter - My Babe
	4. Patsy Cline - She's Got You
	5. Miles Davis - Rocker
	6. Percy Mayfield - Get Way Back
	7. Sal Salvador - You Could Swing For That
	8. Claude King - Wolverton Mountain
	9. Sal Salvador - I Love You
	10. Jimmy McCracklin - Listen Woman
Tiesto - Traffic	1. Silverblue - Step Back
	2. Denim Project - Freedom To Move
	3. Orgasmo - Sample My BumBum
	4. Jurgen Vries - The Theme
	5. Robert Gitelman - Children Of The Sun
	6. Bizarre Inc. - Playing With Knives
	7. Soulvation - Reset Your Brain
	8. Ultramagnetic MC's - Feelin' It
	9. Whitney Houston - Queen If The Night
	10. Jezper - Monastery Hill

Tabla D.7: NASEL.C4.

NASE_C5	
Michael Jackson - Bad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Miranda - Mars Needs Women 2. Sylver - Skin 3. The D.O.C. - Let The Bass Go 4. Antiloop - In My Mind 5. Judas Priest - Metal Meltdown 6. The Darkman - Illegale 7. Jay-Z/Rihanna - Umbrella 8. Ice Cube - My Summer Vacation 9. Black Eyed Peas - Missing You 10. Ultramagnetic MC's - Ego Trippin'
Bruce Springsteen - Born In The USA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bouncing Souls - Party At 174 2. Bruce Springsteen - Darlington County 3. The Beatles - She Loves You 4. Kiss - Dance All Over Your Face 5. Guns N' Roses - Anything Goes 6. The Beatles - I Feel Fine 7. Guns N' Roses - My Michelle 8. Bouncing Souls - Chunksong 9. Descendents - Doghouse 10. Bouncing Souls - Cracked
Lady GaGa - Bad Romance	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deep Purple - No One Came 2. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Western Kingston Style 3. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Sufferer Dub 4. Golden Girls - Kinetic 5. Grand Funk Railroad - Nothing Is The Same 6. The Congos - Nicodemus 7. Galen Behr - Time Will Tell 8. Sambas de Enredo 94 - Mocidade 9. Bob Marley - Three Little Birds 10. The Congos - Ark of the Covenant
Bob Marley - Burnin' And Lootin'	<ol style="list-style-type: none"> 1. Andre 3000 - Roses 2. Hugh Mundell - Time Has Come 3. Ice Cube - Man's Best Friend 4. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Sufferer Dub 5. Sambas de Enredo 95 - Tradiçao 6. Wu-Tang Clan - Tearz 7. Factoria - Kissed By An Angel 8. Hugh Mundell - Live in Love 9. The Upsetters - Curly Dub 10. Galen Behr And Robert Burns - Time Wil Tell
Iron Maiden - Aces High	<ol style="list-style-type: none"> 1. MGMT - Time To Pretend 2. Anti-Heroes - Heroes & Zeroes 3. Manfred Mann's Earth Band - Don't Kill It Carol 4. Iron Maiden - Powerslave 5. Black Sabbath - Lady Evil 6. Raekwon - Guillotine Swords 7. Wilma Lee & Stony Cooper - There's A Big Wheel 8. Iron Maiden - The Duellists 9. Kenny Rogers - Reuben James 10. Megadeth - Lucretia
	<ol style="list-style-type: none"> 1. B.B. King - The Other Night Blues 2. Bob Wills & His Texas Playboys - New San Antonio Rose 3. Al Dexter & His Troopers - Pistol Packin' Mama 4. Jack Greene - There Goes My Everything

Felix Mendelssohn - Allegro Vivace

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	<ol style="list-style-type: none"> 5. The Beatles - The Long And Winding Road 6. Percy Mayfield - Life Is Suicide 7. Johann Sebastian Bach - Courante 8. Bobby Blue Band - Time Out 9. Clifford Brown - Sketch One 10. Georg Friedrich Händel - Air
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erroll Garner - It's Alright With Me 2. Little Walter - You Better Watch Yourself 3. Porter Wagoner & Dolly Parton - Last Thing On My Mind 4. Floyd Cramer - San Antonio Rose 5. Erroll Garner - Mambo Carmel 6. Stuart Hamblen - This Ole House 7. George Jones - She Thinks I Still Care 8. Erroll Garner - It's Alright With Me 9. atherine Britt - Too Far Gone
Authority Zero - Mesa Town	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kiss - I Was Made For Lovin' You 2. Highway 101 - Somewhere Tonight 3. Little Willie John - Home At Last 4. Count Basie - Bubbles 5. Judas Priest - Prisoner Of Your Eyes 6. Poco - Pickin' Up The Pieces 7. Bobby Hatfield - The Feeling Is Right 8. Duke Ellington - Take The A Train 9. Johnny Paycheck - She's All I Got 10. Beethoven - Sinfonía no9 en D menor, op. 125 Presto-Allegro assai
Willie Dixon - Tell That Woman	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lightnin' Hopkins - Automobile 2. John Coltrane - Hobo Blues 3. Willie Dixon - Don't Let That Music Die 4. Athur Gunter - Baby Let's Play House 5. Blind Willie Johnson Everybody Ought To Treat A Stranger Right 6. Snooks Eaglin - Sophisticated Blues 7. Down - Doobinterlude 8. Dr. Hook - Sharing The Night Together 9. Stevie Wonder - Village Ghetto Land 10. John Mayer - The Heart Of Life
2 Pac - Fuck The World	<ol style="list-style-type: none"> 1. Robyn - U Should Know Better (feat Snoop Dogg) 2. Black Eyed Peas - Meet Me Halfway 3. Klea - Tic Toc 4. Duderstadt - Mahananda 5. Dumonde - Cold 6. Ice Cube - Funeral 7. Genesis - Dance On A Volcano 8. A B___ Iz A B___ 9. Syntone - C'est Syntone 10. Ice Cube - Death
Sambas de Enredo 97 - Mangueira	<ol style="list-style-type: none"> 1. Shakira - Objection 2. The Chosen Few - Do Your Things 3. Shakira - Poem To A Horse 4. Down - Lysergil Funeral Procession 5. Andre 3000 - Dracula's Wedding 6. Shakira - Te Aviso, Te Anuncio 7. Boyz II Men - I'll Make Love To You 8. Boyz II Men - U Know

	9. Taylor Swift - Change
	10. Ricky Skaggs - Uncle Pen
The O’Kanes - Oh Darlin’	1. Bella - Tumbling Down
	2. Emmylou Harris - Mister Sandman
	3. Alicia Keys - Nobody Not Really
	4. Aebersold - Footprints
	5. Percy Mayfield - Get Way Back
	6. Sal Salvador - You’re Driving Me Crazy
	7. Sal Salvador - You Could Swing For That
	8. Miles Davis - Rocker
	9. Little Walter - My Babe
	10. Sal Salvador - I Hadn’t Anyone ’til You
Tiesto - Traffic	1. Silverblue - Step Back
	2. N-Joi - Malfunction
	3. Mystery Islands - 4th Floor (Find Me)
	4. Aurora - Real Life
	5. The Prodigy - Charly
	6. Denim Project - Freedom To Move
	7. Randy Katana - One Solid Wave
	8. Cypress Hill - Lowrider
	9. Transa - Supernova
	10. Cygnus X - Positron

Tabla D.8: NASE_C5.

NASE_Total	
Michael Jackson - Bad	1. Sylver - Skin
	2. Black Eyed Peas - Boom Boom Pow
	3. Boyz II Men - Under Pressure
	4. Warren G - Show Up And Show Out (feat. Snoop Dogg)
	5. A-Lusion - Emphasis
	6. The D.O.C. - It’s Funky Enough
	7. Ultramagnetic MC’s - Bait
	8. EPMD - The Steve Martin
	9. Whitney Houston - Greatest Love Of All (Club 69 Mix)
	10. Rachel, Mercedes, Santana, Quinn & Jesse - Express Yourself
Bruce Springsteen - Born In The USA	1. Bruce Springsteen - Darlington County
	2. Kiss - Dance All Over Your Face
	3. Guns N’ Roses - Nightrain
	4. Kiss - A Million To One
	5. Bruce Springsteen - No Surrender
	6. Kiss - Exciter
	7. Guns N’ Roses - Welcome To The Jungle
	8. Guns N’ Roses - My Michelle
	9. Kiss - Lick It Up
	10. Guns N’ Roses - Mr. Bronwstone
Lady GaGa - Bad Romance	1. Ultramagnetic MC’s - Mentally Mad
	2. LNQ - Tired
	3. Galen Behr - Time Will Tell
	4. Sambas de Enredo 95 - Estacio de Sa
	5. Big Daddy Kane - I’ll Take You There
	6. The Notorious B.I.G. - Gimme the Loot

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	<ol style="list-style-type: none"> 7. Sambas de Enredo 96 - Imperio Serrano 8. Grand Funk Railroad - Nothing Is The Same 9. 2 Pac - Me Against the World 10. Transa - Supernova
Bob Marley - Burnin' And Lootin'	<ol style="list-style-type: none"> 1. The D.O.C. - The Formula 2. The Upsetters - Curly Dub 3. Future Breeze - Temple Of Dreams (instrumental club mix) 4. Sambas de Enredo 94 - Mocidade 5. Boyz II Men - This Is My Heart 6. Hugh Mundell - Time Has Come 7. Bob Marley - Kinky Reggae 8. Wu-Tang Clan - Tearz 9. Big Daddy Kane - Set It Off 10. Whitney Houston - My Love Is Your Love
Iron Maiden - Aces High	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clutch - Gullah 2. Black Sabbath - Lady Evil 3. Jimi Hendrix - Come On (part 1) 4. Authority Zero - Good Ol' Days 5. Clutch - 10000 witnesses 6. Catch 22 - Walking Away 7. Manfred Mann's Earth Band - Don't Kill It Carol 8. Kreator - Servant In Heaven, King In Hell 9. Iron Maiden - Losfer Words (Big 'Orra) 10. Pennywise - Need More
Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	<ol style="list-style-type: none"> 1. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.2 - Resolution (Live) 2. Genesis - The Cinema Show 3. Wolfgang Amadeus Mozart - Sinfonía nº41 en Do mayor, KV 551 Allegro Vivace 4. Pink Floyd - Shine On You Crazy Diamond (Part 2) 5. John Coltrane - Blue Train 6. Gustav Mahler - Trauermarsch In Genessenem Schritt Streng Wie Ein 7. Felix Mendelssohn - Adagio 8. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.4 - Psalm (Live) 9. 3. Jean Sibelius - Sinfonía no2 en Re Mayor, Op.43 - I. Allegretto 10. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No2 in C minor, Op. 18: No3, Allegro Scherzando
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erroll Garner - It's Alright With Me 2. Erroll Garner - Mambo Carmel 3. Catherine Britt - Too Far Gone 4. Erroll Garner - It's Alright With Me 5. Mariah Carey - Always Be My Baby 6. Michael Jackson - It's The Falling In Love 7. Sambas de Enredo 96 - Academicos do Grande Rio 8. Leslie Satcher - Love Letters From Old Mexico 9. Michael Jackson - Off The Wall
Authority Zero - Mesa Town	<ol style="list-style-type: none"> 1. Little Willie John - Person To Person 2. Ray Stevens - You Are So Beautiful 3. The Beatles - We Can Work It Out 4. Red Sovine & Webb Pierce - Why Baby Why 5. Sting - She's To Good For Me 6. Little Willie John - Leave My Kitten Alone 7. Bob Luman - Let's Think About Living 8. The Dillards - Let's Think About Living 9. Martina McBride - My Baby Loves Me

	10. Little Willie John - Home At Last
Willie Dixon - Tell That Woman	1. Athur Gunter - Baby Let's Play House
	2. John Coltrane - Hobo Blues
	3. B.B. King - Walkin' And Cryin'
	4. Bob Wills & His Texas Playboys - Time Changes Everything
	5. Memphis Minnie - Frisco Town
	6. Robert Johnson - They're Red Hot Blues
	7. Big Bill Broonzy - Good Jelly
	8. Lightnin' Hopkins - Katie Mae Blues
	9. B.B. King - B.B. Boogie
	10. Elmore James - The 12 Year Old Baby
2 Pac - Fuck The World	1. Robyn - U Should Know Better (feat Snoop Dogg)
	2. Black Eyed Peas - Meet Me Halfway
	3. Bob Marley - Stop That Train
	4. Boys II Men - Little Things
	5. Duderstadt - Mahananda
	6. John Mayer - Belief
	7. Compilation - One/Love Is A Loser
	8. Bob Marley - I Shot The Sheriff
	9. Jay-Z - Can't Knock The Hustle (feat. Mary J, Blidge)
	10. Gregory Isaacs - Night Nurse
Sambas de Enredo 97 - Mangueira	1. Boyz II Men - U Know
	2. Down - N.O.D.
	3. Clutch - Pulaski Skyway
	4. Shakira - Poem To A Horse
	5. Down - On March The Saints
	6. Bob Marley - I Shot The Sheriff
	7. Boyz II Men - I'll Make Love To You
	8. Taylor Swift - Change
	9. Buddy Rich - Big Foot
	10. Flogging Molly - The Kilburn High Road
The O'Kanes - Oh Darlin'	1. Patsy Cline - She's Got You
	2. Little Walter - My Babe
	3. Farlow Tal - Tenderly
	4. Kasey Chambers - Not Pretty Enough
	5. Merle Haggard And The Strangers - Okie From Muskogee
	6. Tammy Wynette - Stand By Your Man
	7. S. Buono - Ode To 10-33
	8. Lowell Fulson - It's A Long Time
	9. Ernst Ashworth - Talk Back Trembling Lips
	10. George Jones & Tammy Wynette - Near You
Tiesto - Traffic	1. Silverblue - Step Back
	2. Orgasmo - Sample My BumBum
	3. Robert Gitelman - Children Of The Sun
	4. Jurgen Vires - The Theme
	5. Bizarre Inc. - Playing With The Knives
	6. The Darkman - Illegale
	7. In Flames - Move Through Me
	8. Ultramagnetic MC's - Feelin' It
	9. Pink - Funhouse (Main Version)
	10. Jezper - Monastery Hill

Tabla D.9: NASE_Total.

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

Pitch_Total	
Michael Jackson - Bad	1. The Congos - Children Crying
	2. Farlow Tal - Night And Day
	3. Erroll Garner - Groovy Day
	4. Whitney Houston - How Will I Know
	5. Count Basie - Sixteen Men Swinging
	6. Shakira - The One
	7. Daughtry - It's Not Over
	8. Snoop Dogg - New Year's Eve (feat. Marty James)
	9. Coldplay - Viva La Vida
	10. System Of A Down - ATWA
Bruce Springsteen - Born In The USA	1. Bill Monroe & His Bluegrass Boys - Molly And Tendbrooks (The Race Horse Song)
	2. Deep Purple - Pictures Of Home
	3. The Beatles - Penny Lane
	4. Dolly Parton, Linda Rondtadt & Emmylou Harris - Those Memories Of You
	5. Augustus Pablo - Chant To King Selassie I
	6. Dropkick Murphys - Walk Away
	7. Earl Hooker - Guitar Rag
	8. Osborne Brothers - Rocky Top
	9. Fugazi - Glue Man
	10. King Tubby - King Of King In Dub
Lady GaGa - Bad Romance	1. Lady GaGa - Monster
	2. Dollphace feat. Snoop Dogg - Lets Go To Vegas
	3. Stan Getz & João Gilberto - Corcovado
	4. Lady GaGa - Bad Romance (Starsmith Remix)
	5. Taylor Swift - White Horse
	6. Judas Priest - Fever
	7. Manfred Mann's Earth Band - Visionary Mountains
	8. DJ Tatana - Liberty
	9. Lee Scratch Perry - Zion's Blood
	10. Beyoncé - Ave Maria
Bob Marley - Burnin' And Lootin'	1. Bob Marley - No More Trouble
	2. Judas Priest - Screaming For Vengeance
	3. Tom T. Hall - Mr. Bonjangles
	4. Bob Marley - Kinky Reggae
	5. Mastodon - Curl Of The Burl
	6. Lee Scratch Perry - Zion's Blood
	7. Guy Clark - La Freeway
	8. ZZ Top - I Thank You
	9. Clutch - Earth Rocker
	10. Led Zeppelin - Celebration Day
Iron Maiden - Aces High	1. King Tubby - Declaration Of Dub
	2. Shakira - Poem To A Horse
	3. Led Zeppelin - Bring It On Home
	4. Fryderyck Chopin - En Mi Mayor, Lento Ma Non Troppo
	5. Metallica - Through The Never
	6. Eric B. & Rakim - As The Rhyme Goes One
	7. Maria Muldaur - My Tennessee Mountain Home
	8. Ultramagnetic MC's - Ain't It Good To You
	9. Clutch - Earth Rocker
	10. Iron Maiden - Invaders
	1. Felix Mendelssohn - Adagio
	2. Cygnus X - Positron

