



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS (NEUROBIOLOGÍA)

Instituto de Neurobiología

Análisis de la actividad de las cortezas auditivas secundarias ante las propiedades espectro-temporales de estímulos musicales

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

Presenta:

Francis Anthony Michael Manno III, BA, MSc (NYU), capitán-USCG

TUTOR PRINCIPAL

Dr. Fernando Barrios Álvarez, Instituto de Neurobiología Unam

COMITÉ TUTOR

Dr. Juan Fernández Ruiz, Facultad de Medicina Unam

COMITÉ TUTOR

Dr. Luis Lemus, Instituto de Fisiología Celular, UNAM

Ciudad de México, Diciembre 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

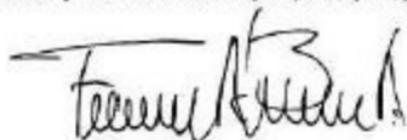
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Firmas

Francis Anthony Michael Manno III, BA, MSc (NYU), capitán-USCG



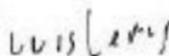
TUTOR PRINCIPAL

Dr. Fernando Bannos Álvarez, Instituto de Neurobiología, UNAM



COMITÉ TUTOR

Dr. Juan Fernández Ruiz, Facultad de Medicina, UNAM



COMITÉ TUTOR

Dr. Luis Lemus, Instituto de Fisiología Celular, UNAM

Contenido

1. Agradecimientos	6
2. Resumen	9
3. Introducción: <i>Prosaic</i>	10
4. Introducción.....	12
5. Descripción de la señal.....	14
5.1. Fundamentos de sonido: Describir cómo interactúa el sonido en el entorno	14
5.2. Procesamiento de sonido: El oído a la vía neural	16
5.3. Procesamiento de sonido: Vía neural para la corteza auditiva	18
5.4. Procesamiento de sonido: clasificación de objetos auditivos de orden superior	19
6. La amígdala en el procesamiento emocional	20
7. Sinopsis de resonancia magnética funcional	21
8. Lo que podemos medir con los cambios de señal dependientes del nivel de oxígeno en la sangre en la resonancia magnética funcional	24
9. Preguntas de investigación, hipótesis y objetivos	26
9.1. Objetivos – Objetivos específicos	30
10. Deconstrucción de la señal.....	31
10.1. Nuestra señal: terminología.....	33
10.2. Tono puro de Singlet.....	33
10.3. Señal de quadruplet.....	34
11. Revisión de las pruebas musicales	42
12. Explicación de los estímulos musicales: Tarea de identificación emocional de Montreal	43
13. Métodos.....	48
13.1. Nuestra señal: <i>Estímulos acústicos emocionales: descomposiciones de banda</i>	49
13.1.1. Colección total	51
13.1.2. Muestras de estímulos.....	52
13.1.3. Pareo	52
13.1.4. Detallada	53
13.1.4.1. Triste	53
13.1.4.2. Feliz	55
13.2. Paradigma de muestreo disperso	57
13.2.1. Estímulos para muestreo disperso.....	57

13.3.	Adquisición de imágenes	60
13.4.	Diseño experimental y presentación de estímulos en fMRI	61
13.5.	Procesamiento de imágenes funcionales y la segmentación del ROI.....	62
13.6.	Lateralización hemisférica	65
13.7.	Análisis psicofísico correlacionado con modulación funcional.....	66
13.8.	Asignaturas para psicofísica y fMRI.....	67
14.	Resultados.....	69
14.1.	Primer estudio: La lateralización hemisférica de las subdivisiones del giro y la amígdala de Heschl están involucradas en la diferenciación de la emoción musical feliz y triste.....	69
14.1.1.	Primer estudio: Resumen.....	69
14.1.2.	Primer estudio: Resultados	69
14.1.3.	Primer estudio: discusión.....	72
14.1.3.1.	Diferencias de la subdivisión de lateralidad para la música feliz y triste.....	72
14.1.3.2.	Diferencias de subdivisiones de activación y desactivación	73
14.2.	Segundo estudio: lo que constituye una emoción: las diferencias sexuales en el procesamiento asimétrico de la amígdala inclinan hacia la derecha cuando están seguros y hacia la izquierda cuando no están seguros: el umbral del sonido emocional al resolver señales emocionales inciertas (primer aspecto descrito).....	74
14.2.1.	Segundo estudio: Resumen (primer aspecto descrito).....	74
14.2.2.	Segundo estudio: Introducción (primer aspecto descrito)	75
14.2.3.	Segundo estudio: resultados (Tentativo: Primer aspecto descrito)	78
14.2.3.1.	Psicofísica de la identificación emocional.....	78
14.2.3.2.	Emoción feliz utiliza diferentes señales de estructura fina que una emoción triste; con emociones inciertas discriminadas como casualidad a 64nb	79
14.2.3.3.	La resolución funcional de la identificación incierta de la emoción	79
14.2.3.4.	El giro de Heschl se modula ligeramente a estímulos emocionalmente inciertos, más probablemente siguiendo las indicaciones del FIS.	80
14.2.3.5.	La respuesta funcional de la amígdala sigue a la identificación de estímulos emocionales inciertos, desactivando la identificación emocional al azar	80
14.2.3.6.	La activación de HG hemisférica contralateral equilibra la lateralización con una emoción incierta. La desactivación del funcionamiento hemisférico izquierdo de AMG sigue a estímulos inciertos	81
14.2.4.	Segundo estudio: discusión (primer aspecto descrito).....	91
15.	Discusión final	96

16.	Referencias.....	98
17.	Lista de tablas	109
18.	Lista de figuras	110
19.	Lista de ecuaciones	111
20.	Lista del anexo	111
21.	Índice.....	112
	Hipótesis nula pruebas estadísticas.....	112
	Tamaños de efecto para la emoción y análisis de potencia	114

1. Agradecimientos

Este trabajo está dedicado principalmente a mis padres Francis A. Jr. y Helen D. Manno por su amor, apoyo y creencia tenaz en su hijo. Sin ellos, el pueblo que se necesita para criar un médico en la familia no habría existido. Los quiero mucho a ambos. Espero que su jubilación sea espléndida. Me gustaría agradecer a mi extensa familia de doctores, científicos e inspiradores quienes a lo largo de los años también participaron en mi educación: tíos y tías, Steven Jackobs, Betty Weed (la tía y los tíos favoritos y más jóvenes. Ustedes han sido los inspiradores didáctica Crecí y continuo visitándome en países extranjeros, lo que me inspira más), Dra. Nancy McCarty, Walt (recuerdo su isla con cariño cuando era niña), Dr. John Jacobs, Miriam (gracias por dejarme visitar) varias veces en mis aventuras), Kay Colbert, Jim (el abogado de la familia), Mark Manno (te extrañaré muchísimo y te agradeceré por haber obtenido tres maestrías sin un doctorado, siempre me hizo darme cuenta de que la educación es lo que tú haces). Sandy, Joan (la enfermera de la familia) y Chris (el tío Chris probablemente hará una broma de que yo lo haya incluido). Para mi mi hermana Tina, finalmente nos hemos dado cuenta de lo que es la familia y lo importante que es, no tardarás un segundo, ¿no? Gracias por tu apoyo Tina. A todos mis primos de los cuales hay demasiados para nombrarlos. Me gustaría agradecer a mis amigos y asesores más influyentes en los mejores años durante mis estudios de doctorado: Dr. Tenzin Gocha, Jack Plot, Nikolaus E Valentine, Mark Paluszka (Joey, MaWaPa y otras siglas), Dr. Brad Buran, Dr. Dan Sanes, el Dr. Swanson, el Dr. Carson y el Dr. Duncan.

Individuos esenciales para mi ingreso, continuidad y graduación: MC. Leonor Casanova Rico, y la Dra. Aurea Orozco Rivas. Sin estas dos personas indispensables, la UNAM-INB se derrumbaría, se arruinaría en cuestión de minutos, y sería una finalización incompatible inmanejable de 1.000 clientes (como alguien me dijo). Estoy agradecido todos los días que conozco a Leo y Aurea por su política de puertas abiertas y en cualquier momento listas respuestas para preguntas gringas. ¡Sin estas dos personas maravillosas, sería un hombre perdido y desaparecido en México!

Carmen Mendoza López, por su ayuda en cualquier otra pregunta gringa y por reírse. Para mis amigos durante mi doctorado: ¡Viva Mexico Cabrones! Itzamná Sánchez Moncada, por ser un chismoso, La Pinche Raúl Rodríguez Cruces, por decir que México es un país maravilloso y que debo estar aquí para lograr vivir la suena Mexicana - Raúl, ¿qué puedo decir, Arafat Angulo-Perkins para la Biblia religioso después de México - "Espero que estés bien en Europa), Jorge Gámez de León por ayuda con el código, Zeus Chiripa por ser el español, Arturo - ya terminaste tu primer manuscrito, Victor E. Olalde por mantenerme en la noche "No hay insomnio que aguante 3 chaquetas", todavía no sabemos si es verdad

Victor, Chema, por decir lo que dice Chema cada minuto ... ya sabes lo que es. Por último, a Canek Llera, por ser la única otra persona espiritual en el INB, que conozco, o que conozco de forma metafísica. Espero que estés bien. ¡Viva México Cabrones! Parafraseando a un gran mexicano, del capítulo de la vida que describe a Hijos de La Chingada, "Los Hijos de la Malinche" de Octavio Paz, "El laberinto de la soledad" - "El laberinto de la soledad":

“¿Quién es la Chingada? Ante todo, es la Madre. No una Madre de carne y hueso, sino una figura mítica. La Chingada es una de las representaciones mexicanas de la Maternidad, como la Llorona o la "sufrida madre mexicana" que festejamos el diez de mayo. La Chingada es la madre que ha sufrido, metafórica o realmente, la acción corrosiva e infamante implícita en el verbo que le da nombre. Vale la pena detenerse en el significado de esta voz.”

Y así, en esta voz, nos detenemos en detenerse, como Hijos de La Chingada terminando nuestras disertaciones!

Para la música que escucho, para aprender lo suficiente en español para responder preguntas en mi defensa, para aprender con suerte cantonés, para mis futuros amigos de todo el mundo, para navegar, para navegar, para Satyagraha, para mi primer barco de vela Castaway an Irwin 30, Para aquellas noches que navegan, Willoughby escupió luces en medio de los barcos de la armada, para viento suave y mares, para poder pronunciar rrrrrrrrrrrrrrrrrrr, por cada mes que practique.

I would like to thank the Posgrado en Ciencias Biomédicas and Instituto de Neurobiología of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) and the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) for the Graduate Fellowship 578458.

A mis profesores que me dieron la libertad y la libertad para que esto suceda, los Dres. Fernando A. Barrios, Juan Fernández Ruiz y Luis Lemus. Dr. Lemus, gracias por ser increíblemente accesible y directo. Me encanta la franqueza. Me dijiste que no, cuando necesitaba escucharlo. Dr. Ruiz, gracias por escuchar y ser amable. Sinai y yo apreciamos tu sinceridad y habilidad para entender lo que es ser joven. Dr. Barrios, aprecio la oportunidad de hacer que se sienta orgulloso. Tus chistes ayudan a tus alumnos a pasar el día. Y aunque no tenemos la promesa de un tatuaje al momento de escribir esto, le prometo que estoy trabajando lo mejor para que esto suceda. Sus chistes aclaran el día y hacen de su laboratorio un lugar

maravilloso para trabajar. Aprecio la segunda oportunidad. Espero por todos mis profesores, puede que permanezcan accesibles, guiando en el futuro, y espero que me haya ganado su amistad.

Este doctorado se completó para Sinai, mi esposa amorosa e inspiradora. Sina, sé que aún no lo sabes, pero cuando leas esto estarás en el primer año de tu doctorado. Estarás en el medio en algún lugar tratando de darle sentido a todo. Te habré contado mis muchos, muchos, muchos errores. Te ayudaré lo mejor que pueda. Te amo cariño. Te amo por soñar conmigo Te amo por ver la función conmigo. Para los ejercicios de imaginación y pensamiento en dos idiomas a veces simultáneos. Nos hemos movido 20,000 kilómetros hacia el lado exterior del mundo. Sé que fue difícil. Hemos luchado para comenzar un nuevo capítulo. No ha sido fácil. Ha sido duro, hemos superado mucho. Me has dicho una y otra vez que el sufrimiento de una lucha se mide por el éxito del resultado posterior. Es una medida de cuánto luchas, el resultado que produce. Estas son grandes palabras. Te amo por ellos, por más que puedas imaginar. Me haces pasar cada día, pensando en hermosos pensamientos del día siguiente a partir de entonces. Me encanta tu sonrisa y sonrío contigo en mi mente cuando no estás cerca. Te escucho cuando físicamente no estás presente. Sé que dirás algo acerca de Dios aquí. Bueno, si eso es lo que es y es lo que se necesita para completar un doctorado, supongo que podría ser, pero creo que eres tú. Te amo, siempre te amaré. Gracias por ser por lo tanto yo todos los días. No puedo esperar el futuro.

2. Resumen

Elucidar el umbral del sonido emocional ayudará a comprender lo que constituyen las propiedades básicas de una emoción. Hasta el momento, no se han estudiado los procesos psicofísicos y neuronales que describen cómo los seres humanos atribuyen cierta emoción frente a la incertidumbre en el sonido. Aún no se conocen las regiones específicas donde una fina estructura y el envolvente de modulaciones codifican todo el sonido, lugar donde se tienden a discernir las emociones. Por otra parte, poco se sabe sobre las respuestas neuronales implicadas con la resolución de la información emocional incierta en el Threshold de la experiencia. Para abordar estas preguntas, se categorizó el estímulo emocional musical en feliz y triste. Éstos a su vez, fueron covariados por una fina estructura y envolvente para lograr las señales de audición con diferentes niveles de certezas emocionales y probadas en un modelo de resonancia magnética funcional psicofísica.

Demostramos que la identificación emocional utiliza señales de fina estructura para resolver funcionalmente emociones para música feliz y triste. Sin embargo, estas señales se utilizan de manera diferente para identificar estímulos. La convolución del cerebro de Heschl era activa para todos los estímulos en cada hemisferio, modulada por la emoción incierta con prominente hemisferio derecho con respuestas lateralizadas. No obstante, la emoción fue identificada como una oportunidad. Se siguió de cerca la perceptibilidad emocional la activación de la amígdala modelada, y se observó desactivación cuando los estímulos emocionales eran identificados al azar. El patrón fue lateralizado por el hemisferio con la desactivación de la amígdala del hemisferio izquierdo para los estímulos emocionales inciertos reflejados al patrón inverso de la activación de la amígdala del hemisferio derecho a la resolución emocional. La disminución de la certeza en las respuestas de las emociones felices provocó mayor desactivación con emoción triste que fue consistente en el patrón de activar para desactivar, basado en la certeza emocional. Los resultados demuestran la importancia de la estructura fina para la resolubilidad emocional y describen los procesos neuronales involucrados cuando los seres humanos están interpretando emociones ciertas e inciertas.

3. Introducción: *Prosaic*

La conciencia cuyo surgimiento depende del oído y del sonido, es llamado conciencia del oído.'

Canon de pāli, *Theravada* como la palabra del Buda – *Buddhavacana*, Oral 500 BCE

Platón en el *Theaetetus* (uno de los Diálogos vicariamente representando al gigante polémico Sócrates, escrito 360 BCE) al hablar con un sofista¹ indica al cerrar su argumento:

Él procede a interrogarlo aún más. Cuando dice que "el conocimiento está en la percepción", ¿con qué percibe? La primera respuesta es que percibe la vista con el ojo y suena con el oído. Esto lleva a Sócrates a hacer la reflexión de que las buenas distinciones de palabras son a veces pedantes, pero a veces necesarias; y en este caso, propone sustituir la palabra "por" por "por". Porque los sentidos no son como los guerreros troyanos en el caballo, sino que tienen un centro de percepción común, en el que todos se encuentran. Este principio común es capaz de compararlos entre sí, y por lo tanto debe ser distinto de ellos.

Y como hay hechos de los sentidos que se perciben a través de los órganos del cuerpo, también hay abstracciones matemáticas y de otro tipo, como la semejanza y la diferencia, la semejanza y la no semejanza, que el alma percibe por sí misma. El ser es el más universal de estas abstracciones. Lo bueno y lo bello son abstracciones de otro tipo, que existen en relación y que, sobre todo, la mente percibe en sí misma, comparándola con su pasado, presente y futuro.

El poder de la palabra escrita para incitar los sonidos en nuestras mentes, un bello texto leído en mi niñez:

"Entonces entramos en el estrecho con gran temor de la mente, porque por un lado estaba Scylla, y por el otro temerosa Charybdis seguía sorbiendo el agua salada. Mientras vomitaba, era como el agua en un caldero cuando está hirviendo sobre un gran fuego, y el spray alcanzó la cima de las rocas a ambos lados. Cuando ella comenzó a succionar de nuevo, pudimos ver el agua todo el interior girando alrededor y redondo, e hizo un sonido ensordecedor como se rompió contra las rocas. Pudimos ver el fondo del remolino, todo negro con arena y barro, y los hombres estaban en su ingenio para el miedo. Mientras estábamos ocupados con esto, y esperábamos que cada momento fuera el último, Scylla se abalanzó sobre nosotros y atrapó a mis

¹ Los Sofistas en la antigua Grecia fueron pagados maestros y condenados por Platón y Sócrates por recibir dinero a la educación y proporcionar sabiduría. El término despectivamente hoy se asocia a razonamientos especiosos o argumentos falaces.

seis mejores hombres. Yo estaba mirando una vez después de la nave y los hombres, y en un momento en que vi sus manos y pies siempre tan altos por encima de mí, luchando en el aire como Scylla estaba llevando a cabo, y oí que llamar a mí nombre en un último grito desesperado. Como un pescador, sentado, lanza en la mano, sobre alguna roca que sobresale lanza cebo en el agua para engañar a los pobres peces pequeños, y las lanzas con el cuerno de buey con el que su lanza es shod, arrojándolos jadeando a la tierra como él los atrapa uno por uno-incluso lo hizo Scylla- tierra a estas criaturas jadeo en su roca y los masca en la boca de su guarida, mientras gritaban y estiraron sus manos hacia mí en su agonía mortal. Esta fue la vista más repugnante que vi a través de todos mis viajes.”

La Odisea de Homero. Traducido por Samuel Butler, 1900. Escrito 800 BCE

Aquí empiezo mi viaje. Para explicar el sonido, empiezo desde lo básico. He leído los clásicos en la escuela secundaria y, como estudiante graduado en la Universidad de Nueva York, me envolví en el sonido. Como estudiante de doctorado, explicaré todo lo que he llegado a conocer en tan pocas páginas que requerirán un esfuerzo de brevedad, pero eso es lo que debo hacer. El sonido es un concepto y una percepción fascinante. Espero poder hacerle justicia. Estudié la interacción del sonido y una calidad superior, como la emoción, ya que nos da acceso al "significado" del sonido que escuchamos. Si el sonido gana sentido en el cerebro.

Darwin:

La música tiene un poder maravilloso de recordar de una manera vaga e indefinida, esas emociones fuertes que se sentían durante siglos pasados, cuando, como es probable, nuestros primeros progenitores se cortaron mutuamente por la ayuda de tonos vocales. Y como varias de nuestras emociones más fuertes — dolor, gran gozo, amor y simpatía — conducen a la libre secreción de lágrimas, no es sorprendente que la música sea apta para hacer que nuestros ojos se impregnen de lágrimas, especialmente cuando ya estamos suavizados por cualquiera de los sentimientos del licitador.

Darwin c. r. (1890). La expresión de las emociones en el hombre y los animales. 2Nd Edición. Londres, John Murray.

4. Introducción

¿Qué es el sonido? ¿Qué es una emoción en el sonido? ¿De dónde se materializa una emoción en el sonido? ¿De dónde viene? ¿Dónde florece en el cerebro para convertirse en esas emociones que tanto apreciamos? Los conciertos para violín de Vivaldi, el trueno de las olas del océano rompiendo en la playa, el sonido del agua que pasa a través del casco de fibra de vidrio de su bote mientras usted duerme. El sonido, la emoción incrustada en el sonido, está a nuestro alrededor. Cuando pienso en las emociones, a menudo escucho, siento lo que escucho. Esta experiencia multifacética comienza en el oído y viaja a través de los tractos neuronales al cerebro donde en algún lugar lo dota de sentimiento.

Estas vías agregan información, agregan sonido y luego lo transmiten fielmente a la corteza auditiva primaria, donde el sonido se procesa en los centros corticales superiores. No se sabe mucho acerca de dónde el sonido gana experiencia emocional, donde el sonido se vuelve emocional. Muchos piensan que es un proceso cerebral completo, como el habla, que se divide en mosaicos en patrones representativos del objeto (Huth et al., 2016), mientras que muchos piensan que es un proceso localizado, fundamental para una estructura del Cerebro (LeDoux, 2000) que se extiende como tentáculos correspondientes a otras partes. Aquí creo que eran las dos, pero era más fácil estudiar dos estructuras del cerebro en detalle y ver cómo interactúan, a diferencia de todo el cerebro, por lo tanto, elegí la corteza auditiva y la amígdala. Estos componentes son fundamentales para nuestra comprensión del sonido emocional (Koelsch, 20014). La pregunta de mi disertación trata de explicar cómo interactúan estas estructuras. **La pregunta fundamental de la tesis es: ¿dónde se conecta la emoción en el cerebro con el sonido que deriva de sus atributos como emocional en comparación con el sonido no emocional, y cómo se deriva un significado emocional?**

Para explorar esta pregunta, he realizado dos experimentos muy detallados de imágenes de resonancia magnética funcional para medir la actividad cerebral durante un sonido emocional incierto. Para examinar el sonido emocional, aquí describiré primero los conceptos básicos del procesamiento del sonido y cómo una señal de sonido viaja desde el oído al tronco cerebral y luego a la corteza auditiva. A partir de ahí, discutiré brevemente el procesamiento del sonido de orden superior y donde el cerebro posiblemente se une al sonido emocional. La teoría aquí contenida es la lateralización hemisférica en operación. Presentaré brevemente la amígdala y su papel en el procesamiento del sonido emocional y luego uniré la amígdala y la corteza auditiva con mis preguntas de investigación, hipótesis y objetivos. Profundizando en los métodos, describiré la teoría de la deconstrucción de señales utilizada para desarrollar un sonido emocional incierto y cómo lo aplicaremos a la tarea de identificar emociones en

Montreal. Describiré la tarea de identificación emocional que ahora se deconstruye en estímulos variables de seguridad emocional que usé para crear un sonido emocional específico incierto. Experimentalmente, describiré cómo implementamos la tarea de identificación emocional incierta durante un paradigma psicofísico funcional (IRM). Hemos utilizado un protocolo específico de fMRI llamado muestreo disperso que hemos validado y probado para analizar nuestro incierto sonido emocional. Describiré cómo analizar nuestra psicofísica de sonido emocional incierto durante el procesamiento de fMRI y cómo analizo la región específica de interés (ROI), el giro Heschl y la amígdala con las estadísticas de lateralización hemisférica. Utilizamos las estadísticas detalladas de la lateralización hemisférica por ROI y el análisis de subdivisión para los dos manuscritos presentados.

Comprender los atributos de un sonido emocional incierto tiene la capacidad de ayudarnos a comprender los componentes básicos de la emoción, lo que hace que algo sea más emocional que emocional. Aquí comencé mi disertación: utilizando un sonido emocional incierto para variar entre lo que se sabía y lo que no se sabía (cierta emoción e incertidumbre) para definir los límites (es decir, el umbral) de la certeza emocional. Así, si medimos el cerebro al mismo tiempo, tenemos una idea funcional que determina la constitución de la emoción.

Describiré cada estudio de manera independiente: *1) La lateralización hemática de la convivencia de Heschl y las subdivisiones de la amígdala están involucradas en la diferenciación de la emoción musical feliz y triste y 2) ¿Qué constituye una emoción? Umbral de sonido emocional durante la resolución incierta de señales emocionales.* (El segundo estudio se prepara para la presentación y, por lo tanto, cambia a medida que escribo la tesis).

5. Descripción de la señal

Aquí se describe el procesamiento de sonido básico desde el oído hasta la corteza auditiva. Cómo nuestro cerebro recibe el sonido que entonces tiene la oportunidad de dotar de emoción.

5.1. Fundamentos de sonido: Describir cómo interactúa el sonido en el entorno

El sonido es un fenómeno físico en el ambiente.² En el lenguaje más básico, el sonido es una sensación "escuchada" derivada de la vibración de las moléculas. La colección de todo el sonido se llama la señal (Figura 1 | Sonido básico y complejo). El sonido se produce cuando las moléculas vibran una contra otra causando una perturbación natural que luego se percibe. La percepción del sonido producido por las vibraciones del aire es "escuchada" por los seres humanos. Aunque se han escuchado otros sonidos, a saber, las vibraciones de los objetos de estado más sólido y buceadores pueden escuchar bajo el agua – por lo tanto la transducción es a través del agua, los seres humanos generalmente escuchar el sonido producido en el aire.

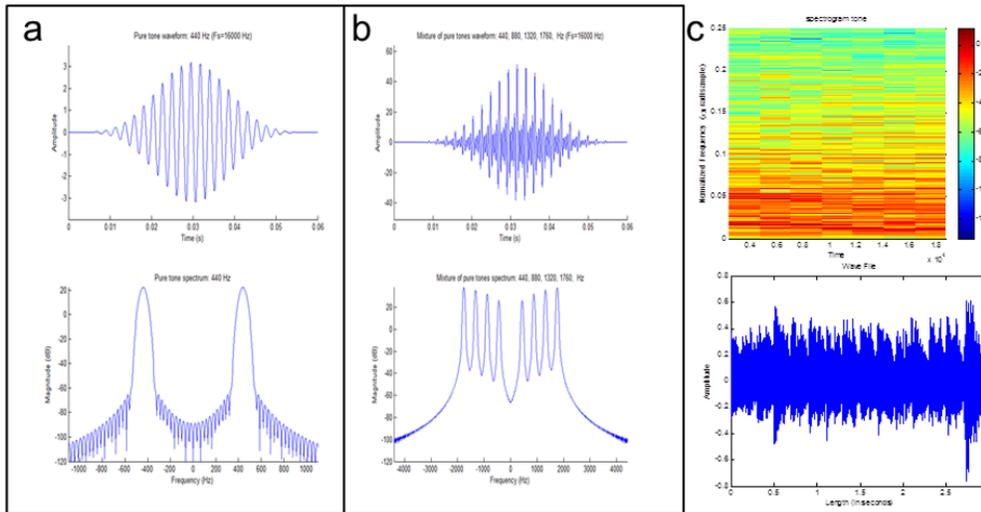
Los humanos oyen el sonido como una sensación física perceptible procesada por el oído y discernido por el cerebro. Las ondas sonoras se propagan a través del medio ambiente por las moléculas perturbadoras, interactúan con el oído por mecanismos mecánicos y luego se transmiten desde el oído a través de la propagación neuronal a centros de procesamiento más altos.

Estas moléculas perturbadas que oímos tienen cantidades diferentes de energía descritas en la física como frecuencia o ciclos por unidad de tiempo, denotados por Hz (Hertz) y amplitud descrita como la intensidad/sonoridad de la onda sonora, denotada por dB SPL (decibelios nivel de presión sonora) . Para el propósito de esta disertación, la frecuencia por tiempo se denota como la estructura fina y la amplitud por el tiempo se denota como envolvente, mientras que todo el sonido de una estructura/envolvente fina particular se denomina señal.

Para resumir, en el mundo auditivo de los seres humanos, una onda propagadora de moléculas perturba el medio ambiente y se percibe como sonido descrito físicamente como compuesto de componentes de frecuencia y amplitud que varían con el tiempo. Como neurocientífico, es más relevante afirmar, el sonido existe y es perceptible, así comienzan desde los procesos de percepción, iniciando desde el oído. Volveremos de nuevo a las propiedades del sonido cuando discutamos la teoría y la hipótesis de la disertación.

² El sonido se produce en el ambiente de la tierra debido a la composición del aire en la atmósfera, el sonido no se produce en el espacio exterior, pero lo más probable es ocurre en otros planetas que contienen atmósferas.

Figura 1 | Sonido básico y complejo



a particular se denomina señal.

Para resumir, en el mundo auditivo de los seres humanos, una onda propagadora de moléculas perturba el medio ambiente y se percibe como sonido descrito físicamente como compuesto de componentes de frecuencia y amplitud que varían con el tiempo. Como neurocientífico, es más relevante afirmar, el sonido existe y es perceptible, así comienzan desde los procesos de percepción, iniciando desde el oído. Volveremos de nuevo a las propiedades del sonido cuando discutamos la teoría y la hipótesis de la disertación.

Figura 1 | Sonido básico y complejo(A) Es una señal de tono puro A4-440Hz, con amplitud = 10% amplitud de tono puro, frecuencia = 440% de frecuencia de tono puro (Hz), fase = $\pi/16$ fase de tono puro (RAD/sec), fade_duration = 45% duración de fundido y desvanecimiento (MS), fade_window = @ (N) (Hanning (N). 2) % fade-in y fade-out función de ventana de la manija. El panel superior de la Fig. 1A es la forma de onda de amplitud y el panel inferior es de frecuencia. La Fig. 2A es un N=4 armónicos de la Fig. 1A con amplitudes = [10 20 30 40]% amplitudes de tono puro, frecuencias = [440 880 1320 1760]% frecuencias de tono puro (Hz), fases = [$\pi/16$ $\pi/8$ $\pi/4$ $\pi/2$] fase de tono puro (RAD/sec), fade_durations = [45 35 25 15]% duración de fundido y desvanecimiento (MS). El panel superior de la Fig. 1B es la forma de onda de amplitud, y el panel inferior es de frecuencia. La Fig 1C es un extracto de Beethoven, concierto para piano no. 4 (3er MVT), en la medida: 191 – 200, minutos del metrónomo: 150, en Key G Maj, piano y orquesta, Categorización Emoción: feliz. El panel superior de la Fig. 1C es una forma de onda de espectrograma, y el panel inferior es de amplitud. A pesar de la simplicidad relativa de nuestro singlete 440Hz puro tono y son cuatrillizos 440h, 880hz, 1320hz, 1760hz, la N = 4 armónicos deben demostrar claramente el proceso de una onda de la presión sana y sea extremadamente útil para otros aspectos de esta tesis doctoral. Las formas de onda simples cuando se agregan pueden construir propiedades de sonido complejas como las compuestas por Beethoven. La figura es del autor.

5.2. Procesamiento de sonido: El oído a la vía neural

Figura 2 | El oído

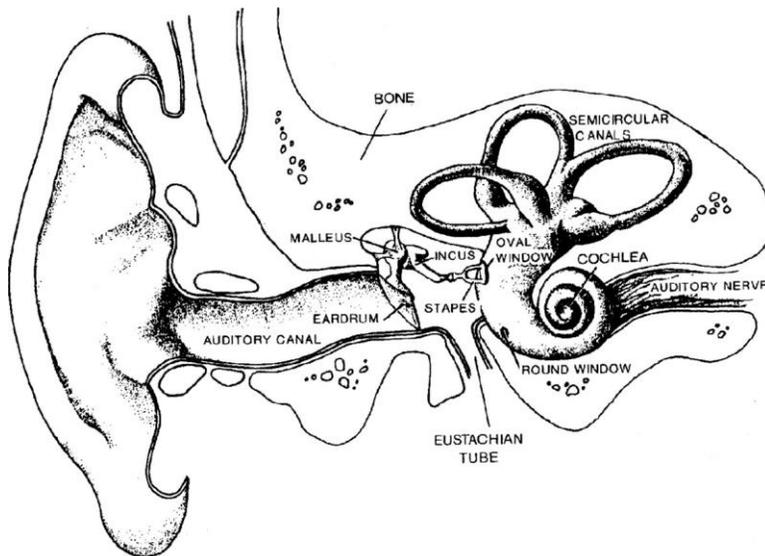


Figura 2 | El oído. Figura de Warren, 2008 originalmente de Lindsay & Norman, 1977. El oído externo, el oído medio y el oído interno con las partes constitutivas. Aquí podemos ver que las ondas sonoras vibran en el tímpano. La información sonora se transmite a través del oído medio que luego vibra en la ventana ovalada de la cóclea. La cóclea es el órgano mecánico de transducción neuronal del oído.

El comienzo de la percepción sonora humana se produce en el oído. No discutiremos las preguntas teleológicas planteadas por Sócrates. La sensación de oír un sonido comienza con las moléculas de aire que vibran en el aire hacen contacto con el oído. El oído propio se divide en tres partes: 1) aurícula externa del oído, 2) oído medio y 3) oído interno. La oreja externa consiste en el pabellón auricular, que es el colgajo de piel curvada que se extiende desde el cráneo. Se ha demostrado que la curvatura del oído

externo ayuda a la localización del sonido (Batteau, 1967; Blauert). El oído medio o auditivo canal es un conducto activo de 2,5 cm de largo capaz de resonar en ciertas frecuencias. Este es un proceso dinámico que ayuda en la transmisión del sonido desde el ambiente al oído interno (Koike, et al., 2002; Wada y Kobayashi, 1990). Dentro del oído medio el sonido se transmite a través del canal auditivo, vibra en el tímpano (tímpano), que luego envía la señal a través de los huesos más pequeños en el cuerpo, el Malleus → Incus → y estribo que está conectado a la ventana oval en la cóclea. Estos huesos más pequeños están conectados a los músculos más pequeños del cuerpo, el tensor timpánico, malleus (maléo) y el stapedius (estribo). Los músculos y los huesos ayudan a amortiguar los sonidos a medida que se conducen al sitio de transducción mecanoeléctrica de la oreja.

