

Discriminación de la textura musical mediante información bimodal con gráficos dinámicos. Un trabajo empírico de contraste a través de intervención docente con alumnos de ESO

Discrimination of musical texture by means of bimodal information with dynamic images. An intervention-based study with Middle School students

Samuel Gómez Aguado
Jesús Tejada Giménez
samuelgomezaguado@gmail.com
jesus.tejada@uv.es
Dto. Didáctica Expresión Musical,
Plástica y Corporal
Facultat de Magisteri
Universitat de València

Recibido: 9-02-2015 Aceptado: 25-05-2015

Resumen

En la literatura sobre modos de presentación de información, existen estudios cuyos resultados no son concluyentes acerca del papel facilitador de las imágenes dinámicas en el procesamiento cognitivo de determinados parámetros musicales. El presente trabajo ha intentado averiguar si existen efectos de una presentación bimodal (imágenes en movimiento asociadas a los sonidos de partes instrumentales) en la discriminación auditiva de la textura musical. Para ello se adoptó un diseño cuasi-experimental con sujetos en edad escolar (N= 39) con edades comprendidas entre 14 y 16 años, cursando tercer curso de Ed. Secundaria Obligatoria en un centro de extracción socioeconómica media-media de la ciudad de Valencia, España. Los estudiantes siguieron una intervención en la clase de música (grupos intactos), cuyos grupos de clase fueron asignados aleatoriamente a las condiciones experimentales. La intervención didáctica se realizó en 6 sesiones de 50 minutos repartidas a razón de una por semana. Las sesiones del grupo experimental (GE; N=18; 4 chicos y 14 chicas) incluyeron materiales para la percepción y discriminación de la textura musical mediante información visual dinámica (vídeo), audio y explicaciones verbales. El grupo control (GC; N=21; 14 chicos y 7 chicas) siguió los mismos contenidos de clase mediante audio y explicaciones verbales, sin apoyo de información visual dinámica. Con el fin de averiguar los posibles efectos de determinadas covariables, se controlaron las siguientes: aptitud musical, edad, sexo, autopercepción de habilidades musicales y modos preferidos de presentación de información. Los datos obtenidos no muestran diferencias significativas intergrupo. Sin embargo, hubo diferencias intragrupo significativas a favor del GE. Este hallazgo podría interpretarse como una evidencia secundaria de que la intervención docente basada en la presentación multimodal aludida produjo un efecto positivo en la capacidad de discriminación de la textura musical por los estudiantes. Por último, se especula la no existencia de efectos intergrupo debido a un tiempo insuficiente de exposición durante la fase de intervención docente.

Palabras clave: bimodalidad, información visual dinámica, textura musical, educación musical.

Abstract

The literature on the modes of presentation of information show studies with non-conclusive results about the advantages of using dynamic images in the cognitive processing of certain musical parameters. This paper aims to know if there are effects of bimodal presentation of musical information–dynamic images associated to the sounds of instrumental parts) in the discrimination of musical texture. A quasi-experimental pre-post study was carried out with middle high school students (N=39; 14-16 years old) studying from a high school from Valencia, Spain. The intervention sessions for the experimental group (GE; N=18; 4 boys and 14 girls) included activities and materials for the perception and discrimination of musical texture by means of dynamic visual information, sound and speech. Control group (CG; n=21; 14 boys and 7 girls) received the same content with sound and speech but without support of dynamic visual information. In order to control the effect of some covariates, there were controlled: musical aptitude, age, sex, self-perception of musical abilities and preferred modes of presentation of information. Data obtained do not show significant statistical intergroup differences. Although, there were significant statistical intragroup differences in favor of GE. This finding could be interpreted as secondary evidence that the teaching intervention based in multimodal presentation had a positive effect on the pupils' ability of discriminating musical texture. Also, the absence of intergroup effects could be explained by the insufficient exposition time to the teaching intervention.

Keywords: bimodal presentation, dynamic visual information, musical texture, music education.

1. Introducción

La música carece de corporeidad, constituyendo una abstracción que lleva asociada una dificultad en la construcción de imágenes mentales sonoras. Esto plantea un problema para la formación musical. La notación musical occidental (NMO) es un sistema de símbolos construido mediante un proceso lento y paulatino que ha facilitado la creación, preservación y transmisión del patrimonio musical occidental. Es un sistema abierto que sigue en evolución y ha perdurado en el tiempo gracias a sus principales características: la flexibilidad y adaptabilidad (Selfridge-Field, 1997). La NMO posee pocas analogías semánticas entre los subsistemas notacionales internos empleados para representar cada parámetro (altura, timbre, duración, agógica y dinámica) y la propia realidad física del sonido. De ahí que se requiere un alto nivel de abstracción por parte del usuario, dado el número de símbolos y su difícil conceptualización. Debido a su complejidad, cabría pensar que un sistema de notación musical más intuitivo y con más analogías semánticas con el sonido sería más operativo para el aprendizaje musical en la educación musical de base (música en la escuela o con fines no profesionales). Por ejemplo, un sistema representacional menos exhaustivo con un conjunto básico de símbolos estáticos o en movimiento podrían ayudar a construir representaciones provisionales que actuaran como andamiaje de aprendizaje de la NMO.

Algunos de estos sistemas alternativos a la NMO podrían ser el sistema de rollo de pianola (piano-roll), el análisis espectro-visual de frecuencias, el sistema Sonocolores (Aschero, 1995), los musicogramas (Wuytack, 1995) o el musicomovigrama (Honorato, 2001). Estos sistemas son gráficos de tipo estático o dinámico que pretenden asociar algunos atributos del sonido (frecuencia, intensidad y duración) a atributos espaciales y de otros tipos.

Metafóricamente hablando, la textura consiste en una urdimbre de elementos sonoros horizontales y verticales. Los elementos horizontales de la textura conforman relaciones entre sonidos sucesivos mientras que los verticales constituyen relaciones entre sonidos simultáneos. La textura vertical por tanto se refiere a la simultaneidad de sonidos individuales entre las diferentes partes de una composición y la textura horizontal alude a las melodías formadas por los sonidos de una misma parte y su relación con las melodías formadas por otras partes (Randel, 2003).