	3. Franz Schubert - Allegro Giusto
	4. Alex M.O.R.P.H. - Walk The Edge
	5. Modest Petrovich Mussorgsky - Alexander Porfirievich Borodin E
	6. Metallica - My Friend Of Misery
	7. Pink Floyd - Time
	8. Stevie Wonder - Another Star
	9. Franz Schubert - Allegro Vivace
	10. Jethro Tull - No Lullaby
Erroll Garner - How Could You Do A Thing Like That To Me	1. The Notorious B.I.G. - Intro
	2. Erroll Garner - Mambo Carmel
	3. N.W.A. - Somethind Like That
	4. Erroll Garner - Mambo Carmel
	5. Sal Salvador - Delighted
	6. HorrorPops - What's Under My Bed
	7. Miles Davis - Rouge
	8. Clifford Brown - Finders Keepers
	9. Sambas de Enredo 96 - Mocidade Independente de Padre Miguel
Authority Zero - Mesa Town	1. Dwarves - Unrepentant
	2. Elvis Presley - That's All Right
	3. Civ - United Kids
	4. Good Riddance - Boxing Day
	5. Fabulous Disaster - Gia
	6. Bouncing Souls - Party At 174
	7. Erik Satie - Air A Faire Fuir II
	8. Fryderyck Chopin - En Do Mayor Allegro
	9. Civ - Can't Wait One Minute More
	10. Gang Green - Break The Bottle
Willie Dixon - Tell That Woman	1. Willie Nelson - On The Road Again
	2. Anti-Heroes - Murder One
	3. Anti-Heroes - Jennifer
	4. Delaney And Bonnie - We Can Love
	5. Dire Straits - Southbound Again
	6. Erik Satie - Caresse
	7. Elmore James - Cry For Me Baby
	8. George Jones & Tammy Wynette - Take Me
	9. Erik Satie - Danse de Travers III
	10. The Carlisles - No Help Wanted
2 Pac - Fuck The World	1. Cypress Hill - Rock Superstar
	2. Ultramagnetic MC's - Critical Beatdown
	3. Ice Cube - I Wanna Kill Sam
	4. Anthrax - Imitation Of Life
	5. Charles Mingus - GG Train
	6. The D.O.C. - The D.O.C. & The Doctor
	7. Ice Cube - Us
	8. In Flames - Another Day In Quicksand
	9. Kreator - Mind On Fire
	10. Warren G - Show Up And Show Out (feat. Snoop Dogg)
Sambas de Enredo 97 - Mangueira	1. HorroPops - Dotted With Hearts
	2. Sambas de Enredo 96 - Unidos Do Porto Da Pedra
	3. The Notorious B.I.G. - Gimme the Loot
	4. Whitney Houston - Same Script, Different Cast
	5. Judas Priest - Metal Meltdown
	6. Sambas de Enredo 2006 - Porto Da Pedra
	7. Toni Braxton - Best Friend

APÉNDICE D. RESULTADOS DESCRIPTORES SIMPLES

	8. Sambas de Enredo 94 - Caprichosos de Pilares
	9. Shakira - Objection (Tango)
	10. Sarah Vaughan - Lullaby Of Birdland
The O'Kanes - Oh Darlin'	1. Howlin' Wolf - Baby Ride With Me
	2. Leroy Carr & Scrapper Blackwell - Christmas In Jail - Ain't That Pain
	3. Merle Haggard And The Strangers - Mama Tried
	4. The Beatles - We Can Work It Out
	5. Blind Willie Johnson - Keep Your Lamp Trimmed and Burning
	6. Blind Willie Johnson - Jesus Make Up My Dying Bed
	7. M.I.A. - Paper Planes
	8. Billy Boy Arnold - Every Day-Every Night
	9. Blind Willie Johnson - Dark Was the Night-Cold Was the Ground
	10. NOFX - Jeff Wears
Tiesto - Traffic	1. The Course - Ready Or Not
	2. Syntone - C'est Syntone
	3. Robyn - U Should Know Better (feat Snoop Dogg)
	4. Blank & Jones - Cream
	5. Cypress Hill - Dr. Greenthumb
	6. Grand Funk Railroad - High Falootin' Woman
	7. Noemi - You
	8. Barbara Mandrell - The Midnight Oil
	9. The Fugees - Ready or Not
	10. Smiley Lewis - Last Night

Tabla D.10: Pitch_Total.

E

Resultados NASE

NASE_C4_100: #1. Willie Dixon - Tell That Woman	
1. Willie Dixon - Don't Let The Music Die	1
2. Lightnin' Hopkins - Automobile	0.5
3. Furry Lewis - Black Gypsy Blues	0.5
4. Giovanni B. Pergolesi - Francesco Durante: Concierto n ^o 4 en mi, Adagio.	0
5. Arthur Gunter - Baby Let's Play House	1
6. Willie Dixon - Money Tree Blues	1
7. Dr. Hook - Sharing The Night Together	0
8. Memphis Minnie - Me And My Chauffeur Blues	1
9. Snooks Eaglin - Sphisticated Blues	1
10. Floyd Cramer - Last Date	0
11. John Lee Hooker - Crawlin' King Snake	0.5
12. Wiley Walker & Gene Sullivan - When My Blue Moon Turns To Gold Again	0
13. Memphis Minnie - In My Girlish Days	0.5
14. Lightnin' Hopkins - T Model Blues	0.5
15. John Lee Hooker - Hobo Blues	0.5
16. Jack Greene - There Goes My Everything	0
17. Bo Diddley - Mona (I Need You Baby)	1
18. Bobby Blue Band - Last Night	0.5
19. Memphis Minnie - Boy Friend Blues	0.5
20. Memphis Minnie - Joe Louis Strut	1
21. Lightnin' Slim - Nothing But The Devil	0
22. Memphis Minnie - My Baby Don't Want Me No More	0.5
23. Memphis Minnie - Frisco Town	1
24. Memphis Minnie - Moonshine	1
25. Leroy Carr & Scrapper Blackwell - Carried Water For The Elephant	1
26. Fryderyck Chopin - En Fa Menor Allegro Molto Agitato	0
27. Hank Locklin - Please Help Me I'm Falling	0
28. Jerry Lee Lewis - You Win Again	0
29. Patti Page - The Tennessee Waltz	0
30. Fryderyck Chopin - En Mi Bemol Mayor Allegretto	0
31. Giovanni B. Pergolesi - Quae Moerebat er Dolebat	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

32. Sonny James - You're The Only World I Know	0
33. Gene Autry - You Are My Sunshine	0
34. Tammy Wynette & David Houston - My Elusive Dreams	0
35. Billy Boy Arnold - Every Day-Every Night	1
36. Willie Nelson - Shotgun Willie	0
37. Lowell Fulson - Lonely Hours	0.5
38. Bo Diddley - Hey Bo Diddley	1
39. Lowell Fulson - Rock'em Dead	1
40. Kokomo Arnold - Wild Water Blues	0
41. Furry Lewis - Judge Harsh Blues	0
42. Jack Greene - Statue Of A Fool	0
43. B.B. King - Walkin' And Cryin'	0.5
44. Skeeter Davis - The End Of The World	0
45. Memphis Minnie - Nothing In Rambling	0.5
46. Fryderyk Chopin - En Do Mayor Allegro	0
47. Willie Dixon - Got You On My Mind	0
48. Furry Lewis - John Henry	1
49. Lightnin' Hopkins - Play With Your Poodle	1
50. Lowell Fulson - Rollin' Blues	1
51. George Jones & Tammy Wynette - Take Me	0
52. George Hamilton IV - She's A Little Bit Country	0
53. Percy Mayfield - The River's Invitation	0
54. Bill Monroe & His Bluegrass Boys - Molly And Tenbrooks (The Race Horse Song)	0.5
55. Frankie Laine - Rawhide	0
56. Antonio Vivaldi - Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Invierno. II Cimento n ^o 4	0
57. Giovanni B. Pergolesi - Largo	0
58. Arthur Gunter - I Want Her Back	0.5
59. Georg Friedrich Händel - Menuet	0
60. Wilburn Brothers - Trouble's Back In Town	0
61. Kokomo Arnold - Backfence Picket Blues	0.5
62. Arthur Gunter - Honey Babe	1
63. Lightnin' Hopkins - Short Haired Woman	0
64. Stanley Brothers & The Clinch Mountain Boys - The Fields Have Turned Brown	0
65. Hank Thompson - The Wild Side Of Life	0
66. Kokomo Arnold - Long And Tall	0.5
67. Percy Mayfield - What A Fool I Was	0.5
68. Al Dexter & His Troopers - Pistol Packin' Mama	1
69. Molly O'Day & The Cumberland Mountain Folks - Poor Ellen Smith	0.5
70. Lightnin' Hopkins - Baby Please Don't Go	1
71. Antonio Vivaldi - Double Orchestra Concerto Per la SS Assontione di Maria Vergine, continuo in C major	0
72. Arthur Gunter - No Naggin' No Draggin'	1
73. Count Basie - Softly With Feeling	0
74. Ernst Ashworth - Talk Back Trembling Lips	0
75. John Lee Hooker - John L's House Rent Boogie	1
76. Bob Wills & His Texas Playboys - Take Me Back To Tulsa	0
77. Eddy Arnold - Make The World Go Away	0
78. Margaret Withing And Jimmy Wakely - Slipping Around	0
79. Down - Doob Interlude	0
80. Stevie Wonder - Village Ghetto Land	0
81. Kokomo Arnold - Mean Old Twister	0.5
82. Richard Berry - I'm Your Fool	0
83. Georg Friedrich Händel - Presto	0

84. Leroy Carr & Scrapper Blackwell - Papa Wants a Cookie	1
85. Clarence Gatemouth Brown - Dirty Work At The Crossroads	0.5
86. Bo Diddley - Who Do You Love	1
87. Blind Willie Johnson - If I Had My Way I'd Tear The Building Down	1
88. Richard Berry - No Room	1
89. Roy Drusky & Tammy Wynette - Yes Mr. Peters	0
90. George Jones & Priscilla Mitchell - Near You	0
91. Johann Sebastian Bach - Courante	0
92. Willie Dixon - Come Here Baby	0.5
93. Dream Theater - Wait For Sleep	0
94. Emmylou Harris - Sweet Dreams	0
95. John Mayer - The Heart Of Life	1
96. John Lee Hooker - Sally Mae	0.5
97. Bob Wills & His Texas Playboys - New San Antonio Rose	1
98. Johnny Daye - Stay Baby Stay	0
99. Slim Dusty - Things I See Around Me	0.5
NASE_C5_100: #1. Willie Dixon - Tell That Woman	
1. Willie Dixon - Don't Let The Music Die	1
2. Lightnin' Hopkins - Automobile	0.5
3. John Lee Hooker - Hobo Blues	0.5
4. Arthur Gunter - Baby Let's Play House	1
5. Merle Haggard - Pancho And Lefty	0
6. Dr. Hook - Sharing The Night Together	0
7. Snooks Eaglin - Sophisticated Blues	1
8. Lightnin' Slim - Nothing But The Devil	0
9. Maurice Ravel - Piano Concerto in G Major: I. Allegramente	0
10. Patti Page - The Tennessee Waltz	0
11. Blind Willie Johnson - Everybody Ought To Treat A Stranger Right	1
12. Down - Doob Interlude	0
13. Giovanni B. Pergolesi - Francesco Durante: Concierto n ^o 4 en mi; Adagio	0
14. Furry Lewis - Black Gypsy Blues	0.5
15. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No.2 in C Minor, Op.18: No.3, Allegro Scherzando	0
16. Stevie Wonder - Village Ghetto Land	0
17. John Mayer - The Heart Of Life	1
18. Bobby Blue Band - Last Night	0.5
19. Blind Willie Johnson - If I Had My Way I'd Tear The Building Down	1
20. Leroy Carr & Scrapper Blackwell - Carried Water For The Elephant	1
21. Memphis Minnie - In My Girlish Days	0.5
22. John Lee Hooker - Crawl'n' King Snake	0.5
23. Jean Sibelius - Sinfonía n ^o 2 en Re Mayor, Op.43 - III. Vivacissimo	0
24. Fryderyk Chopin - En Fa Menor Allegro Molto Agitato	0
25. Memphis Minnie - Frisco Town	1
26. Memphis Minnie - My Baby Don't Want Me No More	0.5
27. Lightnin' Hopkins - T Model Blues	0.5
28. Memphis Minnie - Me And My Chauffeur Blues	1
29. Fryderyk Chopin - En Mi Bemol Mayor Allegretto	0
30. Willie Dixon - Money Tree Blues	1
31. Jack Greene - There Goes My Everything	0
32. Sonny James - You're The Only World I Know	0
33. Floyd Cramer - Lasr Date	0
34. Memphis Minnie - Joe Louis Strut	1
35. Antonio Vivaldi - Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Invierno. Il Cimento n ^o 4	0
36. Memphis Minnie - Moonshine	1

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

37. Billy Boy Arnold - Every Day Every Night	1
38. Memphis Minnie - Boy Friend Blues	0.5
39. Kokomo Arnold - Wild Waters Blues	0
40. Wiley Walker & Gene Sullivan - When My Blue Moon Turns To Gold Againy	0
41. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto N°2 in C Minor, Op.18: N°1, Moderato	0
42. Arthur Gunter - Honey Babe	1
43. Fryderyck Chopin - En Do Mayor Allegro	0
44. Fryderyck Chopin - Andante Spianato Tranquilo	0
45. Bo Diddley - Mona (I Need You Baby)	1
46. Lightnin' Slim - I'm Grown	0.5
47. Dave Brubeck - Two Part Contention	0
48. Earl Hooker - Earl's Boogie Woogie	1
49. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No.3 in D Minor, Op.30: No.2, Intermezzo: Adagio	0
50. Richard Berry - No Room	1
51. Hank Locklin - Please Help Me I'm Falling	0
52. Antonio Vivaldi - Double Orchestra Concerto Per la SS Assontione di Maria Vergine, continuo in C major	0
53. Lowell Fulson - Lonely Hours	0.5
54. Kokomo Arnold - Backfence Picket Blues	0.5
55. Tammy Wynette & David Houston - My Elusive Dreams	0
56. Rodney Crowell - Leaving Louisiana In The Broad Daylight	0
57. Jerry Lee Lewis - You Win Again	0
58. The Beatles - The Long And Winding Road	0
59. Jack Greene - Statue Of A Fool	0
60. Jean Sibelius - Finlandia	0
61. Jean Sibelius - Sinfonía n°2 en Re Mayor, Op. 43 - I. Allegretto	0
62. Gene Autry - Your Are My Sunshine	0
63. B.B. King - Walkin' And Cryin'	0.5
64. Wilburn Brothers - Trouble's Back In Town	0
65. System Of A Down - Lost In Hollywood	0
66. Bo Diddley - Hey Bo Diddley	1
67. Percy Mayfield - The River's Invitation	0
68. Fryderyck Chopin - Balada En Sol Menor Opus 23 Largo	0
69. Antonio Vivaldi - Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Otoño. Primero	0
70. Lowell Fulson - Rock'em Dead	1
71. Willie Dixon - If The Sea Was Whiskey	1
72. Eddy Arnold - Make The World Go Away	0
73. Beyoncé - Satellites	0
74. Georg Friedrich Händel - Menuet	0
75. Pink - I Don't Believe You	0
76. Georg Friedrich Händel - Presto	0
77. Emmylou Harris - Sweet Dreams	0
78. Percy Mayfield - Please Send Me Someone To Love	0.5
79. Antonin Dvorák - Allegro Con Fuoco	0
80. Kokomo Arnold - Long And Tall	0.5
81. Willie Dixon - I Ain't Gonna Be Your Monkey Man	1
82. Felix Mendelssohn - Andante Con Moto Allegro Un Poco Agitato	0
83. Johannes Brahms - Symphony No. 4 in E Minor, Op.98: Allegro Giocoso	0
84. George Hamilton IV - She's A Little Bit Country	0
85. Richard Wagner - Preludio (Los Maestros Cantores, Tercer Acto)	0
86. Don Gibson - Oh Lonesome Me	1
87. Crystal Gayle - Miss The Mississippi And You	0
88. Arthur Gunter - No Naggin' No Draggin'	1