Dentro de la cóclea, comienza el procesamiento del sonido: una única fila de células capilares internas (3.500 células) y tres hileras de células ciliadas externas (12.000 células) se encuentran en el órgano de Corti, un túnel lleno de líquido de 33 mm de longitud que impulsa el sonido. La base del órgano corti es la más cercana a la ventana oval, donde se procesan los sonidos de alta frecuencia; mientras que el vértice, el más alejado, procesa los sonidos de baja frecuencia, de 20,000 Hz a 20 Hz. Esto forma la membrana basilar que actúa como el "análisis de frecuencia mecánica" para el procesamiento de sonido. Las tres filas de células ciliadas externas están inervadas de manera eficiente: desde el SNC, el complejo olivar superior, mientras que las células ciliadas internas están inervadas aferentes, y envían los axones al núcleo coclear. Las células ciliadas externas están involucradas con la amplificación del sonido (amplificación coclear), mientras que las células ciliadas internas transmiten fielmente el sonido por frecuencia, ya que está codificada en la membrana basilar (Kandel, Schwartz, Jessell, 2000). Netter tiene una imagen maravillosa de la vía que transmite el sonido a la corteza auditiva desde la división coclear del 8TH octavo nervio craneal (vestibulococlear).

Figura 3 | vía auditiva de Netter

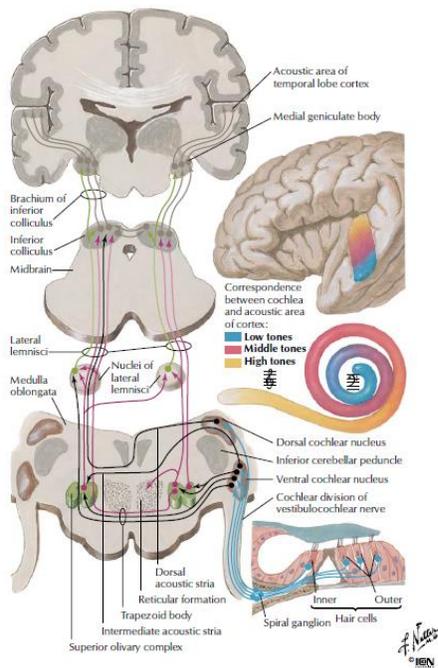


Figura 3 | Figura de F. Netter 2015 Descripción completa del sistema auditivo de la cóclea a la corteza auditiva. Aquí las vías ipsolaterales y contralaterales del sistema auditivo del coclear son claramente ilustradas.

5.3. Procesamiento de sonido: Vía neural para la corteza auditiva

La bella apariencia del sistema auditivo que Georg von Békésy imaginó en su teoría de la onda viajera, es la fidelidad del sistema para transmitir información en el mismo patrón a los centros de procesamiento cortical superiores. El mapa tonotópico está codificado a lo largo de la proyección talocortical desde la cóclea hasta la corteza auditiva. Primero el núcleo coclear → complejo olivar superior → colículo inferior → el núcleo geniculado medial, la zona entonces irradia a la base, a la correa, y al cinturón basados en el modelo no-humano del primate de la organización cortical auditiva. Aquí, en la corteza auditiva primaria y los subcampos adyacentes, hay dos mapas tonotópicos simétricos especulares primarios (tonalidad alta a baja a alta). Estos dos mapas auditivos se pliegan simétricamente entre sí (Saenz, Langers, 2014). La funcionalidad de A1 sigue los contornos estructurales relacionados con el giro de Heschl (Da Costa, 2011). Aquí estamos interesados en cómo A1 procesa el sonido de orden superior junto con otras áreas de la corteza que dependen de la región de interés (ROI) del giro de Heschl.

Figura 4 | Saenz & Langers fidelidad del Procesamiento de la audición

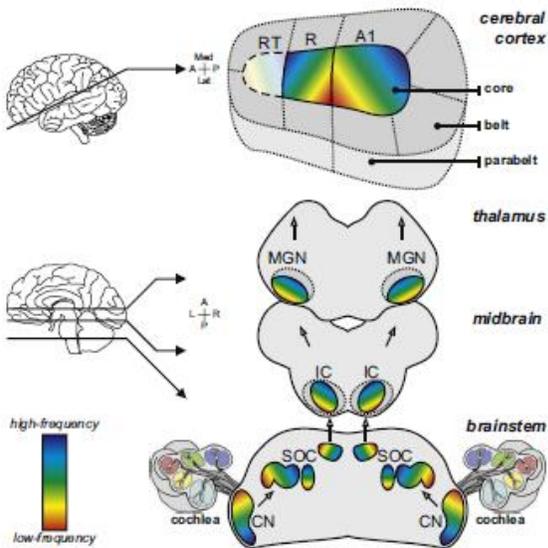


Figura 4 | Saenz & Langers fidelidad del Procesamiento La vía auditiva central. Todos los núcleos que forman parte de la vía auditiva lemniscal clásica están organizados de forma tonotópica. Estos incluyen varias subdivisiones del núcleo coclear (CN), complejo olivar superior (SOC), colículo inferior (IC) y núcleo geniculado medial (MGN). En la corteza cerebral auditiva en la parte superior del lóbulo temporal, las divisiones esperadas de núcleo, cinturón y parábola se basan en el modelo de organización auditiva cortical de primates no humanos. La neuroimagen humana muestra consistentemente al menos dos gradientes tonotópicos primarios ("alto a bajo a alto") en la corteza auditiva, homóloga a los campos primarios A1 y el campo rostral R en la corteza del mono. "En algunos estudios de primates, un tercer campo rostrotemporal está delineado, pero la evidencia de neuroimagen para un campo similar en humanos es escasa".

5.4. Procesamiento de sonido: clasificación de objetos auditivos de orden superior

El grupo Zatorre postuló el principio de que el hemisferio derecho Auditivo Corteza sería más especializada para el procesamiento de información espectral, como señales espectrales finas mientras que el hemisferio izquierdo corteza auditiva favorecería las señales temporales (Zatorre & Belin, 2001; Zatorre et al., 2002). La convolución de la circunvolución de Heschl de esta manera es asimétrica en su funcionamiento. Más Más, Barrett y Hall (Barrett, Hall, 2006), propuso la *Lo Y Donde* Hipótesis referente a la corteza auditiva, derivado originalmente para la corteza visual por Goodale y Milner (1992) que construyen de Schneider, 1969. En la hipótesis original, la corriente ventral ("qué") está involucrada en el reconocimiento de objetos y la corriente dorsal ("where") está involucrada en la ubicación del objeto (Ccker del humo, Tian, 2000). Aquí la hipótesis aplicada al sistema auditivo es: "las neuronas en la banda auditiva anterior son principalmente sensibles a las características espectrotemporales de un sonido que la identidad del objeto de código y son consistentes con un" qué "camino para el reconocimiento de

objetos; mientras que las neuronas en la banda posterior son más sensibles a las propiedades espaciales de un sonido, consistente con una corriente "donde" para la localización de objetos (Barrett, Hall, 2006). Para resumir la corteza auditiva es asimétrica izquierda/derecha en el procesamiento, y dentro de cada a1 primario hay un mapa tonotópica del espejo de la tonalidad alto-bajo-alta, y finalmente se teoriza que la dirección ventral v. dorsal dentro de esta región procesa aspectos diferentes del objeto auditivo bajo reconocimiento. Aquí, por ejemplo, leaver & Rauschecker 2010 encontró a1 acoplado a BOLD las diferencias de activación corteza temporal diferente entre el hemisferio izquierdo y derecho para cada categoría de sonido: songbirds, otros animales, el habla humana, o instrumentos musicales. La activación diferencial del ROI dependía de los estímulos en cuestión. Más recientemente, Ahveninen et al. 2006, Hsa identificado que el ventral "lo que" Ruta preferentemente procesa la identidad sonora y la ubicación, mientras que la dorsal "donde" vía preferentemente procesa los cambios de sonido espaciales, y esto ocurre contemporáneamente en paralelo.

Nos preguntamos, si el flujo ventral se considera una vía musical preferencial, entonces la vía de identificación "qué" se relaciona con las características espectrotemporales del sonido. Podríamos hipotetizar que esto se asocia con el procesamiento de informacion de fina estructura, similar a la contenida en sonido de indetidad y ubicacion. Este es un tema central para mi investigación: ¿cómo la corteza auditiva y las áreas asociadas como la amígdala "saben" la emoción en el sonido es emocional?

Figura 5 | Representación de Bizley & Cohen de la hipótesis propuesta por Rauschecker & Tian

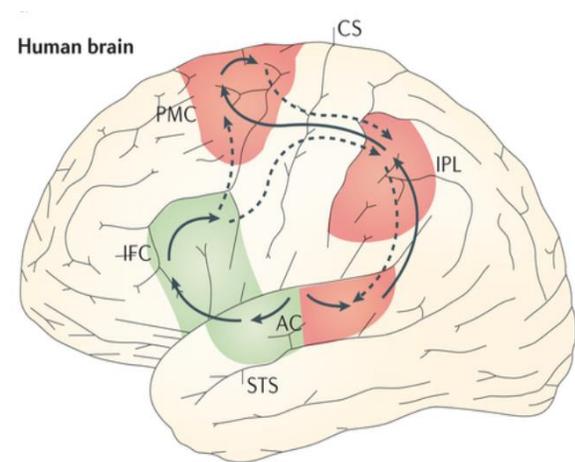


Figura 5 | Representación de Bizley & Cohen de la hipótesis propuesta por Rauschecker & Tian (Bizley & Cohen, 2013): Propuesta por: Rauschecker & Tian. Pnas. 2000. Esta figura describe la vía ventral "qué" que procesa la identidad sonora y la ubicación y la vía dorsal "donde" que procesa los cambios de sonido espaciales.

6. La amígdala en el procesamiento emocional

El papel de la emoción de procesamiento de la amígdala transmitida en el sonido es variado y complejo. Por ejemplo, se cree que los contornos prosódicos como el tono (Frick, 1985) están lateralizados en el hemisferio derecho (Kreitewolf et al., 2014; Kotz et al., 2006) y activan diferencialmente la amígdala (Anderson y Phelps, 2001). Por lo tanto, postulamos debido a la emoción transmitida en el habla, (es decir, prosodia; Wildgruber, et al. 2005; Liberman, Michaels, 1962; Mitchell et al., 2003; Witteman et al., 2012), siendo una percepción auditiva similar (Abrams et al. 2011; Overath et al., 2015) a la emoción en la música (Blood et al., 1999), que se empleará un proceso similar de activación de la amígdala, posiblemente lateralizado, para identificar la emoción en el sonido musical.

La amígdala responde al sonido sobresaliente emocionalmente, como la música (Koelsch, 2014). Se cree que los subnúcleos de la amígdala desempeñan papeles específicos en la regulación de los estímulos emocionales (LeDoux, 2000). Por ejemplo, se piensa que la amígdala superficial funciona en señales socio-afectivas como la música alegre (Koelsch, et al., 2013). Se sabe que el daño a la amígdala altera el reconocimiento de la música en general y para tipos específicos de música (es decir, aterrador y aterrador) Anderson, Phelps, 2001, Peretz, et al., 1998, Gosselin et al., 2005 Gosselin et al., 2007). Por ejemplo, el daño a la amígdala del hemisferio izquierdo causa un deterioro del reconocimiento emocional vocal, mientras que las lesiones de la amígdala del hemisferio derecho han impedido el procesamiento emocional (Frühholz, et al., 2005; Kumar et al., 2012). Aunque los atributos precisos de la lateralización hemisférica en el procesamiento emocional son controvertidos (Seymour, Dolan, 2008, Koelsch, 2014, Phan, et al., 2002, Witteman et al., 2012, Gosselin, et al., 2005, Gosselin, et al. al., 2007; Frühholz, et al., 2005; Kumar et al., 2012; Wager et al., 2003), cómo la amígdala trabaja en concierto con otras regiones como HG (Kumar, et al., 2012) , especialmente cuando las señales emocionales son inciertas y la contribución de cada hemisferio no se ha evaluado adecuadamente (Witteman, et al., 2012; Wager et al., 2003). Originalmente, Geschwind y Galaburda propusieron una lateralización hemisférica que podría explicar la diferente propensión al contenido emocional, con una lateralización cerebral dependiente del sexo que subyace a su teoría (Geschwind, Galaburda, 1985). Aunque sabemos muy poco acerca de la percepción de la emoción (Witteman, et al., 2012, Gosselin et al., 2005, Gosselin et al., 2007, Frühholz S, et al., 2005, Kumar et al., 2012, Wager et al., 2003), evaluar la emoción incierta en un rango de niveles es

la clave para determinar qué constituye una emoción en el sonido y por qué mujeres y hombres pueden interpretar las emociones de manera diferente.

Aquí combinamos nuestra hipótesis sobre la emoción transmitida en el sonido asociado con la corteza auditiva con la hipótesis sobre la regulación emocional de la amígdala. Creemos que estos ROI trabajan en concierto para desarrollar el significado de la emoción y el sonido.

7. Sinopsis de resonancia magnética funcional

Para comprender cómo se puede evaluar la emoción en la amígdala y el giro de Heschl, debemos describir brevemente la fisiología neuronal básica. Las neuronas son células conductoras eléctricas que se comunican a través de su sincronía de impulsos eléctricos. Las neuronas mantienen un potencial de membrana en estado de reposo a través de la bomba Na^+ / K^+ que utiliza ATP como sustrato energético para transmitir información eléctrica (Attwell e Iadecola, 2002). El mantenimiento de la energía se deriva del ATP contenido dentro de la sangre, ya que las neuronas no tienen reservas de energía. Las neuronas despolarizan sus membranas, disparan señales eléctricas y para recuperar sus potenciales de membrana necesitan energía para dispararse rápidamente en sucesión (Figura 6 | La base neural de las señales funcionales de imágenes cerebrales). El movimiento de ATP dentro de la sangre a la región se detecta como un movimiento magnético. Debido a que la hemoglobina desoxigenada (dHb) es más magnética (paramagnética) que la hemoglobina oxigenada (Hb), que es resistente al magnetismo (diamagnético), este momento magnético se convierte en una diferencia en el contraste de la señal en las imágenes de resonancia magnética. Esta diferencia de contraste se denomina contraste según el nivel de oxígeno en la sangre o la señal BOLD. Aquí podemos ver que la señal BOLD se retrasa en relación con los potenciales de campo locales (Figura 7 | Grabaciones neurales y hemodinámicas relacionadas del primate). Sinopsis de la revisión de Logothetis (2008): la activación se considera una actividad por encima de la línea de base (actividad por encima del contraste de los estímulos de silencio versus). La activación es un cambio significativo de la señal BOLD en la dirección positiva, el aumento en la señal BOLD y el aumento resultante en el volumen / flujo sanguíneo. La activación es la reducción de los niveles de desoxihemoglobina (paramagnética), debido al aumento de la actividad neuronal que resulta en una señal $T2^*$ de aumento de la RM durante la activación. La desactivación se considera desactivación por debajo de la línea de base (desactivación por debajo del contraste del estímulo de silencio de Veresus). La desactivación es un cambio significativo de la señal BOLD en la dirección negativa, la disminución de la señal BOLD con la consiguiente disminución de la oxigenación / volumen de sangre. La desactivación conduce a un aumento

en los niveles de desoxihemoglobina debido a la disminución de la actividad neuronal, lo que resulta en una señal T2 * que disminuye la RM durante la desactivación. La modulación se considera la variación significativa del cambio de la señal BOLD en la desactivación o activación para el ROI de relevancia. La significación se consideró en $p > 0.05$ solo con las pruebas t de seguimiento corroborating que confirman la hipótesis original. Aunque utilizamos 0.05 para nuestro criterio, la mayoría de los resultados son 0.01 o 0.001 altamente significativos (más allá de la redondez - Cohen, 1994, Fisher, RA, 1971, 1973, 1993). Los mapas de activación y desactivación se construyeron en base a los valores de t y se interpretaron de acuerdo con una importancia mínima $p > 0.05$.

Figura 6 | La base neural de las señales funcionales de imágenes cerebrales

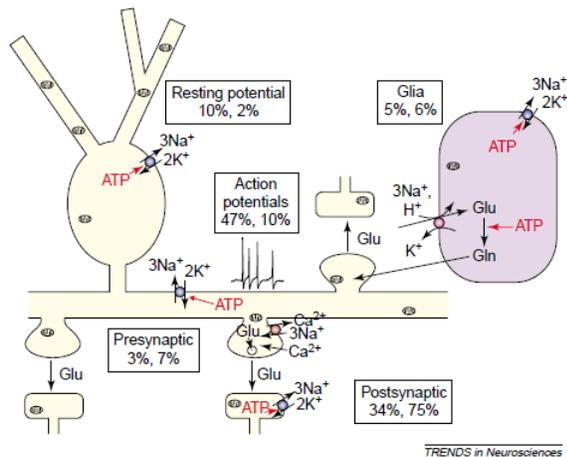


Figura 6 | Figura de Attwell e Iadecola (2002). Diagrama de la neurona excitatoria y de la célula glial. Dentro de las cajas tienes el porcentaje de energía para roedores y primates por atributo de señalización celular. El neurotransmisor glutamato (GLU) se recicla a través de la absorción en la glia y la conversión a la glutamina (Gln). Como se puede ver para los primates, la actividad postsináptica como la captación de vasos sinápticos y la conversión requieren la mayor parte de energía.

Figura 7 | Grabaciones neurales y hemodinámicas en primates

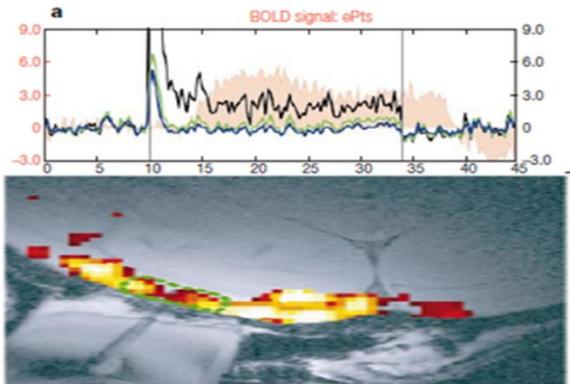


Figura 7 | Figura de Goense y Logothetis, 2008. Potenciales de campo locales del panel superior, señal dependiente del nivel de oxígeno en la sangre del panel inferior. Los potenciales de campo locales siguen siendo la única señal correlacionada con la respuesta BOLD después de la adaptación de las respuestas de unidad única y múltiple.

8. Lo que podemos medir con los cambios de señal dependientes del nivel de oxígeno en la sangre en la resonancia magnética funcional

Anteriormente describí cómo medimos la señal BOLD, pero ¿cómo la analizamos? La actividad neurometabólica se inicia utilizando ATP, lo que resulta en el movimiento de la hemoglobina desoxigenada (dHb), que es más magnética (es decir, paramagnética). Cambio de señal BOLD resultante, debido a la diferencia en voxels paramagnéticos en un ROI, como se ha registrado en registros de potencial de campo local electrofisiológico de RMf y intracraneal simultáneos (Logothetis et al., 2001; Logothetis, 2002; Logothetis, Wandell, 2004; Logothetis, 2008; Figura 7 | Grabaciones neurales y hemodinámicas relacionadas de primates), con LFP correlacionada con el retardo con la señal BRI de RMN. El cambio de señal BOLD resultante debido a las diferencias de oxigenación de la región, da como resultado mapas de activación / desactivación por espacio de vóxel, lo que resulta en un mapa de diferencia entre nuestros estímulos emocionales y los períodos de silencio. El cambio de señal BOLD como funcional de nuestros estímulos emocionales se mide mediante el modelo lineal general (GLM; Buxton, 2006). Lo siguiente se resumió de Buxton (2006): Usamos el GLM para derivar nuestros promedios de nuestras categorías (cierta, incierta, emoción identificable al azar). El GLM que describimos es una función univariada de cada respuesta BOLD del vóxel a nuestro paradigma de estimulación. Primero, predecimos la forma de la señal BOLD llamada función de respuesta hemodinámica HRF $h(t)$, usando una función gamma doble, donde

los estímulos $X(t)$ (extractos musicales originales y alterados) toman valores de 1 cuando están presentes, como el estímulo emocional y acústico y los períodos silenciosos toman valores de 0. Usamos el patrón de convolución de estímulos con HRF (señal BOLD) = $X(t) * h(t)$ en el modelo en forma detallada: $Y = Ma + e$, donde Y es el vector de datos, M es la respuesta matricial o BOLD esperada, 'a' es el vector de amplitud que proporciona el mejor ajuste del modelo a los datos en mínimos cuadrados, el valor por el cual la onda cuadrada (de altura 1) debe ser multiplicada por para ajustar la componente de onda cuadrada en el datos, 'e' es el vector de ruido / error al ajustar el modelo, N es el número de mediciones. Las pruebas de significancia siguen $t = \sqrt{v} \frac{r}{\sqrt{1-r^2}}$ determina la diferencia de los medios de voxel en contraposición to la contribución del ruido, donde r es el escalar producto de y y M , v son los grados de libertad. Aquí el **H₀** Hipótesis nula $a = 0$ (sin activación) y **H_A**: hipótesis alternativa $a \neq 0$ (activación). Controlamos para las comparaciones múltiples usando el umbral con la teoría aleatoria del campo (voxel $z > 2,3$, Cluster $p < 0,05$) para los vóxeles del > 100 que se comportan semejantemente y después compararon cambios del t-valor en los grupos de vóxeles para determinar la significación. Usamos el método de friston et al, 1996: Friston et al., 2003, que ha sido revisado para la robustez en varios manuscritos (Hayasaka, Nichols, 2003; Nichols, 2012, Nichols TE, Holmes 2002; Smith SM, Nichols, 2009; Smith, Nichols, 2009a; Smith, Nichols, 2009b). La Figura 8 | Estímulo a la fMRI respuesta audaz ilustra una sinopsis de la actividad inducida por estímulos con la respuesta funcional-RM BOLD resultante.

Figura 8 | Estímulo a la fMRI respuesta audaz

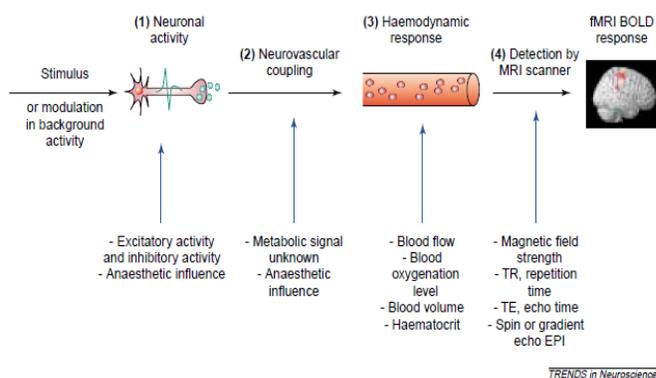


Figura 8 | Estímulo a la fMRI respuesta audazFigura de Arthurs y Boniface, 2002.

9. Preguntas de investigación, hipótesis y objetivos

La organización básica del sonido, la estructura y la función del sistema auditivo y el papel de la amígdala en el procesamiento emocional del sonido nos dejan preguntados: para aspectos más altos del sonido, como la emoción, ¿cómo se procesa?

El sonido que es emocional tiene un significado secundario que no es fácilmente perceptible: la emoción transmitida por el sonido. La presente disertación investigó la modulación funcional de ciertos estímulos emocionales inciertos para comprender el procesamiento del sonido emocional. Si podemos eliminar las aportaciones de ruido del sistema auditivo (Faisal, et al., 2008) y definir el estímulo auditivo hasta el principio más básico (en nuestro caso, la estructura fina y los componentes del envolvente Griffiths, Warren 2004) existe la posibilidad para determinar la conciencia para ese componente del sonido, aquí es la emoción mínima necesaria para evocar una respuesta (Rees, et al., 2002), es decir, los atributos mínimos de un estímulo que aún se deben definir como ese estímulo: la emoción mínima Es necesario aún ser definido como emoción. Para hablar en el lenguaje de Treisman, ¿dónde se enlaza la emoción con sus componentes básicos del sonido para obtener un significado (Treisman, 1996; Treisman, 1999)? Estamos interesados en esta pregunta, ya que la capacidad de distinguir emociones en función de

la activación neuronal específica en los seres humanos permitirá a la investigación determinar qué constituye una "emoción" del sonido no emocional básico (Pfeifer, 1998).

A continuación se presenta la pregunta de investigación de disertaciones (RQ), hipótesis (Hy) y experimentos (Exp) para abordar estas preguntas:

- **RQ1:** ¿Cómo funciona la estructura fina y las modulaciones de la envolvente en lo que se denomina Emocional ¿"música" modula las respuestas neuronales?
 - Enfoque de abajo hacia arriba de los componentes específicos: estructura fina y la envolvente
 - **HY1:** Si las áreas de música del cerebro están modulada por una característica de la música (estructura fina o sobre), **Entonces** una respuesta será provocada a uno o parte de los componentes individuales

- **Exp1** Variaciones de prueba en un rango de estructuras finas / deconstrucciones de la envolvente
 - Estudio descendente: deconstruye los estímulos mediante una estructura fina o de la envolvente en el paradigma fMRI y determina la respuesta neurofuncional a los datos psicofísicos
 - Seguimos el análisis de Leaver & Rauschecker 2010 para la clasificación de objetos de orden superior

- **RQ2:** ¿Existe alguna cantidad mínima de estímulos necesarios para evocar una respuesta neuronal a la música? Umbral de nuestros estímulos a los límites de la perceptibilidad -a continuación, véase la respuesta:
 - Arriba hacia abajo enfoque considerando todo el conjunto: variar la calidad musical en torno al umbral de determinar la respuesta como musical
 - **HY2:** Si modulada sólo por la percepción musical, **entonces** una respuesta será provocada sólo por el conjunto reconocible.

- **Exp2:** Variar los estímulos de piezas deconstruido sobre el umbral de la Qualia de la respuesta a los estímulos originales
 - Estudio adaptativo: Deconstruye los estímulos como en Exp1, pero determina si la función psicométrica imita el funcionamiento neuronal en los límites del umbral. limita los nervios FunciónIng en del umbral.

- Seguimos el análisis para la detección de umbrales en psicofísica (Swets, et al., 1959; Swets, 1961; Oppenheim, Alan, Willsky, 1982).

Para todas nuestras pruebas, utilizamos el modelo de prueba estadística de hipótesis nula para formar la base de nuestras respuestas predictivas BOLD. Se realizó un análisis de potencia para confirmar estos aspectos (Anexo 1 | Pruebas estadísticas de hipótesis nula y análisis de potencia).

- Hipótesis nula (H0): el cambio de señal BOLD para la emoción categorizada en FIS o EVE no tiene **ningún efecto** modulando la ROI delineada basada en la función psicofísica.
- Hipótesis alternativa (HA): el cambio de señal BOLD para la emoción categorizada en FIS o EVE teiene un **efecto significativo** modulando el ROI basado en la función psicofísica.

En el presente estudio, modulación se define como un porcentaje significativo de cambio BOLD y diferencia entre las categorías, cierta e incierta emoción.

Figura 9 | Modelo predictivo de deconstrucción emocional por estructura fina y la envolvente

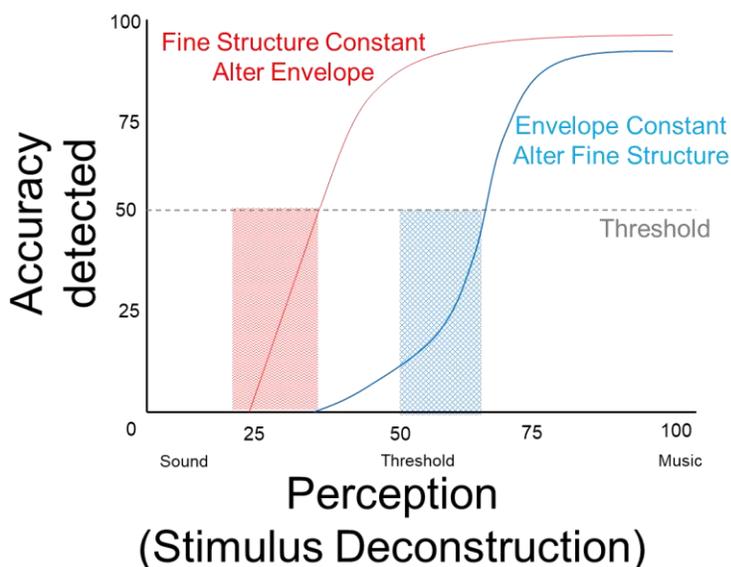


Figura 9 | Modelo predictivo de deconstrucción emocional por estructura fina y la envolventeUn modelo predictivo de la experiencia umbral del sonido emocional, por estructura fina y la envolvente. La línea azul es una curva psicofísica que se usa cuando se altera la estructura fina y usa señales de la envolvente. La línea roja es una curva psicofísica que se usa cuando se altera la envolvente y se usan pistas de estructura fina. Note la diferencia en el umbral, cuando altera la estructura fina (azul), la información necesaria para detectar la emoción en el sonido se pierde rápidamente y el umbral se alcanza pronto.

Cuando modifica la envolvente (rojo), la información necesaria para detectar la emoción en el sonido se pierde progresivamente y el umbral se alcanza mucho después de las alteraciones. Figura del autor.

El modelo predictivo que desarrollamos fue determinar la respuesta psicofísica asociada con la deconstrucción del sonido emocional por estructura fina y la envolvente. Cuando alteramos la estructura fina, pero mantenemos la envolvente constante (en azul), vemos que la percepción de la respuesta (precisión) se reduce considerablemente. El umbral se alcanza muy rápidamente - precisión reducida con la percepción. Se alcanza rápidamente un umbral bajo de respuesta porque las señales de estructura fina, como las características espectrales-temporales de la música, deben ser de gran importancia para discernir la emoción en el sonido. Por otro lado, la alteración de la envolvente, manteniendo la estructura fina constante (en rojo), afecta muy poco al umbral, porque la envolvente no se usa para discernir la emoción en el sonido. Debido a que se utilizan señales de estructura fina, se puede modificar considerablemente la envolvente antes de reducir su umbral.

Figura 10 | ¿La emoción (Still Music) contra la predicción (guessing) de representación gráfica?

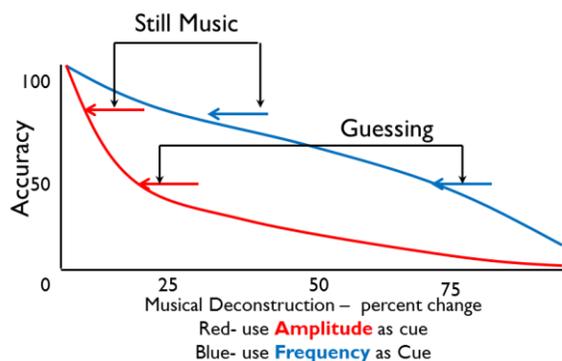


Figura 10 | ¿La emoción (Still Music) contra la predicción (guessing) de representación gráfica? Una representación gráfica de la exactitud versus la deconstrucción musical en las señales de frecuencia y amplitud. Propongo que cuando la frecuencia se utiliza como la señal, la información mantiene emocionalidad más larga que cuando la amplitud se utiliza como la señal. Figura del autor.

Podemos ver la información de otra manera: preguntar es si los estímulos en el sonido "aún emocionales" aún contienen emociones perceptibles. Aquí, cuando utiliza la frecuencia de estructura fina como la señal (azul), podemos determinar que es emocional durante mucho más tiempo que la

deconstrucción (eje X). Sin embargo, cuando utiliza la amplitud como una señal y deconstruye la estructura fina, la precisión se reduce mucho más rápido. Si la hipótesis es que estas vías están asociadas con la emoción, puede superponer la frecuencia en la vía ventral y la amplitud en la vía dorsal. Deberíamos ver un cambio en la ROI de respuesta y de activación, dependiendo del tipo de deconstrucción. Si observamos una representación de Brodmann de la hipótesis ventral "qué" / dorsal "dónde", podríamos imaginar un cambio en la corteza auditiva en la población de activación. Este cambio podría ser similar a:

- 1) Cuando la emoción en la música carece de un cambio en la proporción de voxels dedicados al procesamiento, la emoción en el sonido se reduce en A1 y el ROI de la amígdala hacia las regiones dorsales de "dónde". Esto en oposición a las regiones "qué" ventrales que generalmente se activan.
- 2) El cambio también podría indicarse como una desactivación de las regiones "qué" ventrales, ya que el significado en el sonido se vuelve menos emocional.

Figura 11 | Representación de Brodmann de la hipótesis ventral/dorsal

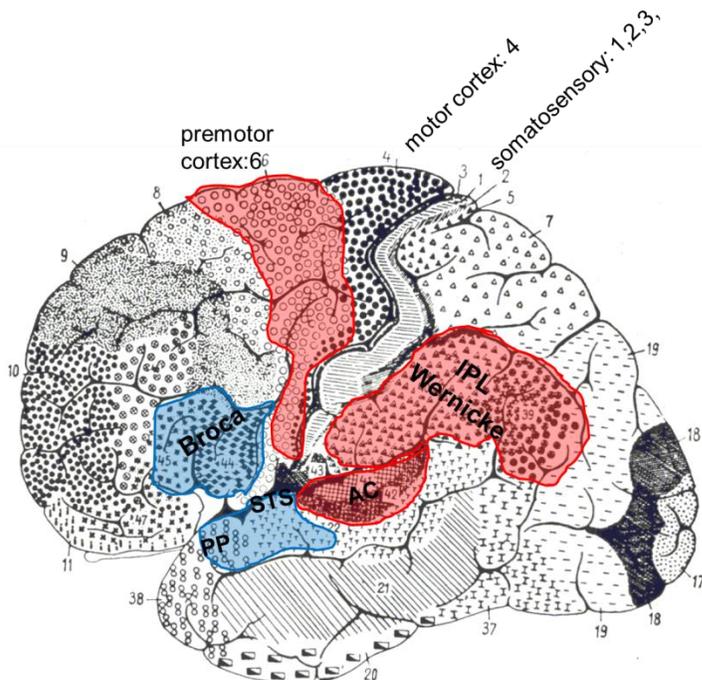


Figura 11 | Representación de Brodmann de la hipótesis ventral/dorsal. Figura de Brodmann 1909, representación de las señales de frecuencia y amplitud cargadas sobre el cerebro. Figura de la figura 85 del texto de Brodmann, traducido por Laurence J. Garey, 1994.