Existen diferentes tipos de texturas; 1) textura polifónica (melodías superpuestas en donde cada melodía tiene igual importancia que el resto); 2) melodía acompañada (una melodía principal acompañada por sonidos en relación vertical o acordes); 3) homofonía o textura cordal (los sonidos están fundamentalmente en relación vertical, no existiendo melodías destacables). Asimismo, el término textura se emplea de una forma más restringida aludiendo a la instrumentación de una obra de música: textura ligera (pocos instrumentos o bien con

instrumentos con timbre que contiene pocos armónicos) y textura pesada (al contrario que la anterior). Aquí se hará mención a los tipos mencionados primeramente.

Dado que la música consiste en relaciones entre diferentes parámetros sonoros que pueden crear en el oyente la ilusión de movimiento (Swanwick, 1991), podría pensarse que un sistema visual dinámico, tal como una animación o vídeo, basado en un conjunto limitado de símbolos podría facilitar la labor de percepción, discriminación y asociación simbólica de la textura musical.

2. Revisión teórica

Existe una relación entre las regiones del cerebro que participan en la audición, en la visión y en la memoria (Ibarra, 2009); todas ellas coordinan la percepción y memoria musical. La memoria influye fuertemente en los procesos de agrupamiento, relación y extracción de características de los estímulos sonoros (Snyder, 2000).

En los últimos treinta años, diversos investigadores se han centrado en identificar las maneras en que las personas damos forma mediante representaciones gráficas a los estímulos sonoros a los que estamos expuestos (diSessa, Hammer, Sherin, & Kolpakowsky, 1991; Gil, Reybrouck, Tejada y Verschaffel, 2015a, 2015b; Verschaffel, Reybrouck, Janssens, y van Dooren, 2009). Los resultados indican una gran variedad de formas de representación y maneras de enfocarlas. Todas estas representaciones gráficas estudiadas no representan el estímulo sonoro escuchado, sino lo que los sujetos sienten al estar expuestos a él, es decir, una proyección de las imágenes mentales que les evoca. Ello no implica la comprensión de la forma en la que está estructurado el estímulo sonoro ni sus parámetros.

El uso del término multimedia se refiere a la capacidad de los ordenadores para representar a tiempo real en diferentes modos (Mayer, 2005). La teoría cognitiva del aprendizaje multimedia propuesto por Mayer (2005) proporciona directrices empíricas para el diseño de materiales eficaces de aprendizaje. Este autor presenta ciertos principios que dan consistencia a la teoría cognitiva de aprendizaje multimedia: principio de contigüidad espacial, principio de contigüidad temporal, principio de coherencia, principio de modalidad, principio de redundancia, principio de las diferencias individuales y principio multimedia. Este último se considera la base de la teoría y se refiere a que los estudiantes aprenden de manera más eficaz a través de la combinación de palabras e imágenes que de cada uno de estos modos individualmente.

Numerosas investigaciones han sugerido que la multimodalidad en la presentación de información puede mejorar el aprendizaje en diferentes campos educativos (Clarke, 2001; Collins, Hammond y Wellington, 1997; Colvin y Lyons, 2010; Colvin y Mayer, 2011; Finney y Burnard, 2007; Latapie, 2009; Liao, 2008).

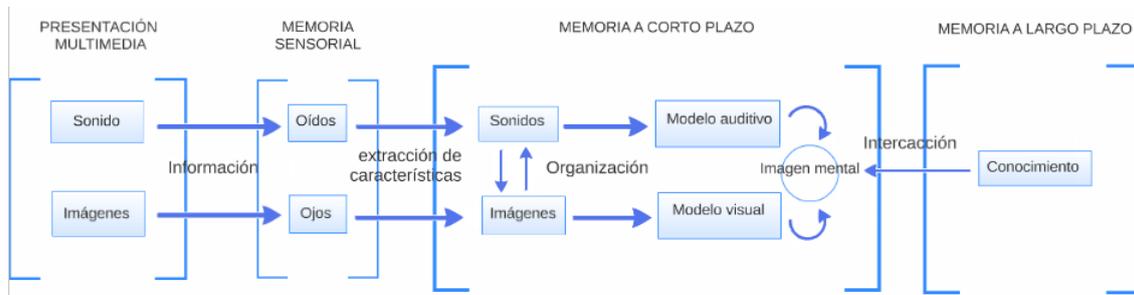


Fig. 1. Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (tomado de Mayer, 2005).

Según la teoría de aprendizaje multimedia, se ha de facilitar que el estudiante pueda crear una representación mental de los sonidos e imágenes para que se dé el aprendizaje (Mayer, 2005). Este autor diferencia cinco procesos: 1) seleccionar sonidos relevantes de la presentación multimedia para procesar en la memoria auditiva; 2) seleccionar imágenes relevantes de la presentación multimedia para procesar en la memoria visual; 3) organizar los sonidos seleccionados en un modelo auditivo mediante la memoria a corto plazo; 4) organizar las imágenes seleccionadas en un modelo visual mediante la memoria a corto plazo; 5) integrar las representaciones visuales y auditivas unas con otras junto con el conocimiento previo almacenado y recuperado de la memoria a largo plazo. Estos procesos no ocurren necesariamente en un orden lineal; además, el estudiante debe monitorizar y coordinar dichos procesos.

En resumen, esta teoría implica: a) 2 canales (visual y auditivo), b) capacidad de procesamiento limitada; c) 3 tipos de almacenes de memoria (sensorial, a corto plazo y a largo plazo); d) 5 procesos cognitivos (selección de eventos sonoros, selección de imágenes, organización de sonidos, organización de imágenes y la integración.); e) cinco tipos de procesos mentales relacionados con la representación (presentación de sonidos e imágenes, sonidos e imágenes en la memoria sensorial, organización de los sonidos e imágenes en la memoria a corto plazo, modelos auditivos y visuales y conocimiento de la memoria a largo plazo). Asimismo, incorpora elementos de los modelos clásicos de procesamiento de información: el modelo bicanal de la teoría de codificación dual de Paivio (1986), la capacidad de procesamiento limitada de Baddeley (1986, 1999) y el modelo de memoria de trabajo, almacenes de memoria y procesos cognitivos de Atkinson y Shiffrin (1968).

En la representación multimedia de la música, se deberían tener en cuenta: 1) los medios de distribución del material (pantalla del ordenador, proyector de imágenes, altavoces, etc); 2) los modos de presentación (auditivo, visual, dinámico, estático, etc.); y 3) las modalidades sensoriales (visual y aural). Suponiendo que existen dos sistemas de procesamiento de información, uno para información aural y otro para información visual y suponiendo que el modo auditivo es el más utilizado para la presentación de nueva información, los modos combinados de presentación de

información (multimedia) aprovecharían de modo más eficiente y efectivo la capacidad de la mente para procesar la información (Mayer, 2005).