89. Sarah Vaughan - You're Not The Kind	0
90. Giovanni B. Pergolesi - Quae Moerebat et Dolebat	0
91. Whitney Houston - I Always Will Love You	0
92. Willie Dixon - Since My Baby Gone	1
93. Tracy Lawrence - Sticks And Stones	0
94. Count Basie - Softly With Feeling	0
95. Sarah Vaughan - It's Crazy	0
96. Lowell Fulson - Rollin' Blues	0.5
97. Willie Nelson - Shotgun Willie	0
98. Clarence Gatemouth Brown - Dirty Work At The Crossroads	0.5
99. Memphis Minnie - Nothing In Rambling	0.5
NASE.C4+C5.100: #1. Willie Dixon - Tell That Woman	
1. Willie Dixon - Don't Let The Music Die	1
2. Lightnin' Hopkins - Automobile	0.5
3. Arthur Gunter - Baby Let's Play House	1
4. John Lee Hooker - Hobo Blues	0.5
5. Dr. Hook - Sharing The Night Together	0
6. Snooks Eaglin - Sophisticated Blues	1
7. Lightnin' Slim - Nothing But The Devil	0
8. Giovanni B. Pergolesi - Francesco Durante: Concierto n ^o 4 en mi, Adagio	0
9. Furry Lewis - Black Gypsy Blues	0.5
10. Patti Page - The Tennessee Waltz	0
11. Down - Doob Interlude	0
12. Bobby Blue Band - Last Night	0.5
13. Blind Willie Johnson - Everybody Ought To Treat A Stranger Right	1
14. Stevie Wonder - Village Ghetto Land	0
15. Memphis Minnie - In My Girlish Days	0.5
16. John Mayer - The Heart Of Life	1
17. Leroy Carr & Scrapper Blackwell - Carried Water For The Elephant	1
18. John Lee Hooker - Crawlin' King Snake	0.5
19. Fryderyk Chopin - En Fa Menor Allegro Molto Agitato	0
20. Memphis Minnie - Me And My Chauffeur	1
21. Memphis Minnie - My Baby Don't Want Me No More	0.5
22. Lightnin' Hopkins - T Model Blues	0.5
23. Willie Dixon - Moner Tree Blues	1
24. Memphis Minnie - Frisco Town	1
25. Blind Willie Johnson - If I Had My Way I'd Tear The Building Down	1
26. Jack Greene - There Goes My Everything	0
27. Floyd Cramer - Last Date	0
28. Fryderyk Chopin - En Mi Bemol Mayor Allegretto	0
29. Memphis Minnie - Joe Louis Strut	1
30. Sonny James - You're The Only World I Know	0
31. Memphis Minnie - Moonshine	1
32. Memphis Minnie - Boy Friend Blues	0.5
33. Antonio Vivaldi - Las Cuatro Estaciones: La Primavera. Il Cimento, n ^o 1	0
34. Billy Boy Arnold - Every Day-Every Night	1
35. Wiley Walker & Gene Sullivan - When My Blue Moon Turns To Gold Again	0
36. Kokomo Arnold - Wild Water Blues	0
37. Bo Diddley - Mona (I Need You Baby)	1
38. Fryderyk Chopin - En Do Mayor Allegro	0
39. Arthur Gunter - Honey Babe	1
40. Hank Locklin - Please Help Me I'm Falling	0
41. Merle Haggard - Pancho And Lefty	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

42. Earl Hooker - Earl's Boogie Woogie	1
43. Lowell Fulson - Lonely Hours	0.5
44. Lightnin' Slim - I'm Grown	0.5
45. Richard Berry - No Room	1
46. Antonio Vivaldi - Double Orchestra Concerto Per la SS Assontione di Maria Vergine, continuo in C major	0
47. Tammy Wynette And David Houston - My Elusive Dreams	0
48. Kokomo Arnold - Backfence Picket Blues	0.5
49. Jerry Lee Lewis - You Win Again	0
50. Jack Greene - Statue Of A Fool	0
51. Rodney Crowell - Leaving Louisiana In The Broad Daylight	0
52. Gene Autry - You Are My Sunshine	0
53. B.B. King - Walkin' And Cryin'	0.5
54. Bo Diddley - Hey Bo Diddley	1
55. Wilburn Brothers - Trouble's Back In Town	0
56. Percy Mayfield - The River's Invitation	0
57. Lowell Fulson - Rock'em Dead	1
58. Georg Friedrich Händel - Menuet	0
59. Willie Dixon - If The Sea Was Whiskey	1
60. Eddy Arnold - Make The World Go Away	0
61. Georg Friedrich Händel - Presto	0
62. Beyoncé - Satellites	0
63. Fryderyck Chopin - Andante Spianato Tranquilo	0
64. Emmylou Harris - Sweet Dreams	0
65. Kokomo Arnold - Long And Tall	0.5
66. George Hamilton IV - She's A Little Bit Country	0
67. The Beatles - The Long And Winding Road	0
68. Percy Mayfield - Please Send Me Someone To Love	0.5
69. Giovanni B. Pergolesi - Quae Moerebat et Dolebat	0
70. Willie Dixon - I Ain't Gonna Be Your Monkey Man	1
71. Arthur Gunter - No Naggin'-No Draggin'	1
72. Don Gibson - Oh Lonesome Me	1
73. Willie Nelson - Shotgun Willie	0
74. Memphis Minnie - Nothing In Rambling	0.5
75. Lowell Fulson - Rollin' Blues	0.5
76. Furry Lewis - Judge Harsh Blues	0
77. Count Basie - Softly With Feeling	0
78. Crystal Gayle - Miss The Mississippi And You	0
79. George Jones & Tammy Wynette - Take Me	0
80. Clarence Gatemouth Brown - Dirty Work At The Crossroads	0.5
81. Lightnin' Hopkins - Play With Your Poodle	1
82. Hank Thompson - The Wild Side Of Life	0
83. Stanley Brothers & The Clinch Mountain Boys - The Fields Have Turned Brown	0
84. Willie Dixon - Since My Baby Gone	1
85. Percy Mayfield - What A Fool I Was	0.5
86. Arthur Gunter - I Want Her Back	0.5
87. Lightnin' Hopkins - Baby Please Don't Go	1
88. Al Dexter & His Troopers - Pistol Packin' Mama	1
89. Big Bill Broonzy - Good Jelly	1
90. Antonio Vivaldi - Violin Concerto, Las Cuatro Estaciones: El Otoño. II Cimento, n ^o 3. Segundo	0
91. Clarence Gatemouth Brown - For Now So Long	0
92. Jerry Lee Lewis - Whole Lot Of Shakin' Going On	1
93. The Fugees - Red Intro	0

94. Frankie Laine - Rawhide	0
95. Glen Campbell - Wichita Lineman	0
96. Tracy Lawrence - Sticks And Stones	0
97. Bill Monroe & His Bluegrass Boys - Molly And Tenbrooks (The Race Horse Song)	0
98. Lonnie Johnson - Have To Change Keys (To Play These Blues)	1
99. Dream Theater - Wait For Sleep	0
NASE_C4.100: #2. Iron Maiden - Aces High	
1. MGMT - Time To Pretend	0
2. Kreator - Mind On Fire	1
3. Megadeth - Lucretia	1
4. Mastodon - Octopus Has No Friends	1
5. Kiss - Lick It Up	0.5
6. Kiss - A Million To One	0.5
7. Megadeth - The Killing Road	1
8. Megadeth - I Thought I Knew It All	1
9. Megadeth - Elysian Fields	1
10. Kreator - Ghetto War	1
11. Black Sabbath - Wishing Well	1
12. Judas Priest - Screaming For Vengeance	1
13. Kreator - Reconquering The Throne	1
14. Kreator - Violent Revolution	1
15. Pennywise - Greed	0
16. Kreator - Servant In Heaven King In Hell	1
17. Metallica - Battery	1
18. Kreator - Murder Fantasies	1
19. Bad Religion - The Empire Strikes First	0
20. Black Sabbath - Lady Evil	1
21. Charlie Parker - Drum Conversation	0
22. Manfred Mann's Earth Band - Don't Kill It Carol	0.5
23. Kreator - Slave Machinery	1
24. Megadeth - Black Curtains	1
25. Authority Zero - Good Ol' Days	1
26. Clutch - The Incomparable Mr. Flannery	0.5
27. Kiss - Exciter	1
28. Iron Maiden - Losfer Words (Big 'Orra)	1
29. Civ - Boring Summer	0.5
30. Clutch - Gullah	0.5
31. Guns N' Roses - Welcome To The Jungle	1
32. Raekwon - Guillotine Swords	0
33. Guns N' Roses - My Michelle	1
34. Pantera - Mouth For War	1
35. Guns N' Roses - Mr. Brownstone	1
36. Anthrax - Make Me Laugh	1
37. Judas Priest - Riding On The Wind	1
38. Pantera - The Badge	1
39. Fugazi - And The Same	0
40. Grand Funk Railroad - Walk Like A Man	0.5
41. Raekwon - Ice Cream	0
42. Pennywise - Need More	1
43. Guns N' Roses - Dead Horse	1
44. Civ - All Twisted	0
45. Anthrax - Schism	1
46. Kiss - Dance All Over Your Face	0.5

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

47. Pennywise - One Voice	0.5
48. Whitney Houston - One Moment In Time	0
49. Beastie Boys - Fight For Your Rights	0
50. Pennywise - Might Be A Dream	0.5
51. Judas Priest - Fever	1
52. Grand Funk Railroad - Hooray	0.5
53. Anti-Heroes - The Tradition	0
54. Authority Zero - A Passage In Time	0
55. Jay-Z - Bring It On (feat. Big Jaz & Sauce Money)	0
56. Megadeth - Tornado Of Souls	1
57. Dropkick Murphys - Fields Of Athenny	0
58. Toni Braxton - Love Shoulda Brought You Home	0
59. The Beatles - Ticket To Ride	0
60. Clutch - The Wolf Man Kindly Requests	0.5
61. Clutch - 10001110101	0.5
62. Kreator - Under A Total Blackened Sky	1
63. AC/DC - Hells Bells	1
64. Kreator - Enemy Of God	1
65. Guns N' Roses - Anything She Does	1
66. Mastodon - Curl Of The Burl	1
67. Clutch - The Face	0.5
68. Black Sabbath - Walk Away	1
69. Cypress Hill - Rock Superstar	0
70. Lees Than Jake - The Brightest Bulb Has Burned Out	0
71. Jimi Hendrix - Come On (Part 1)	0
72. Mastodon - Oblivion	1
73. Buddy Rich - You're Getting To Be A Habit With Me	0
74. AC/DC - Shake A Leg	1
75. Bruce Springsteen - No Surrender	0
76. Howlin' Wolf - California Boogie	0
77. Pink - Mean	0
78. Down - Invest In Fear	1
79. Charles Mingus - GG Train	0
80. Authority Zero - Sky's The Limit	0.5
81. Pennywise - Badge Of Pride	0.5
82. Catch 22 - Kristina, She Don't Know I Exist	0
83. Civ - United Kids	0
84. Descendents - I Won't Let Me	0
85. Manfred Mann's Earth Band - Visionary Mountains	0
86. Catch 22 - Kristina, She Doesn't Know That I Exist	0
87. Jethro Tull - Weathercock	0
88. Kreator - Dystopia	1
89. Anti-Heroes - Heroes & Zeroes	1
90. System Of A Down - Revenga	1
91. Bouncing Souls - Kate Is Great	0
92. Anti-Heroes - Murder One	1
93. Fugazi - Give Me The Cure	0
94. Manfred Mann's Earth Band - Spirits In The Night	0
95. Lars Frederiksen And The Bastards - Wine And Roses	0
96. Jimi Hendrix - All Along The Watchtower	0.5
97. Kreator - One Evil Comes (A Million Follow)	1
98. HorrorPops - Horror Beach	0
99. Black Sabbath - Neon Knights	1

NASE_C5_100: #2. Iron Maiden - Aces High	
1. MGMT - Time To Pretend	0
2. Iron Maiden - Powerslave	1
3. Manfred Mann's Earth Band - Don't Kill It Carol	0.5
4. Megadeth - Lucretia	1
5. 7 Seconds - Big Fall	0.5
6. Good Riddance - Dylan	1
7. Iron Maiden - The Duellists	1
8. Anti-Heroes - Heroes & Zeroes	1
9. Raekwon - Guillotine Swords	0
10. Kreator - Mind On Fire	1
11. Black Sabbath - Lady Evil	1
12. Black Sabbath - Wishing Well	1
13. Gang Green - Eviction Party	0.5
14. 7 Seconds - Panic Attack	0.5
15. Kreator - Ghetto War	1
16. Judas Priest - Riding On The Wind	1
17. Wilma Lee & Stoney Cooper - There's A Big Wheel	0
18. 7 Seconds - All Came Undone	0.5
19. Freddy Fender - Wasted Days & Wasted Nights	0
20. Good Riddance - Saccharine	0.5
21. Gang Green - Time To Pay	0.5
22. Anthrax - Make Me Laugh	1
23. Against Me! - You Look Like I Need A Drink	1
24. Little Willie John - Fever	0
25. 7 Seconds - This is Temporary	0.5
26. Megadeth - Tornado Of Souls	1
27. Kenny Rogers - Reuben James	0
28. Jimi Hendrix - Come On (Part 1)	0.5
29. Catch 22 - Giving Up, Giving In	0.5
30. Pennywise - Watch Me As I Fall	0.5
31. Good Riddance - Made To Be Broken	0
32. Anthrax - I Am The Law	1
33. Latterman - 83% Off Your Self-Esteem	0.5
34. Pennywise - Need More	1
35. Black Sabbath - Walk Away	1
36. Megadeth - Hangar 18	1
37. Judas Priest - Screaming For Vengeance	1
38. Mastodon - Blasteroid	1
39. Latterman - The Biggest Sausage Party Ever	0.5
40. Kreator - Violent Revolution	1
41. Kreator - Murder Fantasies	1
42. Against Me! - Mutiny On The Electronic Bay	0
43. Pennywise - Might Be A Dream	0.5
44. Elmore James - Cry For Me Baby	0
45. Johnny Horton - Sink The Bismarck	0
46. Mastodon - Octopus Has No Friends	1
47. Iron Maiden - Losfer Words (Big 'Orra)	1
48. Good Riddance - Boxing Day	0
49. Anti-Heroes - Hurricane Bubba	0.5
50. Manfred Mann's Earth Band - Spirits In the Night	0
51. Pantera - The Badge	1
52. Kreator - Reconquering The Throne	1

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

53. Pennywise - Greed	0
54. Kiss - Lick It Up	0.5
55. Black Sabbath - Neon Knights	1
56. Clutch - Gullah	0.5
57. Career Suicide - Fan The Flame	1
58. Kreator - Servant In Heaven/King In Hell	1
59. Catch 22 - Supernothing	0
60. 7 Seconds - Still On It	0.5
61. Against Me! - Slurring The Rhythms	0.5
62. Kiss - A Million To One	0.5
63. Guns N' Roses - Mr. Brownstone	1
64. Career Suicide - Keep To Yourself	0.5
65. Clutch - The Face	0.5
66. Jethro Tull - No Lullaby	0
67. Latterman - My Dreams About Not Sleeping Un	0
68. Pennywise - Straight Ahead	0
69. Kreator - Enemy Of God	1
70. Raekwon - Ice Cream	0
71. Dr. Dre - Bar One (feat. Eddie Griffin, Ms. Roq & Traci Nelson)	0
72. Kreator - Slave Machinery	1
73. Catch 22 - Supernothing	0
74. Grand Funk Railroad - Creepin'	0
75. Judas Priest - The Hellion	1
76. Good Riddance - There's No I in Team	0.5
77. Career Suicide - Realities	0.5
78. Megadeth - Rust In Peace...Polaris	1
79. ZZ Top - I Thank You	0
80. Daughtry - All These Lives	0
81. Anthrax - A Skeleton In The Closet	1
82. Judas Priest - (Take These) Chains	1
83. Fabulous Disaster - Red Blister	0
84. Pantera - 5 Minutes Alone	1
85. B.B. King - Miss Martha King	0
86. Clutch - The Wolf Man Kindly Requests...	0.5
87. Howlin' Wolf - Look-A-Here Baby	0
88. Gang Green - Death Of The Party	0
89. Good Riddance - Black Bag Confidential	0
90. Charlie Parker - Drum Conversation	0
91. Little Willie John - Suffering With The Blues	0
92. Pennywise - One Voice	0.5
93. Megadeth - Elysian Fields	1
94. Iron Maiden - The Prisoner	1
95. Megadeth - Addicted To Chaos	1
96. Fabulous Disaster - Gia	0
97. Latterman - There's No Way "Punk Was Meant To Be Done"	0
98. Judas Priest - Fever	1
99. Billy Boy Arnold - Rockinitis	0
NASE_C4+C5_100: #2. Iron Maiden - Aces High	
1. MGMT - Time To Pretend	0
2. Megadeth - Lucretia	1
3. Manfred Mann's Earth Band - Don't Kill It Carol	0.5
4. Kreator - Mind On Fire	1
5. Black Sabbath - Wishing Well	1