Para construir un sonido emocional que carezca de aspectos de la calidad de la emoción, modificamos el sonido en sus componentes básicos, estructura fina y envolvente, para determinar si reducen la emocionalidad contenida. La siguiente es una discusión de cómo contrastamos nuestros estímulos emocionales.

9.1. Objetivos – Objetivos específicos

La siguiente disertación tiene dos objetivos interrelacionados: 1) medir el sonido incierto para determinar la respuesta funcional para resolver emociones y 2) determinar el umbral de respuesta emocional al sonido: la emoción mínima necesaria para evocar una respuesta. Estudiamos estos aspectos porque ningún estudio ha intentado determinar la respuesta funcional al sonido emocional en el umbral, aquellos componentes básicos del sonido emocional que todavía generan una respuesta funcional. Esto cobra importancia al determinar en la IA (el cual es una emoción), cuáles son los aspectos básicos de la emoción que podemos codificar en el sonido. Para hacer esto, primero debemos explicar el procedimiento que utilizamos para crear un sonido emocional incierto: una transformación de Hilbert para deconstruir el sonido. Luego describimos la prueba de sonido emocional que utilizamos (tomada de la Batería de Evaluación de la Habilidad Musical de Montreal y la Identificación de la Emoción de Montreal) para crear un sonido feliz y triste con una certeza variable. Después hacemos este sonido emocional, incierto y presente durante una técnica optimizada de muestreo por resonancia magnética (MRI) para medir la respuesta funcional a una región específica de interés (ROI).

10. Deconstruction de la señal

Nuestro manuscrito más importante a partir del cual estamos construyendo es Smith et al., 2002 Nature. Los autores desarrollaron lo que se denominan "quimeras auditivas" y consisten en envolver desde un sonido y la estructura fina de otro sonido. El propósito de esta coalescencia de diferentes partes auditivas, fue probar la importancia perceptiva de la envolvente y la estructura fina, por lo que la envolvente reveladora es la más importante para la recepción del habla, mientras que la estructura fina más importante es para la percepción del tono y la localización del sonido. En conjunto, los autores sugirieron que el hallazgo revela la base acústica de las vías hipotéticas "qué" y "dónde" en la corteza auditiva, propuestas por Rauschecker y Tian, 2000, PNAS. El experimento psicofísico auditivo simple de Smith et al., 2002 es importante para nuestra investigación en varios aspectos: 1) una base psicofísica para la respuesta neurofuncional distinguible a la música (estructura fina, en su manuscrito) del discurso (sobre, en su manuscrito) podría probarse. 2) La respuesta neurofuncional a la música se distingue del habla, en esa señal clasificada como música, aunque la envolvente no debe ser procesada como música, y el habla, aunque carece de una estructura fina, debe procesarse como habla, cuando está por encima del umbral la respuesta para cada uno de los estímulos. 3) El umbral de la música y el habla será diferente dependiendo de si se varía la estructura fina o la envolvente. 4) Para la música, la eliminación de la estructura fina debería causar umbrales más altos, mientras que, 5) para el habla, eliminando la envolvente debería causar mayores umbrales. 6) Se proporciona un método prototípico para deconstruir

tanto la música como el habla en sus unidades elementales para probar esta teoría. Uno de los objetivos de mi tesis es comprender mejor la deconstrucción psicofísica de la música y el habla en sus formas elementales en un nivel de procesamiento neurofuncional. Describiré detalladamente el proceso de deconstrucción utilizando el sonido más básico A4-440Hz del piano tocado a amplitudes variables y A4-440Hz con $N = 4$ armónicos.

Figura 12 | Flujo de proceso de transformación de Hilbert

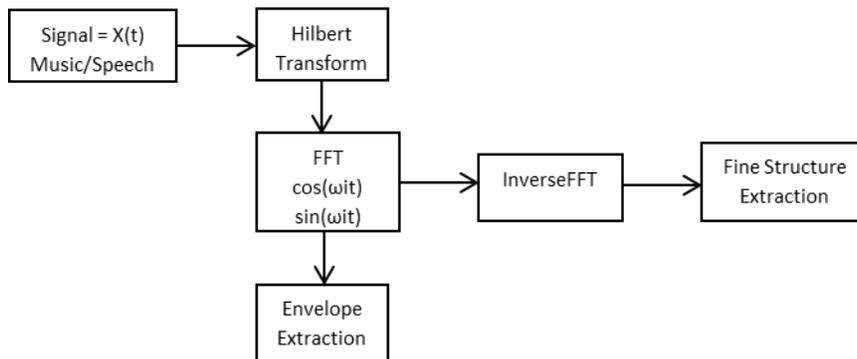


Figura 12 | Flujo de proceso de transformación de Hilbert Estos son los pasos de la transformación de Hilbert. Figura del autor.

10.1. Nuestra señal: terminología

FS = frecuencia de muestreo

Amplitud = nivel de respuesta o magnitud desde la línea de base

La fase = radianes por segundos indica la fracción del ciclo de onda que transcurre en relación con la investigación de origen en función descriptiva característica de fundido

La frecuencia del tono puro está en HZ = Hertz o ciclo por segundo

Función de rampa

10.2. Tono puro de Singlet

Nuestra señal simple (singlete) es un tono puro de 440Hz, con amplitud 10, fase de tono (rad / seg) $\pi / 16$, duración de 60 ms, entrada y salida gradual gradual, rampa de subida y bajada de 45 ms, Una frecuencia de muestreo de 16KHz. En la figura 1, panel A, nuestro tono puro de 440Hz con el tiempo en el eje X y la amplitud en el eje Y. Para esta figura, la forma de onda se muestra claramente, con una rampa suave hasta la señal de 440Hz y una declinación suave. En la figura 1, panel B, nuestro tono puro de 440Hz se muestra mediante la función de Fourier del espejo con frecuencia (hz) en el eje X y Magnitud (dB) en el eje Y. Para esta figura, el tono puro de 440Hz alinea el aspecto de la frecuencia con la magnitud de la señal.

Figura 13 | 440 Hz tono puro

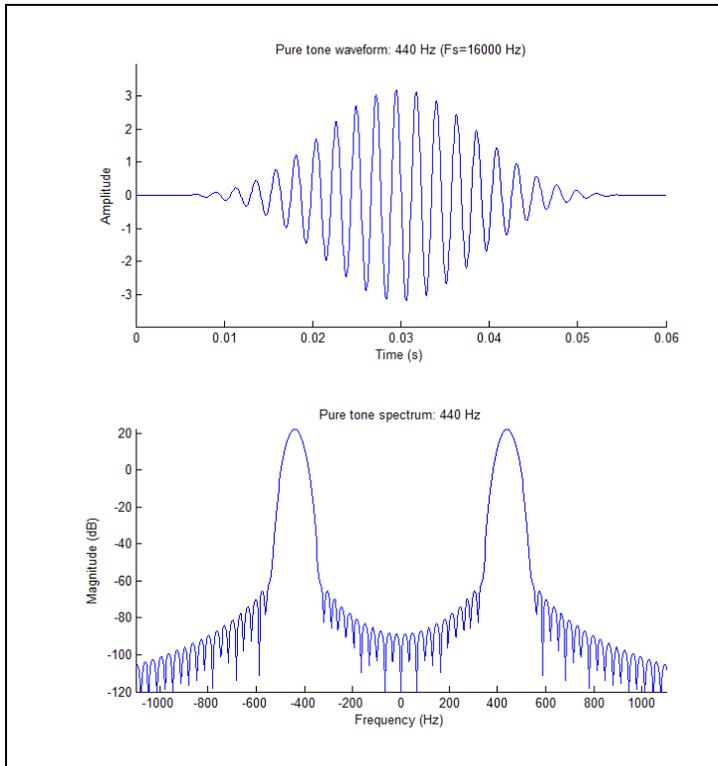


Figura 13 | 440 Hz tono puro En el panel superior, es la forma de onda pura del tono 440Hz. La amplitud está en el eje Y y el tiempo en el eje X. | En el panel inferior, se encuentra el espectro de tono puro de 440Hz, con una magnitud genérica (dB) en el eje Y y la frecuencia del eje X. Aviso en el panel B se muestra la rampa hacia arriba y la rampa hacia abajo. Figura del autor.

10.3. Señal de quadruplet

Nuestra señal compleja (quadruplet) es un 440Hz, 880Hz 1320Hz 1760Hz tonos puros, con amplitudes 10, 20, 30, 40, fase de tono (RAD/sec) $\pi/16$, $\pi/8$, $\pi/4$, $\pi/2$, duración de 60 ms, fade-in y fade-out, rampa hacia arriba y rampa hacia abajo de 45ms, 35ms, 25ms, 15ms, con una frecuencia de muestreo de 16KHz.

En el panel de la figura 2 A nuestro tono puro de 440Hz con el tiempo en el eje X y la amplitud en el eje Y. Para esta figura se representa claramente la forma de onda, con una rampa suave hasta la señal de 440Hz y una declinación suave. En el panel B de la figura 2 nuestro tono puro de 440Hz es mostrado por la función de Fourier de espejo con frecuencia (Hz) en el eje X y magnitud (dB) en el eje Y. Para esta figura el tono puro de 440Hz alinea el aspecto de la frecuencia con la magnitud de la señal.

Figura 14 | 440Hz, 880Hz, 1320Hz, 1760Hz tono puro

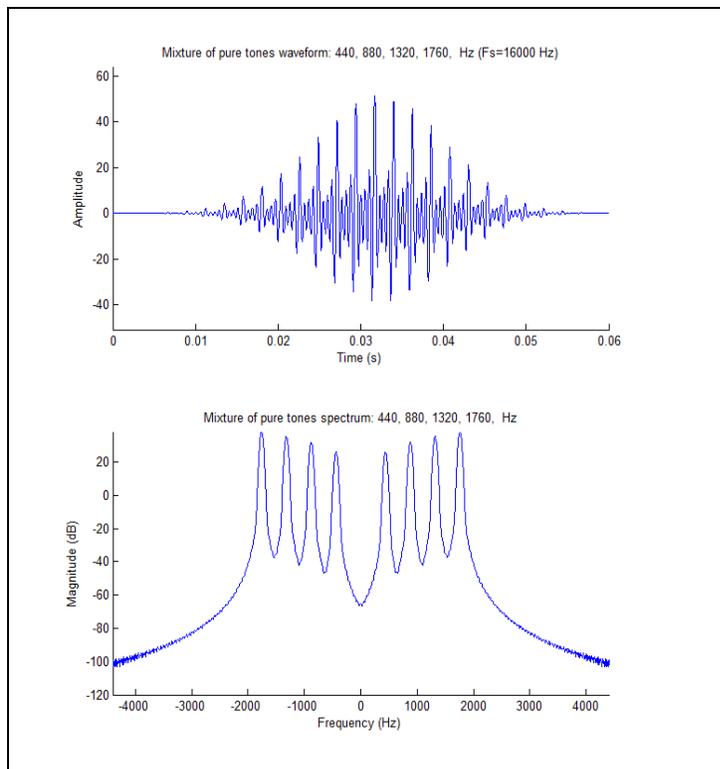


Figura 14 | 440Hz, 880Hz, 1320Hz, 1760Hz tono puro Panel superior, Ilustración de 4 tonos puros en la amplitud por tiempo. Panel inferior, Ilustración de 4 tonos puros en magnitud por frecuencia. Figura del autor.

Una vez que se generan las señales singletes y cuádruples de tonos puros, procedemos a deconstruir la señal para nuestro propósito de estudiar independientemente la estructura fina o la envolvente por separado. La Transformada de Hilbert es esencial para estos propósitos, ya que le permite al investigador: 1) encontrar la envolvente de la señal, y 2) encontrar la estructura fina de la señal (Allen & Mills, 2004, p688). A pesar de la relativa sencillez de nuestro singlete 440Hz en tono puro y son cuádruples 440H, 880Hz, 1320Hz, 1760Hz, los armónicos $N = 4$ deben demostrar claramente el proceso de deconstrucción. Seguimos demostrando la deconstrucción a cada paso.

La transformada de Hilbert es un tipo de análisis de Fourier que nos permite extraer limpiamente el envolvente de la estructura fina (Hilbert, 1912).

- 1) Primero calcula la transformada de Fourier de tu señal
- 2) Rechazar las frecuencias negativas
- 3) Calcule la Transformada de Fourier inversa, dando como resultado las partes reales (creando la señal analítica a partir de la señal real) y las imaginarias que forman el par de la transformada de Hilbert.

Figura 15 | Onda de sonido original de la transformada de Hilbert

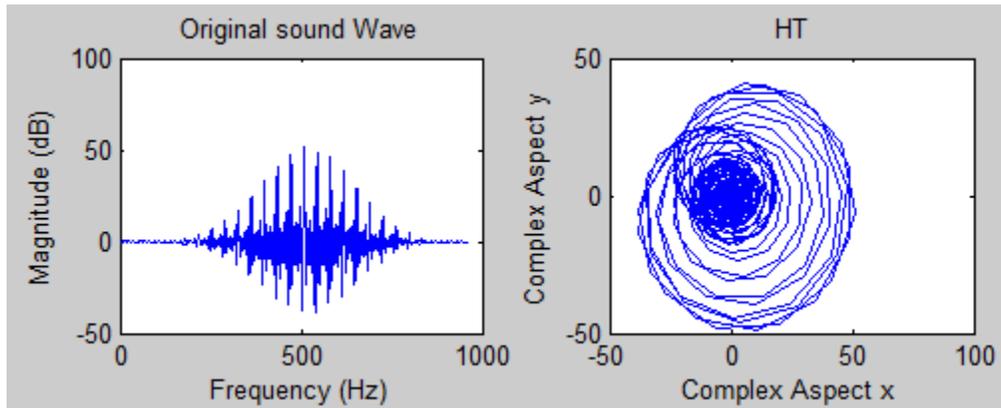


Figura 15 | Onda de sonido original de la transformada de Hilbert Onda sonora original con magnitud por componente de frecuencia (panel izquierdo). Una representación del complejo Y por el complejo X de la transformación de Hilbert (panel derecho). Figura del autor.

La parte real y la magnitud de la transformada de Fourier de las funciones de tiempo-con-valor-reales son incluso funciones de frecuencia y la parte de fase imaginaria son funciones impares de frecuencia (Oppenheim et al., 1982). A continuación, se puede manipular por lo siguiente:

Identidad de Leonard Euler (Varadarjan, 2006, P4)

Ecuación 1 | Identidad de Leonard Euler

$$e^{jx} = \cos(x) + j \sin(x)$$

Para lo anterior, e es el número de Euler la base de los logaritmos naturales, j el componente imaginario, x nuestro componente de señal.

La relación de la identidad de Euler con el seno y el coseno y los números complejos, la expansión algebraica:

Ecuación 2 | Euler i relación de dentidad

$$\cos(x) = \frac{e^{jx} + e^{-jx}}{2}$$

$$\sin(x) = \frac{e^{jx} - e^{-jx}}{2j}$$

Ahora relacionamos la expansión algebraica con los sinusoides como números complejos como una onda armónica compleja (ω) y tiempo (t):

Ecuación 3 | Expansión algebraica

$$e^{j\omega t} = \cos(\omega t) + j \sin(\omega t)$$

El seno de la función (ωT) es la transformada de Hilbert del $\cos(\omega T)$, proporcionándonos el operador de desplazamiento de fase $\pm \pi/2$ – una propiedad básica de Hilbert. La siguiente expresión es la suma de una frecuencia positiva (ω) y una frecuencia negativa ($-\omega$):

Figura 16 | Valor absoluto de la transformada de Hilbert con extracciones envolventes

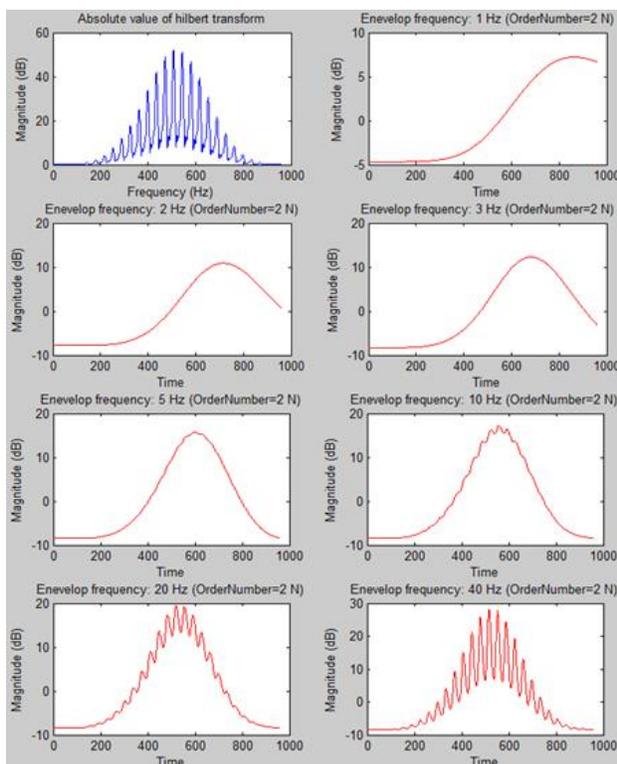


Figura 16 | Valor absoluto de la transformada de Hilbert con extracciones envolventes. Extracción absoluta de la transformación de Hilbert de la envolvente de la estructura fina, el gráfico es magnitud por frecuencia (esquina superior izquierda). De izquierda a derecha, el panel superior secuencialmente hacia abajo del panel, una representación del proceso de extracción

en niveles secuenciales de extracción de frecuencia. La extracción de frecuencia es 1Hz, 2Hz, 3Hz, 5Hz, 10Hz, 20Hz, 40Hz. Tenga en cuenta que el tono puro de 40 Hz extraído a través de Hilbert con una extracción de 40 Hz es idéntico. Figura del autor.

Ecuación 4 | Transformada de Hilbert

$$\cos(\omega t) = \frac{1}{2} e^{j(-\omega)t} + \frac{1}{2} e^{j\omega t}$$

$$\sin(\omega t) = \frac{1}{2} j e^{j(-\omega)t} - \frac{1}{2} e^{j\omega t}$$

La parte real del espectro complejo y la parte imaginaria del espectro complejo están relacionadas por la j con cada valor de la parte imaginaria. Un número complejo es real e imaginario, la parte real se refiere a la cantidad de coseno de esa frecuencia que contiene la señal y la parte imaginaria se refiere a la cantidad de seno de esa frecuencia que contiene la señal. La magnitud es la amplitud del coseno y el seno combinados y la fase de las proporciones relativas de seno y coseno. Por lo tanto, la transformada de Fourier $F(\omega)$ de una señal $f(t)$ se representa mediante lo siguiente.

La transformada de Fourier $F(\omega)$ de una señal $f(t)$ por:

Ecuación 5 | Transformada de Fourier $F(\omega)$ de una señal $f(t)$

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-\omega t} dt$$

La transformada de Fourier $F(\omega)$ de una señal $f(t)$ incorporando funciones de *seno* & *coseno*.

Ecuación 6 | La transformada de Fourier $F(\omega)$ de una señal $f(t)$ incorporando funciones de seno & coseno

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) [\cos(\omega t) - j \sin(\omega t)] dt$$

Parte real de $F(\omega)$:

Ecuación 7 | Parte real de F (ω)

$$F(\omega) = \frac{1}{\pi} \sum_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cos(\omega t) dt$$

Parte imaginaria De $F(\omega)$:

Ecuación 8 | Parte imaginaria de F (ω)

$$F(\omega) = \frac{-1}{\pi} \sum_{-\infty}^{+\infty} f(t) - \sin(\omega t) dt$$

Lo anterior se ha elaborado en otras publicaciones (Smith, 1997, p579). Donde F es el Fourier, ω = frecuencia angular de una onda, $\int ()$ = integral de positivo a negativo, $f(t)$ = la función de una señal en el dominio de tiempo,

La transformada inversa de Fourier:

Ecuación 9 | Transformada inversa de Fourier

$$\hat{f}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

$$\hat{f}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) [\cos(\omega t) - j \sin(\omega t)] dt$$

Cuando $f(t)$ es continua y limitada para toda la t y tenemos $\hat{f}(t) = f(t)$, teorema inverso resultante de la transformada de Fourier:

Ecuación 10 | Teorema de transformada de Fourier inverso

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

Un filtro de paso de banda tiene una función de transferencia de sistema en forma de $[\omega_{\text{Min}} \omega_{\text{máximo}}]$ de modo que:

Ecuación 11 | El filtro de paso de banda tiene una función de transferencia de sistema en la forma de $[\omega_{\text{min}}, \omega_{\text{Max}}]$

$$W(\omega) = \begin{cases} 0, & \text{for } \omega < \omega_{\text{min}} \text{ or } \omega > \omega_{\text{max}} \\ h(\omega), & \text{for } \omega_{\text{min}} \leq \omega \leq \omega_{\text{max}} \end{cases}$$

Rey, 2009, P. 120.

Una función real $f(t)$ y su Hilbert Transformar $\hat{f}(t)$ crear la señal analítica fuerte.

Figura 17 | Transformada rápida de Fourier de la fina estructura de extracción

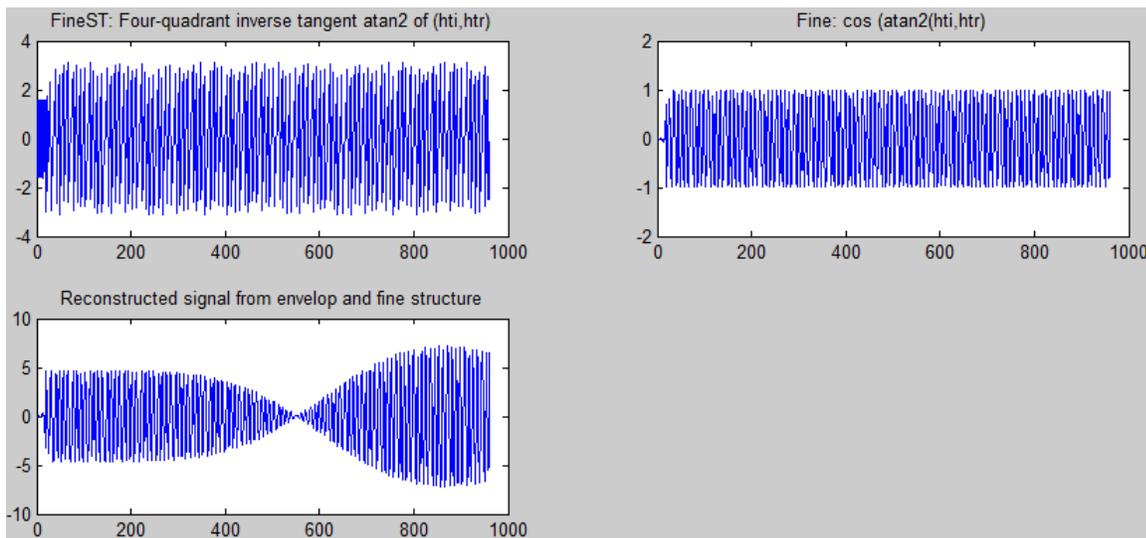


Figura 17 | Transformada rápida de Fourier de la fina estructura Superior izquierda, Fine ST tangente inversa de cuatro cuadrantes ATAN2 de Hilbert. Panel derecho, cos finos (ATAN2 (Hilbert)). Panel inferior izquierdo, señal reconstruida de envolvente y estructura fina. Figura del autor.

Al intercambiar tiempo y frecuencia y usar el teorema de convolución, se pueden encontrar relaciones interesantes mediante la introducción del transformador de Hilbert "ideal" que tiene un espectro definido como que tiene el valor para $+j$ Para $0 < \phi < \pi$ y $-j$ para $\pi < \phi < 2\pi$, o equivalentemente a un espectro con magnitud plana frente a frecuencia y teniendo una fase de $\pm \pi/2$. Esta transformada de Hilbert es una red lineal no realizable (Gold, et al., 1969). Por ejemplo, una propiedad interesante de Hilbert es una versión de función trigonométrica de sí misma con un cambio de fase de 90° ; es decir, el coseno se transforma en seno (Apéndice A, Tabla 1.5, King, V2 2009. p471 y p120, ejemplo original).

Tabla 1 | Cálculos de la representativa transformada de Hilbert

Orden de filtro de paso de banda	5% alterado (95% permanecen) 1100-22000	10% alterado (90% permanecen) 2200-22000	15% alterado (85% permanecen) 3300-22000	20% alterado (80% permanecen) 4400-22000	25% alterado (75% permanecen) 5500-22000	30% alterado (70% permanecen) 6600-22000
2	71,4661 dB D 1,6586% DB 94,7846% de Hz OG Δ 0,00020039%	71,4663 dB D 2,6726% DB 89,7959% de Hz OG Δ 0,00013256%	71,4661 dB D 4,0375% DB 84,8073% de Hz OG Δ 0,000366218%	71,4662 dB D 5.912% DB 79,8186% de Hz OG Δ 0,00027659%	71,4657 dB D 8,3019% DB 74,8299% de Hz OG Δ 0,000953529%	71,4659 dB D 11.189% DB 69,8413% de Hz OG Δ 0,00064724%
4	71,4659 dB D 1,8533% DB 95,7846% de Hz OG Δ 0,000675479%	71,4662 dB D 2,7068% DB 89,7959% de Hz OG Δ 0,00024316	71,4662 dB D 4,2857% DB 84,8073% de Hz OG Δ 0,000333383%	71,4661 dB D 6.594% DB 79,8186% de Hz OG Δ 0,000430695	71,4663 dB D 9,3717% DB 74,8299% de Hz OG Δ 0,000137373	71,4663 dB D 12.312% DB 69,8413% de Hz OG Δ 0.000156561
8	71,4661 dB D 1,7824% DB 94,7846% de Hz OG Δ 0,000465759%	71,4663 dB D 2,4362% DB 89,7959% de Hz OG Δ 0,000201168%	71,4663 dB D 3,8408% DB 84,8073% de Hz OG Δ 0,000126232%	71,4659 dB D 5.861% DB 79,8186% de Hz OG Δ 0,000690349%	71,466 dB D 7,9049% 74,8299% de Hz OG Δ 0,000514337%.	71,4661 dB D 9,8669% 69,8413% de Hz OG Δ 0,00034916%
16	71,4659 dB D 1,6811% DB 94,7846% de Hz OG Δ 0,000675485%	71,466 dB D 2,2491% DB 89,7959% de Hz OG Δ 0,000535508%	71,4663 dB D 3,6253% DB 84,8073% de Hz OG Δ 0,000192264%	71,4663 dB D 5.378% DB 79,8186% de Hz OG Δ 0,000155241%	71,4663 dB D 6.941% 74,8299% de Hz OG Δ 0,000156992%	71,4658 dB D 8.445% 71,4658% de Hz OG Δ 0,000822705%

El primer número en el cuadro de una columna indica el nuevo rango de amplitud de los archivos. En la segunda línea, Δ representa el porcentaje de aumento de decibelios necesario para igualar los niveles de sonido en el archivo alterado con el original. La tercera línea representa el porcentaje de contenido de frecuencia restante en el archivo alterado. El og Δ representa el cambio en el rango de amplitud en el archivo alterado del original.

Se pueden hacer alteraciones de Hilbert a cualquiera de los estímulos anteriores. Aquí están los archivos de ejemplo y los cambios que ocurren en la estructura fina y los espectros de la envolvente. Las alteraciones se realizan en la frecuencia en percentiles del 5% de 1100-22000 a 6600-22000 y luego se modifica la envolvente, por ejemplo, en el 5% en Δ 1.6586% dB para acercarlo lo más posible al original, ya que para este formato se necesita una frecuencia alterada y una envolvente no alterada; para una alteración del 10% en la estructura fina en Δ 2.6726% dB y así sucesivamente. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: filtrado de paso de banda por Hilbert con 5% de alteraciones incrementales. Como se

muestra en la primera fila de cada cuadro, los dB cambian muy levemente en todo el espectro, de 1 a 12%, mientras que el cambio en el contenido de frecuencia dentro de una fila es casi idéntico, pero entre filas se cambia considerablemente. La transformada de Hilbert nos permite alterar la estructura fina y la envolvente por separado. Ver Anexo 3 | Explicación de Hilbert como ejemplo. Utilizamos la construcción básica de la transformada de Hilbert para deconstruir nuestros sonidos emocionales mediante una estructura fina y señales de la envolvente. Debido a que nuestro sonido son extractos musicales emocionales, estamos esencialmente modificando el contexto emocional contenido. Aquí procederé a revisar el por qué elegimos nuestra tarea específica de identificación emocional.

11.Revisión de las pruebas musicales

Hay varios cientos de baterías musicales (Bentley, 1966; Boyle y Radocy, 1987; Carson et al., 1998; Dykema, 1925; Fujii et al., 2010; Grashel, 2008; Kang et al., 2009; Karma, 1973; Karma, 2007; Kirchberger y Russo, 2014; Ley y Zentner, 2012 McPherson y Thompson, 1998; Müllensiefen et al., 2014; Seashore et

al., 1960a; Seashore et al., 1960b; Wallentina et al., 2010 Ala, 1948), pero sólo un puñado permanecen en práctica generalizada después de una década o dos (por ejemplo, la popular Gordon's Musical Aptitude Profile Validation: Gordon, 1979; VER referencias de Gordon; Rice, 1970; Olakunbi et al., 2010; Niza, 2010; Stokes 1996; Woodford 1996). Bajo la influencia de Peretz et al., varias baterías musicales han sido desarrolladas para la investigación de paradigmas neurofuncionales: 1) emoción musical feliz, triste, aterradora y pacífica (Anciano y L., 2008; Old man et al., 2012A; Old man et al., 2012B; Old man et al., 2013; Vieillard y bigand, 2014; Volkova et al., 2013), 2) tarea de identificación de emociones (Dalla bella et al., 2008a; Dalla bella et al., 2008b; Peretz et al., 2013; Peretz et al., 1998a; Peretz et al., 1998b) y la batería de evaluación de amusia de Montreal (Hopyan et al., 2012; Peretz et al., 2003) por nombrar algunos. Las baterías de Peretz apuntan en el mismo sentido que las desarrolladas por Gordon HW en la década de 1970 (Bogen y Gordon, 1971; Gordon 1970; Gordon, 1978) para investigar los correlatos neurofuncionales de la música.

12.Explicación de los estímulos musicales: Tarea de identificación emocional de Montreal

Utilizamos los aspectos de MBEA (Peretz et al., 2013), HSSPME (Vieillard, et al., 2008) y la Tarea de identificación emocional (Peretz, et al., 1998, ver el Anexo 2 | Estudios de la tarea de identificación emocional) Establecer como nuestro protocolo de estímulos musicales. De Peretz et al., 1998 (tarea de identificación de emociones) Dalla Bella et al., 2001 baterías musicales, se seleccionaron 18 muestras y se

redujeron a tres segundos. Las muestras de la categorización feliz se quimerizaron luego con muestras de la categoría triste. Las muestras quimerizadas contenían, por ejemplo, el sobre de una pieza musical triste y la estructura fina de una pieza musical feliz o viceversa. La quimerización se realizó para bandas de 2, 4, 8, 16, 32, 64 como se describe (Smith et al., 2002). Este proceso se describe a continuación, los estímulos del grupo Peretz se restringieron en Hz y se redujeron a una duración de 3 segundos. Los extractos musicales fueron extractos musicales generados por MIDI de compositores clásicos conocidos. MIDI es un estándar ISO y un acrónimo para la interfaz digital de instrumentos musicales. La lista completa de archivos MIDI se puede encontrar en "Tabla 2 | Se utilizó todo el repertorio de estímulos", que se ha presentado anteriormente. Para explicar la diferencia entre una pieza tonal, que consiste simplemente en una secuencia de notas y una pieza "musical" que es más musical, tenemos las siguientes figuras. Trataremos de argumentar sobre la base de la diferencia de complejidad visual que nuestras piezas son musicales, aunque solo por brevedad, como una declaración basada en la información de FFT por segundo cambio, también sería suficiente.