Los materiales diseñados en este trabajo comparten algunos elementos conceptuales con algunos sistemas de representación musical (Aschero, 1995; Honorato, 2001; Wuytack, 1985). Asimismo, cumple con los principios descritos más arriba en relación a la teoría del aprendizaje multimedia, en este caso aplicados a la educación musical: 1) contigüidad temporal (los estudiantes podrían aprender de manera más eficaz cuando se les presenta sonido e imágenes al mismo tiempo en lugar de separadamente); 2) coherencia (los estudiantes podrían aprender de manera más eficaz cuando ciertos elementos ajenos al material de aprendizaje están excluidos de la presentación de información); y 3) modalidad (los estudiantes podrían aprender de manera más eficaz cuando el material multimedia combina animación y sonido en vez de animación y texto).

La instrucción multimedia es una manera eficaz de ayudar a los alumnos a crear conocimiento significativo haciendo conexiones referenciales entre las representaciones mentales. Mayer y Anderson (1991) realizaron diferentes estudios basados en animación y vídeo. Buscaban contrastar los resultados de retención de información en una actividad didáctica. Formaron cuatro grupos, empleando en cada una de ellas una acción multimedia diferente: narración con animación, solamente animación, solamente narración y sin acción multimedia como grupo control. Los resultados indicaron que la retención en el grupo “narración con animación” no diferían significativamente con el grupo “solamente narración”, pero la retención de estos dos grupos fue significativamente superior que la del grupo “solamente animación” y la del grupo control. En medidas de transferencia, el grupo “narración con animación” fue significativamente superior a los otros tres (Mayer, 2005).

Por su parte, Albaloooshi y Alkhalifa (2002) estudiaron la aplicación multimedia como herramienta cognitiva. Explicaron cómo la representación visual animada y la representación verbal están en constante competencia con respecto a su efectividad. Su objetivo era detectar el modo idóneo de presentación de información: verbal/imagen estática o animación. Formaron tres grupos de 15 alumnos universitarios e investigaron el grado de comprensión lectora. El primer grupo utilizó sólo texto, el segundo grupo empleó texto junto con presentación multimedia y el tercero únicamente presentación multimedia. Los resultados indicaron que el grupo que utilizó el texto y la presentación multimedia obtuvo una mejora significativa frente a los otros dos, haciendo de la presentación multimedia una candidata ideal como herramienta cognitiva.

En la parte empírica de un estudio reciente (Yu, Lai, Tsai, y Chang, 2010), se utilizó un sistema de aprendizaje bimodal (visual-aural) con 32 estudiantes de Educación Primaria, quienes recibieron doce clases de música de 40 minutos cada una. El grupo control lo formaron 32 estudiantes del mismo nivel que recibieron el mismo tratamiento pero sólo mediante representaciones. Los resultados revelaron que los estudiantes del grupo experimental mostraron un mayor nivel de rendimiento en el aprendizaje y motivación que los del grupo control.

Algunos estudios han intentado averiguar si la bimodalidad (visual-aural) proporcionada por los programas de edición de partituras facilitan el aprendizaje del código notacional occidental

en términos de conformación de imágenes sonoras mentales y disminución de la carga cognitiva extrínseca (Galera, 2010; Galera, Tejada y Trigo, 2013; Tejada, 2009). En los dos primeros trabajos, los resultados de alumnos universitarios que estudiaban maestro de Ed. Musical mostraron que existen interacciones entre el tipo de medio utilizado y algunas de las variables dependientes estudiadas. En las conclusiones se sugiere que la efectividad del medio de aprendizaje está en relación directa a los conocimientos musicales de los estudiantes y la práctica de instrumentos musicales. En caso contrario, el medio utilizado para aprender la notación resulta poco útil y no media en la interiorización y conformación de imágenes sonoras mentales. No obstante, la función mediadora de los programas de edición de partituras no resulta tan dependiente de los conocimientos previos de los estudiantes. Este tipo de programas integra dos modos de presentación de información, aliviando así el esfuerzo cognitivo del estudiante en la traducción sonora de la representación musical. Por último, conclusiones sugieren que los editores de partituras, precisamente por esta bimodalidad en la presentación de información musical, pueden ser un recurso mucho más útil que los instrumentos musicales en el estudio y práctica de la lectura musical cantada por estudiantes con escasos conocimientos previos de música.

El trabajo de Tejada (2009) intentó averiguar si la audición de notación musical a través de un programa de edición de partituras mejoró la capacidad de imaginar secuencias rítmicas y melódicas en tareas de audición, lectura y escritura de notación occidental. Se realizaron dos experimentos, uno con estudiantes universitarios de la titulación de maestro de Ed. Musical y otro con alumnos de enseñanzas profesionales de música. Además, se realizaron entrevistas semi-estructuradas con el objetivo de conocer las percepciones de los estudiantes sobre el papel de este tipo de programas en su formación musical. Los datos cuantitativos no mostraron muchas ganancias en la audición de notación musical occidental, aunque se dieron diferencias significativas en tareas de completar patrones rítmicos incompletos, y completar patrones melódicos incompletos (sin valores rítmicos). Los datos cualitativos mostraron fuertes preferencias de los estudiantes por utilizar los editores de partituras en su formación musical inicial debido a su capacidad de convertir en sonido las representaciones musicales

Es interesante citar aquí el trabajo de Orts, Pérez y Tejada (2014) en tanto que intentó averiguar si existe un efecto de alguno de tres modos de presentación unimodal (flashes visuales, sólo sonidos y texto visual) frente a alguno de dos modos de presentación bimodal (audio+video, audio+texto visual) en la reproducción de patrones rítmicos musicales. Para ello, se realizaron dos experimentos con alumnos de un Instituto de Educación Secundaria de la provincia de Valencia, España. En el primer experimento (N=50; 21 chicos y 29 chicas; 14-16 años) se realizó un diseño de contraste pretest-posttest con cinco grupos. A cada grupo se le presentaron patrones rítmicos en un modo de presentación diferente: sólo imágenes estáticas que hacían flashes de acuerdo al patrón rítmico (V), sólo sonidos (A), sólo textos que representaban el patrón rítmico cuando se leía (T), sonidos e imágenes conjuntamente (AV) sonidos y texto conjuntamente (AT). En el segundo experimento (N=10; 3 chicos y 7 chicas; 16-18 años de edad) se realizó un diseño de medidas repetidas en el que a cada uno de los sujetos se le presentó la serie de patrones rítmicos