6. Kreator - Ghetto War	1
7. Black Sabbath - Lady Evil	1
8. Raekwon - Guillotine Swords	0
9. Judas Priest - Riding On The Wind	1
10. Anti-Heroes - Heroes & Zeroes	1
11. Anthrax - Make Me Laugh	1
12. Judas Priest - Screaming For Vengeance	1
13. Mastodon - Octopus Has No Friends	1
14. Kreator - Violent Revolution	1
15. Kiss - Lick It Up	0.5
16. Kreator - Murder Fantasies	1
17. Megadeth - Tornado Of Souls	1
18. Kreator - Reconquering The Throne	1
19. Pennywise - Need More	1
20. Pennywise - Greed	0
21. Kiss - A Million To One	0.5
22. Jimi Hendrix - Come On (Part 1)	0.5
23. Iron Maiden - Losfer Words (Big 'Orra)	1
24. Kreator - Servant In Heaven, King In Hell	1
25. Black Sabbath - Walk Away	1
26. Clutch - Gullah	0.5
27. Pantera - The Badge	1
28. Pennywise - Might Be A Dream	0.5
29. Megadeth - Elysian Fields	1
30. Kreator - Slave Machinery	1
31. Guns N' Roses - Mr. Brownstone	1
32. Raekwon - Ice Cream	0
33. Charlie Parker - Drum Conversation	0
34. Bad Religion - The Empire Strikes First	0
35. Manfred Mann's Earth Band - Spirits In The Night	0
36. Kreator - Enemy Of God	1
37. Clutch - The Face	0.5
38. Megadeth - The Killing Road	1
39. Pennywise - Watch Me As I Fall	0.5
40. Metallica - Battery	1
41. Black Sabbath - Neon Knights	1
42. Pennywise - One Voice	0.5
43. Grand Funk Railroad - Walk Like A Man	0.5
44. Iron Maiden - The Duellists	1
45. Authority Zero - Good Ol' Days	1
46. Clutch - The Wolf Man Kindly Requests...	0.5
47. Judas Priest - Fever	1
48. Megadeth - I Thought I Knew It All	1
49. Fugazi - And The Same	0
50. Catch 22 - Giving Up, Giving In	0.5
51. 7 Seconds - Still On It	0.5
52. Megadeth - Hangar 18	1
53. Pennywise - Staright Ahead	0.5
54. Little Willie John - Fever	0
55. Clutch - The Incomparable Mr. Flanery	0.5
56. Catch 22 - Supernothing	0
57. Mastodon - Blasteroid	1
58. Freddy Fender - Wasted Days & Wasted Nights	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

59. Catch 22 - Kristina, She Doesn't Know I Exist	0
60. Good Riddance - Saccharine	0.5
61. Gang Green - Time To Pay	0.5
62. Guns N' Roses - Welcome To The Jungle	1
63. Anthrax - I Am The Law	1
64. Catch 22 - Kristina, She Doesn't Know I Exist	0
65. Iron Maiden - The Prisoner	1
66. Mastodon - Oblivion	1
67. Judas Priest - (Take These) Chains	1
68. Against Me! - You Look Like I Need A Drink	1
69. 7 Seconds - Panic Attack	0.5
70. Good Riddance - Dylan	1
71. Anthrax - Schism	1
72. Latterman - He's A Good Sposato	0.5
73. Daughtry - All These Lives	0
74. Catch 22 - Supernothing	0
75. Guns N' Roses - Sweet Child O'Mine	0.5
76. Guns N' Roses - My Michelle	1
77. Megadeth - Rust In Peace...Polaris	1
78. Grand Funk Railroad - Creepin'	0
79. Manfred Mann's Earth Band - Visionary Mountains	0
80. Lars Frederiksen And The Bastards - Leavin Here	0
81. Against Me! - Slurring The Rhythms	1
82. Fabulous Disaster - Red Blister	0
83. Anhrax - Be All, End All	1
84. Jimi Hendrix - All Along The Watchtower	0.5
85. Civ - Boring Summer	0.5
86. Clutch - 10001110101	0.5
87. AC/DC - Hells Bells	1
88. Johnny Horton - Sink The Bismarck	0
89. Kreator - Dystopia	1
90. ZZ Top - I Thank You	0
91. Bouncing Souls - Kate Is Great	0
92. Iron Maiden - Powerslae	1
93. Toni Braxton - Love Shoulda Brought You Home	0
94. Pantera - Mouth For War	1
95. Kenny Rogers - Reuben James	0
96. Jethro Tull - Journey Man	0
97. Megadeth - Addicted To Chaos	1
98. Fugazi - Give Me The Cure	0
99. Anti-Heroes - Hurricane Bubba	0.5
NASE_C4_100: #3. Bruce Springsteen - Born In The USA	
1. Whitney Houston - So Emotional	1
2. Jimi Hendrix - Still Raining, Still Dreaming	0.5
3. Bruce Springsteen - Darlington County	1
4. Count Basie - Blues Backstage	0
5. Kiss - Hard Times	1
6. Beastie Boys - Rhymin & Stealin	0
7. Kiss - Charisma	1
8. Clifford Brown - Get Happy	0
9. Kiss - Save Your Love	0.5
10. Eric B. & Rakim - Eric B. Is President	0
11. Whitney Houston - Love Will Save The Day	0.5

12. Children Of Bodom - Follow The Reaper	0
13. Michael Jackson - Just Good Friends	0.5
14. Michael Jackson - Don't Stop 'Til Get Enough	0.5
15. Manfred Mann's Earth Band - Time Is Right	1
16. Prince And The Revolution - Let's Go Crazy	0.5
17. KRS-One - Poetry	0
18. Clifford Brown - De-Dah	0
19. Raekwon - Ice Cream	0
20. Children Of Bodom - Mask Of Sanity	0
21. Genesis - Anything She Does	1
22. The Prodigy - Voodoo People	0
23. Judas Priest - Screaming For Vengeance	0
24. Evelyn Thomas - High Energy	0
25. Bellson Louis - (All Right) Jump It Man	0
26. Bruce Springsteen - Dancing In The Dark	1
27. Afrika Bambaataa - (Untitled Hidden Track)	0
28. Manfred Mann's Earth Band - Don't Kill It Carol	1
29. Kiss - Dance All Over Your Face	1
30. The Prodigy - Out Of Space	0
31. Guns N' Roses - Welcome To The Jungle	1
32. Dropkick Murphys - Fields Of Athenny	0
33. Kiss - Sure Know Something	1
34. Guns N' Roses - Nightrain	1
35. Pink - Mean	0.5
36. Bruce Springsteen - No Surrender	1
37. Count Basie - You For Me	0
38. Whitney Houston - How Will I Know	0.5
39. Children Of Bodom - Kissing The Shadows	0
40. Michael Jackson - Leave Me Alone	1
41. Genesis - Invisible Touch	1
42. Public Enemy - Termiantor X To The Edge Of Panic	0
43. Children Of Bodom - Taste of My Scythe	0
44. Black Sabbath - Wishing Well	0
45. Less Than Jake - The Brightest Bulb Has Burned Out	0
46. Cypress Hill - Rock Superstar	0
47. Pantera - Strength Beyond Strength	0
48. Guns N' Roses - Anything Goes	1
49. Guns N' Roses - Dead Horse	0.5
50. Clifford Brown - Cookin'	0
51. Duke Ellington - Newport Up (Live)	0
52. Jethro Tull - No Lullaby	0.5
53. Bruce Springsteen - I'm Goin' Down	1
54. Guns N' Roses - Sweet Child O'Mine	1
55. Beastie Boys - Fight For Your Right	0
56. Guns N' Roses - My Michelle	0.5
57. Pennywise - Greed	0
58. Descendents - I Won't Let Me	0
59. Led Zeppelin - Whole Lotta Love	1
60. Michael Jackson - Workin' Day And Night	0
61. Metallica - Of Wolf And Man	0
62. Jethro Tull - Weathercock	0.5
63. Megadeth - Hangar 18	0
64. Rihanna - Question Existing	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

65. Pyrate - Bycance	0
66. KRS-One - Scott LaRock Mega-Mix	0
67. Kiss - I Was Made For Loving You Baby	1
68. Public Enemy - Louder Than A Bomb	0
69. Whitney Houston - One Moment in Time	0
70. Manfred Mann's Earth Band - Spirits In The Night	1
71. Toni Braxton - Love Shoulda Brought You Home	0
72. Kiss - A Million To One	1
73. Toni Braxton - How Many Ways	0.5
74. The Prodigy - Full Throttle	0
75. Dropkick Murphys - As One	0
76. DJ Edx - I'm Not Interested	0
77. Paula Abdul - Way That You Love Me	0
78. Pantera - Throes Of Rejection	0
79. Eddie Costa - If I Were A Bell	0
80. Megadeth - Lucretia	0
81. Howlin' Wolf - Color And Kind	0
82. Genesis - Land Of Confusion	1
83. System Of A Down - Revenga	0
84. Buddy Rich - Big Foot	0
85. Manfred Mann's Earth Band - Visionary Mountains	0.5
86. Michael Jackson - Dirty Diana	0
87. Children Of Bodom - Children Decadence	0
88. The Prodigy - Their Law	0
89. Jimi Hendrix - Crosstown Traffic	1
90. Buddy Rich - Toot, toot, tootsie goodbye	0
91. NSYNC - Bringin' Da Noise	0
92. Kreator - Ghetto War	0
93. Public Enemy - Don't Belive The Hype	0
94. Guns N' Roses - Mr. Brownstone	1
95. Guns N' Roses - Don't Damn Me	1
96. Jay-Z - Bring It On (feat. Big Jaz & Sauce Money)	0
97. The Prodigy - Smack My Bitch Up	0
98. Kiss - Lick It Up	1
99. AC/DC - What Do You Do For Money Honey (Remix)	1
NASE_C5_100: #3. Bruce Springsteen - Born In The USA	
1. Bruce Springsteen - Darlington County	1
2. Descendents - Doghouse	0
3. Bouncing Souls - Party At 174	0
4. Descendents - I Won't Let Me	0
5. Guns N' Roses - My Michelle	0.5
6. Guns N' Roses - Anything Goes	1
7. The Beatles - She Loves You	1
8. Kiss - Dance All Over Your Face	1
9. Lars Frederiksen And The Bastards - Six Foot Five	0
10. Descendents - Hateful Notebook	0
11. Dr. Dre - Bar One (feat. Eddie Griffin, Ms. Roq & Traci Nelson)	0
12. Genesis - Invisible Touch	1
13. Bouncing Souls - Chunksong	0
14. System Of A Down - Sad Statue	0
15. Guns N' Roses - Welcome To the Jungle	1
16. Buck Owens & The Buckaroos - Sam's Place	0.5
17. Christina Aguilera - Stripped Pt.2	0

18. Clifford Brown - De-dah	0
19. Flogging Molly - Swagger	0
20. Dwarves - Everybodies Girl	0
21. Big D And The Kids Table - Apology	0
22. Descendents - Caught	0
23. Guns N' Roses - Mr. Brownstone	1
24. Dropkick Murphys - As One	0
25. Buddy Rich - All Sweets	0
26. Bruce Springsteen - I'm Goin' Down	1
27. Duke Ellington - Star Spangled Banner	0
28. Kiss - Sure Know Something	1
29. Judas Priest - Riding On The Wind	0
30. Bouncing Souls - Kate Is Great	0
31. Pink - Mean	0.5
32. Pennywise - Might Be A Dream	0
33. Whitney Houston - So Emotional	1
34. Beastie Boys - Rhymin & Stealin	0
35. Evelyn Thomas - High Energy	0
36. Pennywise - Need More	0
37. The Beatles - I Feel Fine	0
38. Jimi Hendrix - Still Raining, Still Dreaming	0.5
39. Jimi Hendrix - Crosstown Traffic	1
40. DJ Edx - I'm Not Interested	0
41. The Beatles - Tocket To Ride	0.5
42. Guns N' Roses - Nightrain	1
43. Kiss - A Million To One	1
44. Duke Ellington - Festival Junction (Live)	0
45. Bellson Louis - (All Right) Jump It Man	0
46. Descendents - Rotting Out	0
47. Prince And The Revolution - Purple Rain	0.5
48. Pennywise - Can't Believe It	0
49. B.B. King - Fine Looking Woman	0
50. Bruce Springsteen - No Surrender	1
51. Bouncing Souls - Cracked	0
52. Kiss - Lick It Up	1
53. Whitney Houston - Love Will Save The Day	0.5
54. AC/DC - What Do You Do For Money Honey	1
55. Judas Priest - Screaming For Vengeance	0
56. Eric B. & Rakim - Eric B. Is President	0
57. Clarence Gatemouth Brown - Hurry Back Good News	0
58. AC/DC - Let Me Put My Love In To You	1
59. Howlin' Wolf - (Well) That's Alright	0.5
60. Judas Priest - (Take These) Chains	0.5
61. System Of A Down - Revenga	0
62. NSYNC - Bye Bye Bye	0
63. Howlin' Wolf - California Boogie	0
64. System Of A Down - Cigaro	0
65. Catch 22 - Supernothing	0
66. Howlin' Wolf - Everybody's In The Mood	0.5
67. 7 Seconds - Still On It	0
68. Count Basie - Blues Backstage	0
69. Less Than Jake - The Brightest Bulb Has Burned Out	0
70. AC/DC - You Shook Me All Night Long	1

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

71. Kiss - Hard Times	1
72. Dropkick Murphys - Fields Of Athenny	0
73. Daughtry - Crashed	0.5
74. Guns N' Roses - Dead Horse	0.5
75. Kiss - Exciter	1
76. Duke Ellington - Tulip or Turnip	0
77. Micahel Jackson - Just Good Friends	0.5
78. Little Willie John - All Around The World	0
79. Jethro Tull - Weathercock	0.5
80. Kiss - Gimme More	0
81. Guns N' Roses - Locomotive	1
82. Catch 22 - Supernothing	0
83. Raekwon - Ice Cream	0
84. Pennywise - One Voice	0
85. Bouncing Souls - I Like Your Eyes	0
86. Gang Green - Penalty Box	0
87. Kiss - Save your Love	0.5
88. Kiss - Charisma	1
89. The Beatles - Love Me Do	0.5
90. Pink Floyd - Money	1
91. Fabulous Disaster - No, No Way	0
92. Michael Jackson - Leave Me Alone	1
93. Count Basie - Bubbles	0
94. 7 Seconds - Rules To Follow	0
95. T.S.R. - Against Me!	0
96. Manfred Mann's Earth Band - Time Is Right	1
97. Guns N' Roses - Sweet Child O'Mine	1
98. 7 Seconds - This Is Temporary	0
99. Whitney Houston - How Will I Know	0.5
NASE_C4+C5_100: #3. Bruce Springsteen - Born In The USA	
1. Bruce Springsteen - Darlington County	1
2. Whitney Houston - So Emotional	1
3. Jimi Hendrix - Still Raining, Still Dreaming	0.5
4. Beastie Boys - Rhymin & Stealin	0
5. Clifford Brown - De-Dah	0
6. Kiss - Dance All Over Your Face	1
7. Count Basie - Blues Backstage	0
8. Kiss - Hard Times	1
9. Guns N' Roses - Anything Goes	1
10. Descendents - I Won't Let Me	0
11. Guns N' Roses - Welcome To The Jungle	1
12. Guns N' Roses - My Michelle	0.5
13. Eric B. & Rakim - Eric B. Is President	0
14. Whitney Houston - Love Will Save The Day	0.5
15. Evelyn Thomas - High Energy	0
16. Genesis - Invisible Touch	1
17. Kiss - Charisma	1
18. Bellson Louis - (All Right) Jump It Man	0
19. Kiss - Sure Know Something	1
20. Kiss - Save Your Love	0.5
21. Michael Jackson - Just Good Friends	0.5
22. Pink - Mean	0.5
23. Judas Priest - Screaming For Vengeance	0