Figura 18 | Pieza tonal de armónicos de 440Hz

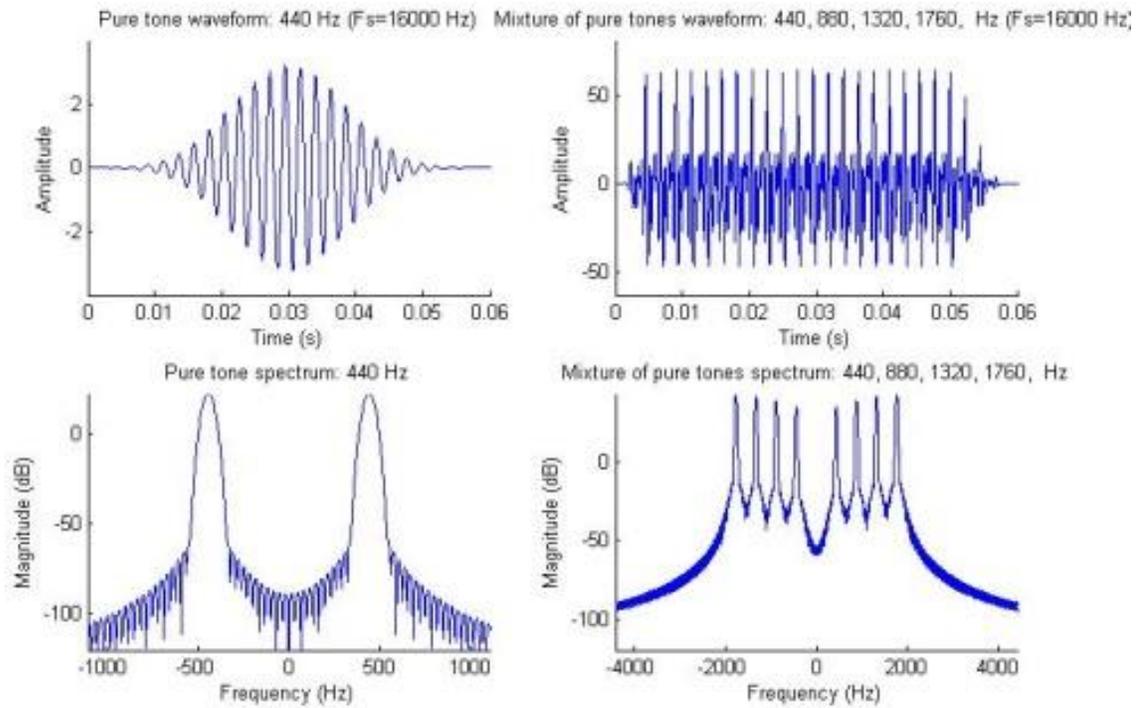


Figura 18 | Pieza tonal de armónicos de 440HzAquí, en el panel arriba a la izquierda, tiene una armónica A4-440Hz con el espectro de amplitud en función del tiempo. En la parte inferior izquierda tiene el componente de frecuencia en función de la magnitud. En el lado derecho tiene 4 armónicos de 440Hz como espectro de amplitud (arriba a la derecha) y espectro de frecuencia (abajo a la derecha). Estas formas de onda son muy simples, realmente no hay nada para ellas, porque son tonos como lo describe el revisor. Para un poco más de complejidad, podemos generar un barrido lineal del armónico de 440Hz a 7040Hz dentro del período de tiempo de 3 segundos como se restringió en el presente estudio (restringimos los estímulos al diseño de muestreo de bloques dispersos). Espectrograma del archivo de barrido lineal de frecuencias de 440Hz a 7040Hz, un 16th Harmonic of A4 y una forma de onda de espejo FFT del archivo. El espectrograma tiene tiempo en el eje X y frecuencia normalizada en el eje Y. La FFT es una imagen de espejo con el tiempo en el eje X y la frecuencia normalizada en el eje Y. Figura del autor.

Figura 19 | Barrido lineal de frecuencias 440Hz a 7040Hz durante 3 seg.

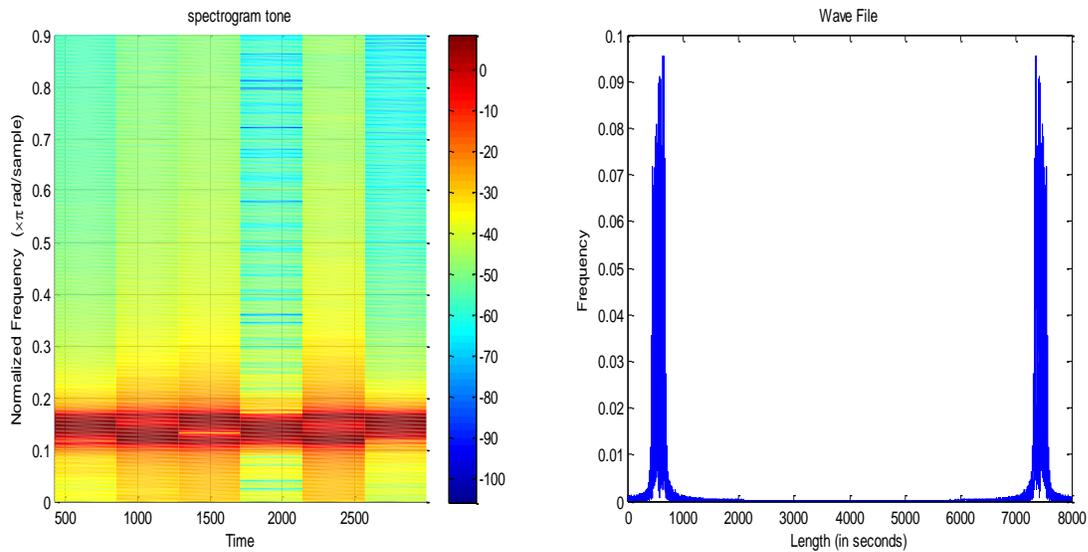


Figura 19 | Barrido lineal de frecuencias 440Hz a 7040Hz durante 3 seg. En este caso, la complejidad ha aumentado, pero aún no consideramos la serie de notas que contiene la música, pues es un impulso de aumento de frecuencia, no de música. Sin embargo, nos referimos a nuestros estímulos como extractos musicales porque son archivos generados por MIDI de música clásica y creemos que son música debido a la complejidad. A continuación tenemos dos extractos de nuestro estudio, Beethoven y Albinoni; ambos cortes de 3 segundos de las piezas originales encontradas en el grupo Peretz. Espectrograma del archivo de estímulos y una forma de onda del archivo que muestra las variaciones de amplitud. El espectrograma tiene tiempo en el eje X y frecuencia normalizada en el eje Y. La figura de forma de onda tiene el tiempo en el eje X y la amplitud normalizada en el eje Y. Figura del autor.

Figura 20 | Beethoven, concierto para piano no. 4 (3rd MVT), en Key G Maj, piano y orquesta, emoción: Feliz

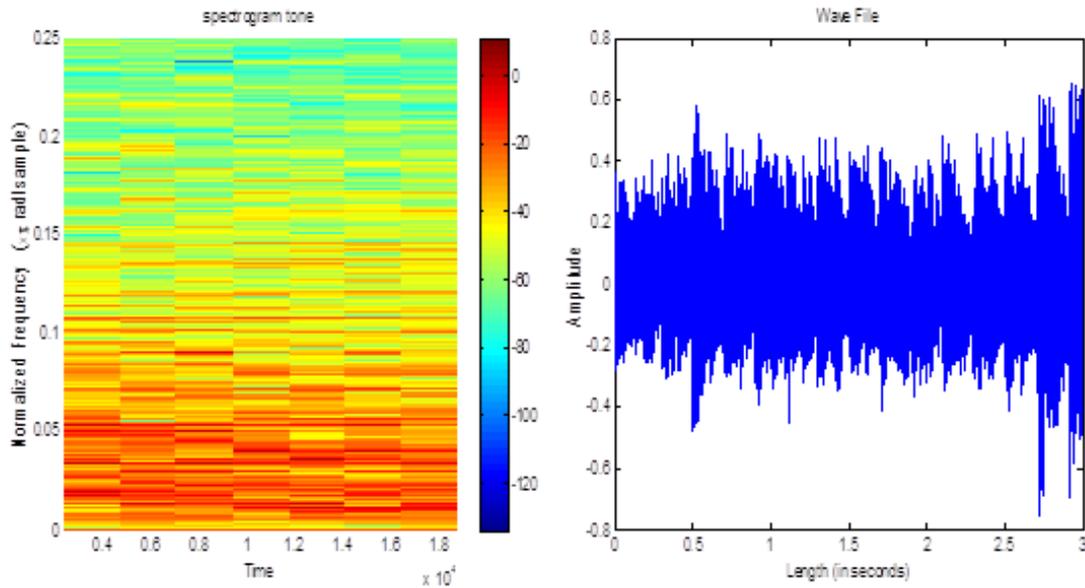


Figura 20 | Beethoven, concierto para piano no. 4 (3rd MVT), en Key G Maj, piano y orquesta, emoción: Feliz Espectrograma del archivo de estímulos y una forma de onda del archivo que muestra las variaciones de amplitud. El espectrograma tiene tiempo en el eje X y frecuencia normalizada en el eje Y. La figura de forma de onda tiene el tiempo en el eje X y la amplitud normalizada en el eje Y. Figura del autor.

Figura 21 | Orquesta de Albinoni Adagio G min, emoción: triste

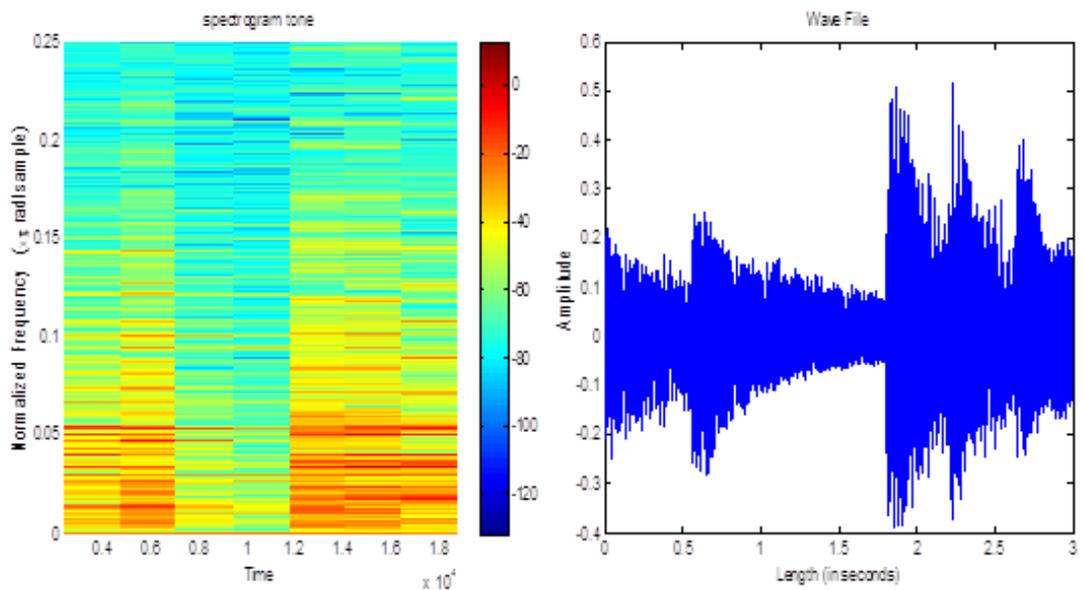


Figura 21 | Orquesta de **Albinoni** Adagio G min, emoción: triste Espectrograma del archivo de estímulos y una forma de onda del archivo que muestra las variaciones de amplitud. El espectrograma tiene tiempo en el eje X y frecuencia normalizada en el eje Y. La figura de forma de onda tiene el tiempo en el eje X y la amplitud normalizada en el eje Y. Figura del autor.

Las siguientes notas para generar estímulos: Espectrograma de estímulos y transformadas de Fourier rápidas (fft) en el manuscrito (Figura 20 | Beethoven, concierto para piano no. 4 (3rd MVT), en Key G Maj, piano y orquesta, emoción: Feliz y Figura 21 | Orquesta de Albinoni Adagio G min, emoción: triste) se restringieron y normalizaron a un rango de amplitud y frecuencia común basado en todo el conjunto de estímulos. Para el espectrograma, la representación de frecuencia fue la frecuencia (x) π rad / muestra en el eje x de 0 a 1 unidades de frecuencia y el tiempo del eje y en bloques de 0,2 segundos de 0 a 3 segundos, el mapa de colores de 0 (color rojo) a 120 unidades de frecuencia (color azul). Para la representación de amplitud, los archivos wav fueron valores absolutos muestreados en el tiempo durante 3 segundos, con unidades de frecuencia del eje x en incrementos de 0,1 desde -5 a 5 y el tiempo del eje y en incrementos de 0,5 segundos de 0 a 3 segundos. El extracto original de Beethoven del Concierto para piano núm. 4 (tercer mvt) categorizado como feliz (estímulos 03) y el extracto original de Albinoni del Adagio orquestal en G min categorizado como triste (estímulos 01) se describieron en detalle en este documento se utilizaron como representaciones.

Se puede visualizar claramente que la complejidad de los estímulos que utilizamos en comparación con las piezas tonales es tremendamente diferente. Visualmente nuestras piezas contienen más información y más datos por segundo a lo largo del tiempo. Más información significa que la pieza es más cualitativamente y cuantitativamente compleja. Esta complejidad es lo que creemos que constituye la música. Los componentes de frecuencia y amplitud de los extractos musicales generados por MIDI son ricos, mientras que las secuencias tonales no lo son. Sentimos que la riqueza del sonido es una cualidad que le otorga su calidad musical, es decir, la musicalidad. Sin esta riqueza (los cambios rápidos en los cambios de tono y amplitud a lo largo del tiempo y numerosas notas en tres segundos), estaríamos de acuerdo en que estas piezas no son música. Basados simplemente en la complejidad de la forma de onda en promedio por 1 segundo de información contenida dentro de la pieza, nuestras piezas son varias órdenes de magnitud más complejas según la información en la forma de onda que contienen. Estos pueden visualizarse mirando una columna y observando más diferencias de color a lo largo del tiempo. Este proceso también se puede demostrar matemáticamente en función de las diferencias en la FFT, pero se espera que el ejercicio visual sea suficiente.

13. Métodos

Los métodos se dividen en dos partes, la psicofísica de nuestros estímulos emocionales y el paradigma fMRI utilizado para probar esos estímulos de seguridad emocional variable. Describo nuestra señal acústica emocional y la descomposición en banda utilizada para crear un sonido emocional de variada certeza: "Nuestra señal: estímulos acústicos emocionales: descomposiciones en banda". Dentro de "Total Colección" tenemos una tabla de todos los estímulos utilizados de la psicofísica y la adquisición de fMRI. Dentro de "Muestra de estímulos", tenemos una muestra de la quimerización que se llevará a cabo con la "Combinación", que se desarrolla en forma consumada en "Detallado" para los estímulos emocionales "Triste" y "Feliz". El paradigma fMRI comenzó con una optimización del "Paradigma de muestreo disperso" realizado en un conjunto anterior de experimentos, pero una vez optimizado en una adquisición de volumen estándar "Figura 24 |Formato de paradigma de muestreo disperso finalizado - doble volumen y Figura 25 |Formato de paradigma de muestreo disperso finalizado - un solo volumen" fue precedido con todo el protocolo de discriminación psicofísica. Aquí optimizamos la técnica de muestreo disperso con "Sparse Sampling Paradigm" y "Stimuli for Sparse Sampling". Se procedió con la "adquisición de imágenes" y "Diseño experimental y presentación de estímulos fMRI" y luego "Procesamiento de imagen funcional y segmentación de retorno de la inversión". Los experimentos utilizaron una técnica de lateralización hemisférica específica que utilizamos en "lateralización hemisférica". Por último, correlacionamos nuestro análisis fMRI-ROI con la respuesta psicofísica en "Análisis psicofísico correlacionado con modulación funcional". Por último, los "Sujetos de psicofísica y fMRI" se describen para los dos experimentos independientes.

13.1. Nuestra señal: *Estímulos acústicos emocionales: descomposiciones de banda*

Extractos instrumentales de piano clásico que se sabe que evocan categóricamente un sentimiento de tristeza o felicidad se tomaron de un estudio anterior (www.brams.umontreal.ca/peretz; Peretz et al., 1998, 2001). Los extractos tristes se descompusieron con extractos felices mediante una transformación BWD Hilbert para derivar un estímulo alterado (Smith et al. 2002) de cualquiera de las categorías emocionales (Overath et al., 2015; Smith et al. 2002). Los estímulos consistieron en información homogénea de FIS y ENV debido a la descomposición, restricción a 80-4400 Hz, reducción a 3 segundos y proceso de reconstrucción. Los estímulos para el examen consistieron en extractos felices en el dominio FIS y extractos tristes en el dominio ENV o viceversa para 2nb, 4nb, 8nb, 16nb, 32nb y 64nb para psicofísica, y 8nb, 32nb, 64nb para escaneo fMRI (Figura 29 Diseño experimental). Para la psicofísica se

utilizaron 32 extractos originales sin alteraciones, con 192 alteraciones de los estímulos (un total de 224 estímulos). Para el examen fMRI se utilizaron 10 extractos originales sin alteraciones, 30 alteraciones de los estímulos (un total de 40 estímulos).

La combinación de extractos de FIS descompuestos en forma de banda de contenidos con ENV de triste o viceversa permitió crear un extracto alterado que consiste en una certeza emocional variable (Moon et al., 2014; Smith et al. 2002). Los estímulos emocionales de distinta certeza se utilizaron para las pruebas psicométricas para determinar el límite de percepción de una emoción segura e incierta (Overath et al., 2015; Smith et al. 2002). Para los experimentos de psicofísica y RMf, se presentaron extractos emocionales alterados y extractos originales en una tarea de elección forzada con dos alternativas donde se les indicó a los sujetos que respondieran, lo que indica que el extracto fue feliz o triste. Todos los extractos se categorizaron en referencia al extracto original inalterado. La Figura 1B muestra un espectrograma de estímulos representativo para componentes FIS y transformada rápida de Fourier (fft) para componentes ENV. Los estímulos se manipularon en MATLAB (Mathworks, Natick, MA) utilizando scripts personalizados y extensiones publicadas anteriormente (Overath et al., 2015; Smith et al. 2002). Los bloques de silencio se utilizaron como controles negativos y sin información de la envolvente y estructura fina (Figura 22 | Bloque silencioso). Los estímulos se presentaron durante la exploración psicofísica y fMRI utilizando MATLAB (MATLAB y Statistics Toolbox Release 2012b, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts) con la extensión Psychophysics Toolbox (Brainard, 1997) y en una PC HP (Intel Core i5-4210U CPU a 2,40 GHz) con una tarjeta de audio RealTek de alta definición que usa Stereo Mix (RealTek).

Figura 22 | Bloque silencioso

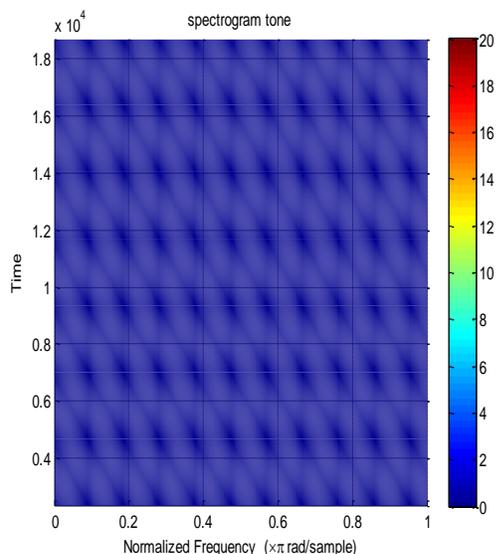


Figura 22 | Bloque silencioso Los estímulos silenciosos del bloque fueron hechos carentes de estructura fina y de modulaciones de la envolvente. Espectrograma del archivo de estímulos y una forma de onda del archivo que muestra las variaciones de amplitud. El espectrograma tiene tiempo en el eje x y frecuencia normalizada en el eje y. La figura de forma de onda tiene el tiempo en el eje x y la amplitud normalizada en el eje y. Figura del autor.

13.1.1. Colección total

Tabla 2 | Estímulos enteros repertorio utilizado

Compositor	Trabajo	Medida (a)	M.M. (b)	Clave	Instrumentación	Emoción	Num. estímulos	Made_Chimeras
Beethoven	Concierto para piano n.º 4 (3er MVT)	191 – 200 (2)	150	G mayo	Plan & Orquesta	Feliz	3	03. wav_01. wav
Beethoven	Concierto para piano n.º 4 (3er MVT)	439 – 452 (2)	150	G mayo	Plan & Orquesta	Feliz	11	11. wav_02. wav
Beethoven	Sinfonía núm. 3 (3ª MVT)	38 – 56	180B	F mayo	Orquesta	Feliz	26	26. wav_04. wav
Beethoven	Sinfonía núm. 6 (3ª MVT)	9 (3) – 16 (1)	240	D mayo	Orquesta	Feliz	17	17. wav_05. wav
Handel	Zendo a Deum	5 – 14 (1)	112	D mayo	Orquesta	Feliz	6	06. wav_23. wav
Mozart	Die Zauberflöte (Ley 1 no. 2 de Papageno Aria)	18 (2) – 24 (2)	80	G mayo	Orquesta	Feliz	25	25. wav_27. wav
Mozart	Una pequeña música nocturna (1ª MVT)	5 (3) – 10 (3)	154	G mayo	Orquesta de cuerdas	Feliz	28	28. wav_19. wav
Mozart	Concierto para piano no. 23 (3er MVT)	1 – 8	255	A Maj	Plan	Feliz	31	31. wav_10. wav
Mozart	Concierto para piano no. 27 (3er MVT)	1 – 8	167	B Flat Maj	Plan & Orquesta	Feliz	18	18. wav_16. wav
Ravel	Tumba de Couperin (RIGAUDN)	Bar1 – 9 (2)	100	C mayo	Plan	Feliz	24	24. wav_22. wav
Saint-Saëns	Carnaval de los animales (final)	10 – 26 (4)	220	C mayo	Plan & Orquesta	Feliz	7	07. wav_30. wav
Saint-Saëns	Carnaval de animales (aviario)	1 – 9 (2)	88	F mayo	Plan & Orquesta	Feliz	15	15. wav_08. wav
Schumann	Kinderszenen (en 15 no. 9)	1 – 9	240	C mayo	Plan	Feliz	14	14. wav_20. wav
Dio	La Traviatta (Brindisi)	1 – 15 (1)	100	B Flat Maj	Orquesta	Feliz	29	29. wav_12. wav
Dio	Rigoletto (acto 1 no. 4)	69 – 73	150	C mayo	Orquesta	Feliz	21	21. wav_09. wav
Vivaldi	Otoño (1er MVT)	1 (2) – 4 (3)	126	F mayo	Orquesta	Feliz	32	32. wav_13. wav
Albinoni	Adagio	7 – 14 (1)	48	Minuto de G	Orquesta	Triste	1	03. wav_01. wav
Bach	Música de la pasión después del evangelista Matthew	1 – 5 (2)	67	y min	Orquesta	Triste	2	11. wav_02. wav
Brahms	Concierto para piano no. 1 (2ª MVT)	21 (3) – 24 (1)	48	D mayo	Plan & Orquesta	Triste	4	26. wav_04. wav
Romper	Hasta el Nidrei	9 – 11 (1)	20	D min	Contrabajo & Órgano	Triste	5	17. wav_05. wav

Chopin	Nocturne en 27 no. 1	2 (2) – 6 (3)	72	C agudo min	Plan	Triste	23	06. wav_23. wav
Chopin	Nocturne en 48 no. 1	1 – 4 (1)	52	C min	Plan	Triste	27	25. wav_27. wav
Chopin	Nocturne en 9 no. 1	0 – 4 (1)	100	B minuto plano	Plan	Triste	19	28. wav_19. wav
Debussy	Preludio: pasos en la nieve	4 – 8 (1)	35	D min	Plan	Triste	10	31. wav_10. wav
Grieg	Suite no. 2 de Peer Gynt (Lied de Solveig)	13 (4) – 17 (3)	69	Un minuto	Orquesta	Triste	16	18. wav_16. wav
Mahler	Sinfonía núm. 5 (3ª MVT)	12 (4) – 16 (3)	54	Un minuto	Orquesta	Triste	22	24. wav_22. wav
Mozart	Concierto para piano no. 23 (2ª MVT)	1 – 3	35	F agudo min	Plan	Triste	30	07. wav_30. wav
Rachmaninov	Concierto para piano n.º 2 (2ª MVT)	13 (2) – 17	48	E mayo	Plan & Orquesta	Triste	8	15. wav_08. wav
Ravel	Concierto en G (2ª MVT)	1 – 4 (2)	38	E mayo	Plan & Orquesta	Triste	20	14. wav_20. wav
Rodrigo	Concierto de Aranjuez (Adagio)	1 – 4 (4)	40	B min	Guitarra & Orquesta	Triste	12	29. wav_12. wav
Saint-Saëns	Carnaval de los animales (el cisne)	1 – 5	55	G mayo	Plan & Violonchelo	Triste	9	21. wav_09. wav
Schubert	Cuarteto de cuerdas no. 14 (2ª MVT)	1 – 4	72	Minuto de G	Cuarteto	Triste	13	32. wav_13. wav

(a) = el número entre paréntesis indica el número de compás en la medida. (b) = este valor corresponde a una media nota. Tabla adoptada de Peretz et al., 1998. <http://www.Brams.umontreal.CA/PLAB/Publications/article/29>

13.1.2. Muestras de estímulos

Tabla 3 | Estímulos originales Happy y Sad con Chimerizations

Triste	Feliz
3	1
6	4
7	10
11	13
17	16
21	22
24	23
28	27
31	30

13.1.3. Pareo

Tabla 4 | Estímulos quimerizados emparejados para experimentos

Triste	Feliz
--------	-------

3	1
6	23
7	30
24	22
31	10

13.1.4. Detallada

13.1.4.1. *Triste*

1. Pista de 32. wav
2. Rastrear desde 14. wav
3. Rastrear desde 18. wav
4. 06.3 sec. wav
 - 4.1. 06. wav _ env +23. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 4.2. 06. wav _ env +23. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 4.3. 06. wav _ env +23. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 4.4. 06. wav _ env +23. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 4.5. 06. wav _ env +23. wav_fts-nb64_3sec. wav
5. 11.3 sec. wav
 - 5.1. 11. wav _ env +02. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 5.2. 11. wav _ env +02. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 5.3. 11. wav _ env +02. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 5.4. 11. wav _ env +02. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 5.5. 11. wav _ env +02. wav_fts-nb64_3sec. wav
6. 17.3 sec. wav
 - 6.1. 17. wav _ env +05. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 6.2. 17. wav _ env +05. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 6.3. 17. wav _ env +05. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 6.4. 17. wav _ env +05. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 6.5. 17. wav _ env +05. wav_fts-nb64_3sec. wav
7. 21.3 sec. wav

- 7.1. 21. wav _ env +09. wav_fts-nb4_3sec. wav
- 7.2. 21. wav _ env +09. wav_fts-nb8_3sec. wav
- 7.3. 21. wav _ env +09. wav_fts-nb16_3sec. wav
- 7.4. 21. wav _ env +09. wav_fts-nb32_3sec. wav
- 7.5. 21. wav _ env +09. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 8. 24.3 sec. wav
 - 8.1. 24. wav _ env +22. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 8.2. 24. wav _ env +22. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 8.3. 24. wav _ env +22. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 8.4. 24. wav _ env +22. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 8.5. 24. wav _ env +22. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 9. 28.3 seg. wav
 - 9.1. 28. wav _ env +19. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 9.2. 28. wav _ env +19. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 9.3. 28. wav _ env +19. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 9.4. 28. wav _ env +19. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 9.5. 28. wav _ env +19. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 10. 31.3 seg. wav
 - 10.1. 31. wav _ env +10. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 10.2. 31. wav _ env +10. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 10.3. 31. wav _ env +10. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 10.4. 31. wav _ env +10. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 10.5. 31. wav _ env +10. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 11. 07.3 sec. wav
 - 11.1. 07. wav _ env +30. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 11.2. 07. wav _ env +30. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 11.3. 07. wav _ env +30. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 11.4. 07. wav _ env +30. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 11.5. 07. wav _ env +30. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 12. 03.3 sec. wav
 - 12.1. 03. wav _ env +01. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 12.2. 03. wav _ env +01. wav_fts-nb8_3sec. wav

- 12.3. 03. wav _ env +01. wav_fts-nb16_3sec. wav
- 12.4. 03. wav _ env +01. wav_fts-nb32_3sec. wav
- 12.5. 03. wav _ env +01. wav_fts-nb64_3sec. wav

13.1.4.2. Feliz

- 1. Track 05. wav
- 2. Pista 02. wav
- 3. Pista 08. wav
- 4. 01.3 sec. wav
 - 4.1. 01. wav _ env +03. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 4.2. 01. wav _ env +03. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 4.3. 01. wav _ env +03. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 4.4. 01. wav _ env +03. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 4.5. 01. wav _ env +03. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 5. 04.3 sec. wav
 - 5.1. 04. wav _ env +26. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 5.2. 04. wav _ env +26. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 5.3. 04. wav _ env +26. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 5.4. 04. wav _ env +26. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 5.5. 04. wav _ env +26. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 6. 10.3 seg. wav
 - 6.1. 10. wav _ env +31. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 6.2. 10. wav _ env +31. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 6.3. 10. wav _ env +31. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 6.4. 10. wav _ env +31. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 6.5. 10. wav _ env +31. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 7. 13.3 sec. wav
 - 7.1. 13. wav _ env +32. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 7.2. 13. wav _ env +32. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 7.3. 13. wav _ env +32. wav_fts-nb16_3sec. wav

- 7.4. 13. wav _ env +32. wav_fts-nb32_3sec. wav
- 7.5. 13. wav _ env +32. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 8. 16.3 seg. wav
 - 8.1. 16. wav _ env +18. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 8.2. 16. wav _ env +18. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 8.3. 16. wav _ env +18. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 8.4. 16. wav _ env +18. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 8.5. 16. wav _ env +18. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 9. 22.3 seg. wav
 - 9.1. 22. wav _ env +24. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 9.2. 22. wav _ env +24. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 9.3. 22. wav _ env +24. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 9.4. 22. wav _ env +24. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 9.5. 22. wav _ env +24. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 10. 23.3 sec. wav
 - 10.1. 23. wav _ env +06. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 10.2. 23. wav _ env +06. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 10.3. 23. wav _ env +06. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 10.4. 23. wav _ env +06. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 10.5. 23. wav _ env +06. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 11. 27. sec. wav
 - 11.1. 27. wav _ env +25. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 11.2. 27. wav _ env +25. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 11.3. 27. wav _ env +25. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 11.4. 27. wav _ env +25. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 11.5. 27. wav _ env +25. wav_fts-nb64_3sec. wav
- 12. 30.3 sec. wav
 - 12.1. 30. wav _ env +07. wav_fts-nb4_3sec. wav
 - 12.2. 30. wav _ env +07. wav_fts-nb8_3sec. wav
 - 12.3. 30. wav _ env +07. wav_fts-nb16_3sec. wav
 - 12.4. 30. wav _ env +07. wav_fts-nb32_3sec. wav
 - 12.5. 30. wav _ env +07. wav_fts-nb64_3sec. wav

13.2. Paradigma de muestreo disperso

El muestreo disperso es la adquisición de volúmenes funcionales intercalados con períodos de silencio (Hall et al., 1999; Edmister et al., 1999; Talavage, et al., 1999). Los primeros protocolos desarrollados por Hall et al., 1999 adquirieron un volumen de imágenes cada TR = 14 segundos o Edmister et al., 1999 adquirieron un volumen cada TR = 8 segundos. Bunzeck et al., 2005 y Schwarzbauer et al., 2006 adquirieron una serie de 5 volúmenes por TR, y Zaehle et al., 2007, Schmidt et al., 2008, y Liem et al., 2012 adquirieron una serie de 3 volúmenes por TR, este proceso se denomina muestreo agrupado (Gaab et al., 2003; Gaab et al., 2007a; Gaab et al., 2007b; Gaab et al., 2008). En la presente disertación se utilizó un paradigma de muestreo disperso de dos grupos. Para determinar la función de respuesta hemodinámica (HRF) más robusta a nuestros estímulos musicales de 3 segundos, hemos manipulado tres variables en el protocolo de muestreo disperso genérico para optimizar el paradigma (Perrachione y Ghosh, 2013). Las variables manipuladas fueron: 1) el retraso de la brecha (silencioso), que se produjo entre el final de nuestros estímulos musicales de 3 segundos y el comienzo del tiempo de adquisición (TA), 2) la duración del período de silencio (silencioso), ocurrió después del TA y antes de la presentación de los nuevos estímulos, y 3) el tiempo de repetición (TR). Los dos períodos que son silenciosos se manipularon cambiando el inicio de la presentación de estímulos. El retraso de la brecha se modificó de 1 a 3,5 segundos en intervalos de 0,5 segundos o 0,25. El tiempo de repetición (TR), TR = 13 segundos no se modificó para las manipulaciones de retardo de brecha. Las duraciones del período de silencio se modificaron de 8 segundos a 5 segundos en intervalos de 3 segundos, lo que dio lugar a alteraciones de TR, de TR = 13 segundos y TR = 10 segundos. Los períodos de TR se manipularon para TR = 13, TR = 12, TR = 11 y TR10. Vea la Figura 23 para una descripción. Ver Figura 24 | Formato de paradigma de muestreo disperso finalizado - doble volumen y Figura 25 | Formato de paradigma de muestreo disperso finalizado - volumen único, para el formato de muestreo disperso final.

13.2.1. Estímulos para muestreo disperso

Nuestro diseño de matriz para analizar los preliminares datos de muestreo disperso fueron agregados a todos los estímulos de un tipo similar versus no-eventos que fueron presentación de silencio / sin estímulos (ver Figura Silenciosa). Esta fue nuestra principal marca de agua para discernir la activación / desactivación. Se analizó un protocolo final como se describe anteriormente en los métodos. Se utilizaron diversos estímulos para evaluar la HRF y potenciar una gran activación de los campos corticales auditivos.