en todos los modos antes descritos. Fueron medidas las covariables habilidades rítmicas, experiencias musicales previas, resultados académicos del curso anterior, preferencias sobre presentación de la información y sexo. Las tareas de test consistieron en escuchar 10 patrones propuestos, memorizarlos y reproducirlos motrizmente a través de un ordenador, el cual ejecutaba un programa informático ad hoc que facilitó los estímulos y la recogida y evaluación de los datos. Los resultados de ambos experimentos muestran una clara superioridad de los modos combinados (AV, AT) y de la presentación unimodal con audio (A) en la exactitud rítmica de las respuestas. En las conclusiones, se sugiere la utilidad de presentar la información rítmica sonora integrando otros medios junto al sonido en los procesos de enseñanza y aprendizaje del ritmo musical, tanto en actividades perceptivas como productivas.

Finalmente, otro trabajo (Serra y Tejada, en prensa) ha intentado averiguar si existe un efecto del modo de presentación de información visual - estática o dinámica- en el reconocimiento de patrones tonales melódicos por niños y niñas en edad escolar. Los sujetos de la muestra (N=49) fueron 24 niños y 25 niñas, entre 9 y 11 años que cursaban 5º curso de Ed. Primaria en un colegio de la ciudad de Valencia. Se adoptó un diseño cuasi-experimental. La variable independiente (forma de presentación de información sonora) fue operativizada a través de una serie de tareas que implicaron la discriminación, reconocimiento auditivo y asociación simbólica de patrones melódicos a representaciones visuales. Estos patrones fueron presentados mediante sonidos e imágenes estáticas (representaciones gráficas estáticas y analógicas de cada patrón melódico) a los sujetos de la condición información estática (IE), mientras que se utilizaron imágenes dinámicas (representaciones visuales analógicas animadas) para la condición información dinámica (ID). En el análisis de datos, fueron controladas una serie de variables intervinientes o covariables-edad, género, destrezas previas musicales y formación musical actual- no detectándose influencia de estas variables en la variable dependiente. El análisis de datos no mostró diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de ID y IE, concluyendo que no hubo un efecto del tipo de ayuda visual –dinámica o estática- en la discriminación de patrones melódicos. No obstante, se hallaron diferencias intragrupo estadísticamente significativas para ambos grupos, lo que podría constituir una evidencia empírica de que la intervención didáctica tuvo un efecto en la discriminación. Este trabajo sugiere que ambos tipos de información visual pueden ayudar en la discriminación y asociación simbólica de patrones melódicos tonales en niños y niñas de esta edad.

3. Método

3.1 Diseño y muestra

Para la recogida de datos de este trabajo se adoptó un diseño cuasi-experimental con clases intactas extraídas de un instituto seleccionado por conveniencia. Los sujetos de la muestra fueron escolares cursando 3º de ESO en un instituto de Educación Secundaria Obligatoria de la ciudad de Valencia, España (N=39). Los 39 sujetos se agruparon en función de clases intactas; una de

éstas constituyó el grupo experimental (N=18; 4 chicos y 14 chicas) y la otra el grupo control (N=21; 14 chicos y 7 chicas).

3.2 Variables

La variable independiente fue el tipo de presentación de información de textura musical: unimodal (música y explicaciones) (Grupo Control) y multimodal (música, explicaciones, imágenes dinámicas) (Grupo Experimental).

La variable dependiente fue el reconocimiento auditivo de 4 diferentes tipos de textura musical (homofonía, heterofonía, música acompañada y contrapunto) mediante respuesta escrita en un cuestionario. Para la recogida de datos relacionados con esta variable, se elaboró un pretest (véase más abajo).

Asimismo, se controlaron como covariables algunas variables intervinientes típicas de este tipo de estudio: edad, calificación promedio del curso anterior, experiencia musical previa, práctica musical fuera del instituto, estudios de música extraescolares o en conservatorio, autoevaluación de aptitudes musicales y modo preferido de presentación de información (texto, imagen estática, imagen dinámica o vídeo).

3.3 Instrumentos

Se elaboró un test (que sirvió como pre y posttest) para recoger las respuestas de identificación de la textura musical percibida. Se utilizaron ítems que ejemplificaron gráfica y textualmente cuatro tipos de textura musical (homofonía, heterofonía, música acompañada y contrapunto). Para la validación de los instrumentos se utilizó la opinión de jueces; tres profesores de música puntuaron sobre la *pertinencia* y *adecuación* de cada ítem en una escala de cinco puntos (Alfa de Cronbach = 0,79).

El instrumento de recogida de datos estuvo compuesto por 20 ítems (anexo 1). Cada ítem tenía una pregunta “¿Qué dibujo se parece más a lo que estás escuchando?”. Por cada ítem se proporcionaron 5 respuestas posibles. Las 4 primeras respuestas fueron 4 representaciones gráficas descriptivas de las texturas arriba mencionadas. Cada representación gráfica de textura se acompañó con la etiqueta de su nombre. El ejemplo o fragmento sonoro de cada ítem tuvo una duración máxima de 30" y se asignó un tiempo de respuesta de 15". El test tuvo una duración total de 15 minutos.

Para medir la covariable “aptitudes musicales”, se utilizó una reducción de la adaptación española del test de aptitudes musicales de Seashore (1992). Aun a pesar de que el constructo aptitud musical es controvertido y todavía se debate (Gordon, 2009; Hallam, 2006) este test es

muy pertinente en la medición de conductas musicales auditivas básicas de los sujetos de esta investigación, dado que incluye baterías de discriminación auditiva relacionadas con los parámetros altura, intensidad, ritmo, tempo, timbre y memoria tonal.

Para el resto de covariables (edad, sexo, preferencias de modalidades de presentación: texto, imágenes, vídeo, nota media del curso anterior, experiencias musicales previas al instituto), se usó un cuestionario estándar con escalas de 7 puntos (anexo 2).

3.4 Materiales

Para la intervención docente, se utilizó un proyector de imágenes, un ordenador, un equipo de música y materiales audiovisuales dinámicos (AVD).