24. Guns N' Roses - Nightrain	1
25. Clifford Brown - Get Happy	0
26. Raekwon - Ice Cream	0
27. Bruce Springsteen - No Surrender	1
28. Bruce Springsteen - I'm Goin' Down	1
29. Manfred Mann's Earth Band - Time Is Right	1
30. Dropkick Murphys - Fields Of Athenny	0
31. Dropkick Murphys - As One	0
32. Genesis - Anything She Does	1
33. Michael Jackson - Don't Stop 'Til You Get Enough	0.5
34. KRS-One - Poetry	0
35. Guns N' Roses - Mr. Brownstone	1
36. Less Than Jake - The Brightest Bulb Has Burned Out	0
37. The Prodigy - Voodoo People	0
38. DJ Edx - I'm Not Interested	0
39. Kiss - A Million To One	1
40. System Of A Down - Sad Statue	0
41. Jimi Hendrix - Crosstown Traffic	1
42. Guns N' Roses - Dead Horse	0.5
43. Bruce Springsteen - Dancing In The Dark	1
44. Manfred Mann's Earth Band - Don't Kill It Carol	1
45. Michael Jackson - Leave Me Alone	1
46. Whitney Houston - How Will I Know	0.5
47. Kiss - Lick It Up	1
48. Jethro Tull - Weathercock	0.5
49. Children Of Bodom - Follow The Reaper	0
50. System Of A Down - Revenga	0
51. Flogging Molly - Swagger	0
52. Guns N' Roses - Sweet Child O'Mine	1
53. AC/DC - What Do You Do For Money Honey	1
54. Prince And The Revolution - Let's Go Crazy	0.5
55. Pennywise - Need More	0
56. AC/DC - Let Me Put My Love In To You	1
57. Judas Priest - Riding On The Wind	0
58. Afrika Bambaataa - (Untitled Hidden Track)	0
59. Children Of Bodom - Mask Of Sanity	0
60. The Beatles - She Loves You	1
61. Pennywise - Greed	0
62. Kiss - Exciter	1
63. Black Sabbath - Wishing Well	0
64. AC/DC - You Shook Me All Night Long	1
65. Pennywise - Might Be A Dream	0
66. KRS-One - Scott LaRock MegaMix	0
67. The Beatles - Ticket To Ride	0.5
68. Kiss - I Was Made For Lovin' You Baby	1
69. Pink Floyd - Money	1
70. Pennywise - One Voice	0
71. Kiss - Gimme More	0
72. Howlin' Wolf - Everybody's In The Mood	0.5
73. Buddy Rich - All Sweets	0
74. Howlin' Wolf - California Boogie	0
75. Daughtry - Crashed	0.5
76. Megadeth - Hangar 18	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

77. Descendents - Hateful Notebook	0
78. Manfred Mann's Earth Band - Visionary Mountains	0.5
79. Howlin' Wolf - (Well) That's Alright	0.5
80. NSYNC - Bringin' Da Noise	0
81. Count Basie - Two For The Blues	0
82. Lars Frederiksen And The Bastards - Six Foot Five	0
83. Whitney Houston - One Moment In Time	0
84. Howlin' Wolf - Color And Kind	0
85. Rihanna - Question Existing	0
86. AC/DC - Hells Bells	1
87. Guns N' Roses - Get In The Ring	0.5
88. Clifford Brwon - Cookin'	0
89. Cypress Hill - Rock Superstar	0
90. Michael Jackson - Dirty Diana	0
91. NSYNC - Bye Bye Bye	0
92. AC/DC - Shake A Leg	1
93. Bouncing Souls - Kate Is Great	0
94. Public Enemy - Louder Than A Bomb	0
95. Afrika Bambaataa - Zulu Nation Throwdown	0
96. Dwarves - Everybodies Girl	0
97. Toni Braxton - Love Shoulda Brought You Home	0
98. Bellson Louis - Basie	0
99. Megadeth - Lucretia	0
NASE_C4_100: #4. Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	
1. Wolfgang Amadeus Mozart - Sinfonía nº41 en Do mayor, KV 551 Allegro Vivace	1
2. Johannes Brahms - Symphony No.4 in E Minor, Op.98: Allegro Non Troppo	1
3. Genesis - The Cinema Show	0
4. Richard Wagner - Preludio (Los Maestros Cantores, Primer Acto)	1
5. Antonin Dvorák - Allegro Con Fuoco	1
6. Franz Schubert - Allegro Vivace	1
7. Pink Floyd - Shine On You Crazy Diamond (Part Two)	0
8. Felix Mendelssohn - Andante Con Moto Allegro Un Poco Agitato	1
9. Felix Mendelssohn - Adagio	1
10. Gustav Mahler - Trauermarsch in Genessenem Schritt Streng Wie Ein Kondukt	1
11. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No.2 in C Minor, Op.18: No.3, Allegro Scherzando	1
12. Johannes Brahms - Symphony No.3 in F Major, Op. 90: Allegro con Brio	1
13. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.4: Psalm (Live)	0
14. Antonin Dvorák - Largo	1
15. John Coltrane - Blue Train	0
16. Beethoven - 4-3	1
17. Franz Schubert - Allegro Giusto	1
18. Oliver Nelson - Stolen Moments	0
19. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No.3 in D Minor, Op.30: No.2, Intermezzo: Adagio	1
20. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.2: Resolution (Live)	0
21. Belá Bartók - Concierto Para Orquesta,Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo	1
22. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto N°2 in C minor, Op. 18: N°1, Moderato	1
23. Jean Sibelius - Finlandia	1
24. Genesis - Dancing With The Moonlight Knight	0
25. Manuel De Falla - En los Jardines de la Sierra de Córdoba	1
26. Jean Sibelius - Sinfonía nº2 en Re Mayor, Op.43 - I. Allegretto	1
27. Camel - Nimrod-The Procession-The White Rider	1
28. Jethro Tull - My God	0
29. Felix Mendelssohn - Con Moto Moderato	1

30. Wolfgang Amadeus Mozart - Sinfonía nº40 en Sol Menor, KV 550 Allegro Molto	1
31. Maurice Ravel - Piano Concerto in G Major: I. Allegramente	1
32. Manuel De Falla - El Generalife	1
33. John Coltrane - Locomotion	0
34. Modes Petrovic Mussorgsky - Alexander Porfirievich Borodin E	1
35. Eric Dolphy - Straight Up And Down	0
36. Pink Floyd - Shine On You Crazy Diamond (Part One)	0
37. Judas Priest - Prisoner Of Your Eyes	0
38. John Coltrane - Lazy Bird	0
39. Johannes Brahms - Symphony No. 4 in E Minor, Op.98: Allegro Giocoso	1
40. Eric Dolphy - Gazzelloni	0
41. Jethro Tull - Wind-Up	0
42. Genesis - Firth Of Fifth	0
43. Peter Tosh - Pick Myself Up (Live)	0
44. Belá Bartók - Concierto Para Orquesta, Sz 116 - III. Elegia. Andante, Non Troppo	1
45. Belá Bartók - Concierto Para Orquesta, Sz 116 - V. Finale. Pesante-Presto	1
46. Fryderyk Chopin - Balada En Sol Menor Opus 23 Largo	1
47. Beethoven - Sinfonía nº9 en D menor, op. 125 Presto-Allegro assai -	1
48. Sambas de Enredo 2001 - Imperio Serrano	0
49. Sambas de Enredo 2006 - Portela	0
50. Fuller Curtis - Blues de Funk	0
51. Antonin Dvorák - Tempo Di Valse - Trio	1
52. Jethro Tull - Aqualung	0
53. Charles Mingus - Open Letter To Duke	0
54. John Coltrane - A Love Supreme, Pt. 1: Acknowledgment	0
55. Duke Ellington - Blues To Be There (Live)	0
56. Belá Bartók - Concierto nº2 para Violín y Orquesta, Sz 112 - II. Andante Tranquilo	1
57. Miles Davis - Flamenco Sketches	0
58. Johannes Brahms - Sinfonía Nº3 en F mayor, Op.90: Poco Allegretto	1
59. Sambas de Enredo Sao Paulo 2006 - Caprichosos de Pilares	0
60. Miles Davis - Flamenco Sketches	0
61. Sambas de Enredo Sao Paulo 2007 - Aguia de Outo	0
62. Art Blakey & The Jazz Messengers - The Drum Thunder Suite	0
63. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.3: Pursuance	0
64. Genesis - The Battle Of Epping Forest	0
65. Bellson Louis - Basie	0
66. Sambas de Enredo Sao Paulo 2007 - Tom Maior	0
67. Jean Sibelius - Sinfonía nº2 en Re mayor, Op.43 - III. Vivacissimo	1
68. Charles Mingus - Fables Of Faubus	0
69. Sambas de Enredo Sao Paulo 2007 - Nene de Vila Matilde	0
70. System Of A Down - Lost In Hollywood	0
71. Sambas de Enredo 2007 - Imperatriz	0
72. Sambas de Enredo 2006 - Mocidade	0
73. Sambas de Enredo 2005 - Imperatriz Leopoldinense	0
74. Sambas de Enredo Sao Paulo 2007 - Mocidade Alegre	0
75. Eric Dolphy - Hat And Beard	0
76. Sambas de Enredo 2001 - Unidos do Viradouro	0
77. Miles Davis - So What	0
78. Modes Petrovich Mussorgsky - Gran Puerta de Kiev	0
79. Sambas de Enredo Sao Paulo 2007 - Imperio da Casa Verde	0
80. Miles Davis - So What	0
81. Sambas de Enredo 2007 - Portela	0
82. Pink Floyd - Have A Cigar	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

83. Floggin Molly - Death Valley Queen	0
84. Georg Friedrich Händel - Música Acuática: Suite I (HWV 348): Oberture & Adagio	1
85. Sambas de Enredo 2001 - Caprichosos de Pilares	0
86. Guns N' Roses - Estranged	0
87. Sambas de Enredo 2005 - Caprichosos de Pilares	0
88. Sambas de Enredo 2002 - Imperio Serrano	0
89. Isaac Albéniz - España, Album Leaves (6) para Piano, Op. 165, B37: N°5, Capricho Catalán	1
90. Sambas de Enredo 2002 - Mocidade	0
91. Art Blakey & The Jazz Messengers - Come Rain or Come Shine	0
92. Rachel, Jesse, Finn, Kurt & Mercedes - Like A Prayer	0
93. Guns N' Roses - Breakdown	0
94. Sambas de Enredo 2005 - Imperio Serrano	0
95. Fryderyck Chopin - Balada en La Bemol Mayor Opus 47 Allegretto	1
96. Charles Mingus - Jelly Roll	0
97. Sambas de Enredo Sao Paulo 2005 - Tatuapé	0
98. Led Zeppelin - The Lemon Song	0
99. Sambas de Enredo 2001 - Unidos Da Tijuca	0
NASE_C5.100: #4. Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	
1. B.B. King - The Other Night Blues	0
2. Bob Wills & His Texas Playboys - New San Antonio Rose	0
3. Al Dexter & His Troopers - Pistol Packin' Mama	0
4. Clifford Brown - Skeeth One	0
5. Johann Sebastian Bach - Courante	1
6. Lightnin' Hopkins - Give Me Central 209	0
7. The Beatles - The Long And Winding Road	0
8. Clarence Gatemouth Brown - For Now So Long	0
9. Jack Green - There Goes My Everything - Adagio	1
10. Georg Friedrich Händel - Alla Hornpipe	1
11. Wolfgang Amadeus Mozart - Sinfonía n°41 en Do mayor, KV 551 Allegro Vivace	1
12. Modest Petrovich Mussorgsky - Capricho Español	1
13. Georg Friedrich Händel - Air	1
14. Jimmy McCracklin - I Think My Time Is Here	0
15. Franz Schubert - Scherzo	1
16. Asthur Gunter - No Naggin'-No Draggin'	0
17. Wolfgang Amadeus Mozart - Menuetto (allegro/trio)	1
18. Frankie Laine - Rawhide	0
19. Lightnin' Slim - Wintertime Blues	0
20. Wolfgang Amadeus Mozart - Sinfonía n°40 en Sol menor, KV 550 Allegro Molto	1
21. Ernst Tubb And His Texas Troubadors - Waltz Across Texas	0
22. Bobby Blue Band - Time Out	0
23. Giovanni B. Pergolesi - Quando Corpus Morietur	1
24. Giovanni B. Pergolesi - Francesco Durante: Concierto n°4 en mi, Adagio	1
25. Wolfgang Amadeus Mozart - Menuetto (allegro/trio)	1
26. Ferlin Husky - Wings Of A Dove	0
27. Johannes Brahms - Symphony No. 4 in E Minor, Op.98: Allegro Giocoso	1
28. Bad Brains - Right Brigade	0
29. Felix Mendelssohn - Andante Con Moto Allegro Un Poco Agitato	1
30. Pink Floyd - Shine On You Crazy Diamond (Part Two)	0
31. Johann Sebastian Bach - Forlane	1
32. Ernest Tubb - Thanks A Lot	0
33. Bob Wills & His Texas Playboys - Time Changes Everything	0
34. Bobby Blue Band - Last Night	0
35. Genesis - The Cinema Show	0

36. Percy Mayfield - Life Is Suicide	0
37. Lightnin' Slim - Rock Me Mama	0
38. Bobby Blue Band - You Did Me Wrong	0
39. Fryderyck Chopin - En Do Mayor Allegro	1
40. Percy Mayfield - Strange Things Happening	0
41. Bobby Blue Band - Wise Man's Blues	0
42. John Coltrane - A Love Supreme Pt.2: Resolution (Live)	0
43. Johannes Brahms - Symphony No.3 in F Major, Op. 90: Allegro con Brio	1
44. Modest Petrovich Mussorgsky - Alexander Porfiriyevich Borodin E	1
45. Bobby Blue Band - Honey Bee	0
46. Giovanni B. Pergolesi - Fac, Ut Ardeat Cor Meum	1
47. Erroll Garner - I'll Remember April	0
48. Bob Wills & His Texas Playboys - Take Back To Tulsa	0
49. Georg Friedrich Händel - Menuet	1
50. Margaret Whiting And Jimmy Wakely	0
51. Giovanni B. Pergolesi - Cuius Animam Gementem	1
52. Antonin Dvorák - Allegro Con Fuocom	1
53. Oliver Nelson - Stolen Moments	0
54. Johannes Brahms - Symphony No.4 in E Minor, Op.98: Allegro Non Troppo	1
55. Bobby Hatfield - The Feeling Is Right	0
56. Georg Friedrich Händel - Música Acuática: Suite I (HWV 348): Oberture	1
57. B.B. King - Walkin' And Cryin'	0
58. Willie Dixon - If The Sea Was Whiskey	0
59. Lightnin' Hopkins - Play With Your Poodle	0
60. Richard Wagner - Preludio (Los Maestros Cantores, Primer Acto)	1
61. George Jones - The Grand Tour	0
62. Jethro Tull - Wind Up	0
63. Percy Mayfield - What A Fool I Was	0
64. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.4: Psalm (Live)	0
65. Clarence Gatemouth Brown - Sad Hour	0
66. George Jones And Melba Montgomery - We Must Have Been Out Of Our Minds	0
67. Jerry Lee Lewis - Whole Lot Of Shakin' Going On	0
68. Felix Mendelssohn - Con Moto Moderato	1
69. B.B. King - Mistreated Woman	0
70. Clifford Brown - Gone With The Wind	0
71. Trisha Yearwood - That's What I Like About You	0
72. Dire Straits - Walk Of Life	0
73. Sambas de Enredo Sao Paulo 2005 - Mocidade Alegre	0
74. Oliver Nelson - Butch And Butch	0
75. Jimmy McCracklin - Love When It Rains	0
76. Georg Friedrich Händel - Presto	1
77. Arthur Gunter - Little Blues Jeans Woman	0
78. Clifford Brown - Finders Keepers	0
79. Magic Sam - All Your Love	0
80. Gustav Mahler - Trauermarsch in Genesenem Schritt Streng Wie Ein Kondukt	1
81. Lightnin' Slim - Bad Luck	0
82. Lowell Fulson - You Better Rock This Morning	0
83. Franz Schubert - Allegro Vivace	1
84. Emmylou Harris - Sweet Dreams	0
85. Maurice Ravel - Piano Concerto in G major: III. Presto	1
86. Bobby Blues Band - Lost Lover Blues	0
87. System Of A Down - Lost In Hollywood	0
88. Georg Friedrich Händel - Andante	1