Estos se utilizaron durante nuestra evaluación de estímulos para determinar la activación máxima de la corteza auditiva para nuestros estímulos musicales. Usamos nuestros estímulos genéricos según lo discutido y tres estímulos específicos generados con Matlab (Brimijoin, 2012; Wojcicki, 2001), para activar la corteza auditiva central durante nuestro estudio preliminar de muestreo disperso: 1) Barrido lineal con un rango de frecuencia de 440Hz a 7040Hz, la 16ª armónica de A4, 2) barrido de registro con un rango de frecuencia de 440Hz a 7040Hz, la 16ª armónica de A4, y 3) ruido blanco. El espectrograma de estímulos y las cifras de la transformada de Fourier rápida (fft) dentro del manuscrito se restringieron y normalizaron a un rango común de frecuencia y amplitud basado en el conjunto completo de estímulos. Para el espectrograma, la representación de frecuencia fue la frecuencia (x) π rad / muestra en el eje x de 0 a 1 unidades de frecuencia y el tiempo del eje y en bloques de 0,2 segundos de 0 a 3 segundos, el mapa de colores de 0 (color rojo) a 120 unidades de frecuencia (color azul). Para la representación de amplitud, los archivos wav fueron valores absolutos muestreados en el tiempo durante 3 segundos, con unidades de frecuencia del eje x en incrementos de 0,1 desde -5 a 5 y el tiempo del eje y en incrementos de 0,5 segundos de 0 a 3 segundos. El extracto original de Beethoven del Concierto para piano núm. 4 (tercer mvt) categorizado como feliz (estímulos 03) y el extracto original de Albinoni del Adagio orquestal en G min categorizado como triste (estímulos 01) se describieron en detalle en este documento se utilizaron como representaciones.

Todos los estímulos fueron generados con Matlab (Brimijoin, 2012; Wojcicki, 2001) y probado en un PC HP (Intel Core i5-4210U CPU @ 2.40 GHz) con una tarjeta de audio de alta definición RealTek, driver version: 6.0.1.7535 usando Stereo Mix (RealTek) driver version: 10.0.10240.16384. Los estímulos fueron probados en un protocolo de psicofísica según lo descrito previamente, y fMRI según lo descrito en las secciones respectivas.

Figura 23 | Muestreo disperso parámetros de paradigma Empleado

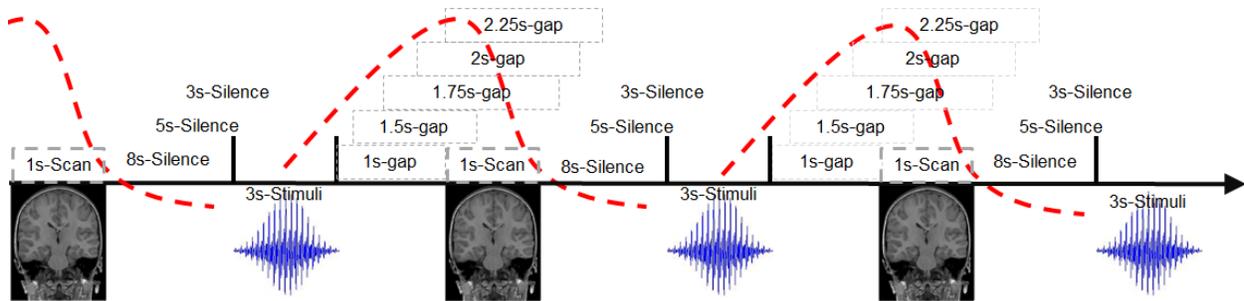


Figura 23 | Muestreo disperso parámetros de paradigma Empleado Parámetros dispersos de paradigma de muestreo empleados. A través de la flecha de izquierda a derecha, el tiempo se representa a lo largo de la presentación de tres bloques de estímulos. Los estímulos están representados por las formas de onda de la transformada de Fourier rápida en azul, con TA representada por una exploración MRI-T1 debajo de la flecha de tiempo, y la HRF canónica en una línea discontinua roja. En una imagen T1, que representa la relajación longitudinal del tejido, el fluido es negro, la materia gris es gris oscuro y la materia blanca es gris claro. Una imagen T2 es una imagen de relajación transversal giro-giro, donde la materia gris es clara y la materia blanca es oscura, el fluido es brillante. Los dos parámetros se modificaron en iteraciones como se describe arriba de la línea de flecha. Por ejemplo, originalmente elegimos un período de silencio de 8 segundos para continuar con nuestros estímulos, pero esto se cambió a 6 y 4 en diferentes protocolos. La brecha que precede a la TA se cambió de 1s a 1.5s, 1.75s, 2s y 2.25s para capturar la respuesta más robusta de la HRF. Estos dos períodos de silencio durante un bloque de presentación de estímulos se modificaron para: 1) capturar mejor la señal más robusta del HRF y 2) para disminuir la longitud de tiempo del bloque completo (es decir, TR), al valor mínimo necesario para aumentar El número de presentaciones de estímulos. Figura del autor.

Figura 24 | Formato de paradigma de muestreo disperso finalizado - doble volumen

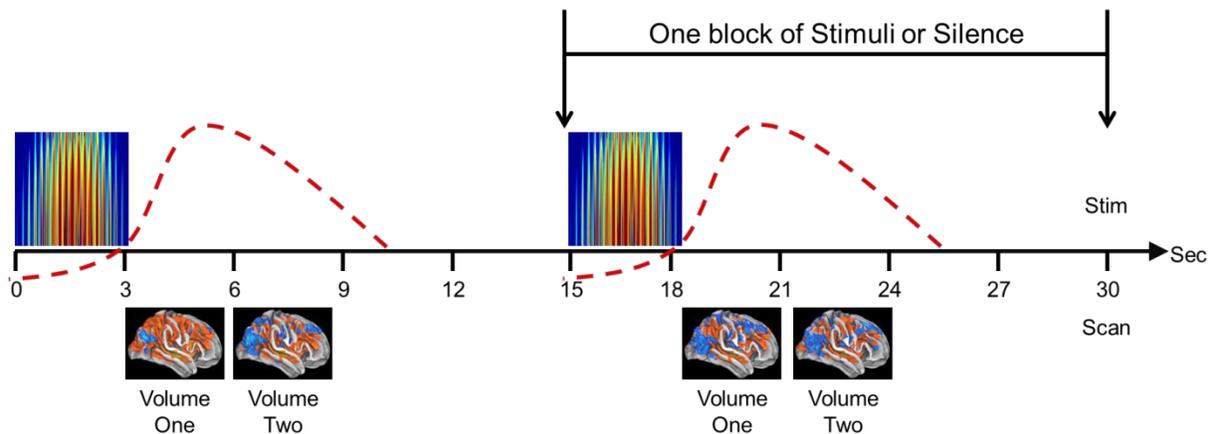


Figura 24 | Se finalizó el paradigma de muestreo disperso en dos formatos. Dos volúmenes de muestreo disperso agrupado. Los segundos en el eje x, los estímulos representativos sobre el eje, un HRF simbólico y debajo del eje son adquisiciones de volumen representativas con el número de volumen marcado. Se representan dos bloques de una repetición de tiempo (TR) de 15 segundos. Para cada TR, se recogió un volumen separado separado. Los estímulos consisten en presentaciones de sonido de 3 segundos, mientras que los bloques silenciosos carecen de sonido. Las adquisiciones de volumen son de aproximadamente 1 segundo de duración. La presentación de los estímulos se retrasó desde la adquisición del primer volumen en aproximadamente

100 ms. La función de respuesta hemodinámica putativa se encuentra por encima de la línea de tiempo en una línea de guiones rojos. Figura del autor.

Figura 25 | Muestreo disperso finalizado formato de paradigma -volumen único

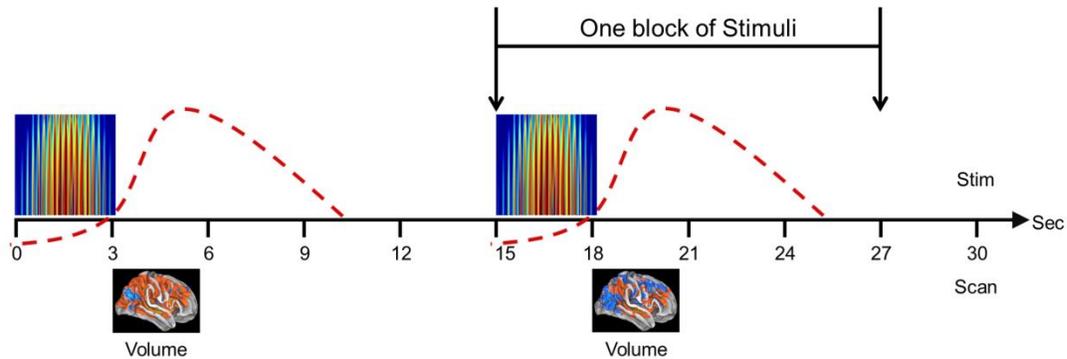


Figura 25 | Muestreo disperso finalizado formato de paradigma -volumen único Se finalizó el paradigma de muestreo disperso. Un volumen de muestreo disperso agrupado. Los segundos en el eje X, los estímulos representativos sobre el eje, un HRF simbólico y debajo del eje son adquisiciones de volumen representativas con el número de volumen marcado. Se representan dos bloques de una repetición de tiempo (TR) de 15 segundos. Para cada TR, se recogió un volumen separado separado. Los estímulos consisten en presentaciones de sonido de 3 segundos, mientras que los bloques silenciosos carecen de sonido. Las adquisiciones de volumen son de aproximadamente 1 segundo de duración. La presentación de los estímulos se retrasó desde la adquisición del primer volumen en aproximadamente 100 ms. La función de respuesta hemodinámica putativa se encuentra por encima de la línea de tiempo en una línea de guiones rojos. Figura del autor.

13.3. Adquisición de imágenes

Las imágenes se adquirieron en un escáner 3T MR750 con una bobina de 32 canales utilizando imágenes paralelas con un factor de aceleración de 2 (General Electric, Waukesha, Wisconsin). La adquisición fue intercalada de abajo hacia arriba. Se adquirió una imagen estructural FSPGR BRAVO para el registro conjunto con volúmenes funcionales. La imagen estructural fue una resolución 3D ponderada en T1 de $1 \times 1 \times 1 \text{ mm}^3$, FOV 25.6, grosor de corte 1, TR = 8.156 s, TE = 3.18 ms, TI 450 ms, ángulo de giro 12. Los volúmenes funcionales consistieron en 34 cortes (3 mm de espesor), adquirido con un solo disparo GE-EPI con los siguientes parámetros: FOV = $256 \times 256 \text{ mm}^2$, matriz = 128×128 (que produce un tamaño de voxel = $2 \times 2 \times 3 \text{ mm}^3$), TR = 15000 ms, TE = 30 ms, ángulo de giro 90.

13.4. Diseño experimental y presentación de estímulos en fMRI

El orden de las exploraciones adquiridas fue la primera localización y luego un ajuste de nivel de sonido individualizado, seguido de: 1) primera ejecución de fMRI, una secuencia de imágenes eco planar y eco degradado (GE-EPI), con el botón izquierdo presionado para indicar triste y derecho el botón presiona para indicar que está contento, 2) una imagen estructural ponderada en T1 (BRAVO) de GRASS acelerada (FSPGR) ponderada en T1 sagital, y 3) el segundo GEMRI de FMRI ejecuta, con el botón izquierdo presionado para indicar que está presionado el botón derecho y derecho triste, por un tiempo total de escaneo de hour1 hora. Las primeras respuestas de ejecución de fMRI fueron compensadas efectivamente por las segundas respuestas de fMRI. Además de la exploración estructural, se dio un descanso de 5 minutos entre la primera ejecución de fMRI y la segunda ejecución de fMRI.

Los efectos del ruido del escáner en el procesamiento auditivo están bien documentados (Hall et al., 1999; Edmister et al., 1999; Talavage, et al., 1999); por lo tanto, utilizamos un paradigma de muestreo disperso para la presentación de estímulos (Perrachione, Ghosh, 2013), optimizado para el funcionamiento auditivo. Después de la optimización, el protocolo fue de 74 bloques, con 40 presentaciones de estímulos sonoros y 34 períodos de silencio (45.95% bloques silenciosos), para un tiempo total de ejecución de 18 minutos y 30 segundos. El protocolo funcional finalizado consistió en recolectar un volumen separado de los estímulos en aproximadamente 100 ms seguidos de .00 10.00 segundos de silencio (Fig. 1 en el manuscrito). Aproximadamente 29 individuos (media = 27.711 años \pm 3.077 años) fueron evaluados para optimizar el protocolo de muestreo disperso antes de la optimización para obtener la respuesta BOLD más robusta dentro del giro de Heschl antes de implementar el diseño experimental presentado.

Por tema, se recopilaron dos corridas con cada serie de volúmenes divididos en 8 conjuntos de estímulos, con 5 presentaciones de estímulos por bloque; seguido por un período de presentaciones silenciosas (3 o 4 estímulos silenciosos por bloque silencioso). En total, 40 presentaciones de estímulos sonoros fueron individuales por cada corrida. Para los 16 individuos, un total de 1280 diferentes estímulos de presentaciones en el experimento de fMRI. Los estímulos de una clase similar se agregaron y analizaron como la unidad de análisis (es decir, la agregación de bloques de estímulos similares; Norman-Haignere S et al., 2013), de la que se derivó un mapa estadístico de cabeza completa. Cada mapa estadístico de cabeza entera promediada fue una representación de las agregaciones de estímulos de cada categoría (es decir, original happy, happy-8nb, happy-32nb, happy-64nb, original sad, sad-8nb, sad-32nb y sad-64nb). El número de bloques silenciosos fue de 34 por ejecución y 68 por individuo o 1088 períodos de silencio diferentes en el experimento fMRI. Véase a continuación el experimento de control negativo relativo a

los períodos de silencio (Figura 22 | Bloque silencioso). El número de bloques silenciosos fue 34 por corrida y 68 por individuo o 1088 diferentes periodos de silencio en el experimento de fMRI. Consulte a continuación el experimento de control negativo sobre periodos de silencio (Figura 22 | Bloque silencioso). Durante la presentación de estímulos o períodos de silencio, los sujetos mantuvieron los ojos abiertos y se miraron en un espejo. Bloques de estímulos intercalados por bloques de silencio fueron separados de diferentes bloques de estímulos por al menos dos minutos, así tratados igualmente para la habituación a través de la categoría de estímulos (Mutschler et al., 2010). Los experimentos de fMRI utilizaron MATLAB y se utilizó la extensión de la caja de herramientas de psicofísica (Brainard, 1997) para generar los estímulos durante la exploración de fMRI en una frecuencia de muestreo de 44,1 kilociclos. Los estímulos fueron entregados vía los auriculares MRI-compatibles (AudioSystem, NeuroLab nórdico). Los participantes realizaron esta tarea con exactitud (media 89,21% IC: 1,25%; Tabla SI). Las calificaciones de los estímulos estaban dentro de los rangos de identificación de porcentaje de estudios funcionales anteriores (Brattico E, et al., 2011; Caria et al., 2011; Khalifa e al., 2005; Koelsch, 2014; Mitterschiffthaler et al., 2007) y estudios psicológicos fuera del escáner (es decir, la emoción de Tarea de identificación Dalla Bella et al., 2008a; Dalla Bella et al., 2008b; Peretz et al., 2013; Peretz et al., 1998a; Peretz et al., 1998b).

Tabla 5 | Estadísticas resumidas de la identificación del extractos originales

	Estímulos correctos	Varianza	Sd	95% DE CI
Total de 32 estímulos	28,54	3,63	1,91	0,74
Porcentaje de 32 estímulos (%)	89,21	0,35	5,95	1,25

13.5. Procesamiento de imágenes funcionales y la segmentación del ROI

El procesamiento de imágenes se llevó a cabo utilizando herramientas FSL (fMRIB, Universidad de Oxford, Reino Unido) utilizando la versión 5,98 de FEAT (herramienta de análisis de expertos de FMRI).

Los análisis estadísticos utilizaron el modelo lineal general (GLM) para evaluar la relación entre nuestras categorías (es decir, EVs/regresores) y la variable dependiente (es decir, la señal BOLD; Friston et al., 1995). Se utilizó un GLM estándar para obtener promedios de las 8 categorías como regresores y seis regresores de movimiento (tres rotación y tres traducciones; Leaver y Rauschecker, 2010), utilizando la doble función gamma combinada con la función de respuesta hemodinámica. (HRF; Friston et al., 1995). Se realizaron análisis de nivel superior utilizando FLAME (análisis local de efectos mixtos de fMRIB; Beckmann et al. 2003; WOOLRICH et al. 2004). En detalle, el solo-tema el análisis de primer nivel se realizó utilizando una matriz de diseño consistente en 8 variables explicativas (EV) representando cada una de las categorías presentadas en el experimento (es decir, original Happy, Happy-8nb, Happy-32nb, Happy-64nb, original Sad, Sad-8nb, Sad-32nb, y Sad-64nb). Se utilizó un análisis de efectos fijos para promediar los escaneos de categorías entre una primera ejecución de fMRI de un solo sujeto y la segunda ejecución de fMRI. Se realizó un análisis de nivel superior de efectos mixtos para promediar las categorías de respuesta (feliz original, etc.) entre los sujetos ($n = 16$). La corrección para las comparaciones múltiples se llevó a cabo utilizando la teoría de campos aleatorios (voxel $z > 2.3$, cluster $p < 0.05$). Los volúmenes funcionales fueron preprocesados para la corrección de movimiento, la eliminación de tendencias lineales, el suavizado espacial con un kernel gaussiano FWHM de 5 mm y la eliminación de desviaciones de baja frecuencia con un filtro de paso alto temporal con un corte de 100 s. El preprocesamiento de los mapas estadísticos de fMRI incluyó la realineación espacial, el registro previo con datos anatómicos utilizando FLIRT fsl y la normalización y alineación espacial con exploraciones de MNI con 152 T1 (Mazziotta JC, et al. 2001). Se realizó una disposición adicional de la imagen fMRI usando scripts personalizados en Matlab. La segmentación de la región de interés (ROI) utilizó el atlas histológico de Jülich (Rademacher J, et al. 2001; Amunts K, et al. 2005; Morosan P, et al. 2001), para obtener un 95% de mapas de probabilidad de intervalo de confianza asociados con la subnucleos; por lo tanto, consiste en un solapamiento con una preferencia por la inclusión (Rademacher J, et al. 2001). La segmentación de ROI se alineó y se registró en el espacio estándar MNI 152-T1. Los mapas de probabilidad de retorno de la inversión para delinear la corteza auditiva fueron TE1.0 medio HG, TE1.1 posteromedial HG y TE1.2 HG anterolateral (Figura 29 | Diseño experimental B; Morosan P, et al. 2001) y para amígdala fueron laterobasales (LB), centromedial (CM) y superficial (SP; Figura 29 | Diseño experimental; Amunts K, et al. 2005). Solo se incluyeron las áreas dentro de un ROI de activación y desactivación de al menos > 100 voxels. La modulación se calculó como el cambio del valor de la T normalizado del ROI por los estímulos (es decir, EV) y cuando se comparó con la identificación de la emoción, como un factor de cambio porcentual por descomposición del estímulo original.

Figura 26 | Diseño experimental, estímulos silenciosos, muestreo escaso parámetros de paradigma utilizados para optimizar, ejecutar formato y análisis de variables explicativas

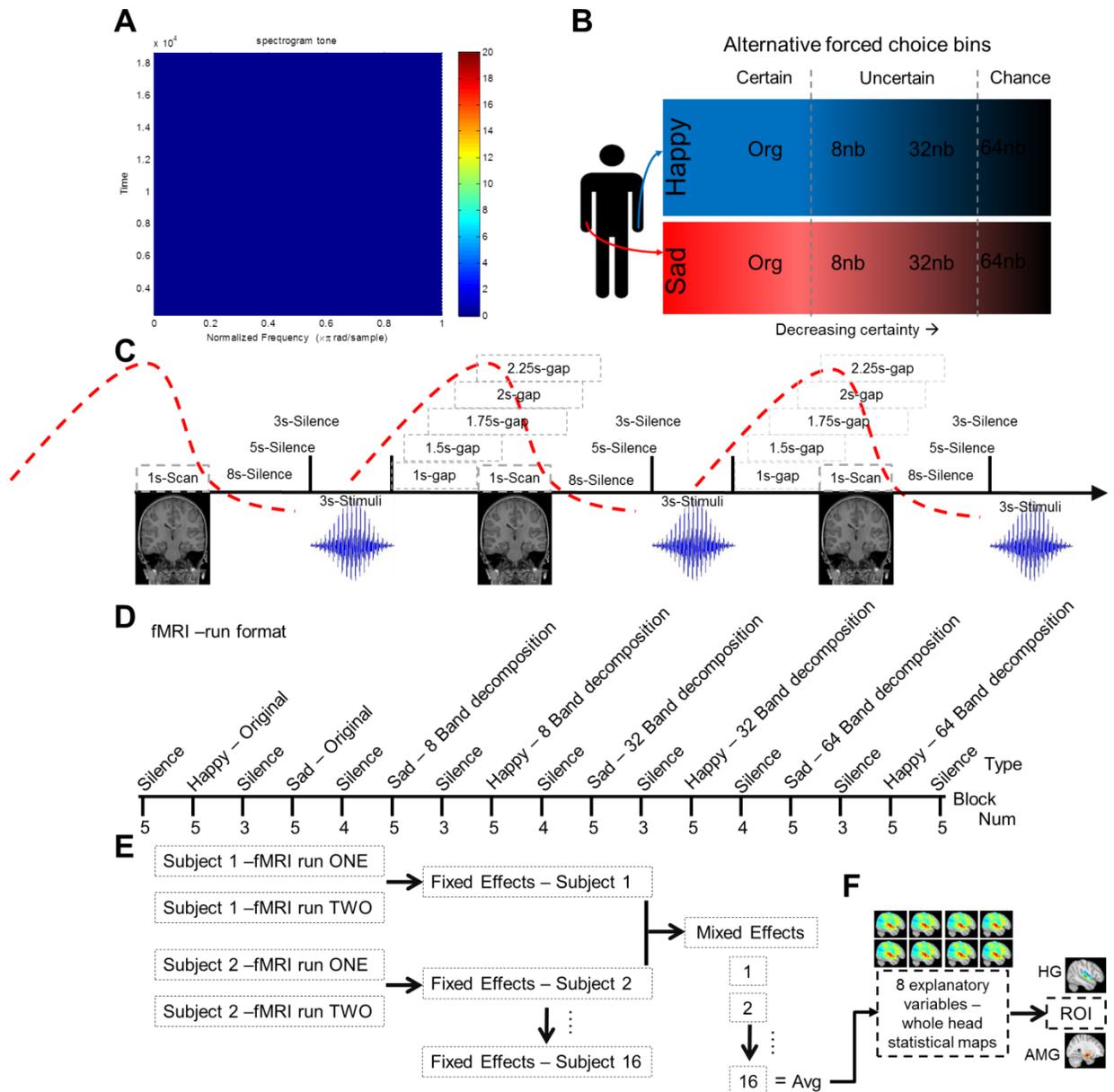


Figura 26 | Diseño experimental, estímulos silenciosos, muestreo escaso parámetros de paradigma utilizados para optimizar, ejecutar formato y análisis de variables explicativas El panel muestra el diseño experimental acumulativo. Un estímulo silencioso que carece de variaciones de amplitud o frecuencia se generó en Matlab. El espectrograma tiene tiempo en el eje y y frecuencia normalizada en el eje x. B Dos tareas alternativas de elección forzada realizadas y en escáner. C Parámetros de paradigma de muestreo disperso. A través de la flecha de izquierda a derecha, el tiempo se representa a lo largo de la presentación de tres bloques de estímulos. Los estímulos están representados por las formas de onda de la transformada de Fourier rápida en azul, con TA representada por una exploración MRI-T1 debajo de la flecha de tiempo, y la HRF canónica como

una línea discontinua roja. La figura es una representación de la alteración de los parámetros como se describe para optimizar el funcionamiento auditivo. Por ejemplo, originalmente elegimos un período de silencio de 8 segundos para continuar con nuestros estímulos, pero esto se cambió a 6 y 4 en diferentes protocolos. La brecha que precede a la TA se cambió de 1s a 1.5s, 1.75s, 2s y 2.25s para capturar la respuesta más robusta de la HRF. Estos períodos de silencio durante el bloque de presentación de estímulos se modificaron para: 1) capturar la señal HRF más robusta y 2) para disminuir la longitud de tiempo del bloque completo (es decir, TR), hasta el valor mínimo necesario para aumentar el número de estímulos presentaciones El formato final de muestreo disperso se representó en un manuscrito (Figura 25 | Formato de paradigma de muestreo disperso finalizado - volumen único). D Formato de ejecución y análisis de variables explicativas. fMRI-run format, describe el formato de ejecución para presentaciones de estímulos. E Los efectos fijos para el promedio ejecutan uno y ejecutan dos de un individuo Estos promedios se combinan luego en un análisis de efectos mixtos para $n = 16$ individuos. F Las 8 variables explicativas (es decir, original happy, happy-8nb, happy-32nb, happy-64nb, original sad, sad-8nb, sad-32nb y sad-64nb), promediadas del análisis de efectos mixtos de todos los individuos se utilizan para derivar mapas estadísticos de cabeza completa de los que se derivan ROI específicos. Figura del autor.

13.6. Lateralización hemisférica

La lateralización hemisférica se derivó de la simetría del cerebro y la comparación de áreas comunes entre el hemisferio izquierdo y el derecho (Jansen, et al., 2006). Se construyó una plantilla MNI simétrica para la estadística de lateralización hemisférica y nuestros datos se registraron en esta plantilla simétrica MNI utilizando ApplyXFM de fsl, una transformación de interpolación trilineal con 6 grados de libertad. Para cada salida de volumen, los hemisferios se restringieron en sus cambios de valor t (positivos o negativos) y luego se plegaron a lo largo del eje longitudinal. Cada hemisferio se volcó y se comprobó a lo largo de la longitud del eje x de cada hemisferio desde la línea media tomando el más corto como referencia. Luego se calculó la diferencia de la izquierda a la derecha para determinar la diferencia absoluta entre el hemisferio izquierdo y el derecho en la dirección. Finalmente, la matriz se escribió en 3D VMHC (conectividad homotópica voxel-mirrored) - en un archivo nifti para que podamos visualizar.

La lateralidad hemisférica de la emoción se determinó utilizando un índice de lateralización hemisférica para evaluar los cambios en el valor t de activación y desactivación de forma independiente para los hemisferios izquierdo y derecho. El índice de lateralización hemisférica restringió los cambios positivos absolutos (activación efectiva en este documento) y negativos (desactivación efectiva en este documento) asociados con estímulos felices y tristes. Los mapas estadísticos de cabeza completa se hicieron simétricos para cada uno de los 8 EV, se restringieron en el rango positivo o negativo y, finalmente, se registraron conjuntamente en una plantilla MNI simétrica, lo que permitió comparaciones directas de voxels derecha e izquierda. Los cálculos de lateralidad hemisférica de activación reflejan [R] - [L], donde R y L son los hemisferios derecho e izquierdo, respectivamente. La diferencia resultante para

los cálculos de activación es una activación de valor t positiva que refleja una lateralidad lateral del hemisferio derecho y una desactivación de valor t negativa que refleja la lateralidad del hemisferio izquierdo. Los cálculos de lateralidad hemisférica de desactivación reflejan $[-R] - [-L]$, con números en el rango negativo que reflejan la observación opuesta; La diferencia resultante para los cálculos de desactivación es un número negativo que refleja una lateralidad lateral del hemisferio derecho y un número positivo una lateralidad del hemisferio izquierdo. Los cálculos de lateralidad hemisférica se separaron en grupos para distinguir la dirección (activación y desactivación) y la magnitud de la lateralización por separado.

13.7. Análisis psicofísico correlacionado con modulación funcional

La psicofísica se analizó con un análisis de varianza (ANOVA) utilizando los estímulos categorizados como feliz o triste como la variable de factor y las descomposiciones originales (2Nb, 4nb, 8nb, 16nb, 32nb) y (64nb) como variables de respuesta. Las pruebas de seguimiento, fueron apropiadas, se realizaron con una prueba t del estudiante emparejado. La pregunta que conducía la prueba estadística psicofísica era determinar si la categoría era modulada por la emoción (es decir, feliz o triste) y si la descomposición de la banda reveló una tendencia (modulante por banda, es decir, NB). Determinar las propiedades modulatorias del ROI BOLD de categorías felices o tristes descompuestas. Se evaluaron los valores t del ROI del mapa de activación por la identificación de la emoción. Se empleó ANOVA para determinar la interacción entre la respuesta funcional del ROI entre categorías (Happy vs. Sad) y a través de descomposiciones de banda (org, 8nb, 32nb y 64nb). Se realizaron comparaciones de seguimiento con un estudiante de t prueba para determinar la significación de la diferencia en las correlaciones anteriores de cero.

La modulación ponderada se calculó para comparar los valores de las respuestas de HG y AMG, calculadas como la diferencia porcentual absoluta en la categoría de descomposición como un factor del cambio absoluto en el valor t de ROI. El término es ponderado porque es una función de la identificación del porcentaje original y del valor t del ROI en cuestión (es decir, ponderado por el original). La modulación ponderada fue el cambio absoluto en el valor t de HG y AMG por la diferencia absoluta en las categorías de descomposición original - 8nb, 8nb - 32nb y 32nb - 64nb, luego se promedió para crear una media para cada ROI como un factor de emoción incierta. La respuesta de identificación emocional psicofísica también se calculó como un valor de cambio absoluto por la diferencia absoluta entre descomposiciones originales en la identificación emocional (es decir, la respuesta psicofísica en porcentaje), que se promedió a continuación. Crear un cambio de categoría media en la identificación de la emoción. Tenga en cuenta

que solo hay una identificación emocional por categoría (feliz o triste), por lo tanto, para hacer esto único para cada ROI como factor del perfil psicofísico, la identificación de la emoción absoluta se dividió por el cambio de valor t absoluto para el ROI en cuestión. Estos dos valores absolutos se representaron para determinar los cambios absolutos por hemisferio y ROI en la misma figura. La división de todos los valores en función del valor t original pone los valores en perspectiva del cambio desde el funcionamiento del ROI original. Se indicó que la desviación estándar (SD) se calcula de manera similar a partir de las estadísticas de cambio porcentual. Fórmula incluida a continuación:

Ecuación 12 | Modulación de ROI, suma de las diferencias absolutas de valor t

$$ROI\ Modulation\ (t - value) = \sum \frac{|Org - 8nb| + |8nb - 32nb| + |32nb - 64nb|}{|Org|}$$

Ecuación 13 | Porcentaje de identificación total del cambio absoluto

$$Percent\ identification\ (\%) = \sum \frac{|Org - 8nb| + |8nb - 32nb| + |32nb - 64nb|}{|Org|}$$

Ecuación 14 | Modulación ponderada para cálculos de la figura 5

$$Change = \frac{ROI\ Modulation\ (t - value)}{Percent\ identification\ (\%)}$$

La hipótesis nula estadística de fMRI psicofísica que impulsó los experimentos fue el cambio de la señal BOLD para una emoción feliz o triste categorizada en FIS o ENV por descomposición no tuvo un efecto perceptible que modulara el ROI delineado, mientras que la hipótesis alternativa fue aceptada como significativa a $p < 0.05$ para $n = 16$ con 2 carreras promediadas por materia. La modulación se definió como un porcentaje de diferencia de cambio BOLD entre las categorías promediadas sobre el conjunto de estímulos comunes para emociones felices o tristes y se determinó como una diferencia con respecto a los estímulos originales. Las estadísticas se calcularon con base en una fórmula estandarizada (Zar, 1999). Los mapas de activación se visualizaron en Matlab usando la caja de herramientas xjView (<http://www.alivelearn.net/xjview>) usando proyecciones a la RMN ponderada en T1 MNI 152 (Mazziotta et al., 2001) con scripts personalizados.

13.8. Asignaturas para psicofísica y fMRI

El estudio de psicofísica incluyó 75 voluntarios diestros, edad 22.05 ± 3.46 años (rango: 18 a 32 años; 33 mujeres) con una muestra aleatoria utilizada para el escaneo psicofísico de RMN. El primer estudio

consistió en 12 voluntarios diestros autoinformados que no indicaron uso exclusivo de la mano izquierda, edad 27.11 ± 3.20 años (rango: 18 a 32 años; 6 mujeres). El segundo experimento de resonancia magnética funcional para determinar la emoción segura vs. de 16 voluntarios diestros, edad 27.12 ± 3.08 años (rango: 18 a 32 años; 6 mujeres). Todos los individuos eran voluntarios diestros que indicaban que no tenían un uso exclusivo de la mano izquierda, llenando los formularios con la mano derecha. Los grupos fueron emparejados por edad, género y educación. Los sujetos eran hablantes nativos de español, informando una audición normal que se confirmó durante una evaluación verbal inicial y un ajuste de nivel de audio dentro del escáner. Todos los participantes se sometieron a pruebas audiométricas. Esto consistió en presentar y confirmar la audición de una serie de tonos puros de 400 Hz a 8,000 Hz, además de barridos lineales, barridos de registros y ruido blanco en el mismo rango de frecuencias. Ningún sujeto reportó antecedentes de enfermedad neurológica o psiquiátrica. Todos los voluntarios dieron su consentimiento informado y estaban libres de contraindicaciones para la exploración de MRI. El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México y se realizó de acuerdo con los estándares internacionales de la Declaración de Helsinki, 1964.

14.Resultados

Los resultados se describen por separado para los dos estudios independientes realizados con participantes separados. Para facilitar la descripción, los describo como primer estudio y segundo estudio. El segundo estudio está en proceso de preparación.