Para la elaboración del material de presentación bimodal de información (sonido y vídeo) se utilizaron los siguientes programas: el editor de partituras Musescore (Schweer, 2002), el codificador de datos MIDI Music Animation Machine (Malinowski, 1996), el secuenciador Cubase 7.5 (Steinberg, 2014), el editor de vídeo Vegas Pro 11.0 (Sony Creative Software, 2011) y el capturador de pantalla HyperCam (Hyperionics, 2012).

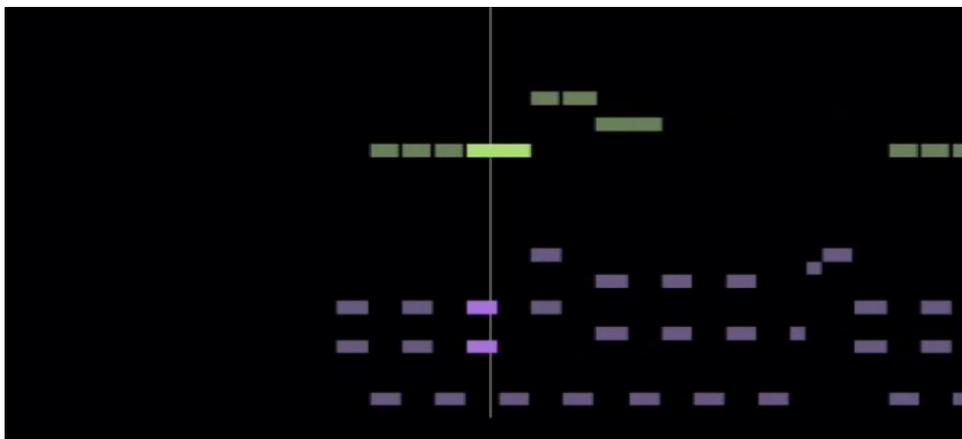


Fig. 2. Representaciones gráficas dinámicas con información de textura (melodía acompañada) correspondiendo a la canción Imagine de John Lennon. Imágenes generadas por el programa informático Music Animation Machine.

Una vez elaborada la secuencia MIDI con Musescore y Cubase, se importó en Music Animation Machine (Malinowski, 1996), un programa que distingue la altura y duración de los sonidos de una secuencia de datos MIDI (fig. 2). Los datos MIDI son representados por medio de figuras geométricas en movimiento de distintos colores y longitudes (piano roll), pudiendo visualizarse la música con gráficas alternativas. Una vez configurado correctamente, el programa asigna un color diferente a cada línea melódica pudiendo así diferenciar la altura relativa, la duración, el timbre y, a través de ellos, la textura. MAM permitió la configuración de la misma y

su salida en vídeo. La salida de vídeo fue capturada con Hypercam y después fue editada en Vegas Pro; la banda de audio fue desagregada de la pista de vídeo y se añadió posteriormente otra banda de audio de mayor calidad. Posteriormente, vídeo y audio fueron sincronizados, editados y renderizados en Vegas Pro, dando una mezcla final en forma de archivos de vídeo AVI. Estos archivos fueron los utilizados en la intervención docente con el grupo GE.

3.6 Procedimientos

Antes de iniciar la parte empírica y después de negociado el acceso al centro con su equipo directivo, se pidió el consentimiento de alumnos y sus apoderados para la participación en este trabajo mediante una hoja informativa ad hoc que firmaron. Una semana después, se administró un cuestionario para medir las variables intervinientes (covariables) y se pasó el test de Seashore. A la semana siguiente de realizar este cuestionario, comenzó la fase de intervención didáctica, que incluyó 6 sesiones de 50 minutos repartidas a razón de una por semana.

En la primera sesión, se abordaron audiciones de textura a través de ejemplificaciones y materiales. La estructura de cada sesión incluía una breve introducción y recapitulación de lo hecho en sesiones anteriores y el tratamiento de los nuevos conceptos y destrezas musicales a abordar en la sesión, es decir, la percepción-discriminación y asociación simbólica de los conceptos relacionados con la textura musical. Como se mencionó más arriba, al grupo experimental (GE) se le presentó la información en formato multimedia (verbal, audio, animaciones), mientras que al grupo control (GC) sin las animaciones. Ambos grupos comenzaron y finalizaron el tratamiento al mismo tiempo.

4. Análisis de resultados

En la tabla 1 se pueden observar las medias de las covariables, es decir, variables intervinientes que podrían afectar potencialmente a los resultados de la variable dependiente.

	Sexo	Edad	Exper. musical extra-escolar	Nota media curso anterior	Auto percep. musical	prefs. texto	prefs. imagen	prefs. video	COMPONENTES TEST SEASHORE						test Seashore global	
									tono	intensid.	ritmo	tempo	timbre	memoria tonal		
Control (N=21)	Media	1,33	14,48	1,14	5,86	5,90	4,43	5,19	5,33	28,90	31,52	24,71	36,00	27,04	21,23	169,42
	Desv. Estánd.	,48	,814	,35	,70	,83	1,50	1,03	1,77	6,41	4,33	3,03	5,42	5,10	3,75	15,37
Exper. (N=18)	Media	1,78	14,56	1,33	6,70	5,86	4,22	4,92	6,06	31,27	28,83	25,94	34,66	30,61	23,16	174,50
	Desv. Estánd.	,42	,70	,48	1,12	,68	1,35	1,64	1,110	6,95	6,18	2,071	8,65	4,23	3,72	16,70

Tabla 1. Estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) de las covariables de este estudio.

Como se puede observar en el MANOVA realizado (tabla 2), ninguna de las covariables que pudieran afectar sistemáticamente a los resultados del posttest (edad, sexo, nota media del curso anterior, experiencia musical, autopercepción de las habilidades musicales y preferencias por modalidades de presentación de información) mostraron influencias sobre la variable dependiente.

Covariables	F	Sig.
Edad	3,343	,080
Sexo	,115	,738
Nota media curso anterior	3,869	,061
Experiencia musical	,698	,412
Autopercep. habilid. musical	,005	,944
Preferencia modalidad texto	1,850	,187
Preferencia modalidad imagen	1,129	,299
Preferencia modalidad vídeo	,494	,489

Tabla 2. Influencia de las covariables sobre la variable dependiente en el posttest

No obstante, se hallaron diferencias intergrupo significativas en el pretest a favor del GE en relación al componente *timbre* del test de Seashore (tabla 3). Un análisis múltiple de varianza (MANOVA) realizado para el análisis de las covariables no muestra influencia de esta variable en la variable dependiente.