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

89. Johnny Cash - Understand Your Man	0
90. Hank Locklin - Please Help Me I'm Falling	0
91. Jean Sibelius - Finlandia	1
92. Bo Diddley - Bring It To Jerome	0
93. Georg Friedrich Händel - La Rejouissance	1
94. Bruno Mars - Gorilla (Demo)	0
95. Flogging Molly - Death Valley Queen	0
96. Johann Sebastian Bach - Allegro	1
97. Beethoven - Sinfonía nº9 en D menor, op. 125 Allegro ma non troppo, un poco maestoso	1
98. Billy Boy Arnold - You Got Me Wrong	0
99. Fuller Curtis - It's All Right With Me	0
NASE_C4+C5_100: #4. Felix Mendelssohn - Allegro Vivace	
1. Wolfgang Amadeus Mozart - Sinfonía nº41 en Do mayor, KV 551 Allegro Vivace	1
2. Genesis - The Cinema Show	0
3. Johannes Brahms - Symphony No.4 in E Minor, Op.98: Allegro Non Troppo	1
4. Pink Floyd - Shine On You Crazy Diamond (Part Two)	0
5. Felix Mendelssohn - Andante Con Moto Allegro Un Poco Agitato	1
6. Antonin Dvorák - Allegro Con Fuoco	1
7. Richard Wagner - Preludio (Los Maestros Cantores, Primer Acto)	1
8. Franz Schubert - Allegro Vivace	1
9. Johannes Brahms - Symphony No.3 in F Major, Op. 90: Allegro con Brio	1
10. Gustav Mahler - Trauermarsch in Genessenem Schritt Streng Wie Ein Kondukt	1
11. Felix Mendelssohn - Adagio	1
12. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No.2 in C Minor, Op.18: No.3, Allegro Scherzando	1
13. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.4: Psalm (Live)	0
14. Oliver Nelson - Stolen Moments	0
15. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.2: Resolution (Live)	0
16. John Coltrane - Blue Train	0
17. Franz Schubert - Allegro Giusto	1
18. Jean Sibelius - Finlandia	1
19. Wolfgang Amadeus Mozart - Sinfonía nº40 en Sol menor, KV 550 Allegro Molto	1
20. Beethoven - 4-3	1
21. Antonin Dvorák - Largo	1
22. Belá Bartók - Concierto Para Orquesta, Sz 116 - I. Introduzione. Andante Non Troppo	1
23. Genesis - Dancing With The Moonlight Knight	0
24. Felix Mendelssohn - Con Moto Moderato	1
25. Modest Petrovich Mussorgsky - Alexander Porfirievich Borodin E	1
26. Jean Sibelius - Sinfonía nº2 en Re Mayor, Op.43 - I. Allegretto	1
27. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto No.3 in D Minor, Op.30: No.2, Intermezzo: Adagio	1
28. Johannes Brahms - Symphony No. 4 in E Minor, Op.98: Allegro Giocoso	1
29. Manuel De Falla - En los Jardines de la Sierra de Córdoba	1
30. Jethro Tull - My God	0
31. John Coltrane - Locomotion	0
32. Sergei Rachmaninov - Piano Concerto Nº2 in C minor, Op. 18: Nº1, Moderato	1
33. Maurice Ravel - Piano Concerto in G Major: I. Allegramente	1
34. John Coltrane - Lazy Bird	0
35. Jethro Tull - Wind Up	0
36. Pink Floyd - Shine On You Crazy Diamond (Part One)	0
37. Judas Priest - Prisoner Of Your Eyes	0
38. Eric Dolphy - Straight Up And Down	0
39. Manuel de Falla - En El Generalife	1
40. Eric Dolphy - Gazzelloni	0
41. Sambas de Enredo 2001 - Imperio Serrano	0

42. Charles Mingus - Open Letter to Duke	0
43. Sambas de Enredo 2006 - Caprichosos de Pilares	0
44. System Of A Down - Lost In Hollywood	0
45. Jean Sibelius - Sinfonía nº2 en Re Mayor, op.43 - III. Vivacissimo	1
46. Georg Friedrich Händel - Música Acuática: Suite I (HWV 348): Oberture	1
47. Duke Ellington - Blues To Be There (Live)	0
48. Belá Bartók - Concierto Para Orquesta, Sz 116 - III. Elegia. Andante, Non Troppo	1
49. Antonin Dvorák - Tempo Di Valse-Trio	1
50. Belá Bartók - Concierto Para Orquesta, Sz 116 - V. Finale. Pesante-Presto	1
51. Camel - Nimrodel-The Procession-The White Rider	0
52. Flogging Molly - Death Valley Queen	0
53. Clifford Brown - Sketch One	0
54. Sambas de Enredo 2006 - Portela	0
55. Sambas de Enredo 2002 - Mocidade	0
56. Beethoven - Sinfonía nº9 en D menor, op. 125 Presto-Allegro assai	1
57. Johannes Brahms - Sinfonía Nº3 en F mayor, Op.90: Poco Allegretto	1
58. Peter Tosh - Pick Myself Up (Live)	0
59. Sambas de Enredo 2002 - Mocidade	0
60. John Coltrane - A Love Supreme, Pt.1: Acknowledgment	1
61. Oliver Nelson - Butch And Butch	0
62. Sambas de Enredo Sao Paulo 2005 - Mocidade Alegre	0
63. Fryderyck Chopin - Balada En Sol Menor Opus 23 Largo	1
64. Belá Bartók - Concierto nº2 para Violín y Orquesta, Sz 112 - II. Andante Tranquilo	1
65. Modest Petrovich Mussorgsky - Gran Puerta de Kiev	1
66. Genesis - Firth Of Fifth	0
67. Sambas de Enredo Sao Paulo 2007 - Mocidade Alegre	1
68. Sambas de Enredo Sao Paulo 2007 - Nene De Vila Matilde	1
69. Pink Floyd - Have A Cigar	0
70. Johann Sebastian Bach - Allegro	1
71. Antonin Dvorák - Larghetto	1
72. Sambas de Enredo Sao Paulo 2007 - Tom Maior	0
73. Erroll Garner - I'll Remember April	0
74. Bellson Louis - Basie	0
75. Fergie - Finally (feat. John Legend)	0
76. Miles Davis - Flamenco Sketches	0
77. Jethro Tull - Aqualung	0
78. Wolfgang Amadeus Mozart - Menuetto (allegro/trio)	1
79. Dire Straits - Walk Of Life	0
80. Miles Davis - Flamenco Sketches	0
81. Sting - Saint Augustine Hell	0
82. Fuller Curtis - Blues Da Funk	0
83. Georg Friedrich Händel - Air	1
84. Maurice Ravel - Piano Concerto in G Major: III. Presto	1
85. Sambas de Enredo 2005 - Imperatriz Leopoldinense	0
86. Franz Schubert - Scherzo	1
87. Sambas de Enredo 2001 - Caprichosos de Pilares	0
88. Sambas de Enredo Sao Paulo 2007 - Auia de Outo	0
89. Eddie Costa - Big Ben	0
90. Art Blakey & The Jazz Messengers - Come Rain or Come Shine	0
91. Lauryn Hill - Ex-Factor	0
92. Oliver Nelson - Cascades	0
93. Sarah Vaughan - You're Not The Kind	0
94. Sambas de Enredo 2001 - Unido do Viradouro	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

95. Erroll Garner - I'll Remember April	0
96. Camel - La Princesse Perdue	0
97. Genesis - The Battle Of Epping Forest	0
98. Sambas de Enredo 2006 - Mocidade	0
99. Sarah Vaughan - I'm Glad There Is You	0
NASE_C4.100: #5. Tiesto - Traffic	
1. Soulvation - Reset Your Brain	1
2. Denim Project - Freedom To Move	1
3. Jezper - Monastery Hill	1
4. Sonic Solution - Beat Time (remix)	1
5. The Darkman - Illegale	1
6. Absolom - Where?	1
7. Pink - Funhouse	0
8. The D.O.C. - Let The Bass Go	0
9. Freddie McGregor - Peaceful Man	0
10. Galen Behr & Robert Burns - Till We Meet Again	1
11. NSYNC - No Strings Attached	0
12. Mario Piu - Devotion	1
13. Ultramagnetic MC's - Bait	0
14. King Tubby - Real Gone Crazy Dub	0
15. Bounce - Why	1
16. Face To Face - Handout	0
17. Silverblue - Step Back	1
18. Cypress Hill - Dr. Greenthumb	0
19. The Ones - Flawless	1
20. Children Of Bodom - We're Not Gonna Fall	0
21. Big Boi - Knowing	0
22. Face To Face - Ordinary	0
23. The Upsetters - Black Vest	0
24. Minimalistix - Close Cover	1
25. Orgasmo - Sample My BumBum	1
26. Ultramagnetic MC's - Give The Drummer Some	0
27. Ultramagnetic MC's - Feelin' It	0
28. Freddie McGregor - Get Serious	0
29. Jurgen Vries - The Theme	1
30. Bizarre Inc. - Playing With Knives	1
31. Barthezz - Infected	1
32. Cypress Hill - Psychodelic Vision	0
33. Gwen Stefani - Danger Zone	0
34. Big Daddy Kane - Set It Off	0
35. Prince And The Revolution - I Would Die 4 U	0
36. Jay-Z - Brooklyn's Finest (feat Notorious B.I.G.)	0
37. Big Daddy Kane - On The Bugged	0
38. Nexus - Venom	1
39. The D.O.C. - Portrait Of A Master Piece	0
40. Reel 2 Real - I Like To Move It	1
41. Jay-Z - Coming Age (feat. Memphis Bleek)	0
42. Face To Face - Put You In Your Place	0
43. Tiesto - Voyage	1
44. EPMD - Strictly Business	0
45. The D.O.C. - It's Funky Enough	0
46. Children Of Bodom - If You Want Peace...Prepare For War	0
47. Jay-Z - Can't Knock The Hustle (feat. Meli'sa Morgan)	0

48. Ultramagnetic MC's - Critical Beatdown	0
49. The D.O.C. - Lend Me An Ear	0
50. Ultramagnetic MC's - Kool Keith Housing Things	0
51. Boyz II Men - Under Pressure	0
52. Lionel Richie - Can't Slow Down	0
53. The Beach Boys - I Know There's An Answer	0
54. Audioplacid - Diving	1
55. Boyz II Men - Little Things	0
56. Children Of Bodom Bastards Of Bodom	0
57. Talla 2XLC - Into Another (feat. Moguai)	1
58. Eric B. & Rakim - Move The Crowd	0
59. Plastic Angel - Trancespotting	1
60. NOFX - Don't Call Me White	0
61. KRS-One - Elementary	0
62. Yellowman - Mister Chin	0
63. Fergie - Labels Or Love	0
64. Fergie - Fergalicious	0
65. Antiloop - Nowhere To Hide	1
66. Main Source - Just A Friendly Game Of Baseball	0
67. Max Romeo - Norman	0
68. N-Joi - Malfunction	1
69. Pink - This Is How It Goes Down	0
70. EPMD - Let The Funk Flow	0
71. Dee Dee - The One	1
72. T99 - Anasthasia	1
73. Tenor Saw - Eni Meeni Mini Mo Dub	0
74. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Africa Dub	0
75. Beastie Boys - Slow Ride	0
76. NSYNC - Bringin' Da Noise	0
77. Oceanlab - Clear Blue Water	1
78. DJ Tatana - Liberty	1
79. Mauro Picotto - Proximus With Adiemus	1
80. Lauryn Hill - Can't Take My Eyes Off Of You	0
81. Megablast - Wavegenerator	1
82. Veit - Sky	0
83. Public Enemy - Prophets Of Rage	0
84. King Tubby - Bionic Horn	0
85. DJ Edx - I'm Not Interested	1
86. Paula Abdul - Cold Hearted	0
87. Dr. Dre - Forgot About Dre (feat. Eminem)	0
88. Antiloop - In My Mind	1
89. Freddie McGregor - Big Ship	0
90. The D.O.C. - Whirlwind Pyramid	0
91. Clutch - Unto The Breach	0
92. Freddie McGregor - Get United	0
93. The Black Eyed Peas - Now Generation	0
94. Re-Actor - Digital Technology (feat. DJ Arne L li)	1
95. Syntone - C'est Syntone	1
96. Max Romeo - One Step Forward	0
97. NOFX - Dig	0
98. Mastodon - Curl Of The Burl	0
99. Whitney Houston - If I Told You That (feat. George Michael)	0
NASE_C5_100: #5. Tiesto - Traffic	

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

1. Randy Katana - One Solid Wave	1
2. Aurora - Real Life	1
3. Denim Project - Freedom to Move	1
4. N-Joi - Malfunction	1
5. Mystery Islands & Harmaala - 4th Floor (Find Me)	1
6. La Luna - Fallin	1
7. The Prodigy - Charly	1
8. Silverblue - Step Back	1
9. Soulvation - Reset Your Brain	1
10. Cygnus X - Positron	1
11. Cream Team - Div.X	1
12. Jezper - Monastery Hill	1
13. Compilation - Transa/Supernova	1
14. The Upsetters - Black Vest	0
15. 2 Unlimited - Get Ready For This	1
16. The D.O.C. - It's Funky Enough	0
17. Boyz II Men - Under Pressure	0
18. The Notorious B.I.G. - Gimme The Loot	0
19. Alex M.O.R.P.H. - Walk The Edge	1
20. Cypress Hill - Lowrider	0
21. Judas Priest - All Guns Blazing	0
22. Galen Behr & Robert Burns - Till We Meet Again	1
23. The Darkman - Illegale	1
24. Orgasmo - Sample My BumBum	1
25. DJ Tatana - Moments	1
26. Public Enemy - Don't Believe The Hype	0
27. The Prodigy - Mindfields	1
28. Ian Van Dahl - Castles In The Sky	1
29. NOFX - Perfect Government	0
30. The Prodigy - Break & Enter	1
31. EPMD - The Steve Martin	0
32. Tiesto - Voyage	1
33. X Misc Authors - Early 90's Dance mix	1
34. Sue, Mercedes & Kurt - Vogue	0
35. Armani & Ghost - Airport	1
36. Kira - I'll Be Your Angel	1
37. Barron Ricks/Cypress Hill - I Remember That Freak Bitch	0
38. Interphace - Dr. Feelgood	1
39. Jurgen Vries - The Theme	1
40. Sonic Solution - Beat Time	1
41. Face To Face - Handout	0
42. Children Of Bodom - Children Of Decadence	0
43. Absolom - Where?	1
44. Face To Face - Ordinary	0
45. Lonnie Gordon - Happenin' All Over Again	1
46. Children Of Bodom - Taste Of My Scythe	0
47. Children Of Bodom - Kissing The Shadows	0
48. Big Daddy Kane - Mister Cee's Master Plan	0
49. Rez I Dent - World	1
50. Darude - Sandstorm	1
51. Eric B. & Rakim - My Melody	0
52. Cappella - U Got 2 Know	1
53. Whitney Houston - I'm Your Baby Tonight (Dronez mix)	0

54. Mono - Rise	1
55. Judas Priest - Metal Meltdown	0
56. Pink - Funhouse	0
57. The D.O.C. - Let The Bass Go	0
58. Minimalistix - Close Cover	1
59. Bizarre Inc. - Playing With Knives	1
60. H 2 J - East & Central	1
61. Ultramagnetic MC's - Bait	0
62. Big Boi - Knowing	0
63. NSYNC - No Strings Attached	0
64. Ultramagnetic MC's - Ego Trippin'	0
65. Ultramagnetic MC's - Feelin' It	0
66. Judas Priest - Between The Hammer & The Anvil	0
67. Paula Abdul - I Need You	0
68. The Congos - Nicodemus	0
69. Jay-Z - Brooklyn's Finest (feat. Notorious B.I.G.)	0
70. Children Of Bodomo - We're Not Gonna Fall	0
71. Freddie McGregor - Peaceful Man	0
72. Face To Face - Put You In Your Place	0
73. Antiloop - Believe	1
74. Children Of Bodom - If You Want Peace...Prepare For War	0
75. Bounce - Why	1
76. The Prodigy - Their Law (feat. Pop Will Eat Itself)	1
77. Judas Priest - Painkiller	0
78. The D.O.C. - Portrait Of A Master Piece	0
79. Barthezz - Infected	1
80. Envio - Touched By The Sun	1
81. Perpetua - Second Season (feat. Kyara)	1
82. Mario Piu - Devotion	1
83. Duke Ellington - Tea For Two	0
84. Reel 2 Real - I Like To Move It	1
85. Screen Two - Hey Mr. DJ	1
86. T99 - Anasthasia	1
87. Mr. Phillips - 7th Day	1
88. King Tubby - Real Gone Crazy Dub	0
89. Tiesto - Break My Fall (feat. BT)	1
90. NOFX - Don't Call Me White	0
91. NOFX - Jeff Wears Birkenstocks	0
92. Cypress Hill - Dr. Greenthumb	0
93. Darude - Bitter Sweet	1
94. Hugh Mundell - Rastafari's Call	0
95. Matt Darey - Children Of The Sun	1
96. Tiesto - Forever Today	1
97. Antiloop - In My Mind	1
98. Eric B. & Rakim - Move The Crowd	0
99. DJ Rock - Sometimes My Heart	1
NASE_C4+C5_100: #5. Tiesto - Traffic	
1. Denim Project - Freedom To Move	1
2. Soulvation - Reset Your Brain	1
3. Silverblue - Step Back	1
4. Jezper - Monastery Hill	1
5. N-Joi - Malfunction	1
6. The Upsetters - Black Vest	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