14.1. Primer estudio: La lateralización hemisférica de las subdivisiones del giro y la amígdala de Heschl están involucradas en la diferenciación de la emoción musical feliz y triste.

14.1.1. Primer estudio: Resumen

Se sabe que la música activa diferentes áreas de la corteza dependiendo de la emoción percibida. Sin embargo, se desconoce cómo la activación representa la variedad de emociones. Nos preguntamos si la activación funcional en las subdivisiones del giroscopio y la amígdala de Heschl podría diferenciar la música feliz y triste. Para investigar esta pregunta utilizamos un paradigma de fMRI de muestreo disperso que evalúa la lateralidad hemisférica por subdivisión. Las diferencias entre las subdivisiones de giro Heschl izquierda Te1.1 y Te1.0 en comparación con Te1.2 fueron significativas para la música triste. Las subdivisiones de giro Heschl derecha Te1.0 diferentes a Te1.1 y Te1.2 para música triste, no hubo subdivisión específica para feliz mayor que triste. Una diferencia prominente fue hallada entre la derecha mayor que la izquierda en las subdivisiones ventromedial, laterobasal y superficial de la amígdala para triste, mientras que la felicidad se activó más bilateralmente. Los perfiles de activación y desactivación de las subdivisiones giro y amígdala de Heschl se agregaron a la explicación de la asimetría izquierda / derecha por la emoción con perfiles de activación significativos para el giro y amígdala de Heschl.

14.1.2. Primer estudio: Resultados

Las diferencias de lateralidad fueron notables por las respuestas felices y tristes dentro de la HG (Figura 27 | Giro de Heschl y lateralización hemisférica de la amígdala mediante activación y desactivación, 1a). Las subdivisiones izquierdas Te1.1 y Te1.0 fueron significativamente diferentes de Te1.2 en respuesta a la música triste (una prueba t de muestra: $P = 0.0489$, $t = 12.99$) y la subdivisión derecha Te1.0 fue diferente de Te1.1 y Te1.2 en respuesta a la música triste (una muestra de prueba t: $P = 0.0466$, $t = 13.63$). La música feliz no provocó una mayor activación de la izquierda frente a la derecha en ninguna subdivisión. Las diferencias no fueron notables entre las subdivisiones dentro de la amígdala izquierda (Figura 27 |

giro de Heschl y lateralización hemisférica de la amígdala por activación y desactivación, 1b). Sin embargo, la amígdala derecha fue significativamente diferente en activación entre triste y feliz con mayor activación para triste dentro de las subdivisiones centromedial, laterobasal y superficial (una prueba t de muestra: $P = 0.0084$, $t = 10.87$). Para las personas tristes pero no felices, hubo una diferencia significativa en la activación (prueba t pareada: $P = 0.0174$, $T = 7.4886$ y $P = 0.0924$, $T = 3.0581$), entre el hemisferio izquierdo y derecho (prueba t pareada: $P = 0,0211$, $T = 3,315$).

Los perfiles de activación y desactivación revelaron un fondo interesante de los hallazgos de asimetría izquierda / derecha. La activación de HG fue significativamente mayor para triste dentro de Te1.2 en comparación con la mayor respuesta para feliz dentro de Te1.1 ($P = 0.0116$, $T = 3.0233$; Figura 27 | Giro de Heschl y lateralización hemisférica de la amígdala mediante activación y desactivación, 1c fila superior). Como puede verse en la Figura 28 | Diferencias entre la subdivisión del perfil de desactivación del porcentaje de activación de giros y amígdala de Heschl, 2a y 2b, esto se debió más probablemente a una respuesta más uniforme a la música triste sobre el hemisferio izquierdo y derecho por subdivisión (Figura 28 | Diferencias de subdivisión, 2c y 2d). La desactivación de HG no fue significativa con Te1.0 y Te1.2 inclinándose hacia la música triste, mientras que Te1.1 se inclinó hacia la música feliz (Figura 27 | Giro de Heschl y lateralización hemisférica de la amígdala por activación y desactivación, 1d fila superior). La activación de la amígdala fue significativamente mayor para las subdivisiones centromediales, laterobasales y superficiales en comparación con las tristes (una muestra: $P < 0.0001$, $T = 87.04$). No hubo diferencias entre las subdivisiones de la amígdala en los perfiles de desactivación (Figura 27 | Giro de Heschl y lateralización hemisférica de la amígdala por activación y desactivación, 1c y 1d fila inferior). La desactivación de la amígdala no alcanzó significación para las diferencias entre la música feliz o triste (es decir, fue muy activa respondiendo a las emociones felices y tristes; figura 28 | Diferencias de subdivisión de desactivación del perfil de activación de amygdala y giro de Heschl, 2e y 2f). Sin embargo, cada subdivisión se activó más en respuesta a triste que a feliz, con una actividad de derecha mayor que izquierda (Figura 28 | Diferencias de subdivisión de desactivación del perfil de activación de amygdala y giro de Heschl, 2h y 2i), pero las respuestas no alcanzaron significación debido a la heterogeneidad. Para resumir, la activación de la amígdala para música feliz fue más bilateral que la activación para triste.

Figura 27 | Giro y amígdala de Heschl Hemisférica lateralización por activación y desactivación

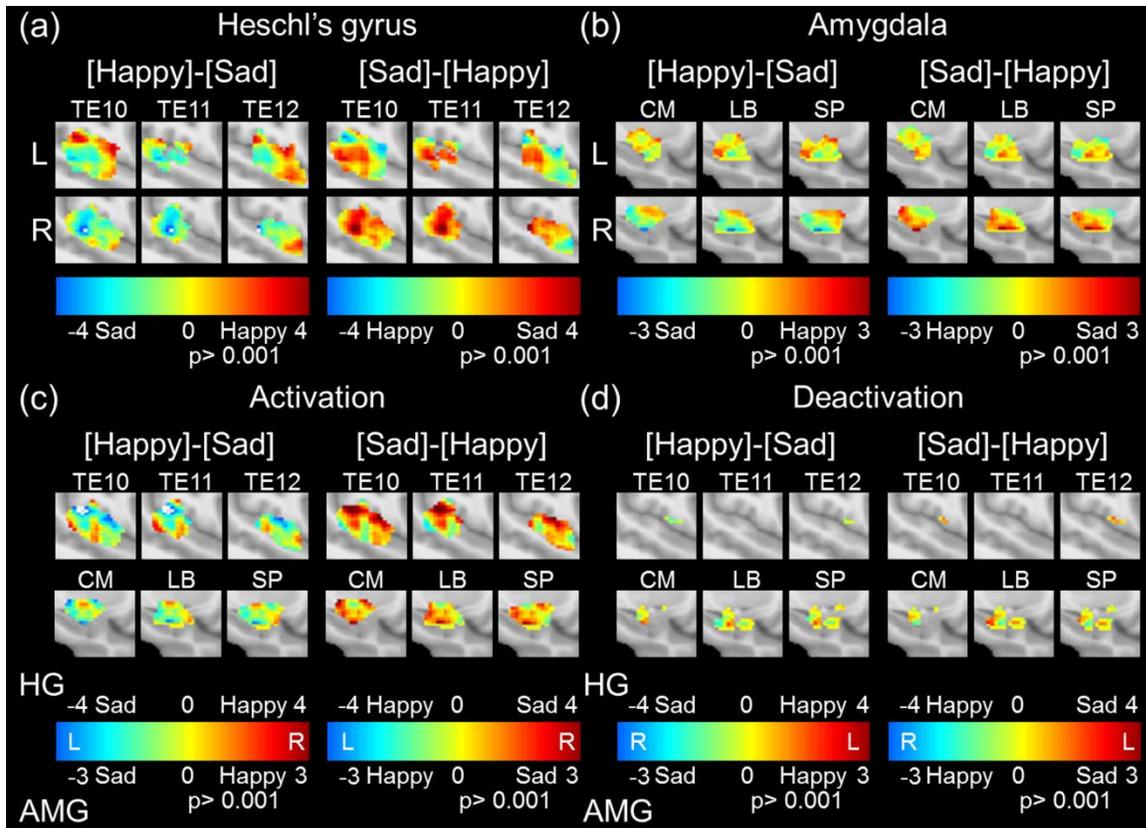


Figura 27 | Giro y amígdala de Heschl Hemisférica lateralización por activación y desactivación. Todas las comparaciones son [happy] - [sad] o [sad] - [happy] por subdivisión (columna) para cada ROI respectivamente para demostrar la preferencia de voxel selectiva. El contraste [Happy] - [Sad] es la diferencia absoluta de preferencia entre las emociones felices y tristes. El hemisferio izquierdo es L (fila superior) y el hemisferio derecho es R (fila inferior) con subdivisión por columna para cada ROI respectivamente. Las subdivisiones (A) Girus de Heschl y (B) amígdala ilustran la preferencia de voxel al separar el voxel por preferencia de triste contra feliz y viceversa. (c) Activación y (d) perfiles de desactivación para HG (fila superior) y amígdala (fila inferior). Tenga en cuenta que las barras de color en (c) y (d) para HG (fila superior) y amígdala (fila inferior) son diferentes ya que representan diferentes rangos de diferencia emocional por preferencia de voxel. Los perfiles de activación y desactivación revelan lateralidad y extensión asociada con la emoción (triste y feliz). Figura del autor.

Figura 28 | Diferencias de subdivisión de desactivación del perfil de activación de amígdala y giro de Heschl

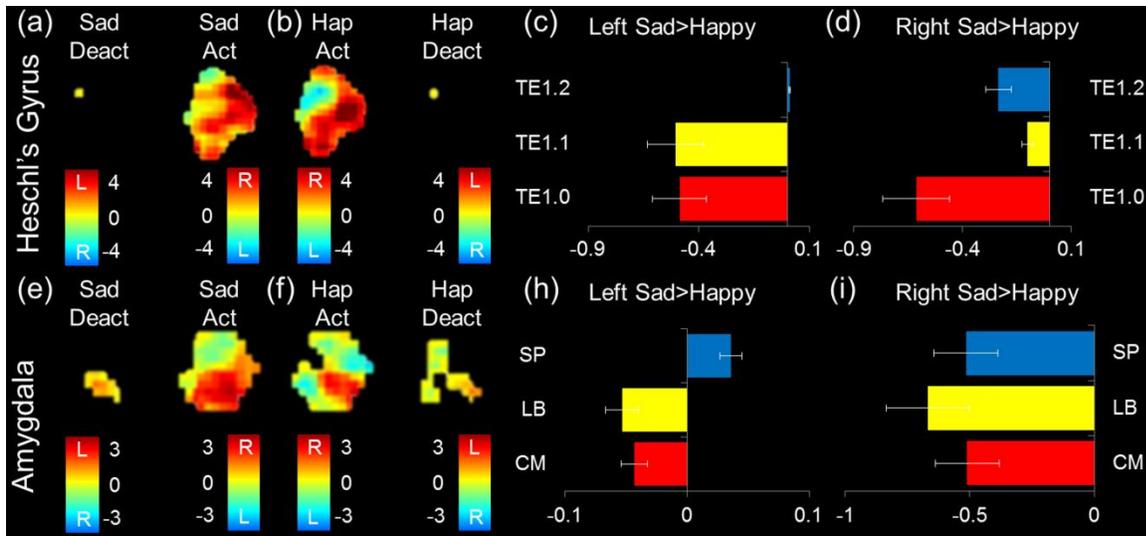


Figura 28 | El giro de Heschl (a) triste y (b) feliz desactivación y activación con barras de colores codificadas para lateralidad (L / R). Triste> feliz (c) a la izquierda y (d) las diferencias de subdivisión hemisferio derecho para la activación. Amygdala (e) triste y (f) feliz desactivación y activación con barras de colores codificadas para lateralidad (L / R). Triste> feliz (c) a la izquierda y (d) las diferencias de subdivisión hemisferio derecho para la activación. Figura del autor.

14.1.3. Primer estudio: discusión

Nos planteamos si las emociones felices y tristes podrían diferenciarse en subdivisiones de HG y amígdala (Koelsch, 2014). La teoría de una lateralidad del hemisferio derecho se asociaría con emociones felices y tristes (Kotz y otros, 2016; Witteman y otros, 2012; Wager y otros, 2003; Phan y otros, 2002). La hipótesis se basaba en el hemisferio derecho que favorecía las señales espectrales (Zatorre y Belin, 2001). Sorprendentemente, encontramos una lateralización de la amígdala derecha para la música triste, mientras que HG estaba lateralizado a la izquierda y a la derecha según la subdivisión. Ambos ROI respondieron más a tristes que a felices extractos musicales. Estos hallazgos sugieren que se debe realizar una profunda investigación para comprender la lateralización hemisférica de la emoción basada en las propiedades acústicas de los estímulos (Zatorre y Belin, 2001).

14.1.3.1. Diferencias de la subdivisión de lateralidad para la música feliz y triste

Un manuscrito reciente encontró una región de tono de baja frecuencia hacia el HG Te1.2 anterolateral (Norman-Haignere et al., 2013) consistente con nuestros resultados, donde la música triste en tono menor mostró una mayor activación dentro de Te1.2 y tanto la izquierda como la las subdivisiones correctas de Te1.2 HG respondieron más a la música triste que a las felices. La música triste podría evocar una mayor actividad de las regiones sensibles al tono debido a su tonalidad (Mitterschiffthaler et al.,

2007), su valencia (Koelsch, 2014) o su dominio de señales espectrales (Zatorre y Belin, 2001), sin embargo, un estudio previo contrastó La música feliz y triste no logró encontrar diferencias sólidas (Khalfa et al., 2005). El estudio de Norman-Haignere et al. (2013) reveló una segmentación funcional basada en el mismo ROI estructural utilizado en el presente manuscrito, donde se encontró una mayor proporción de vóxeles sensibles al tono en el gradiente posterior a anterior (Norman-Haignere et al., 2013). La visión actual de HG es que los campos auditivos se pliegan a través del eje rostral-caudal en un gradiente en forma de V de frecuencia alta a baja a alta (Saenz, Langers, 2014). La diferencia en la codificación de música feliz en una clave mayor como cambios rápidos de tono y música triste en una clave menor como ondulaciones lentas también podría reflejarse a lo largo de este eje y ser lateralizada por los hemisferios izquierdo y derecho (Zatorre y Belin, 2001), no solo en el Dominio espectro-temporal, pero en valencia de los estímulos (felicidad y tristeza u otra contextualización de las emociones: es decir, positivo / negativo).

Anteriormente, se demostró que la amígdala superficial responde a la música alegre, mientras que la amígdala laterobasal se ha implicado en la evaluación de la valencia de estímulos (Koelsch, 2014). Las diferencias en la lateralización funcional de estas subdivisiones no se han evaluado previamente en análisis directos (Kotz et al., 2016; Witteman et al., 2012; Wager et al., 2003; Phan et al., 2002). Sin embargo, un metanálisis ha demostrado que la amígdala se dejó lateralizada en particular para las emociones negativas (Wager et al., 2003) y se activó principalmente en el hemisferio izquierdo, centrada en la amígdala superior y basolateral (Wager et al., 2003). En el presente estudio no encontramos diferencias dentro de la subdivisión de la amígdala izquierda, posibilidad debido a nuestro conjunto de estímulos. Sin embargo, encontramos diferencias significativas entre los estímulos felices y tristes en todas las subdivisiones de la amígdala derecha que se activan más para los tristes, posiblemente debido a que el modo menor de música tiene una valencia más negativa (Mitterschiffthaler et al., 2007; Koelsch, 2014; Khalfa et al., 2005; Mizuno et al., 2007).

14.1.3.2. Diferencias de subdivisiones de activación y desactivación

Los estudios previos de música y emoción se han centrado principalmente en la activación en HG y la amígdala (Koelsch et al., 2014; Viellard et al., 2008; Kotz et al., 2016; Witteman et al., 2012; Wager et al., 2003; Phan et al., 2002; Saenz, Langers, 2014). En el presente estudio, elegimos separar los perfiles de activación y desactivación dentro de una subdivisión (Jansen et al., 2006). Este procedimiento, junto con los cálculos de lateralidad, nos permitió determinar las contribuciones de activación frente a desactivación (Jansen et al., 2006). Los perfiles de activación para HG reflejaban las estadísticas de lateralidad anteriores con Te1.2 mayor activación para triste en comparación con la música feliz, sin una notable desactivación

notable. Cabría esperar, debido a la naturaleza auditiva de estos estímulos, que HG sería considerablemente activo bilateralmente para ambas emociones musicales, que es lo que se encontró. Estudios anteriores han encontrado una activación de la amígdala derecha mayor que la izquierda (Koelsch, 2014), pero la activación bilateral fuerte se ha informado de manera más consistente (Koelsch, 2014; Khalifa et al., 2005). Aquí reportamos pequeñas diferencias en la activación de la amígdala por la subdivisión dependiendo de qué estímulos emocionales (triste > feliz). Este hallazgo está en línea con el pensamiento de que las emociones tristes son negativas en valencia y activan la amígdala con más fuerza (Koelsch, 2014). La desactivación de la amígdala también se informó anteriormente (Phan et al., 2002), pero actualmente se están investigando las respuestas negativas de fMRI BOLD por causas subyacentes (Shmuel et al., 2006). Aquí notamos patrones interesantes de desactivación de la amígdala (Figura 27 | Giro de Heschl y amígdala lateralización hemisférica por activación y desactivación. 1d; Figura 28 | Diferencias de subdivisión de desactivación del perfil de activación de amígdala y giro de Heschl, 2e y 2f) sin embargo, los perfiles no alcanzaron significación en las pruebas estadísticas.

14.2. Segundo estudio: lo que constituye una emoción: las diferencias sexuales en el procesamiento asimétrico de la amígdala inclinan hacia la derecha cuando están seguros y hacia la izquierda cuando no están seguros: el umbral del sonido emocional al resolver señales emocionales inciertas (primer aspecto descrito)

14.2.1. Segundo estudio: Resumen (primer aspecto descrito)

Aclarar el umbral del sonido emocional nos ayudará a comprender qué constituye una emoción. Hasta el momento, no se han estudiado los procesos psicofísicos y neuronales que describen cómo los humanos atribuyen cierta emoción incierta a la incierta en el sonido. El lugar donde las modulaciones finas de estructura y la envolvente codifican todo sonido, las señales específicas utilizadas para discernir las

emociones son desconocidas. Además, se sabe poco sobre las respuestas neuronales involucradas en la resolución de información emocional incierta en el umbral de la experiencia. Para abordar estas preguntas, los estímulos emocionales musicales categorizados felices y tristes se combinaron con fina estructura y la envolvente para lograr señales auditivas con diferentes niveles de certeza emocional y se probaron en un paradigma de IRM psicofísica funcional. Demostramos que la identificación emocional utiliza señales de estructura fina para resolver funcionalmente las emociones de una música feliz y triste, pero estas señales se utilizan de manera diferente para identificar estímulos. El giro de Heschl para cada hemisferio fue activo para todos los estímulos, modulado por una emoción incierta con prominentes respuestas lateralizadas en el hemisferio derecho. Pero una variable considerada como oportunidad. Una modulación de activación de la amígdala modelada siguió de cerca la perceptibilidad emocional, con desactivación cuando los estímulos emocionales eran identificables al azar. El patrón fue lateralizado por el hemisferio con desactivación de la amígdala del hemisferio izquierdo para estímulos emocionales inciertos reflejados en el patrón inverso de la activación de la amígdala del hemisferio derecho para la resolución emocional. La disminución de la certeza en las respuestas de emoción feliz provocó la mayor desactivación con la emoción triste combinada constantemente en el patrón de activación a la desactivación basada en la certeza emocional. Los resultados demuestran una importancia estructural importante para la resolución emocional y describen los procesos neuronales involucrados cuando los humanos interpretan ciertas emociones inciertas.

14.2.2. Segundo estudio: Introducción (primer aspecto descrito)

¿Qué es una emoción en el sonido y cómo se codifica? El proceso de resolución de emociones ha sido descrito como la optimización de una elección económica (Seymour, Dolan, 2008). Experimentalmente, las emociones se seleccionan debido a su certeza percibida y la diferenciación robusta (Barrett, 1998; Schirmer, zorro, Grandjean, 2012; Sangre, Zatorre RJ; 2001; Juslin, Västfjäll, 2008; Koelsch, 2014; LeDoux, 2000; Phan et al., 2002; Wildgruber et al., 2005). Por ejemplo, el sonido desagradable (es decir, disonante) puede distinguirse del sonido agradable (es decir, consonante) en función de las diferencias en activación regional (Schirmer, Fox, Grandjean, 2012; Sangre, Zatorre RJ; 2001; Wildgruber et al., 2005; Peretz et al., 2001) provocando efectos específicos (Schirmer, Fox, Gideon, 2012; Sangre, Zatorre RJ; 2001; Koelsch, 2014; Wildgruber et al., 2005; Peretz et al., 2001; Abrams et al. 2011; Mitterschiffthaler y otros., 2007; Overath et al., 2015). Sin embargo, aún no se ha abordado la codificación funcional de la emoción (Phan et al., 2002; Coutinho, Dikken, 2013; Leaver, Rauschecker,

2010), en los límites de detección (es decir, umbral) donde la capacidad para distinguir las emociones es más importante (Barrett, 1998; Schirmer, Fox, Grandjean, 2012; Pfeifer, 1988), y las señales de sonido que se utilizan para discernir las emociones (Leaver, Rauschecker, 2010; McDermott, Simoncelli, 2011; Moon, et al., 2014, Juslin, Västfjäll, 2008;). Aquí buscamos identificar qué atributos de la emoción en el sonido en el umbral determinan funcionalmente la diferencia entre una "emoción" de sus homólogos inciertos (Seymour, Dolan, 2008; Barrett, 1998; Juslin, Västfjäll, 2008; Koelsch, 2014; LeDoux, 2000; Coutinho, Dibben, 2013; Pfeifer, 1988). Aquí buscamos identificar qué atributos de la emoción en el sonido en el umbral determinan funcionalmente la diferencia entre una ' emoción ' de contrapartes inciertas (Seymour, Dolan, 2008; Barrett, 1998; Juslin, Västfjäll, 2008; Koelsch, 2014; LeDoux, 2000; Coutinho, Dibben, 2013; Pfeifer, 1988).

La estructura fina (componente de la frecuencia; Fis) y las modulaciones de la envolvente (componente de amplitud; Env) codifica toda la sonido de información (Schönwiesner, Zatorre, 2009; Drullman, 1995; Smith et al., 2002). La representación funcional dentro de la corteza auditiva primaria (A1; Zatorre et al., 2002), es un mapa tonotópico espejo de frecuencia alta a baja a alta (Formisano, et al., 2003; Da Costa, et al., 2011) en comparación con la variabilidad anatómica de los fenotipos asociados con el giro de Heschl (HG; Penhune et al., 1996; Rademacher, et al., 2001). El mapeo de A1 a lo largo de la estructura de HG ha revelado (Da Costa, et al., 2011; Griffiths et al., 1998; Saenz, Langers, 2014); hemisferio derecho / izquierdo de señales favorecedoras espectrales versus temporales, respectivamente (Zatorre, Belin, 2001), flujos de procesamiento dorsal-ventral (Chevillet et al., 2011; Rauschecker, Scott, 2009) y regiones de respuesta neural que rastrean umbrales de discriminación psicofísica Norman-Haignere et al., 2013). Curiosamente, FIS y ENV se utilizan para identificar el contenido emocional en el habla (Liberman, Michaels, 1962). Por ejemplo, se cree que los contornos prosódicos como el tono (Frick, 1985) están lateralizados en el hemisferio derecho (Kreitewolf et al., 2014; Kotz et al., 2006) y activan diferencialmente la amígdala (Anderson, Phelps, 2001). Por lo tanto, postulamos debido a la emoción transmitida en el habla (es decir, prosodia; Wildgruber et al., 2005; Liberman, Michaels, 1962; Mitchell et al., 2003; Witteman et al., 2012), siendo una percepción auditiva similar (Abrams et al., 2012; Overath et al., 2015) a la emoción en la música (Blood et al., 1999), que se empleará un proceso similar de activación de la amígdala posiblemente lateralizada para identificar la emoción en el sonido musical.

La amígdala responde al sonido sobresaliente emocionalmente, como la música (Koelsch, 2014). Se cree que los subnúcleos de amígdala desempeñan roles específicos en la regulación de los estímulos

emocionales (LeDoux, 2000). Por ejemplo, se cree que la amígdala superficial funciona en señales socioafectivas como la música alegre (Koelsch S, et al., 2013). Se sabe que el daño a la amígdala interrumpe el reconocimiento de música en general y para tipos específicos de música (es decir, espanto y miedo; Anderson, Phelps, 2001; Peretz et al., 1998; Gosselin et al., 2007; Gosselin, et al., 2005). Por ejemplo, el daño de la amígdala del hemisferio izquierdo da como resultado un deterioro del reconocimiento emocional vocal, mientras que las lesiones de la amígdala del hemisferio derecho han evitado el procesamiento emocional (Frühholz S, et al., 2005; Wager, et al., 2003). Aunque los atributos precisos de la lateralización hemisférica en el procesamiento emocional son controvertidos (Seymour, Dolan, 2008; Koelsch S, et al., 2014; Phan et al., 2002; Witteman et al., 2012; Gosselin, et al., 2007; Gosselin, et al., 2005; Frühholz S, et al., 2005; Kumar et al., 2012; Wager et al., 2003), cómo la amígdala trabaja en concierto con otras regiones como HG (Kumar et al., 2012), especialmente cuando las señales emocionales son inciertas y la contribución de cada hemisferio no se ha evaluado adecuadamente (Witteman et al., 2012; Wager et al., 2003). Originalmente, Geschwind y Galaburda propusieron una lateralización hemisférica que podría explicar la diferente propensión al contenido emocional, con una lateralización cerebral dependiente del sexo que subyace en su teoría (Geschwind, Galaburda et al., 1985). Aunque sabemos muy poco acerca de la percepción de la emoción (Witteman et al., 2012; Gosselin, et al., 2007; Gosselin, et al., 2005; Frühholz S, et al., 2005; Kumar et al., 2012; Wager et al., 2003), evaluar la emoción incierta en un rango de niveles es la clave para determinar qué constituye una emoción en el sonido y por qué las mujeres y los hombres pueden interpretar las emociones de manera diferente

Nuestro objetivo fue investigar la respuesta funcional a cierta e incierta emoción en el sonido para determinar qué claves se utilizan para resolver las señales emocionales en el umbral (Pfeifer, 1988). Planteamos la hipótesis de que si la lateralización hemisférica es un componente clave para la capacidad de resolución emocional (Gosselin, et al., 2007; Gosselin, et al., 2005; Frühholz S, et al., 2005; Kumar et al., 2012; Wager et al., 2003; Geschwind, Galaburda et al., 1985), entonces, el límite de ciertos versus inciertos estímulos sonoros de emoción, podría revelar respuestas asimétricas. Se utilizó un paradigma de muestreo escaso de MRI acoplado a un experimento psicofísico descendente para investigar las subdivisiones del giro y la amígdala de Heschl (Amunts, et al. 2005; Morosan, et al., 2001) durante la identificación de señales emocionales de diversa seguridad. Los estímulos musicales felices y tristes se combinaron en los dominios de número de banda FIS o ENV (nb) mediante un proceso de descomposición en bandas (en este documento, descomposición; Overath et al., 2015; Moon IJ, et al., 2014; Smith et al., 2002; Figura 29 | Diseño experimental; Figura 31 | Diseño experimental a partir de material suplementario; Figura 32 | Estímulos). Un extracto feliz se codificaría en FIS y un extracto triste en ENV o

viceversa. El proceso de descomposición produjo estímulos que transmitían diferentes grados de certeza emocional en función del perfil psicofísico de identificación con los extractos originales sin alterar (Figura 32 | Estímulos). Primero, esperábamos que la información variable de FIS o ENV esencial para detectar la emocionalidad en el sonido redujera la identificación por descomposición (Abrams, et al., 2011; Coutinho, Dibben, 2013; Moon IJ, et al., 2014; Smith et al., 2002; Zatorre, Belin, 2001; Liberman, Michaels, 1962; Mitchell et al., 2003); revelar qué pista (es decir, FIS o ENV) era esencial para la resolución de la emoción. Conjeturamos que la emoción en la música seguirá la misma identificación para el habla que se ha demostrado que utiliza una estructura fina (Abrams, et al., 2011; Moon IJ, et al., 2014; Smith et al., 2002; Liberman, Michaels, 1962). En segundo lugar, esperábamos que la región de interés (ROI) involucrada en la resolución de la emoción se modularía funcionalmente con la señal utilizada para la resolución (Blood, Zatorre RJ; 2001; Juslin, Västfjäll, 2008; Koelsch, 2014; Phan et al., 2002; Wildgruber et al., 2005; Peretz et al., 2001; Abrams et al. 2011; Mitterschiffthaler et al., 2007). Postulamos un umbral cercano de que los patrones funcionales de activación y desactivación entre ciertos estímulos emocionales e inciertos se distinguirían por la subdivisión de ROI (Koelsch, 2014; Anderson, Phelps, 2001; Mitchell et al., 2003; Witteman et al., 2012; Koelsch et al. al., 2013). Tercero, si la lateralización hemisférica por certeza emocional es una característica de la identificación de la emoción (Kreitewolf et al., 2014; Kotz et al., 2006; Witteman et al., 2012; Frühholz S, et al., 2005; Wager et al., 2003; Geschwind, Galaburda et al., 1985) esperábamos que el patrón varíe con el perfil de respuesta funcional psicofísica por hemisferio. Nos interesó específicamente el funcionamiento de la amígdala en la transición entre ciertas emociones identificables inciertas / aleatorias y la lateralización de la amígdala junto con la identificación de las emociones.

14.2.3. Segundo estudio: resultados (Tentativo: Primer aspecto descrito)

14.2.3.1. Psicofísica de la identificación emocional

El estudio de psicofísica (n = 75, edad 22.05 ± 3.46 años, rango: 18 a 32 años; 33 mujeres) incluyó un conjunto de estímulos de sonidos con 14 categorías; extractos originales (felices o tristes) con descomposiciones de 2nb, 4nb, 8nb, 16nb, 32nb y 64nb (Figura 29 | Diseño experimental B; Wildgruber y otros, 2005; Koelsch y otros, 2013). La información fue codificada principalmente en FIS para estímulos felices y, en menor medida, para estímulos tristes. La información fue relevante para identificar la emoción en el sonido con significancia (Figura 30 | Lateralidad hemisférica).

14.2.3.2. Emoción feliz utiliza diferentes señales de estructura fina que una emoción triste; con emociones inciertas discriminadas como casualidad a 64nb

La certeza de los estímulos felices ($F6, 15 = 80,64, p < 0,0001$) y tristes ($F6, 15 = 28,76, p < 0,0001$) no eran homogéneos y eran significativamente diferentes unos de otros. La respuesta media \pm SD entre descomposiciones para estímulos felices y tristes fue de $15,55\% \pm 1,64\%$ y $12,00\% \pm 2,17\%$, respectivamente (resultados del SI). El extracto feliz original era significativamente diferente del Happy-32nb ($F5, 10 = 4,10, p = 0,028$) y Happy-64nb ($F5, 10 = 12,97, p < 0,001$). El extracto triste original no era significativamente diferente para las descomposiciones al corregir para comparaciones múltiples (resultados del SI); sin embargo, una prueba t emparejada post-hoc reveló Sad-32nb ($T15 = 6,25, p < 0,0001$) y Sad-64nb ($T15 = 9,74, p < 0,0001$) eran perceptiblemente diferentes del extracto triste original. Figura 30 | Lateralización hemisférica 2A, lado izquierdo y 2B, el panel lateral muestra respuestas felices y tristes, respectivamente, en función del porcentaje de identificación con el extracto original. Los estímulos felices se modularon mediante una identificación correcta para la mayoría de las descomposiciones en FIS. Los estímulos tristes siguieron un patrón de identificación FIS similar, pero la certeza para todas las descomposiciones consideradas era más inclinada (Figura 30 | Lateralidad hemisférica 2A). Por lo tanto, aunque la identificación de la emoción triste utiliza FIS, es ENV la que ayuda en la identificación de estímulos tristes. En general, observamos una disminución de la certeza emocional por descomposición, asociada con las señales de FIS para los estímulos felices y tristes. Nos preguntamos cómo el perfil psicofísico de la certeza emocional se traduce en una respuesta funcional.

14.2.3.3. La resolución funcional de la identificación incierta de la emoción

El estudio bilateral de fMRI (muestra aleatoria del estudio de la psicofísica, 16 voluntarios diestros, edad $27,12 \pm 3,08$ años, rango: 18 a 32 años; 6 mujeres) incluyó un conjunto de sonidos de 8 categorías; con extractos originales (felices o tristes) con descomposiciones de 8nb, 32nb y 64nb (Figura 29 | Diseño experimental 1B; Figura 32 | Estímulos; Wildgruber et al., 2005; Koelsch et al., 2013), seleccionados en función del perfil psicofísico (Figura 33 | Psicofísica de los estímulos). Las pruebas realizadas durante la fMRI revelaron que los estímulos felices o tristes codificados por FIS provocaron una modulación significativa de la AMG y una ligera modulación de la HG, pero solo la desactivación de la AMG estuvo asociada a estímulos emocionales inciertos (Figura 30 | Lateralidad hemisférica y Figura 34 | Psicofísica de la RMF). La ligera modulación de HG fue más probable debido a las propiedades sensibles a la frecuencia / amplitud de HG (24, 27, 28). Curiosamente, la modulación AMG, aunque diferente en

magnitud, no fue una disminución lineal por identificación como se observó para la respuesta psicométrica, sino un aumento por descomposición seguido de una identificación de la emoción al revés al azar (es decir, desactivación significativa en estímulos de 64 nb; extremo derecho Figura 34 | Las columnas psicofísicas fMRI de G a J).