Componentes del test de aptitud musical de Seashore	F	Sig.
tono	1,229	,275
intensidad	2,531	,120
ritmo	2,110	,155
tempo	,343	,562
timbre	5,518	,024
memoria tonal	2,573	,117
Seashore global	,974	,330

Tabla 3. Contraste intergrupo de la covariable aptitud musical (puntuaciones individuales de los componentes seleccionados del test de Seashore y de la puntuación global del test de Seashore).

Por otro lado y tal como se puede observar en las tablas 4 y 5, la descompensación por sexo de los sujetos de ambos grupos es evidente. No obstante, la variable interviniente sexo no mostró interacción significativa sobre la variable dependiente (tabla 2).

	F	Sig.
Edad	,104	,749
Sexo	9,10	,005

Tabla 4. Contraste intergrupo de las covariables edad y sexo

			Recuento
Sexo	hombre	grupo control	14
		experimental	4
	mujer	grupo control	7
		experimental	14

Tabla 5. Contraste intergrupo de las covariables edad y género

Asimismo, el rendimiento académico del curso anterior mostró diferencias intergrupo a favor del GE (tabla 6). No obstante, el análisis multivariante no muestra influencia de esta covariable en la variable dependiente medida en el posttest.

	F	Sig.
autopercepción musical	,031	,860
Nota media curso anterior	7,940	,008
Experiencia musical extraescolar	1,980	,168

Tabla 6. Contraste intergrupo de las covariables autopercepción musical, nota media del curso anterior y experiencia musical extraescolar.

En cuanto al análisis de resultados principales, un contraste de los datos no muestra ganancias intergrupo en el posttest, aunque sí en el pretest (tabla 7). No obstante y tal como se ha visto anteriormente, no existe ninguna influencia de las covariables sobre la variable dependiente, por lo que este factor de causa no es plausible, al menos estadísticamente.

		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	t	Sig.
pretest	grupo control	21	4,33	1,12	,24	2,49	,017
	experimental	18	3,47	1,02	,24		
posttest	grupo control	21	4,85	2,00	,43	,25	,800
	experimental	18	4,72	1,10	,25		

Tabla 7. Contraste intergrupo de valores pretest y posttest.

Respecto del desequilibrio intergrupo de la variable dependiente en el pretest, el contraste muestra que GC obtuvo una puntuación media inicial superior a la del GE ($t = 2,490$; $p = 0,01$), lo que podría indicar una descompensación de nivel entre los grupos (tabla 8).

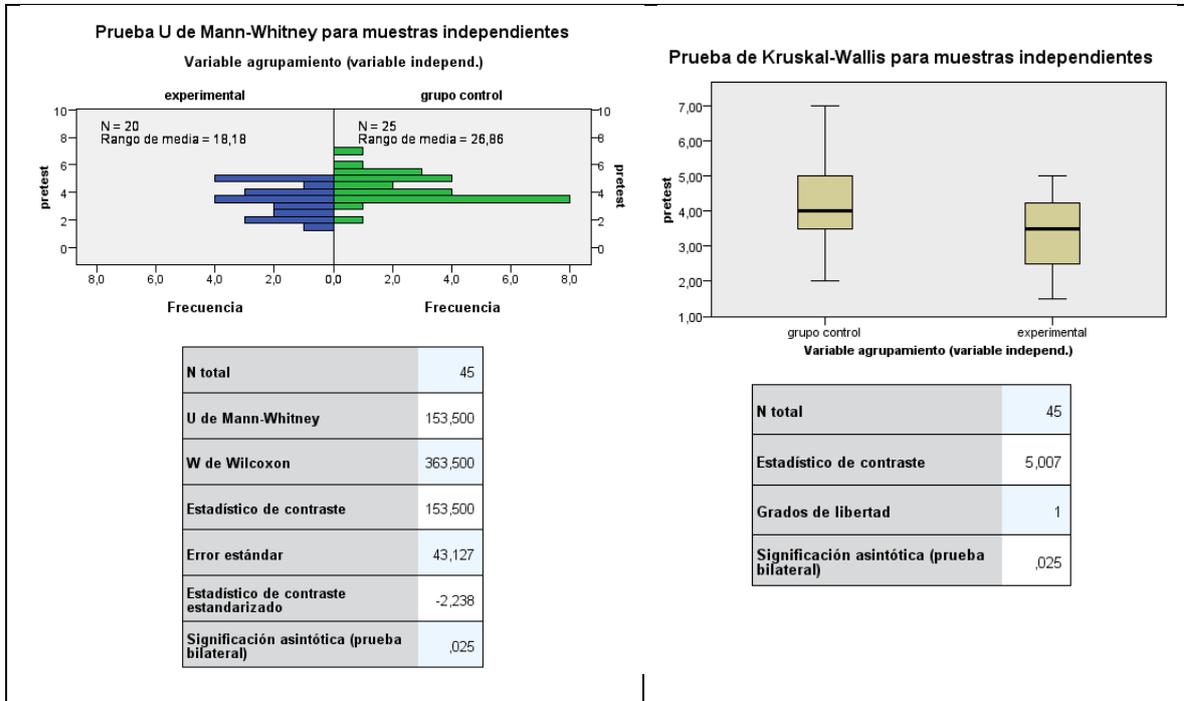


Tabla. 8. Contraste de medias intergrupo de valores pretest mediante dos estadísticos no paramétricos.

Esta descompensación de puntuación podría haberse debido al posible efecto de una o varias covariables (variables intervinientes) sobre la variable dependiente. Por ello, se realizó un MANOVA tomando como factores: a) los valores de la variable dependiente pretest y posttest de ambos grupos; b) la variable de agrupamiento como factor fijo; y c) las variables intervinientes edad, modos preferidos de presentación de información, autopercepción de las habilidades musicales, experiencia musical previa y aptitud musical en sus diferentes tests (tabla 1).

Los resultados hallados en el análisis no muestran influencia de la mayoría de las covariables en los resultados de los grupos. Aunque esta ausencia de explicación de las diferencias pueda parecer sorprendente, es plausible en investigación con seres humanos en pequeños grupos intactos cuando se tiene en cuenta la probabilidad de que aparezca el efecto de aprendizaje o el efecto de novedad, entre otros constructos explicativos no sistemáticos.