7. The Darkman - Illegale	1
8. Galen Behr & Robert Burns - Till We Meet Again	1
9. Orgasmo - Sample My BumBum	1
10. The D.O.C. - It's Funky Enough	0
11. Sonic Solution - Beat Time	1
12. Boyz II Men - Under Pressure	0
13. Face To Face - Handout	0
14. Absolom - Where?	1
15. Tiesto - Voyage	1
16. The Prodigy - Charly	1
17. Jurgen Vries - The Theme	1
18. Face To Face - Ordinary	0
19. Pink - Funhouse	0
20. The D.O.C. - Let The Bass Go	0
21. Ultramagnetic MC's - Bait	0
22. NSYNC - No Strings Attached	0
23. Compilation - Transa/Supernova	1
24. Minimalistix - Close Cover	1
25. Freddie McGregor - Peaceful Man	0
26. Big Boi - Knowing	0
27. Children Of Bodom - We're Not Gonna Fall	0
28. Bizarre Inc - Playing With Knives	1
29. Bounce - Why	1
30. The Notorious B.I.G. - Gimme The Loot	0
31. Ultramagnetic MC's - Feelin' it	0
32. NOFX - Perfect Government	0
33. Jay-Z - Brooklyn's Finest (feat. Notorious B.I.G.)	0
34. Barron Ricks/Gypress Hill - I Remember That Freak Bitch (From The Club)	0
35. Mario Piu - Devotion	1
36. Face To Face - Put You In Your Place	0
37. King Tubby - Real Gone Crazy Dub	0
38. Cypress Hill - Dr. Greenthumb	0
39. Children Of Bodom - If You Want Peace...Prepare For War	0
40. Barthezz - Infected	1
41. The D.O.C. - Portrait Of A Master Piece	0
42. EPMD - The Steve Martin	0
43. Judas Priest - All Guns Blazing	0
44. Reel 2 Real - I Like To Move It	1
45. Whitney Houston - I'm Your Baby Tonight (Dronez Mix)	0
46. Public Enemy - Don't Believe The Hype	0
47. Children Of Bodom - Taste Of My Scythe	0
48. Cypress Hill - Psychodelic Vision	0
49. The Ones - Flawless	1
50. NOFX - Don't Call Me White	0
51. T99 - Anastasia	1
52. Interphace - Dr. Feelgood	1
53. EPMD - Strictly Business	0
54. Eric B. & Rakim - Move The Crowd	0
55. Gwen Stefani - Danger Zone	0
56. Duke Ellington - Tea For Two	0
57. Freddie McGregor - Get Serious	0
58. Antiloop - In My Mind	1
59. Ultramagnetic MC's - Critical Beatdown	0

60. Main Source - Just A Friendly Game Of Baseball	0
61. DJ Tatana - Liberty	1
62. Prince And The Revolution - I Would Die 4 U	0
63. Fergie - Fergalicious	0
64. Tenor Saw - Lots Of Sign	0
65. Mono - Rise	1
66. H 2 J - East & Central	1
67. Matt Darey - Children Of The Sun	1
68. Screen Two - Hey Mr. DJ	1
69. Pink - This Is How It Goes Down	0
70. Ultramagnetic MC's - Give The Drummer Some	0
71. Nexus - Venom	1
72. Paula Abdul - I Need You	0
73. The D.O.C. - Lend Me An Ear	0
74. Fergie - Labels Or Love	0
75. Sue, Mercedes & Kurt - Vogue	0
76. Jay-Z - Can't Knock The Hustle (feat. Meli'sa)	0
77. King Tubby - Bionic Horn	0
78. The D.O.C. - Whirlwind Pyramid	0
79. Cypress Hill - Rock Superstar	0
80. Genesis - Land Of Confusion	0
81. Children Of Bodom - In Your Face	0
82. Armani & Ghost - Airport	1
83. Megablaster - Wavegenerator	1
84. Big D And The Kids Table - 5 Kids Down	0
85. Judas Priest - Between The Hammer & The Anvil	0
86. Da Hool - Meet Her At The Love Parade	1
87. Hugh Mundell - Rastafari's Call	0
88. Whitney Houston - Queen Of The Night	0
89. Paula Abdul - Opposites Attract	0
90. Dr. Dre - Forgot About Dre (feat. Eminem)	0
91. The Upsetters - Dub Along	0
92. Jay-Z - Coming Of Age (feat. Memphis Bleek)	0
93. NOFX - Jeff Wears Birkenstocks	0
94. 2 Pac - Me Against The World	0
95. Big Daddy Kane - In The Bugged Tip	0
96. Miranda - Mars Needs Women	1
97. Down - The Seed	0
98. Big Daddy Kane - Set it Off	0
99. Gorgeous - I'm Gorgeous	1
NASE_C4_100: #6.Michael Jackson - Bad	
1. The Black Eyed Peas - Boom Boom Pow	1
2. Jay-Z/Rihanna - Umbrella	1
3. Judas Priest - Between The Hammer & The Anvil	0
4. A-lusion - Emphasis	0
5. The Black Eyed Peas - Missing You	1
6. Pink - So What	1
7. Rihanna - Shut Up And Drive	1
8. Michael Jackson - Speed Demon	1
9. Whitney Houston - The Greatest Love Of All (Club 69 Mix)	1
10. Antiloop - Trespasser	0
11. Face To Face - Put You In Your Place	0
12. Sylver - Skin	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

13. Christina Aguilera - Get Mine, Get Yours	0.5
14. The Black Eyed Peas - I Gotta Feeling	1
15. Miranda - Mars Needs Women	0
16. C.N.F. - Go Piano	0
17. Snoop Dogg - New Year's Eve (feat. Marty James)	0.5
18. Fergie - Fergalicious (feat. Will.i.am)	1
19. Kenny G. & Aaron Neville - Even If My Heart Woul Break	0.5
20. The Notorious B.I.G. - Gimme The Loot	0
21. Paul Van Dyk - Reflections	0
22. Warren G - Show Up And Show Out (feat. Snoop Dogg)	0.5
23. Boyz II Men - Under Pressure	1
24. Big Daddy Kane - I'll Take You There	0.5
25. Duke Ellington - Tea For Two	0
26. The Congos - Bring The Meakabeak	0
27. Gwen Stefani - Bubble Pop Electric	1
28. M.I.A. - Boyz	0.5
29. H 2 J - East & Central	0
30. Whitney Houston - I'm Every Woman	1
31. Britney Spears - Radar	1
32. Whitney Houston - Queen Of The Night	1
33. Fergie - Labels Or Love	1
34. Guru Josh - Infinity	0
35. Ultramagnetic MC's - Critical Beatdown	0
36. Boyz II Men - Please Don't Go	0.5
37. Baby D - I Need Your Loving (Eveybody's Gotta Learn Sometime)	0
38. Gwen Stefani - What You Waiting For?	1
39. The D.O.C. - Let The Bass Go	0
40. Kurt & Mercedes - 4 Minutes	1
41. The D.O.C. - Lend Me An Ear	0
42. NSYNC - No Strings Attached	1
43. Bounce - Why	0
44. M.I.A. - Bamboo Banga	1
45. Cypress Hill - What You Want From Me	0
46. Toni Braxton - Candelight	0.5
47. Ice Cube - My Summer Vacation	0
48. Ultramagnetic MC'c - Travelling At The Speed Of Thought	0.5
49. Children Of Bodom - If You Want Peace...Prepare For War	0
50. Raekwon - Glaciers Of Ice	0
51. Judas Priest - Living Bad Dreams	0
52. Lauryn Hill - Doo Wop (That Thing)	0.5
53. Compilation - Transa/Supernova	0
54. Rihanna - Lemme Get That	0.5
55. Judas Priest - Metal Meltdown	0
56. Whitney Houston - If I Told You That (feat. George Michael)	1
57. Ultramagnetic MC's - Bait	0
58. Galen Behr - Time Will Tell	0
59. Dr. Dre - What's The Difference (feat. Eminem & Xzibit)	0
60. N-Joi - Malfunction	0
61. M.I.A. - 20 Dollar	0.5
62. Antiloop - Im My Mind	0
63. Paula Abdul - Straight Up	1
64. Lady GaGa - Bad Romance (Starsmith Remix)	1
65. Cypress Hill - Stank Ass Hoe	0

66. The Black Eyed Peas - Party All The Time	1
67. Lady GaGa - Monster	1
68. Toni Braxton - How Many Ways	0.5
69. Mastodon - Curl Of the Burl	0
70. M.I.A. - Paper Planes	1
71. Rihanna - Say It	1
72. Beyoncé - Diva	0.5
73. Tiesto - Voyage (Magik 6)	0
74. Jay-Z - Can't Knock The Hustle (fools paradise remix)	0
75. Wu-Tang Clan - Bring Da Ruckus	0
76. T99 - Anastasia	0
77. Eric B. & Rakim - Ain't No Joke	0
78. In Flames - Drenched In Fear	0
79. Ultramagnetic MC's - Feelin' It	0
80. Tupac Shakur - Blasphemey	0
81. King Tubby - Bionic Horn	0
82. Face To Face - Resignation	0
83. Rachel, Mercedes, Santana, Quinn & Jesse - Express Yourself	1
84. Augustus Pablo - Nature Dub	0
85. G&M Project - Sunday Afternoon	0
86. Face To Face - Hand Out	0
87. Fergie - All That I Got (The Make-Up Song)(feat will.i.am)	1
88. Genesis - Dance On A Volcano	0
89. Jay-Z - Brooklyn's Finest (feat. Notorious B.I.G.)	0
90. 2 Pac - Me Against The World	0
91. Reel 2 Real - I Like To Move It	0
92. Cypress Hill - Psychodelic Vision	0
93. Mono - Rise	0
94. Alicia Keys - Heartburn	1
95. Hugh Mundell & Augustus Pablo - Revolution Dub	0
96. M-Beat - Sweet Love (feat. Nazlyn)	0
97. The Fugees - Cowboys	0
98. Andre 3000 - Behold A Lady	0.5
99. King Tubby - Blood Of Africa	0
NASE_C5_100: #6.Michael Jackson - Bad	
1. Miranda - Mars Needs Women	0
2. The Black Eyed Peas - Boom Boom Pow	1
3. Antiloop - In My Mind	0
4. Sylver - Skin	0
5. Jay-Z/Rihanna - Umbrella	1
6. Judas Priest - Metal Meltdown	0
7. Gwen Stefani - What You Waiting For?	1
8. Whitney Houston - Greatest Love Of All (Club 69 Mix)	1
9. Judas Priest - Between The Hammer & The Anvil	0
10. A-Lusion - Emphasis	0
11. The Black Eyed Peas - Missing You	1
12. Bounce - Why	0
13. The D.O.C. - Let The Bass Go	0
14. BeatRayer - The Wave	0
15. Ice Cube - My Summer Vacation	0
16. Boyz II Men - Under Pressure	1
17. NSYNC - No Strings Attached	1
18. The Darkman - Illegale	0

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

19. The Notorious B.I.g. - Gimme The Loot	0
20. Ultramagnetic MC's - Ego Trippin'	0
21. Warren G - Show Up And Show Out (feat. Snoop Dogg)	0.5
22. Dr. Motte & WestBam - Love Parade 2000 (One World One Love Parade)	0
23. The Congos - Bring The Meakabeak	0
24. Kyau Vs. Alber - Falling Anywhere	0
25. Paul Van Dyk - Reflections	0
26. Tenor Saw - Lots Of Sign	0
27. Face To Face - Put You In Your Place	0
28. Big Daddy Kane - I'll Take You There	0.5
29. M.I.A. - Paper Planes	0
30. Snoop Dogg - New Year's Eve (feat. Marty James)	0.5
31. Toni Braxton - Give You My Heart (Mad Ball Mix)	1
32. Judas Priest - Painkiller	0
33. DJ Tatana - Moments	0
34. Baby D - I Need Your Loving (Everybody'r Gotta Learn Sometime)	0
35. Burning Spear - Jordan River	0
36. Ultramagnetic MC's - Bait	0
37. The Black Eyed Peas - I Gotta Feeling	1
38. Ian Van Dahl - Castles In The Sky	0
39. Kenny G. & Aaron Neville - Even If My Heart Would Break	0.5
40. Denim Project - Freedom To Move	0
41. The Congos - Ark Of The Covenant	0
42. Tiesto - Break My Fall	0
43. Gwen Stefani - Bubble Pop Electric	1
44. Saucermen - Aquarius	0
45. Andain - Beautiful Things	0
46. Burning Spear - Live Good	0
47. Lady GaGa - Bad Romance (Starsmith Remix)	1
48. Daddy Yankee - Dale Caliente	0.5
49. The Fugees - Cowboys	0
50. Judas Priest - All Guns Blazing	0
51. Beyoncé - Diva	0.5
52. Reel 2 Real - I Like To Move it	0
53. N.W.A. - A B___ Iz a B___	0.5
54. Fergie - Fergalicious (feat. will.i.am)	1
55. Ice Cube - I Wanna Kill Sam	0
56. Judas Priest - Living Bad Dreams	0
57. Nathan Fake - Bored Of House	0
58. Perpetua - Second Season	0
59. Ultramagnetic MC's - Travelling At The Speed Of Thought	0.5
60. Minimalistix - Closer Cover	0
61. Lady GaGa - Monster	1
62. Beyoncé - Why Don't You Love Me	1
63. Tiesto - Lethal Industry	0
64. Fergie - Labels Or Love	1
65. Mono - Rise	0
66. Pink - So What	1
67. Mauro Picotto - Proximus With Adiemus	0
68. Envio - Touched By The Sun	0
69. The D.O.C. - It's Funky Enough	0
70. Tiesto - The Loves We Lost	0
71. Paula Abdul - Straight Up	1

72. DJ Tatana - Liberty	0
73. Face To Face - Ordinary	0
74. Toni Braxton - How Many Ways	0.5
75. Whitney Houston - I'm Every Woman	1
76. In Flames - Eraser	0
77. Eric B. & Rakim - Move The Crowd	0
78. Toni Braxton - Seven Whole Days	0.5
79. Alex M.O.R.P.H. - Walk The Edge	0
80. Duke Ellington - Teat For Two	0
81. Jay-Z - Can't Knock The Hustle	0
82. Silverblue - Step Back	0
83. Paula Abdul - Way That You Love Me	1
84. Aurora - Real Life	0
85. Jay-Z - Brooklyn's Finest (feat. Notorious B.I.G.)	0
86. Whitney Houston - If I Told You That (feat. George Michael)	1
87. Eric B. & Rakim - My Melody	0
88. In Flames - Drenched In Fear	0
89. NOFX - Perfect Government	0
90. Gorgeous - I'm Gorgeous	0
91. The Upsetters - Dub Along	0
92. The Prodigy - Smack My Bitch Up	0
93. Wu-Tang Clan	0
94. Tupac Shakur - Toss It Up	0
95. Barthezz - Infected	0
96. Cygnus X - Positron	0
97. In Flames - Move Trough Me	0
98. Oceanlab - Clean Blue Water	0
99. Compilation - Transa/Supernova	0
NASE_C4+C5_100: #6.Michael Jackson - Bad	
1. The Black Eyed Peas - Boom Boom Pow	1
2. Miranda - Mars Needs Women	0
3. Jay-Z/Rihanna - Umbrella	1
4. Sylver - Skin	0
5. Judas Priest - Between The Hammer & The Anvil	0
6. A-Lusion - Emphasis	0
7. The Black Eyed Peas - Missing You	1
8. Whitney Houston - Gratest Love Of All (Club 69 Mix)	1
9. Gwen Stefani - What You Waiting For?	1
10. Antiloop - In My Mind	0
11. Judas Priest - Metal Meltdown	0
12. Boyz II Men - Under Pressure	1
13. The D.O.C. - Let The Bass Go	0
14. Bounce - Why	0
15. The Notorious B.I.g. - Gimme The Loot	0
16. Ice Cube - My Summer Vacation	0
17. Warren G - Show Up And Show Out (feat. Snoop Dogg)	0.5
18. NSYNC - No Strings Attached	1
19. Face To Face - Put You In Your Place	0
20. The Congos - Bring The Meakabeak	0
21. Paul Van Dyk - Reflections	0
22. Snoop Dogg - New Year's Eve (feat. Marty James)	0.5
23. Big Daddy Kane - I'll Take You There	0.5
24. The Black Eyed Peas - I Gotta Feeling	1

APÉNDICE E. RESULTADOS NASE

25. Kenny G. & Aaron Neville - Even If My Heart Would Break	0.5
26. Baby D - I Need Your Loving (Everybody'r Gotta Learn Sometime)	0
27. Pink - So What	1
28. Gwen Stefani - Bubble Pop Electric	1
29. Fergie - Fergalicious	1
30. The Darkman - Illegale	0
31. Ultramagnetic MC's - Bait	0
32. M.I.A. - Paper Planes	1
33. Dr. Motte & WestBam - Love Parade 2000 (One World One Love Parade)	0
34. Fergie - Labels Or Love	1
35. Judas Priest - Living Bad Dreams	0
36. Lady GaGa - Bad Romance (Starsmith Remix)	1
37. Rihanna - Shut Up And Drive	1
38. Ultramagnetic MC's - Travelling At The Speed Of Thought	0.5
39. Duke Ellington - Tea For Two	0
40. Whitney Houston - I'm Every Woman	1
41. Tenor Saw - Lots Of Sign	0
42. Beyoncé - Diva	0.5
43. Michael Jackson - Speed Demon	1
44. Lady GaGa - Monster	1
45. Reel To Real - I Like To Move It	0.5
46. The Congos - Ark Of The Covenant	0
47. The Fugees - Cowboys	0
48. Daddy Yankee - Dale Caliente	0.5
49. C.N.F. - Go Piano	0
50. Whitney Houston - Queen Of The Night	1
51. Judas Priest - All Guns Blazing	0
52. Paula Abdul - Straight Up	1
53. Christina Aguilera - Get Mine, Get Yours	0.5
54. Toni Braxton - Hoy Many Ways	0.5
55. BeatRayer - The Wave	0
56. Boyz II Men - Please Don't Go	0.5
57. Britney Spears - Radar	1
58. Whitney Houston - If I Told You That (feat. George Michael)	1
59. Mono - Rise	0
60. Ultramagnetic MC's - Ego Trippin'	0
61. Beyoncé - Why Don't You Love Me	1
62. Denim Project - Freedom To Move	0
63. Compilation - Transa/Supernova	0
64. Jay-Z - Can't Knock The Hustle	0.5
65. Antiloop - Trespasser	0
66. M.I.A. - Boyz	0
67. In Flames - Drenched In Fear	0
68. Jay-Z - Brooklyn's Finest (feat Notorious B.I.G.)	0
69. The D.O.C. - It's Funky Enough	0
70. Ian Van Dahl - Castles In The Sky	0
71. Wu-Tang Clan - Bring Da Ruckus	0
72. N-Joi - Malfunction	0
73. Guru Josh - Infinity	0
74. The Black Eyed Peas - Party All The Time	1
75. Silverblue - Step Back	0
76. Tupac Shakur - Toos It Up	0
77. Gorgeous - I'm Gorgeous	0