14.2.3.4. El giro de Heschl se modula ligeramente a estímulos emocionalmente inciertos, más probablemente siguiendo las indicaciones del FIS.

Los estímulos emocionales de incertidumbre creciente (Figura 34 | La psicofísica fMRI; ROI A a D; 50), incrementaron ligeramente la respuesta de HG por descomposición, sin diferencias entre las subdivisiones (Figura 34 | La psicofísica fMRI, E a H). Un análisis ANOVA encontró que la modulación HG era significativamente diferente ($F_{3,15} = 20.29$, $p < 0.001$). Esto significa que las descomposiciones de los estímulos se volvieron inciertas. Sin embargo, en comparación con la magnitud de AMG, una pequeña diferencia persistió en el cambio porcentual con respecto al original, para los hemisferios izquierdo y derecho que identifican una emoción incierta feliz y triste. Aquí, el cambio en la información de sonido de las señales FIS o ENV probablemente provoca el cambio en la activación de HG (3, 13, 15-19, 27, 29-32). Sin embargo, las pruebas de seguimiento para investigar la leve inversión de modulación observada debido a estímulos emocionales inciertos a 64 nb, revelaron una respuesta triste y feliz en el hemisferio derecho \neq 64 nb ($t_3 = 4.786$, $p < 0.01$) y \neq 64 nb ($t_3 = 3.758$, $p < 0.01$), respectivamente (Figura 35). La diferencia de lateralidad fue altamente significativa estadísticamente, ya que las respuestas del hemisferio izquierdo triste y feliz fueron significativas a $p < 0.05$ (ver análisis hemisférico a continuación), 64 nb $t(3) = 2.6492$, $p = 0.039$ y $t(3) = 2.6355$, $p = 0.038$, respectivamente. El patrón de modulación de HG fue un aumento significativo en la activación con una certeza decreciente (aunque no una desactivación como la observada para AMG), seguido de estímulos inciertos que provocaron una ligera disminución en la activación, con un hemisferio derecho prominente Respuestas a las emociones felices y tristes (Figura 34 | Psicofísica fMRI, G y H).

14.2.3.5. La respuesta funcional de la amígdala sigue a la identificación de estímulos emocionales inciertos, desactivando la identificación emocional al azar

Cuando los estímulos emocionales eran cada vez más inciertos, la amígdala funcionaba (Figura 34 | La psicofísica de la IRMf; ROI - I a L; Amunts et al., 2005) aumentaron significativamente (del estímulo original a 32 nb), para emociones felices o tristes (Figura 34 | La resonancia magnética psicofísica, E y F

en comparación con M y N). La tendencia observada, luego de una identificación emocional incierta, cesó cuando los estímulos se identificaron por casualidad (es decir, incapaces de discriminar las emociones felices o tristes según lo indicado para los estímulos de 64 nb, para ambos hemisferios; Figura 34 | El IRMf psicofísico, O y P; última fila para cada uno conjunto de estímulos y último conjunto de gráficos de barras). No se observaron diferencias significativas entre las subdivisiones de la amígdala ($p < 0.05$); sin embargo, se encontraron diferencias significativas por descomposición y hemisferio a emoción feliz y triste. Los cambios funcionales para AMG fueron considerablemente mayores que para HG.

En análisis de varianza ANOVA se encontró que la modulación de AMG por estímulos era significativamente diferente (Figura 34 | El fMRI psicofísico; $F_{3,15} = 22.12$, $p < 0.001$) con cambio funcional de extractos originales por hemisferio para (Figura 35 | Diferencia de lateralidad): emoción triste por hemisferio derecho de $84.45\% \pm 5.59\%$ ($F_{2,6} = 67.69$, $p < 0.0001$), emoción triste en el hemisferio izquierdo de $67.10\% \pm 24.48\%$ ($F_{2,6} = 29.01$, $p < 0.0001$), emoción feliz en el hemisferio derecho de $232.05 \pm 13.06\%$ ($F_{2,6} = 79.67$, $p < 0.0001$) y emoción feliz del hemisferio izquierdo de $262.71\% \pm 3.86\%$ ($F_{2,6} = 140.3$, $p < 0.0001$; para comparaciones de modulación ponderada). El funcionamiento del hemisferio derecho fue mayor en un factor de tres en la activación que el funcionamiento del hemisferio izquierdo para estímulos tristes y felices. Pruebas de seguimiento para investigar el cese en la modulación debido a la desactivación observada al azar estímulos identificables de 64 nb (Figura 34 | El fMRI psicofísico, 3 O y P), reveló diferencias altamente significativas de los extractos originales para: emoción triste por respuesta del hemisferio derecho a 64nb ($t_3 = 4.58$, $p < 0.001$), emoción triste respuesta del hemisferio izquierdo a 64nb ($t_3 = 10.74$, $p < 0.001$), emoción feliz respuesta del hemisferio derecho a 64nb ($t_3 = 6.63$, $p < 0.01$) y emoción feliz izquierda, respuesta del hemisferio a 64 nb ($t_3 = 5.47$, $p < 0.001$; Figura 35 | Diferencia de lateralidad). La modulación AMG fue un aumento significativo con la disminución de la certeza emocional por descomposición. Curiosamente, en el nivel de oportunidad (es decir, 64 nb), los estímulos conducen a una desactivación significativa de AMG en ambos hemisferios por emociones felices y tristes, con respuestas prominentes en el hemisferio derecho (Figura 34 | Psicofísica de la fIRM).

14.2.3.6. La activación de HG hemisférica contralateral equilibra la lateralización con una emoción incierta. La desactivación del funcionamiento hemisférico izquierdo de AMG sigue a estímulos inciertos

La lateralización hemisférica de HG y AMG se investigó debido a las diferencias observadas en la modulación por parte del hemisferio como respuesta a cierta emoción incierta (Figura 35 | Diferencia de

lateralidad). Para modelar la lateralización hemisférica, se calculó una modulación ponderada ya que el cambio absoluto en la identificación de la emoción por descomposición se factorizó por el cambio absoluto en el valor t para cada ROI por descomposición. En particular, nos interesó: 1) cuando el hemisferio contralateral se equilibra en el espacio de vóxels hay un efecto colateral (Figura 35 | Diferencia de lateralidad), 2) cómo el patrón de activación y desactivación del hemisferio sigue la identificación de estímulos emocionales inciertos (Figura 35 | Diferencia de lateralidad), y 3) ¿existe una diferencia entre la modulación de ROI por descomposición?

La activación de la HG del hemisferio izquierdo a la emoción triste por descomposición fue significativa $F(2,6) = 6.439$, $p = 0.0004$, mientras que la HG del hemisferio derecho no fue significativa $F(2,6) = 2.014$, $p = 0.1137$, mientras que la activación de HG del hemisferio izquierdo a emoción feliz por descomposición fue significativa $F(2,6) = 3.743$, $p = 0.0121$ y $F(2,6) = 4.438$, $p = 0.0049$, respectivamente. Las pruebas de seguimiento para los pacientes tristes y felices HG-Te1.0 y HG-Te1.2 se inclinaron hacia la derecha mientras que HG-Te1.1 se inclinó hacia ambas emociones ($p < 0,01$; Figura 35 | Diferencia de lateralidad). Los patrones de activación por lateralización hemisférica de HG para emoción feliz ($F_{2,6} = 5,14$, $p < 0,01$) y triste ($F_{2,6} = 5,45$, $p < 0,005$) fueron significativamente diferentes al aumentar la incertidumbre (Figura 35 | Diferencia de lateralidad, columna izquierda), mientras que los patrones de desactivación fueron significativos para tristes sólo $F_{2,6} = 4,80$, $p < 0,01$ (Figura 35 | Diferencia de lateralidad, columna de la derecha). Se encontró un cambio considerable en la modulación del valor-t por descomposición para subregiones HG tanto para los patrones de activación como para los de desactivación (Figura 35 | Diferencia de lateralidad). Aunque se produce una pequeña variación en la modulación del valor t por la certeza de la emoción para HG (es decir, la diferencia en la activación a lo largo de la fila en la Figura 35 | Diferencia de lateralidad; la magnitud de AMG fue mayor), el cambio en la identificación emocional pareció ser la inclinación del hemisferio izquierdo (Figura 35 | Diferencia de lateralidad).

La activación AMG del hemisferio derecho e izquierdo para triste, $F(2,6) = 67,69$, $p < 0,0001$ y $F(2,6) = 29,01$, $p < 0,0001$, respectivamente, y F feliz $(2,6) = 79,67$, $p < 0.0001$ y $F(2,6) = 140.3$, $p < 0.0001$, respectivamente, la emoción por descomposición fue considerablemente significativa. Las pruebas de seguimiento para las subdivisiones de AMG para la activación en respuesta a la tristeza fueron del todo correctas, con elocuencia feliz de la derecha, la LB y la SP para cierta emoción, con todas las respuestas con la derecha incierta para la emoción incierta y la emoción identificada al azar ($p < 0.05$; Figura 35 | Diferencia de lateralidad). El patrón de activación fue significativo para las subdivisiones AMG por magnitud, pero no por la lateralización hemisférica, con una activación hemisférica derecha para cierta

emoción, pero poca activación para la emoción identificada como azar (Figura 35 | Diferencia de lateralidad). Los patrones de desactivación para la emoción triste y feliz por descomposición fueron significativamente diferentes $F(2,6) = 3.51, p < 0.01$ y $F(2,6) = 37.25, p < 0.0001$, respectivamente (Figura 35 | Diferencia de lateralidad; aquí se observa la diferencia entre la última fila para feliz y triste, comparando la desactivación con la activación; en particular, el patrón de triste coincide con la magnitud, pero aparece cambiado en la subdivisión). El patrón de desactivación para las subdivisiones AMG para feliz fue significativamente diferente $F(2,6) = 3.78, p < 0.01$, pero no para triste $F(2,6) = 0.37, p = 0.69$, con la magnitud del cambio contribuyendo a predominio de la lateralización del hemisferio izquierdo para cierta emoción incierta (Figura 35 | Diferencia de lateralidad). Se observaron desactivaciones en el hemisferio izquierdo por emoción incierta, feliz y triste, pero en comparación con cierta emoción no cambió significativamente la posición lateral del hemisferio (Figura 35 | Diferencia de lateralidad). Las pruebas de seguimiento para tristes y felices no encontraron diferencias en el ROI por subdivisión con una lateralización hemisférica inclinada hacia la izquierda prominente para CM y LB para cierta emoción con SP inclinada hacia la derecha, con todas las subdivisiones inclinadas hacia la izquierda desactivadas durante la emoción incierta (Resultados SI). Un marcado patrón de desactivación de AMG en el hemisferio izquierdo para estímulos emocionales inciertos se reflejó en la activación de la resolución emocional de AMG en el hemisferio derecho donde las respuestas felices provocaron el mayor patrón de desactivación de AMG acoplado a la certeza emocional. Aunque se mostró una desactivación significativa, la emoción triste fue emparejada por una activación más consistente; por lo tanto carecía de orientación definitiva.

Figura 29 | Diseño experimental

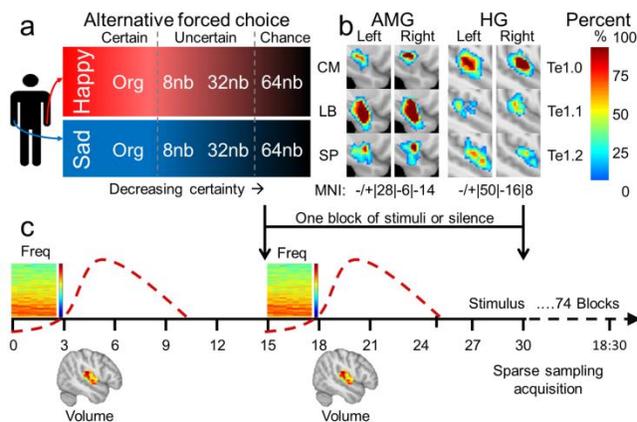


Figura 29 | Diseño(a) Tarea de elección forzada de dos alternativas de diversa certeza emocional. (b) Amígdala y HG subdivisión 95% de los mapas probabilísticos de intervalo de confianza con coordenadas MNI aproximadas a continuación. Subdivisiones para

el giro de Heschl izquierdo y derecho HG medio (Te1.0), HG posteromedial (Te1.1), HG anterolateral (Te1.2) y subdivisiones para la amígdala laterobasal izquierda y derecha, LB), centromedial (CM) superficial (SP). La barra de colores representa un 0-100% de probabilidad de encontrar el retorno de la inversión dentro del área, aquí se utiliza el 95% de IC. (c) Paradigma de muestreo escaso de un solo volumen. Se realizaron dos corridas de 74 bloques (40 estímulos de sonido emocional o 34 presentaciones de estímulos silenciosos) adquiriendo un volumen (sec1 seg) separado de nuestros estímulos emocionales de 3 segundos por aproximadamente 100 ms seguidos de $\approx 10,00$ segundos de silencio. Figura del autor.

Figura 30 | Lateralidad hemisférica

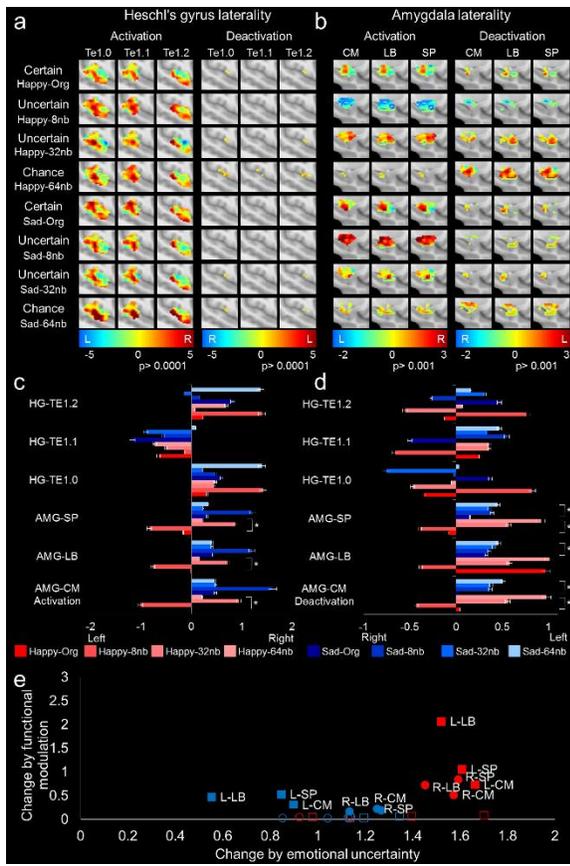


Figura 30 | Lateralidad. Diferencias hemisféricas de lateralidad durante la modulación funcional a señales de estructura fina (n = 16). División en (a) Giros de Heschl y (b) Lateralidad de la amígdala con subdivisiones dentro de cada panel, activación y desactivación, limitando el t-gama de Alor, y descomposiciones. Las delimitaciones de ROI para HG y AMG se encuentran dentro de las subdivisiones de columna. El rango de la barra de colores de activación / desactivación se estandarizó en las descomposiciones para HG y AMG de forma independiente. (c y d) Activación y desactivación de la subdivisión de ROI, respectivamente, para descomposiciones por valor t promedio. Figura del autor.

Figura 31 | Diseño experimental a partir del material suplementario

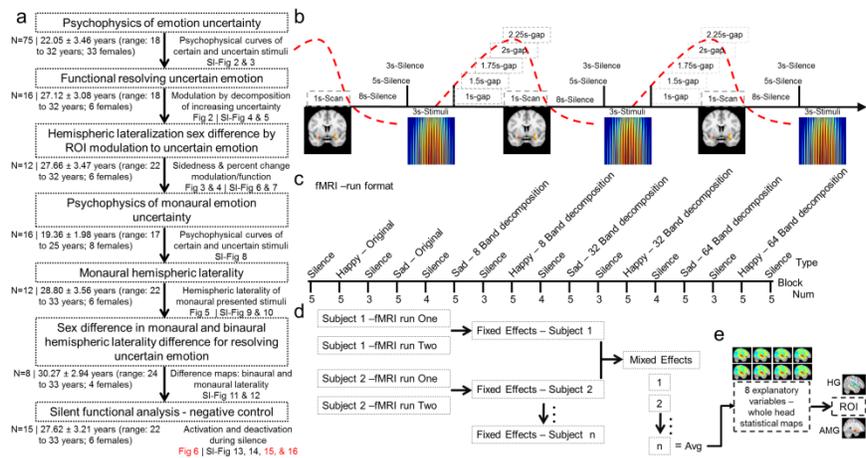


Figura 31 | Diseño experimental a partir del material suplementario(a) Flujo experimental en cuatro partes del experimento: 1) psicofísica de la discriminación emocional (n = 75) donde determinamos los perfiles psicofísicos de ciertos estímulos inciertos y aleatorios, 2) la evaluación por RMN de ciertos estímulos inciertos y aleatorios (n = 16) para evaluar la modulación de la emoción por descomposición y certeza emocional creciente, 3) análisis de lateralización hemisférica (N = 12) donde determinamos el lado de la emoción incierta, 4) psicofísica de la emoción presentada en forma monaural (n = 16), 5) RMM monaural análisis de lateralidad hemisférica para la resolución emocional (n = 12), 6) diferenciación de la contribución sexual a la lateralidad hemisférica monoaural y binaural para resolver emociones inciertas (n = 8), 7) experimentos de control negativo - phantom scarce samplecal no modula la HG y la amígdala . (b) Parámetros representativos de paradigma de muestreo disperso evaluados (n = 29). A través de la flecha de izquierda a derecha, el tiempo se representa a lo largo de la presentación de tres bloques de estímulos. Los estímulos están representados por las formas de onda de la transformada de Fourier rápida en azul, con TA representada por una exploración MRI-T1 debajo de la flecha de tiempo, y la HRF canónica como una línea discontinua roja. La figura es una representación de la alteración de los parámetros como se describe para optimizar el funcionamiento auditivo. Por ejemplo, originalmente elegimos un período de silencio de 8 segundos para continuar con nuestros estímulos, pero esto se cambió a 6 y 4 en diferentes protocolos. La brecha que precede a la TA se cambió de 1s a 1.5s, 1.75s, 2s y 2.25s para capturar la respuesta más robusta de la HRF. Estos períodos de silencio durante el bloque de presentación de estímulos se modificaron para: 1) capturar la señal HRF más robusta y 2) para disminuir la longitud de tiempo del bloque completo (es decir, TR), hasta el valor mínimo necesario para aumentar el número de estímulos presentaciones El formato final de muestreo disperso se representó en el manuscrito Fig. 1. (d) Formato de ejecución y análisis de las variables explicativas. Formato fMRI-run, describe el formato de ejecución para presentaciones de estímulos. (e) Los efectos fijos para el promedio ejecutan uno y ejecutan dos de un individuo. Estos promedios se combinan luego en un análisis de efectos mixtos para n = x individuos, según el experimento con fMRI. Las 8 variables explicativas (es decir, original happy, happy-8nb, happy-32nb, happy-64nb, original sad, sad-8nb, sad-32nb y sad-64nb), promediadas a partir del análisis de efectos mixtos de todos los individuos son Se utiliza para derivar mapas estadísticos de cabeza entera de los cuales se deriva ROI específico. Figura del autor.

Figura 32 | Ejemplo de descomposición de estímulos.

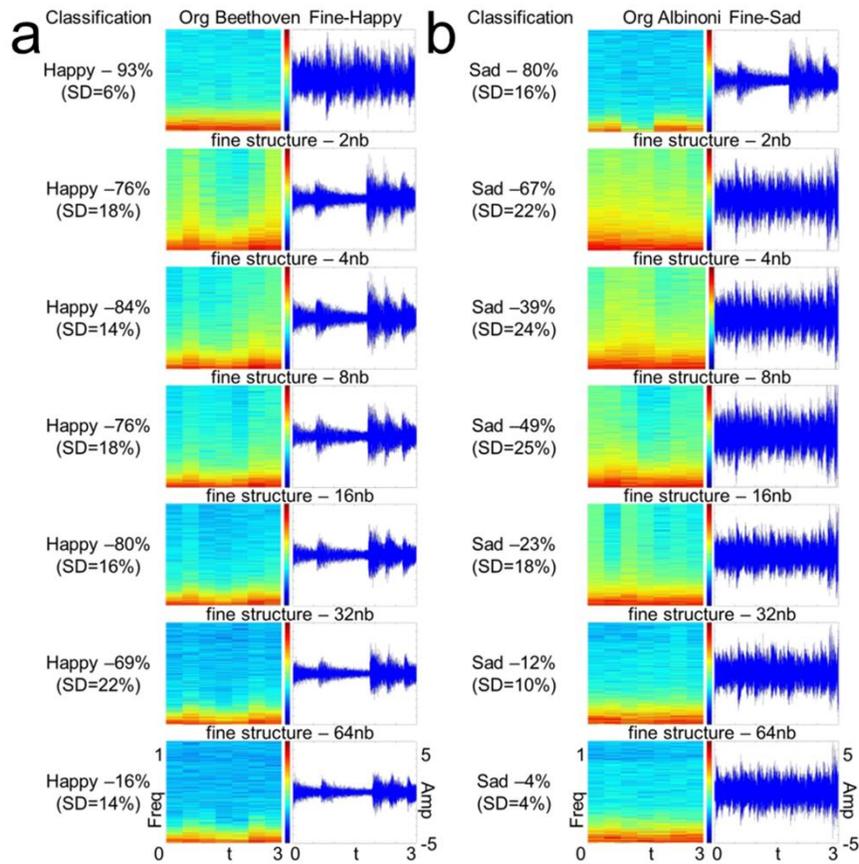


Figura 32 | Muestreo disperso Protocolo y estímulos representativos. (a) paradigma de muestreo disperso; segundos en el eje x con espectrograma de estímulos representativos, un HRF simbólico por encima y por debajo del eje representativo de adquisiciones de volumen. (b) y (c) estímulos representativos. De izquierda a derecha, porcentaje de clasificación psicofísica basada en estímulos originales, seguido de un espectrograma (Freq) y una forma de onda de amplitud (Amp) para Beethoven (b) y extractos de Albinoni (c), clasificados como Fine-Happy y Fine-Sad, respectivamente por porcentaje de identificación. Para el espectrograma, la representación de la frecuencia (X) se normalizó mediante todas las representaciones de estímulos ($x \pi$ rad) / muestra); en el eje X de 0 a 1 unidades de frecuencia normalizadas (mapa de color de 0 color rojo a 120). Para la representación de la amplitud, los estímulos se normalizaron mediante el muestreo de tiempo de valores absolutos durante 3 segundos, con unidades normalizadas en incrementos de 0,1 desde 5 hasta 5. Para ambas representaciones, el eje y fue el tiempo en bloques de 0,2 segundos para Freq y 0,5 segundos para Amp. Figura del autor.

Figura 33 | Psicofísica de la descomposición de los estímulos

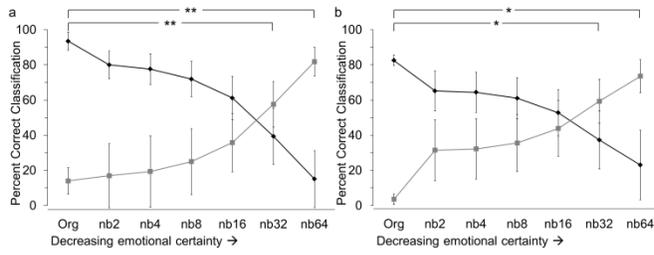


Figura 33 | Porcentaje de identificación correcta de estímulos emocionales felices y tristes por estructura fina con certeza emocional decreciente. (A) Estímulos felices en estructura negra / fina y estímulos tristes en gris / la envolvente. (B) estímulos tristes en negro / estructura fina y estímulos felices en gris / envolvente. Asterisco * prueba t ajustada $p < 0,001$, y doble asterisco ** indica ANOVA $p < 0,001$. Las barras de error representan el intervalo de confianza ($n = 75$). Figura del autor.

Figura 34 | La respuesta psicofísica fMRI a la resolución emocional.

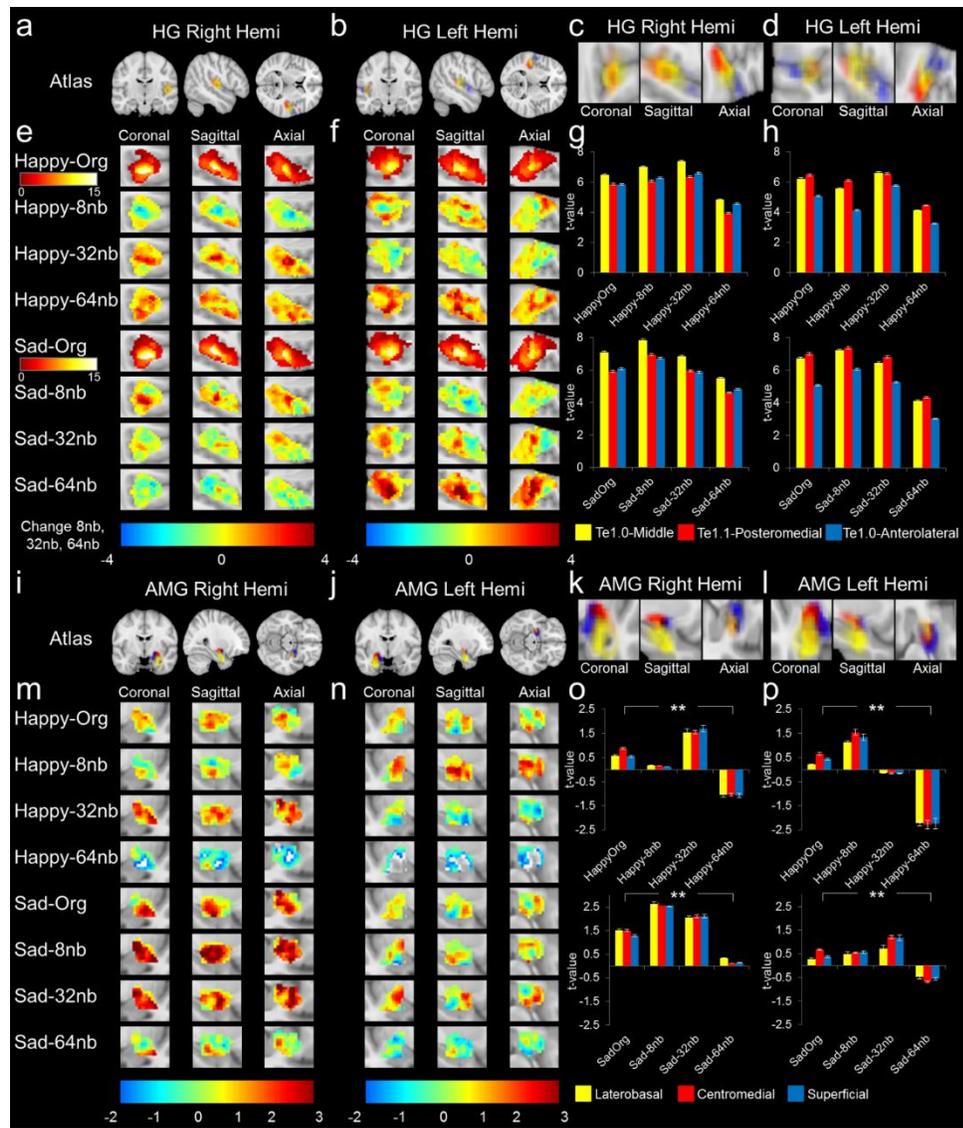


Figura 34 | La certeza emocional modula funcionalmente AMG utilizando señales de estructura fina, mientras que HG responde al contenido de sonido (n = 16). El panel se segmentó por la delineación del ROI, dividido por el hemisferio (Hemi) con un mapa de activación y un gráfico de barras que representa el valor t medio volumétrico de la ROI. (A) Hemi derecho HG, (B) Hemi izquierdo HG, (I) Hemi derecho AMG y (J) Hemi izquierdo AMG son representaciones de ROI hemisféricas por sección coronal, sagital y axial. (C) Hemi derecho HG, (D) Hemi izquierdo HG, (K) Hemi derecho AMG y (H) Hemi izquierdo AMG son representaciones detalladas de las delineaciones del mapa de probabilidad observadas en el panel (A), (B), (I), y (J), respectivamente. (E), (F), (M) y (N) son representaciones hemisféricas derecha e izquierda de los valores t de los mapas de activación coronal, sagital y axial de la sección para HG y ROI de AMG. La totalidad del rango de activación de HG se representó para Happy y Sad (E) y (F) originales de 0 a 15 con una media de 6.16 ± 3.69 rango de valor t. Se construyó un mapa de activación de diferencia para 8nb, 32nb y 64nb para representar mejor el cambio de estímulo original por descomposición, debido a la pequeña diferencia. Las cifras de diferencia se normalizaron en condiciones con estímulos directamente comparables, los colores azules (es decir, -4) que representan una desactivación de los colores originales y rojos (es decir, 4) que representan la activación. Para AMG, los mapas de activación (M) y (N) para los estímulos con la barra de colores de -2 a 3, el primero representa una disminución del valor t y el último representa un aumento del valor t. Los mapas de activación para AMG se normalizaron en todas las condiciones de estímulos y, por lo tanto, todas las cifras fueron representaciones directamente comparables. Para HG, (G) y (H), y para AMG, (O) y (P), un gráfico de barras de los valores t de activación volumétrica promedio de cada ROI con descomposiciones en el eje X y la activación del valor t en la eje Y (** p <0,001; ANOVA). Colores para HG: amarillo-TE1.0, rojo-TE1.1 y azul-TE1.2. Colores para AMG: amarillo-laterobasal, rojo-centromedial y azul-superficial. [308 palabras, 1930 caracteres con espacios para 1.5 columnas de ancho]. Figura del autor.

Figura 35 | Diferencias de lateralidad

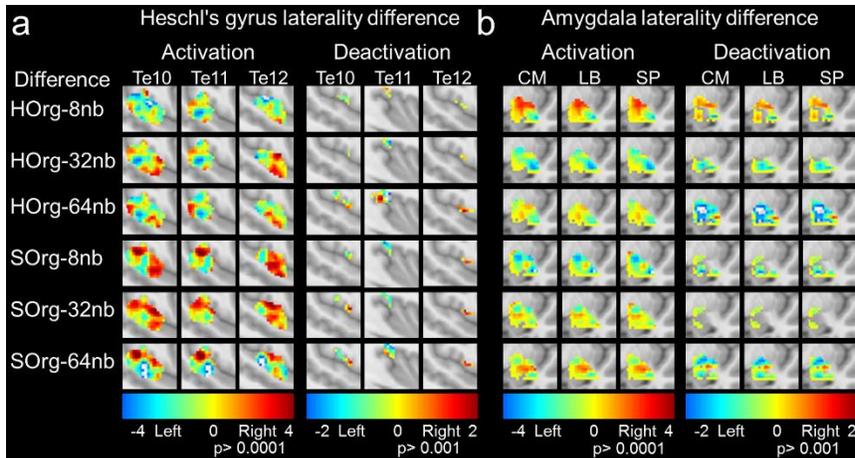


Figura 35 | Modulación ponderada por incertidumbre emocional en función de la subdivisión y el mapeo de diferencias de la lateralización hemisférica que resuelve la emoción incierta ($n = 16$). (A) La modulación ponderada fue la modulación funcional absoluta del ROI como factor de cambio porcentual absoluto por incertidumbre emocional. El valor de t del mapa de activación promedio derivado del volumen de ROI (eje Y) se correlacionó con el porcentaje de identificación por descomposición (eje Y) con representación para cada ROI agrupada (hemisferio-cuadrado izquierdo; círculo-hemisferio derecho; - feliz; lleno de AMG; sin relleno de HG). Los datos de HG-ROI fueron anónimos debido a la superposición y la agrupación (Figura 33 | Psicofísica de los estímulos). (B y C) Los mapas de diferencia de estímulos originales se crearon como un factor de descomposición descendente para Org-8nb, Org-32nb y Org-64nb para H-happy y S-sad ubicado en el eje Y, separado en el rango de activación y desactivación para cada subdivisión para HG y AMG. Figura del autor.

14.2.4. Segundo estudio: discusión (primer aspecto descrito)

Nuestros resultados demuestran cómo ciertas señales de emoción se resuelven funcionalmente a partir de señales inciertas. La investigación actual utilizó estímulos emocionales descompuestos que variaban en certeza durante un paradigma psicofísico de RMF. Hay tres características principales de los resultados que son de considerable interés. Primero, la emoción en el sonido se codifica principalmente en información de estructura fina. En segundo lugar, el giro de Heschl exhibió diferencias hemisféricas bajas con respecto a las señales emocionales, seguido de sonidos emocionalmente relevantes, una

activación ligeramente disminuida en el momento de la emoción identificable, pero en general estaba lateralizado por la derecha para una emoción de alta certeza y seguía las señales de estructura fina. En tercer lugar, los estímulos emocionales codificados de estructura fina modulan significativamente la amígdala cuando están seguros; sin embargo, deja de modular cuando los estímulos son psicofísicamente identificables al azar. Las señales emocionales inciertas, identificables en niveles aleatorios, desactivan la respuesta de la amígdala del hemisferio izquierdo, que se equilibró y se reflejó proporcionalmente mediante la activación de la respuesta de la amígdala del hemisferio derecho a ciertas señales de emoción. Para resumir, la modulación de la amígdala sigue funcionalmente las señales auditivas emocionalmente inciertas que utilizan señales de estructura fina con desactivación del hemisferio izquierdo a una emoción incierta unida a las activaciones del hemisferio derecho para la capacidad de resolución emocional, mientras que HG respondió de forma monótona dependiente de señales de estructura fina.