Por último, el principal hallazgo de este estudio es que el análisis de datos muestra ganancias intragrupo para GC y GE. Ambos grupos realizaron ganancias después de la intervención. No obstante, el contraste pretest-posttest para el GC no mostró diferencias significativas ($t = -1,40$; $p = 0,17$). Sin embargo, la ganancia fue estadísticamente significativa para el contraste pretest-posttest del GE ($t = -4,64$; $p < 0,001$) (tabla 9).

Contraste		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig	
		Media	Desv. Típ.	Error típ.	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inf.				Sup.
Par 1	Pretest - Posttest GC	-,523	1,713	,373	-1,303	,2562	-1,401	20	,177
Par 2	Pretest- Posttest GE	-1,250	1,140	,268	-1,817	-,682	-4,649	17	,000

Tabla 9. Ganancias intragrupo

5. Discusión

Después de la intervención educativa utilizando un sistema multimodal de presentación, se ha observado en ambos grupos de estudiantes un mejor rendimiento en la discriminación de la textura musical. Es de destacar que el GE ha obtenido una mejora significativa en relación a sus resultados de pretest después de la intervención didáctica. Estos resultados muestran un apoyo parcial a la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (Mayer, 2005).

Los resultados de este trabajo apoyan parcialmente la teoría del aprendizaje multimedia (Mayer, 2005). Cuando se presenta un material sonoro solamente en el modo auditivo, quizá se esté omitiendo el potencial para el procesamiento del modo visual. De modo hipotético, utilizando dos canales de presentación de información, se podría mostrar el material en dos modalidades distintas. Las imágenes y los sonidos se complementarían entre sí, mejorando la comprensión al integrar mentalmente las representaciones visuales y auditivas. Esto sería especialmente importante con la información visual dinámica relacionada con la metáfora de movimiento de la altura musical.

Esta investigación corrobora parcialmente el estudio realizado por Yu, Lai, Tsai, y Chang (2010), quienes sugieren que una pluralidad de modos de presentación de información es una manera eficaz de facilitar que alumnos creen conocimiento significativo haciendo conexiones referenciales entre sus representaciones mentales. Asimismo, corrobora los resultados positivos intragrupo obtenidos por Serra y Tejada (en prensa). Por último, este estudio apoya parcialmente los resultados de los estudios de Albaloooshi y Alkhalifa (2002), Orts, Pérez Gil y Tejada (2014) y Tejada (2009).

Este trabajo podría considerarse como un estudio piloto de futuras investigaciones sobre este tema. No obstante, cabe tener en cuenta una serie de factores que han influido y limitado los resultados de esta investigación. Así, se detectó una diferencia significativa de los grupos en relación a los valores de la variable dependiente en el pretest a favor del GC. Aunque los resultados analizados no son concluyentes respecto a un posible efecto sistemático en la variable dependiente, se sugiere el bloqueo de las variables aludidas en ulteriores investigaciones, sobre todo en la edad, rendimiento académico y aptitud musical, todas ellas de potencial influencia

sobre la variable independiente. Por otra parte, la aptitud y la habilidad musical han sido y siguen siendo constructos bastante discutidos en la literatura (Gordon, 2009; Hallam, 2006, 2010; Shuter-Dyson, 1999).

Teniendo en cuenta esto, es posible que no haya un acuerdo entre los investigadores acerca de que el test de Seashore sea el mejor indicador para medir las habilidades o aptitudes musicales de los sujetos que participaron. Otras limitaciones podrían haber comprometido los resultados de este trabajo, por ejemplo, el tamaño y el método de extracción de la muestra, así como la duración de la intervención. Se propone establecer una muestra más numerosa y un sistema de extracción y asignación aleatoria a las condiciones experimentales para conseguir una mayor validez externa que permita realizar regresiones y por tanto predicciones sobre la población objeto de estudio.

Como sugerencia de investigaciones futuras relacionadas con la multimodalidad en la educación musical, sería muy útil ahondar en el conocimiento del papel de las representaciones multimodales en el reconocimiento del contorno melódico, la habilidad rítmica, la discriminación tímbrica, la interpretación instrumental o vocal y la discriminación de intensidad sonora.

Referencias Bibliográficas

- Albalooshi, F y Alkhalifa E.M. (2002). Multimedia as a Cognitive Tool. *Educational Technology & Society*, 5 (4), 49-55.
- Aschero, S. (1995). *Sistema Musical Aschero. Manual para Profesores. Nivel 1*. Madrid: Creaschero.
- Atkinson, R. C., y Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control process. In K. W. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. New York: Academy Press.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. (1999). *Human memory*. Boston: Allyn & Bacon.
- Clarke, A. (2001). *Designing Computer-Based Learning Materials*. Abingdon, Oxon: Gower Publishing.
- Colvin, R. y Lyons, Ch. (2010). *Graphics for Learning: Proven Guidelines for Planning, Designing, and Evaluating Visuals in Training Materials*. Hoboken, NJ, USA: Pfeiffer.
- Colvin, R. y Mayer, R. (2011). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. Hoboken, NJ, USA: Pfeiffer.

diSessa, A. A., Hammer, D., Sherin, B. L., & Kolpakowsky, T. (1991). Inventing graphing: Meta-representational expertise in children. *The Journal of Mathematical Behavior*, 10 (2), 117-160.

Finney, J. y Burnard, P. (2007). *Music Education with Digital Technology : Education and Digital Technology*. London: Continuum International Publishing

Galera, M. (2010) *Efectos de diferentes variables en la lectura musical cantada*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. Recuperado de: <http://fondosdigitales.us.es/tesis/tesis/1720/efectos-de-diferentes-variables-en-la-lectura-musical-cantada/>

Galera, M., Tejada, J. y Trigo, E. (2013) Music Notation Software as a Means to Facilitate the Study of Singing Musical Scores. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 11(1), 215-238. Recuperado de: http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/articulos/29/english/Art_29_761.pdf

Gil, V., Reybrouck, M., Tejada, J. y Verschaffel, L. (2015) Improving the Representational Strategies of Children in a Music-Listening and Playing Task: an Intervention-Based Study. *Research Studies in Music Education*. 37(1), 77–92. doi: <http://dx.doi.org/10.1177/1321103X15589337>

Gil, V., Reybrouck, M., Tejada, J. y Verschaffel, L. (2015) Students' Perceptions of a Technology-Enhanced Learning Environment Aimed at Fostering Meta-Representational Competence in Music. Proceedings of Ninth Triennial Conference of ESCOM, the European Society for the Cognitive Sciences of Music (17-22 august. Royal College of Music. Manchester, UK).