78. Ultramagnetic MC's - Feelin' It	0
79. Kurt & Mercedes - 4 Minutes	1
80. In Flames - Eraser	0
81. Tupac Shakur - Blasphemy	0
82. A B___ Iz A B___	0.5
83. Minimalistix - Closer Cover	0
84. Toni Braxton - Candelight	0.5
85. Cypress Hill - What You Want From Me	0
86. DJ Tatana - Liberty	0
87. H 2 J - East & Central	0
88. Oceanlab - Clear Blues Water	0
89. Lauryn Hill - Doo Wop (That Thing)	0.5
90. In Flames - I'm The Highway	0
91. The D.O.C. - Lend Me An Ear	0
92. M.I.A. - Bamboo Banga	1
93. Rachel, Mercedes, Santana, Quinn & Jesse - Express Yourself	1
94. Mauro Picotto - Proximus With Amadeus	0
95. N.W.A. - Straight Outta Compton	0.5
96. Face To Face - Ordinary	0
97. Daddy Yankee - Sabor A Melao (Remix)	0
98. Face To Face - Handout	0
99. Paula Abdul - Cold Hearted	1

Tabla E.1: Listas de 100 resultados de los descriptores NASE_C4, NASE_C5 y NASE_C4+C5 de las 6 canciones escogidas en la Sección 5.4.3

F

Funciones MATLAB desarrolladas

```
function featureExtraction(nombre,option,ruta,ruta_dest)
%FEATUREEXTRACTION(NOMBRE, OPTION, RUTA) almacena el descriptor o los
%  descriptors indicados por OPTION de la cancion NOMBRE almacenada
%  en RUTA en un fichero NOMBRE.MAT, que luego seran necesarios para
%  organizar las piezas musicales. Este fichero se alojara en
%  RUTA_DEST. Las variables de los descriptors que contiene el
%  fichero.mat son:
%   BPM: El tempo de la cancion en beats per minute.
%   NASE: Envolvente Espectral de Audio Normalizada.
%   DWCH: Coeficientes Wavelet de Daubechies.
%   ZCR: Ratio de Cruces por Cero.
%   Cent: Centroide Espectral.
%   SRF: RollOff Espectral.
%   SF: Flujo Espectral.
%   MFCC: Coeficientes Cepstrales Frecuenciales de Mel.
%   OSC: Contraste Espectral Basado en Octavas.
%   RMS: Media Cuadratica.
%   Pitch: Histograma Tonal.
%   Onsets: Eventos de la cancion.
% FEATUREEXTRACTION(nombre,option,ruta)
% OPTION: Permite elegir que descriptor se quiere extraer. Los
% valores de OPTION pueden ser:
%   0: Se extraen todos los descriptors.
%   1: BPM.
%   2: NASE.
%   3: DWCH.
%   4: ZCR.
%   5: Cent.
%   6: SRF.
%   7: SF.
%   8: MFCC.
%   9: OSC.
%  10: RMS.
%  11: Pitch.
%  12: Onsets.
% Ademas almacena el nombre de la cancion en la variable TITULO y la
```

APÉNDICE F. FUNCIONES MATLAB DESARROLLADAS

```
% etiqueta de estilo asociada en la variable ESTILO.
% Los valores por defecto son:
% OPTION=0;
% RUTA='/nfs/export/pfc/dcavnoz/Hecho';
% RUTA_DEST='/nfs/export/pfc/dcavnoz/Proyecto/canciones_test';

function NASE=NASEfunc(X,fs,ventana)
%NASEFUNC(X,FS,VENTANA) extrae la envolvente espectral de audio
% normalizada del espectro X con frecuencia de muestreo FS y
% tamaño de ventana VENTANA. Esta queda representada mediante
% la media, la varianza, la curtosis, la energía y la energía
% relativa de cada subbanda. Divide el espectro en 10 subbandas,
% 8 representando a las octavas que se encuentran entre
% LoEdge=62,5Hz y HiEdge=16000Hz y las 2 restantes las que estan
% por debajo y por encima de dicho rango respectivamente.
% NASE: Es una matriz 5x10 que almacena los 5 parametros indicados
% (media,varianza, curtosis, energia y energia relativa).

function DWCH=DWCHfunc(x)
%DWCHFUNC(X) extrae los coeficientes de Daubechies de la signal
% temporal X. Se aplican los filtros db8, con 7 niveles de
% descomposicion. De cada nivel se calcula la media, la varianza,
% el skewness y la energia.
% DWCH: Es un vector de 28 elementos que recoge la media,
% la varianza, el skewness y la energia de cada uno de los 7 niveles
% de descomposicion.

function ZCR=ZCRfunc(x)
%ZCRFUNC(X) calcula las veces que la signal temporal X pasa por cero
% (Zero Crossing Rate) obteniendo un valor por trama. El valor por
% defecto es de 1024 muestras. Este parametro queda representado
% mediante el calculo de 5 clusters relativos a los centroides
% mas proximos a los valores de cruces por cero de las tramas,
% asi como el porcentaje de tramas asociado a cada centroide.
% ZCR: es una matriz 5x2 que almacena los centroides de los
% clusters y los porcentajes de tramas asociados.

function Centroid=centroidefunc(X,fs)
%CENTROIDEFUNC(X,FS) calcula el centroide espectral del espectro X con
% frecuencia de muestreo FS. Este parametro queda representado
% mediante el calculo de 5 clusters relativos a los centroides mas
% proximos a los valores obtenidos de centroide espectral por cada
% trama, asi como el porcentaje de tramas asociado a cada centroide.
% CENTROID: es una matriz 5x2 que almacena los centroides de
% los clusters y los porcentajes de tramas asociados.

function SRF=rollOfffunc(X,fs)
%ROLLOFFUNC(X,FS) calcula el RollOff espectral del espectro X con
% frecuencia de muestreo FS. Este parametro queda representado
% mediante el calculo de 5 clusters relativos a los centroides mas
% proximos a los valores obtenidos del RollOff espectral por cada
% trama, asi como el porcentaje de tramas asociado a cada centroide.
% SRF: es una matriz 5x2 que almacena los centroides de los
% clusters y los porcentajes de tramas asociados.
```

```

function spectralFlux(x)
%SPECTRALFLUXFUNC(X) calcula la cantidad de cambio espectral local
% (flujo espectral) del espectro X. Este parametro queda
% representado mediante el calculo de 5 clusters relativos a los
% centroides mas proximos a los valores obtenidos de flujo espectral
% por cada trama, asi como el porcentaje de tramas asociado a cada
% centroide.
% SF: es una matriz 5x2 que almacena los centroides de los
% clusters y los porcentajes de tramas asociados.

function [MFCCi]=MFCCfunc(X, fs)
%MFCCFUNC(X,FS) calcula los 20 coeficientes cepstrales frecuencial de
% Mel del espectro X con frecuencia de muestreo FS. La signal X ha
% sido previamente enfatizada con un filtro paso alto. El numero de
% filtros que aplica por defecto es N=36.
% MFCCi: Es un vector que almacena la media de los 20 primeros
% coeficientes cepstrales frecuenciales de Mel.

function OSCf=OSCFfunc(X)
%OSCF=OSCFUNC(X) calcula el contraste espectral basado en octavas del
% espectro X. Divide dicho espectro en 6 octavas entre 0 y 8000Hz.
% El contraste espectral queda definido mediante el calculo de 12
% clusters, 6 para los valles espectrales y 6 para los contrastes
% espectrales de cada una de las 6 subbandas. Cada cluster esta
% formado por 5 centroides y 5 porcentajes de tramas asociados.
% OSCF: Es una matriz 12x5x2 que almacena los 12 clusters
% relativos a los valles espectrales y los contrastes
% espectrales de cada subbanda.

function [RMS]=RMSfunc(x, ventana, solape)
%RMSFUNC(X,VENTANA,SOLAPE) calcula la media cuadratica de la signal
% temporal X, con tamaño de ventana VENTANA y numero de muestras de
% solapamiento SOLAPE. Este parametro queda representado mediante el
% calculo de 5 clusters relativos a los centroides mas proximos a
% los valores obtenidos de media cuadratica por cada trama, asi
% como el porcentaje de tramas asociado a cada centroide.
% RMS: es una matriz 5x2 que almacena los centroides de los
% clusters y los porcentajes de tramas asociados.

function onset=noveltyfunc(X, fs, x, im)
%ONSET=NOVELTYFUNC(X,FS,Xt) determina los eventos dentro de la signal
% temporal Xt con espectro X y frecuencia de muestreo FS. Para ello
% aplica una funcion de compresion y calcula el flujo espectral.
% Tras ello calcula los eventos segun dos umbrales: Filtro de
% mediana y Filtro de media movil.
% La sensibilidad de los umbrales queda definida por el parametro
% LAMBDA. Por defecto su valor es 0.15.
% ONSET=NOVELTYFUNC(X,FS,Xt,IM) donde IM es 0 o 1, permite
% observar el proceso de calculo de los eventos mediante imagenes
% si IM=1. Por defecto IM=0.
% ONSET: Es una estructura que contiene los siguientes campos.
% Tamaño: Es el tamaño de la cancion en numero de tramas de
% 2048 muestras.

```

APÉNDICE F. FUNCIONES MATLAB DESARROLLADAS

```
% ValorPicos1: Es un vector que contiene la amplitud de los
% eventos para el filtro de mediana.
% LocalizacionPicos1: Es la situacion temporal de los eventos de
% ValorPicos1.
% ValorPicos2: Es un vector que contiene la amplitud de los
% eventos para el filtro de media movil.
% LocalizacionPicos2: Es la situacion temporal de los eventos de
% ValorPicos2.
```

```
function normalizar(ruta,ruta2)
% FUNCTION NORMALIZAR normaliza los valores de los descriptores
% BPM, NASE, DWCH, RMS, SF, SRF, CENT y MFCC para que queden
% comprendidos entre -1 y 1. La normalizacion se lleva a cabo
% mediante la busqueda del mayor valor absoluto para cada parametro
% de cada descriptor en toda la coleccion musical contenida en RUTA.
% Los resultados normalizados se almacenan en RUTA2.
% Los valores por defecto son:
% RUTA='/nfs/export/pfc/dcavnoz/Proyecto/canciones_test';
% RUTA2='/nfs/export/pfc/dcavnoz/Proyecto/normalizadas_test';
```

```
function algoritmoTotal(ruta1,ruta2,rutaresultados)
%ALGORITMOTAL(RUTA1,RUTA2,RUTARESULTADOS) obtiene las 15 canciones
% mas proximas segun el algoritmo desarrollado en el presente
% trabajo. En RUTA1 se tienen las canciones a analizar, en RUTA2 la
% coleccion musical con la que se quieren comparar y en
% RUTARESULTADOS se almacenan los resultados. El algoritmo se divide
% en 10 etapas.
% 1. Calculo de las 500 canciones mas proximas segun NASE_c1+c2.
% Esto se computa en esta misma funcion.
% 2. Calculo de las 400 canciones mas proximas segun SF_Med.
% Para ello se calculan las distancia del flujo espectral
% mediante la funcion COMPARACIONCENTROIDESSFPRUEBA2().
% 3. Calculo de las 300 canciones mas proximas segun BPM. Esto
% se computa en esta misma funcion.
% 4. Calculo de las 100 canciones mas proximas segun NASE_c4+c5.
% Esto se computa en esta misma funcion.
% 5. Calculo de las 70 canciones mas proximas segun
% Cent_Max2Comb que representa los dos centroides mas
% proximos para el centroide espectral y SRFMax2_Total que es
% la suma de las distancias de los dos centroides con mayor
% numero de tramas y de los 5 clusters que definen SRF.
% Para ello se calculan las distancia del centroide espectral
% y del roll off espectral mediante
% COMPARACIONCENTROIDESCENTPRUEBA2() y
% COMPARACIONCENTROIDESSRFPRUEBA2() respectivamente.
% 6. Calculo de las 60 canciones mas proximas segun yMaxZCR2 que
% representa la distancia de los dos centroides con mayor
% numero de tramas asociado del descriptor ZCR. Se calcula
% mediante la funcion COMPARACIONCENTROIDESZCRPRUEBA2().
% 7. Calculo de las 55 canciones mas proximas segun el tono de
% mayor relevancia dentro de la cancion. Se calcula en esta
% misma funcion.
% 8. Calculo de las 45 canciones mas proximas segun la media del
% descriptor RMS. Se calcula mediante la funcion
% COMPARACIONCENTROIDESRMSPRUEBA2().
% 9. Calculo de las 35 canciones mas proximas segun DWCH_c2,
% que es la varianza de la descomposicion de Daubechies. Se
% calcula en esta misma funcion.
```

```

%      10.Calculo de las 15 canciones mas proximas segun la media de
%      los 20 coeficientes MFCC. Se calcula en esta misma funcion.
%
% Para cada etapa se imprimen los resultados en un archivo .TXT. Por
% ejemplo, para la etapa 3, con una cancion con nombre TRACK.MP3 se
% tendria.
%      EJEMPLO:
%      TRACK_CancionesPaso3_500_400_300.txt
%
% Este fichero puede copiarse en el directorio RUTA2, cambiar la
% extension a .M3U y reproducir los resultados con cualquier
% reproductor que interprete este tipo de ficheros.

function [xTot, yTot, xMax, yMax, xMed, yMed, xComb, yComb, distTotComb...
..., distMax2Comb, distMedComb, distComb2]=...
...comparacionCentroidesRMSPrueba2(seed, cancion, canciones, indice)
%COMPARACIONCENTROIDESRMSPRUEBA2(SEED, CANCION, CANCIONES, INDICE)
% Comparacion mas fina de los descriptores definidos por centroides
% y porcentajes. Calcula las INDICE canciones mas proximas a SEED.
% SEED es la estructura de descriptores que define la cancion
% a analizar.
% CANCION es un vector de estructuras con las canciones con las
% que se quiere comparar SEED.
% CANCIONES es el numero de canciones que comprende CANCION.
% INDICE es el numero de resultados que se quieren obtener.
%
% Los valores que devuelve son.
% XTOT: Devuelve las INDICE distancias mas cercanas para la matriz
% completa de centroides y porcentajes. Es decir, como de separadas
% estan las ditribuciones.
% YTOT: Los INDICE indices de las canciones correspondientes a XTOT.
% XMAX1: Las INDICE distancias mas cercanas al centroide que
% contiene un mayor porcentaje de tramas (centroide de mas peso).
% YMAX1: Los INDICE indices de las canciones correspondientes a
%      XMAX1.
% XMAX2: Las INDICE distancias mas cercanas a los dos centroides que
% contienen un mayor porcentaje de tramas (centroides de mas peso).
% YMAX2: Los INDICE indices de las canciones correspondientes a
%      XMAX2.
% XMED: Las INDICE distancias mas cercanas a la media y varianza de
%      los centroides.
% YMED: Los INDICE indices de las canciones correspondientes a XMED.
% DISTTOTCOMB: Es una copia de las distancias totales para poder
% usar en combinaciones con otros descriptores.
% DISTMAX2COMB: Es una copia las distancias de los centroides
% maximos para poder usar en combinaciones con otros descriptores.
% DISTMEDCOMB: Es una copia de las distancias de media mas varianza
% para poder usar en combinaciones con otros descriptores.
% DISTCOMB2: DISTMAX2COMB+DISTMEDCOMB.

```

La descripción de esta última función es aplicable a las funciones:

- comparacionCentroidesCentPrueba2
- comparacionCentroidesSFPPrueba2
- comparacionCentroidesSRFPPrueba2
- comparacionCentroidesZCRPrueba2