Gordon, E. (2009). *Apollonian apostles: conversations about the nature, measurement and implications of music aptitudes: Bentley, Drake, Gaston, Kwalwasser, Seashore, Wing, and Gordon*. Chicago: GIA.

Hallam, S. (2006). Musicality. En G. McPherson (ed.) *The child as musician: A handbook of musical development*. Oxford: Oxford University Press.

Hallam, S. (2010). 21st century conceptions of musical ability. *Psychology of Music*, 38. 308-330. doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0305735609351922>

Honorato, R. (2001). Trabajando con musicomovigramas, *Revista Electrónica de LEEME*, 8.

Hyperionics & Solveig Multimedia (2012). *HyperCam* (programa de ordenador)

Ibarra, O. (2009). Neuroanatomía y neurofisiología del aprendizaje y memoria musical. *Boletín Electrónico de Investigación de la Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.* 5 (1), 39-51.

Latapie, I. (2009). *Acercamiento al aprendizaje multimedia*. México: Universidad Simón Bolívar.

Liao, M.Y. (2008). The effects of gesture use on young children's pitch accuracy for singing tonal patterns. *International Journal of Music Education*, 26(3), 197-211.

- Malinowski, S. (1996). *Music Animation Machine* (programa de ordenador).
- Mayer, R. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. y Anderson, R. (1991). Animations need narrations: An experimental test of the dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490.
- Miller, S. (1986). Listening maps for musical tours. *Music Educators Journal*, 73(2), 28-31.
- Schweer, W. (2002). *Musescore* (programa de ordenador).
- Orts, M., Pérez Gil, M. y Tejada, J. (2014). Efectos de los modos de presentación de información en la exactitud de la producción rítmica de estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de LEEME*, 34, 36-55.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Randel, D. (ed.) (2003). *The Harvard Dictionary of Music*. Harvard: Harvard University Press.
- Seashore, C. (1992). *Test de aptitudes musicales de Seashore*. Madrid: TEA.
- Selfridge-Field, E. (1997). *Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes*. Cambridge: MIT Press.
- Serra, D. y Tejada, J. (en prensa) The Effects of Static and Dynamic Visual Representations as Aids for Primary School Children in Tasks of Auditory Discrimination of Tonal Melodic Patterns. Aceptado en *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*.
- Shuter-Dyson, R. (1999). Musical ability. En D. Deutsch (ed.) *The Psychology of Music* (pp. 627-651). New York, NY: Harcourt Brace and Company.
- Snyder, B. (2000). *Music and memory*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Sony Creative Software (2011). *Vegas Pro 11.0* (programa de ordenador).
- Swanwick, K. (1991). *Música, pensamiento y educación*. Madrid: Morata.
- Steinberg Media Technologies (2014). *Cubase 7.5* (programa de ordenador).
- Tejada, J. (2009) Hearing music notation through music score software: effects on students' music reading and writing. *International Journal of Learning*, vol.16, nº 6, 17-32.
- Verschaffel, L., Reybrouck, M., Janssens, M. y van Dooren, W. (2009). Using graphical notations to assess children's experiencing of simple and complex musical fragments. *Psychology of Music*, 38 (3), 259-284.

Wuytack, J. (1985). *Musicalia*. Brugge: Uitgeverij De Garve.

Yu, Lai, Tsai, y Chang (2010). Using a Multimodal Learning System to Support Music Instruction. *Educational Technology & Society*, 13 (3), 151–162.

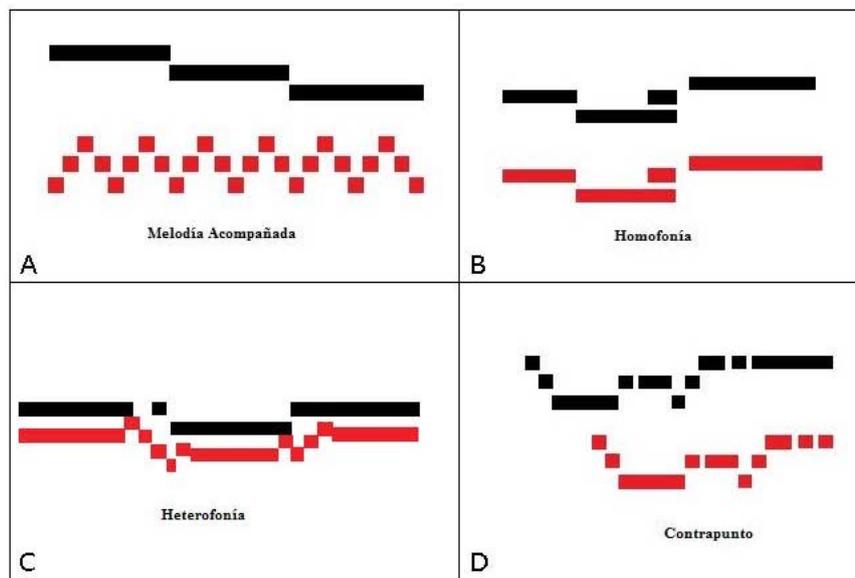
Anexo 1

Las Texturas Musicales

Nombre y apellidos:

Grupo:

Fecha:



- Indica en la tabla qué dibujo se parece más a lo que estás escuchando.

Audición nº:	Dibujo letra:	Audición nº:	Dibujo letra:
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

Anexo 2

CUESTIONARIO DE LA INVESTIGACIÓN

1. Edad (en años): _____ 2. Sexo (Hombre - Mujer) _____

3. Tu NOTA MEDIA del curso anterior fue:

----- puntos

4. ¿Participabas o participas en alguna **actividad musical** antes del instituto?

SI NO

5. ¿Cuál? (dejar en blanco en caso de haber contestado NO a la anterior pregunta)

6. Valora tus habilidades musicales (conocimientos y destrezas) con una puntuación entre 0 y 10 puntos:

----- puntos

7. Valora del 1 (poco) al 7 (mucho) tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación): **Cuando estudio, la forma en que mejor y más rápido aprendo es cuando la lección está en forma de texto:**

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

8. Valora del 1 (poco) al 7 (mucho) tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación): **Cuando estudio, la forma en que mejor y más rápido aprendo es cuando la lección está en forma de imágenes**

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

9. Valora del 1 (poco) al 7 (mucho) tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación): **Cuando estudio, la forma en que mejor y más rápido aprendo es cuando la lección está en forma de vídeo**

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---