Las curvas psicofísicas revelan información de estructura fina esencial para la identificación de emociones.

Los estímulos felices se identificaron principalmente sobre la base de la información contenida en FIS, mientras que los estímulos tristes utilizaron FIS, pero se basaron más en las señales de ENV (Figura 30 | Lateralidad hemisférica). Psicofísicamente, los resultados amplían una serie de informes recientes (Phan et al., 2002; Abrams et al., 2011; Moon et al., 2014; Drullman, 1995; Smith et al., 2002; Liberman y Michaels, 1962; Frick, 1985; Koelsch, 2014); por ejemplo, importancia de FIS para el reconocimiento de melodías y ENV para la recepción de voz (Smith et al., 2002). Aunque se ha considerado que la variación del tono y la sonoridad (es decir, FIS y las formas de onda ENV moduladoras, respectivamente) es esencial para la detección emocional en el habla y la música (Coutinho y Dikken, 2013; Drullman, 1995; Liberman y Michaels, 1962; Frick, 1985), las contribuciones exactas han permanecido evasivas. Aquí observamos que la diferencia entre la identificación de emoción feliz y triste era que los participantes utilizaban menos información de FIS para que la música triste determinara los atributos emocionales, lo que indicaba que las señales de ENV eran relevantes para la identificación. El perfil psicofísico nos permitió clasificar los estímulos como ciertos e inciertos, que luego se utilizaron para probar la respuesta funcional.

La respuesta funcional a la emoción incierta está acoplada inversamente a la psicofísica de la certeza de los estímulos.

La identificación emocional funcional ha revelado diferencias entre el reconocimiento musical feliz y triste (Mitterschiffthaler et al., 2007), pero el patrón de modulación a la certeza emocional se ha

mantenido sin explorar. Funcionalmente, la HG fue significativamente activa durante todos los estímulos debido a la superposición de información de FIS y ENV (Da Costa et al., 2011; Griffiths et al., 1998; Saenz and Langers, 2014) y ligeramente modulada debido a la certeza de la emoción (Figura 34 | El fMRI psicofísica), con prominentes respuestas del hemisferio derecho (Figura 35 | Diferencia de lateralidad). En contraste con los umbrales de identificación psicofísica, la música triste provocó una activación auditiva de la corteza auditiva un poco mayor (aunque no significativa) en comparación con la música feliz (Figura 34 | Psicofísica de la IRMf). Se han observado propiedades moduladoras de la HG donde el aspecto anterior de la corteza auditiva rastrea funcionalmente la capacidad de resolución de los umbrales de discriminación del tono (es decir, Te1.2; Schirmer et al., 2012; Norman-Haignere et al., 2013). El seguimiento de la resolución del tono mediante el uso de FIS es de gran relevancia para la corteza auditiva (Zatorre et al., 2002; Formisano et al., 2003; Da Costa et al., 2011; Penhune et al., 1996; Rademacher et al., 2001; Griffiths et al., 1998; Saenz and Langers, 2014; Zatorre and Belin, 2001; Chevillet et al., 2011; Rauschecker and Scott, 2009; Norman-Haignere et al., 2013). El ligero aumento con la disminución de la certeza emocional (Figura 34 | La psicofísica fMRI, G y H), podría posiblemente atribuirse a la relevancia de los estímulos (Barrett, 1998; Schirmer et al., 2012; Juslin y Västfjäll, 2008; Coutinho y Dibben, 2013; Leaver y Rauschecker, 2010). La modulación HG (Koelsch, 2014), podría atribuirse a la valencia de estímulos (Barrett, 1998) o al tipo de estímulos emocionales utilizados en la música (Schirmer et al., 2012; Blood y Zatorre, 2001; Blood et al., 1999). La magnitud del cambio en la respuesta de HG a los estímulos emocionales no fue tan grande como para el funcionamiento de AMG, probablemente debido al papel de la amígdala en el procesamiento emocional (Seymour y Dolan, 2008; Blood y Zatorre, 2001; Juslin y Västfjäll, 2008; Koelsch, 2014; LeDoux, 2000; Phan et al., 2002; Wildgruber et al., 2005; Anderson y Phelps, 2001; Mitchell, et al., 2003; Wittman, et al., 2012; Blood et al., 1999; Koelsch et al., 2013; Peretz et al., 1998; Gosselin et al., 2007; Gosselin et al., 2005; Frühholz et al., 2005).

La respuesta de la amígdala fue de acuerdo a la certeza de las emociones felices y tristes por descomposición.

La respuesta fue significativamente más modulada para feliz, donde las activaciones iniciales más bajas (Figura 34 | La psicofísica fMRI, O y P) se acoplaron a un mayor equilibrio en la activación y desactivación por incertidumbre emocional (Figura 35 | Diferencia de lateralidad). Aunque las respuestas tristes provocaron una mayor activación de AMG, esto no fue cierto psicofísicamente, donde la emoción triste utilizó más señales de ENV y provocó una mayor activación de HG en el hemisferio izquierdo que una emoción feliz. El papel de la amígdala para la música triste fue consistente con una fuerte activación

de la amígdala para la valencia negativa (Mitterschiffthaler et al., 2007; Gosselin et al., 2007; Gosselin et al., 2005). Dependiendo de la interpretación, la observación fue inconsistente con una visión de las emociones discretas (Barrett 1998; Juslin y Västfjäll, 2008), debido a la detección de la emotividad cuando los estímulos variaban en certeza o eran consistentes con la visión de las emociones como activadores diferenciados de regiones específicas, basadas en la saliencia (Schirmer et al., 2012; Blood and Zatorre, 2001; Juslin and Västfjäll, 2008; Koelsch, 2014; LeDoux, 2000; Wildgruber et al., 2005; Mitterschiffthaler et al., 2007; Kotz et al., 2006; Mitchell, et al., 2003; Blood et al., 1999; Wager et al., 2003), debido a las respuestas en el límite de certeza donde cesó la modulación de la amígdala (es decir, 64 nb; Figura 35 | Diferencia de lateralidad). Sin embargo, ningún estudio de la emoción (Schirmer et al., 2012; Blood and Zatorre, 2001; Koelsch, 2014; Wildgruber et al., 2005; Abrams et al., 2011; Mitterschiffthaler et al., 2007; Overath et al., 2015), ha investigado la importancia de los estímulos altos y bajos (Koelsch, 2014; McDermott y Simoncelli, 2011; Moon et al., 2014; Kumar et al., 2012) los cuales tienen una lateralización hemisférica funcionalmente separada de la activación y desactivación (Phan et al., 2002; Wildgruber et al., 2005; Witteman et al., 2012; Wager et al., 2003). Para abordar específicamente la pregunta: “¿la emoción provoca diferentes patrones?”, inicialmente, el funcionamiento del hemisferio derecho era mayor para las emociones felices y tristes por un factor de tres. Pero este análisis no logró equilibrar el hemisferio contralateral. El funcionamiento del hemisferio AMG contralateral (es decir, izquierda \neq derecha) contribuyó a la supresión de los estímulos tristes, pero no para los felices, esta podría ser la razón principal del perfil psicofísico observado para la triste incertidumbre emocional y las diferencias observadas funcionalmente.

Desactivación lateralizada hemisférica en respuesta a incierta emoción.

La lateralización hemisférica en la respuesta funcional a la emoción se debate actualmente (Seymour y Dolan, 2008; Koelsch, 2014; Phan et al., 2002; Kreitewolf et al., 2014; Kotz et al., 2006; Witteman et al., 2012; Gosselin et al., 2007; Gosselin et al., 2005; Frühholz et al., 2005; Kumar et al., 2012). La falla en encontrar la lateralización correcta de la emoción y la lateralización específica de valencia limitada en un metanálisis previo (Phan et al., 2002; Kreitewolf et al., 2014; Wger et al., 2003), mientras que el hallazgo contrario en un El metanálisis relacionado con la prosodia (Kotz et al., 2006; Witteman et al., 2012) puede atribuirse a los estímulos emocionales bajo investigación, a la falta de rango emocional (como se exploró aquí con descomposiciones en bandas) o no separa la activación y desactivación adecuada en el análisis. La separación de los patrones de activación y desactivación por ROI liberó la respuesta al hemisferio contralateral, lo que permitió observar que la modulación emocional lateralizada

derecha de HG y la modulación lateralizada derecha altamente significativa para AMG en la activación se basaron en la prominencia emocional de los estímulos (Mitterschiffthaler et al. , 2007; Kumar et al., 2012), pero lo más interesante es que fue la desactivación del hemisferio izquierdo a estímulos emocionalmente inciertos lo que más contribuyó a las respuestas prominentes del hemisferio derecho (Figura 35 | Diferencia de lateralidad; Kotz et al., 2006; Witteman et al., 2012). Las diferentes contribuciones por diferentes subdivisiones (es decir, $Te1.0 \neq Te1.1$ y $Te1.1 \neq Te1.2$) posiblemente reflejan una región de respuesta FIS lateralizada a la derecha de orden superior en A1 (Figura 35 | Diferencia de lateralidad; Zatorre y otros, 2002; Formisano et al., 2003; Griffiths et al., 1998; Saenz and Lagers, 2014; Zatorre and Belin, 2001; Chevillet et al., 2011; Rauschecker and Scott, 2009; Norman-Haignere et al., 2013) basado en los componentes de frecuencia a los estímulos salientes emocionales (Abrams et al., 2011; McDermott y Simoncelli, 2011; Norman-Haignere et al., 2013). Además, la activación positiva lateralizada hacia la derecha para la AMG superficial estaba vinculada previamente a la recepción musical socioafectiva (Blood y Zatorre, 2001; Koelsch, 2014; Blood et al., 1999). La desactivación para AMG fue significativamente diferente, lo que sugiere una activación contemporánea y una función moduladora de desactivación para las subdivisiones de AMG, pero las descomposiciones en banda para los tristes no fueron significativamente diferentes (Figura 33 | Psicofísica de los estímulos). Este último apoya la observación de una diferencia menor en la curva de identificación psicofísica, posiblemente atribuida a la respuesta negativa plana (en el hemisferio derecho) (es decir, desactivación) (Figura 35 | Diferencia de lateralidad). Curiosamente, los estímulos felices, las descomposiciones de AMG-ROI fueron significativamente diferentes entre sí, posiblemente relacionadas con las diferencias funcionales observadas (Koelsch, 2014; Mitterschiffthaler et al., 2007). Los resultados de la lateralización de la amígdala mediante activación / desactivación se ven reforzados por la evidencia de los estudios neuropsicológicos de lesión de la amígdala que conducen a una codificación perceptiva deficiente de los estímulos afectivos (Anderson y Phelps, 2001; es decir, porque aquí el equilibrio hemisférico contralateral se ha eliminado). Además, el deterioro en el reconocimiento y el juicio del miedo y las emociones tristes en la música (sparring happy; Gosselin et al., 2007; Gosselin et al., 2005) colaboran con las diferencias encontradas entre las emociones happy y sad. En general, el funcionamiento de la amígdala pareció definir lo que constituye una emoción, aumentando la activación cuando los estímulos emocionales aumentan en complejidad y dejan de activarse cuando los estímulos pierden relevancia en sus señales de estructura fina que codifican la emoción.

Distinguir las emociones inciertas aclarará lo que constituye una "emoción".

Para los humanos, mostramos que la emoción en el sonido está codificada principalmente en señales de estructura fina, lo que conduce a activaciones / desactivaciones lateralizadas hemisféricas modeladas que dependen de la identidad de la emoción. La importancia de este hallazgo es que la amígdala se desactiva a señales cuando ya no es relevante, pero el aumento de la activación persiste a medida que la señal se vuelve emocionalmente compleja; mientras que la corteza auditiva estuvo activa durante el proceso se debe a que el sonido era la clave relevante. La investigación actual sobre detección de emociones con inteligencia artificial que explora lo que constituye una "emoción" (Pfeifer, 1988) revela la dificultad para expresar la riqueza de los procesos intrincados involucrados en la toma de decisiones (Seymour y Dolan, 2008), señales psicofísicas (Smith et al., 2002; Norman-Haignere et al., 2013; Liberman y Michaels, 1962; Frick 1985), y fundamentos neurobiológicos en resolución de emociones (Blood y Zatorre, 2001; Juslin y Västfjäll, 2008; Koelsch, 20014; LeDoux, 2000, Phan et al., 2002, Wildgruber et al., 2005, Peretz et al., 2001, Abrams et al., 2011, Mitterschiffthaler et al., 2007, Overath et al., 2015, Mitchell et al., 2003; Witteman et al. ., 2012; Blood et al., 1999; Koelsch et al., 2013). Para estudios futuros, se podrían abordar los procesos involucrados en la selección de emociones (Seymour y Dolan, 2008, Barrett, 1998, Koelsch, 2014, Pfeifer 1988), explicando las bases neurobiológicas de las emociones musicales frente a las emociones cotidianas (Koelsch, 2014), diferencian hemisférica especializaciones para subtipos de emociones (LeDoux, 2000; Phan et al., 2002; Wildgruber et al., 2005; Zatorre et al., 2002; Witteman et al., 2012; Wager et al., 2003), o subdefinir las señales finas estructurales que diferencian el ruido del sonido emocional. Estos resultados proporcionan una mejor comprensión de cómo los humanos diferencian los sonidos emocionales de mayor o menor certeza y contribuyen a la resolución emocional de las señales auditivas.

15. Discusión final

Nuestro objetivo fue estudiar el umbral de experiencia de la música utilizando una técnica de muestreo escasa durante la neuroimagen funcional de MRI. El presente trabajo revisó dos estudios completos sobre cómo el giro de Heschl y el funcionamiento de la amígdala contribuyen a la percepción emocional.

En nuestro primer estudio, demostramos diferencias de lateralidad hemisférica en HG y amígdala por subdivisión. Encontramos respuestas prominentes en el hemisferio derecho en las subdivisiones HG y amígdala para música triste pero no feliz. Hasta cierto punto, los cambios en los perfiles de activación y desactivación explicaron la extensión de la subdivisión de las respuestas de lateralidad hemisférica por emoción.

En nuestro segundo estudio, demostramos que la identificación emocional utiliza señales de estructura fina para resolver funcionalmente las emociones de una música feliz y triste, pero estas señales se usan de manera diferente para identificar estímulos. Encontramos que el giro de Heschl para cada hemisferio estaba activo para todos los estímulos, modulado por una emoción incierta con prominentes respuestas lateralizadas en el hemisferio derecho. Sin embargo, univariada a la emoción identificada como azar. Curiosamente, una modulación de activación de la amígdala con patrón fue consistente a la perceptibilidad emocional, con desactivación cuando los estímulos emocionales eran identificables al azar. El patrón fue lateralizado por el hemisferio con desactivación de la amígdala del hemisferio izquierdo por estímulos emocionales inciertos reflejados en el patrón inverso de la activación de la amígdala del hemisferio derecho a la resolución emocional. La disminución de la certeza en las respuestas emocionales felices provocó la mayor desactivación, mientras que las emociones tristes coinciden constantemente en el patrón de activación a la desactivación basada en la certeza emocional. Los resultados demuestran una importancia estructural importante para la resolución emocional y describen los procesos neuronales involucrados cuando los humanos interpretan ciertas emociones inciertas.

Los estudios descritos apuntaban a dilucidar el umbral de la experiencia emocional. La música se ha postulado para provocar respuestas neuronales desde los estudios de Seashore a principios del siglo XX (Seashore, 1923; 1934; 1936). La emoción en el registro humano tiene su primera forma ilustrada en el arte rupestre de Francia (aproximadamente 40,000 BCE; Clottes J 2010; Lewis-Williams D 2004; Whitley 2009) y su primera producción con las flautas Hohle Fels de Alemania (35,000 BCE Conard et al., 2009). Los animales producen entonaciones "musicales" (Whales: Payne & McVay, 1971. Science | Birdsong: Jarvis, 2004. Ann N Y Acad Sci), por lo que se conservan aspectos de la evolución musical a través de la especie. Así como Darwin, nos preguntamos, si la emoción en el sonido también se conserva, ¿pueden otras especies percibir y discernir las mismas emociones que los humanos? Por ello, estudiamos el umbral del sonido emocional para comprender qué regula la emoción en los límites de la percepción humana. Las investigaciones futuras deberían dilucidar las emociones perceptibles básicas; estudiar los atributos básicos de la emoción, como el estudio actual, podrían describir nuestro universo emocional. Y si así fuese, ¿podríamos comunicarnos a través de las emociones con otras especies?

Cuando Von Helmholtz cerró su trabajo, comencé mi disertación y, con suerte, ayudé al cuerpo de la ciencia en estas preguntas, **¿qué es la emoción en el sonido? ¿Dónde está codificado en el cerebro? ¿Cómo se codifica en el cerebro? ¿Y dónde adquiere sentido el sonido emocional?**

“Aquí cierro mi trabajo. Me parece que lo he llevado hasta el punto en que las propiedades fisiológicas de la sensación de audición ejercen una influencia directa en la construcción de un sistema musical, es decir, en cuanto a que la obra pertenece especialmente a la filosofía natural. Incluso si no pudiera evitar mezclar los problemas estéticos con los físicos, los primeros eran comparativamente simples y los últimos mucho más complicados.” "Esta relación necesariamente se invertiría si intentara avanzar más en la estética de la música y entrara en la teoría del ritmo, las formas de composición y los medios de expresión musical". H. von Helmholtz. (1895). Sobre las sensaciones del tono como base fisiológica de la teoría de la música. Londres, Longmans, Green and Co. Cap 19, página 371.

Figura 36 | Puenteando música a las modalidades emocionales

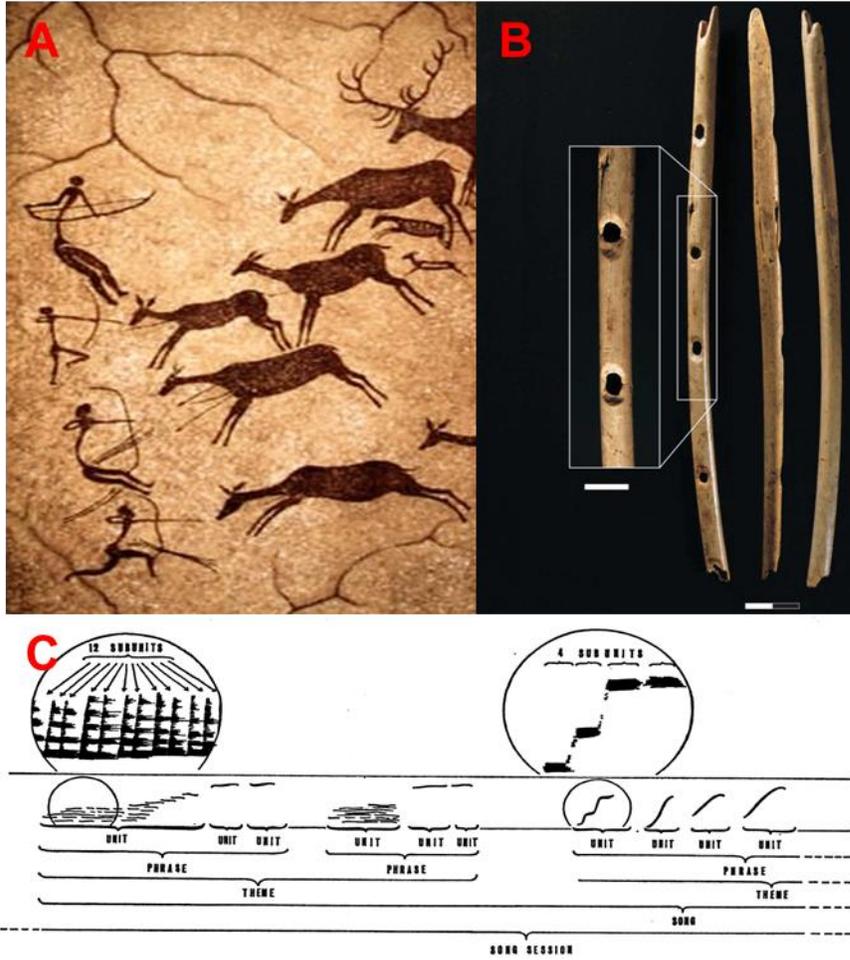


Figura 36 | Punteando música a las modalidades emocionales(A) Arte rupestre de Francia (Clottes J 2010; Lewis-Williams D 2004; Whitley 2009). (B) Flautas de Hohle Fels de Alemania (Conard et al., 2009). (C) Whalesong (Payne & McVay, 1971).

16. Referencias

- Abrams DA, et al. (2011) Decoding temporal structure in music and speech relies on shared brain resources but elicits different fine-scale spatial patterns. *Cerebral Cortex* 21:1507–1518, 2011.
- Ahveninen J, Jääskeläinen IP, Raij T, Bonmassar G, Devore S, Hämäläinen M, Levänen S, Lin FH, Sams M, Shinn-Cunningham BG, Witzel T, Belliveau JW. Task-modulated "what" and "where" pathways in human auditory cortex. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2006 Sep 26;103(39):14608-13.
- Allen RL, Mills D. *Signal Analysis: Time, Frequency, Scale, and Structure*. 2004, Wiley-IEEE Press.
- Amunts K, et al. (2005). Cytoarchitectonic mapping of the human amygdala, hippocampal region and entorhinal cortex: intersubject variability and probability maps. *Anat Embryol (Berl)* 210:343-52.
- Anderson AK, Phelps EA. (2001) Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature* 411:305-9.).
- Arthurs OJ, Boniface S. How well do we understand the neural origins of the fMRI BOLD signal? *Trends Neurosci*. 2002 Jan;25(1):27-31.
- Attwell D, Iadecola C. The neural basis of functional brain imaging signals. *Trends Neurosci*. 2002 Dec;25(12):621-5.
- Barrett DJ, Hall DA. Response preferences for "what" and "where" in human non-primary auditory cortex. *Neuroimage*. 2006 Aug 15;32(2):968-77.
- Barrett LF. (1998) Discrete emotions or dimensions? The role of valence focus and arousal focus. *Cogn Emot* 12:579-599.
- Batteau DW. 1967. The role of the pinna in human localization. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*. 1967 Aug 15;168(1011):158-80.
- Bentley A (1966) *Musical ability in children and its measurement*. London, England: Harrap.
- Binder JR, Liebenthal E, Possing ET, Medler DA, Ward BD. Neural correlates of sensory and decision processes in auditory object identification. *Nat Neurosci*. 2004 Mar;7(3):295-301.
- Bizley JK, Cohen YE. The what, where and how of auditory-object perception. *Nat Rev Neurosci*. 2013 Oct;14(10):693-707.
- Blauert J. 1997. *Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization*. MIT press.
- Blood AJ, Zatorre RJ, Bermudez P, Evans AC. (1999) Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nat Neurosci* 2:382-7.
- Blood AJ, Zatorre RJ. (2001) Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proc Natl Acad Sci U S A* 98:11818-23.
- Boyle JD, Radocy RE. (1987) *Measurement and Evaluation of Musical Experiences*. Schirmer Books.
- Bresin R, Friberg A. Emotion rendering in music: range and characteristic values of seven musical variables. *Cortex*. 2011 Oct;47(9):1068-81. (emotional expressions: neutral, happy, scary, peaceful, sad)

- Brodmann K. (1909). Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig.
- Bunzeck N, Wuestenberg T, Lutz K, Heinze HJ, Jancke L. (2005) Scanning silence: Mental imagery of complex sounds. *Neuroimage*. 26(4):1119-27.
- Butler, S. 1900. The Odyssey of Homer. <http://classics.mit.edu/Homer/odyssey.html>
- Butterworth S. (1930). On the theory of filter amplifiers. *Experimental Wireless and the Wireless Engineer*. 7:536–541.
- Carson AD (1998) Why has musical aptitude assessment fallen flat? And what can we do about it? *Journal of Career Assessment* 6: 311–327.
- Chevillet M, Riesenhuber M, Rauschecker JP. (2011) Functional correlates of the anterolateral processing hierarchy in human auditory cortex. *J Neurosci* 31:9345-52.
- Clottes J. (2010) *Cave Art*. Phaidon Press.
- Cohen J. The Earth Is Round ($p < .05$). *American Physiologist* 1994;49:997-1003.
- Conard NJ, Malina M, Münzel SC. New flutes document the earliest musical tradition in southwestern Germany. *Nature*. 2009 Aug 6;460(7256):737-40
- Coutinho E, Dikken N. (2013) Psychoacoustic cues to emotion in speech prosody and music. *Cogn Emot* 27:658-84.
- Da Costa S, van der Zwaag W, Marques JP, Frackowiak RS, Clarke S, Saenz M. Human primary auditory cortex follows the shape of Heschl's gyrus. *J Neurosci*. 2011 Oct 5;31(40):14067-75.
- Dalla Bella S, Peretz I, Rousseau L, Gosselin N, Ayotte J, Lavoie A. Development of the happy-sad distinction in music appreciation. Does tempo emerge earlier than mode? *Ann N Y Acad Sci*. 2001a; 930:436-8.
- Dalla Bella S, Peretz I, Rousseau L, Gosselin N. (2001b) A developmental study of the affective value of tempo and mode in music. *Cognition*. ;80(3):B1-10.
- Darwin C. R. (1890). *The expression of the emotions in man and animals*. 2nd edition. London, John Murray. Third Edition, Oxford University Press. With Introduction by Paul Ekman. Page 216.
- Drullman R. (1995) Temporal envelope and fine structure cues for speech intelligibility. *J Acoust Soc Am* 97:585-92.
- Edmister WB, Talavage TM, Ledden PJ, Weisskoff RM. (1999) Improved auditory cortex imaging using clustered volume acquisitions. *Hum Brain Mapp*. 7(2):89-97.
- Fisher R. (1971). *The Design of Experiments*. New York: Hafner Publishing Company.
- Fisher R. (1973). *Statistical Methods and Scientific Inference*. New York: Hafner Publishing Company.
- Fisher R. (1993). *Statistical Methods, Experimental Design, and Statistical Inference*. Oxford University Press.

- Formisano E, et al. (2003) Mirror-symmetric tonotopic maps in human primary auditory cortex. *Neuron* 40:859-69.
- Frick RW. (1985) Communicating emotion: The role of prosodic features. *Psychol Bull* 97:412-429.
- Friston K (2003) Introduction: experimental design and statistical parametric mapping. In Frackowiak et al. (Eds.) *Human brain function*, 2nd Edition. (Found online: <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/doc/intro/>)
- Friston KJ, Holmes A, Poline JB, Price CJ, Frith CD. (1996) Detecting Activations in PET and fMRI: Levels of Inference and Power. *Neuroimage*. 4(3 Pt 1):223-35.
- Fritz T, Jentschke S, Gosselin N, Sammler D, Peretz I, Turner R, Friederici AD, Koelsch S. Universal recognition of three basic emotions in music. *Curr Biol*. 2009 Apr 14;19(7):573-6.
- Frühholz S, et al. (2005) Asymmetrical effects of unilateral right or left amygdala damage on auditory cortical processing of vocal emotions. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 112:1583-1588.
- Fujii S, Schlaug G. (2013) The Harvard Beat Assessment Test (H-BAT): a battery for assessing beat perception and production and their dissociation. *Front Hum Neurosci*. 7:771.
- Gaab N, Gabrieli JD, Glover GH. (2007a) Assessing the influence of scanner background noise on auditory processing. II. An fMRI study comparing auditory processing in the absence and presence of recorded scanner noise using a sparse design. *Hum Brain Mapp*. 28(8):721-32.
- Gaab N, Gabrieli JD, Glover GH. (2007b) Assessing the influence of scanner background noise on auditory processing. I. An fMRI study comparing three experimental designs with varying degrees of scanner noise. *Hum Brain Mapp*. 28(8):703-20.
- Gaab N, Gabrieli JD, Glover GH. (2008) Resting in peace or noise: scanner background noise suppresses default-mode network. *Hum Brain Mapp*. 29(7):858-67.
- Gaab N, Gaser C, Zaehle T, Jancke L, Schlaug G. (2003) Functional anatomy of pitch memory--an fMRI study with sparse temporal sampling. *Neuroimage*. 19(4):1417-26.
- Galvin JJ 3rd, Fu QJ, Nogaki G. Melodic contour identification by cochlear implant listeners. *Ear Hear*. 2007 Jun;28(3):302-19. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17485980>
- Geschwind N, Galaburda AM. Cerebral lateralization. Biological mechanisms, associations, and pathology: I. A hypothesis and a program for research. *Arch Neurol*. 1985 May;42(5):428-59. (The second and third article in the series providing ancillary information).
- Gibbons AC. (1979) Item analysis of the primary measures of music audiation in elderly care home residents. *J Music Ther*. 1983 Winter;20(4):201-10. Primary Measures of Music Audiation test Gordon.
- Goense JB, Logothetis NK. Neurophysiology of the BOLD fMRI signal in awake monkeys. *Curr Biol*. 2008 May 6;18(9):631-40.

- Gold B, Oppenheim AV, Rader CM. (1969). Theory and implementation of the discrete Hilbert transform. Symposium on Computer Processing in Communications, 19, Editor J Fox. Polytechnic Institute of Brooklyn.
- Goodale MA, Milner AD. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *TINS* 15:20-25.
- Gordon E. (1965) The musical aptitude profile: A new and unique musical aptitude test battery. *B Coun Res Music Ed.* 6:12-16.
- Gordon EE (1990) Predictive validity study of AMMA: A one-year longitudinal predictive validity study of the Advanced Measures of Music Audiation. Chicago, IL: GIA Publications.
- Gordon EE (1995) Manual: Musical aptitude profile (3rd ed.). Chicago, IL: GIA Publications.
- Gordon EE. (1979). Primary Measures of Music Audiation. Chicago, GIA.
- Gordon EE. (1980) Developing music aptitudes among inner-city primary children. *B Coun Res Music Ed.* No. 63: 25-30.
- Gordon EE. (1984) A Longitudinal Predictive Validity Study of the Intermediate Measures of Music Audiation. *B Coun Res Music Ed.* 78:1-23.
- Gordon, EE. (1989) Advance Measures of Music Audiation. Riverside Publishing Company, Chicago.
- Gosselin N, et al. (2005). Impaired recognition of scary music following unilateral temporal lobe excision. *Brain* 128:628-40.
- Gosselin N, Peretz I, Johnsen E, Adolphs R. (2007). Amygdala damage impairs emotion recognition from music. *Neuropsychologia* 45, 236–244.
- Grashel J. (2008) The Measurement of Musical Aptitude in 20th Century United States: A Brief History. *Bulletin of the Council for Research in Music Education.* 176:45-49.
- Griffiths TD, Büchel C, Frackowiak RS, Patterson RD. (1998) Analysis of temporal structure in sound by the human brain. *Nat Neurosci* 1:422-7.
- Griffiths TD, Warren JD. What is an auditory object? *Nat Rev Neurosci.* 2004 Nov;5(11):887-92.
- H. von Helmholtz. (1895). On the sensations of tone as a physiological basis for the theory of music. London, Longmans, Green and Co. Chap 19, page 371
- Hall DA, Haggard MP, Akeroyd MA, Palmer AR, Summerfield AQ, Elliott MR, Gurney EM, Bowtell RW. (1999) "Sparse" temporal sampling in auditory fMRI. *Hum Brain Mapp.* 7(3):213-23.
- Hayasaka S, Nichols TE. (2003) Validating cluster size inference: random field and permutation methods. *Neuroimage.* 20(4):2343-56.
- Hedges L. Estimation of effect size from a series of independent experiments. *Psychological Bulletin* 1982;92:490-499.

- Hilbert, David. Grundzüge einer allgemeinen Theorie der linearen Integralgleichungen. Leipzig, Berlin. Druck Und Verlag Von B.G. Teubner, 1912. Retrieved from: <http://quod.lib.umich.edu/cgi/t/text/text-idx?c=umhistmath;idno=ACU8916>
- Hopyan T, Peretz I, Chan LP, Papsin BC, Gordon KA. (2012) Children using cochlear implants capitalize on acoustical hearing for music perception. *Front Psychol.* 22;3:425.
- Huth AG, de Heer WA, Griffiths TL, Theunissen FE, Gallant JL. Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex. *Nature.* 2016; 532:453-8.
- Jarvis ED. Learned birdsong and the neurobiology of human language. *Ann N Y Acad Sci.* 2004 Jun;1016:749-77.
- Johansson, Mathias. *The Hilbert transform* (Master Thesis). Retrieved from: <http://fuchs-braun.com/media/d9140c7b3d5004fbffff8007fffff0.pdf>
- Juslin PN, Västfjäll D. (2008) Emotional responses to music: the need to consider underlying mechanisms. *Behav Brain Sci* 31:559-75.
- Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. (2000). *Principles of neural science*, 4th ED. McGraw-Hill Companies, New York.
- Kang R, Nimmons GL, Drennan W, Longnion J, Ruffin C, Nie K, Won JH, Worman T, Yueh B, Rubinstein J. (2009) Development and validation of the University of Washington Clinical Assessment of Music Perception test. *Ear Hear.* 30(4):411-8.
- Kang R, Nimmons GL, Drennan W, Longnion J, Ruffin C, Nie K, Won JH, Worman T, Yueh B, Rubinstein J. Development and validation of the University of Washington Clinical Assessment of Music Perception test. *Ear Hear.* 2009 Aug;30(4):411-8.
- Karma K (1973) The ability to structure acoustic material as a measure of musical aptitude. 1. Background theory and pilot studies (Research Bulletin No. 52). Helsinki, Finland: Institute of Education, University of Helsinki.
- Karma K (2007) Musical aptitude definition and measure validation: Ecological validity can endanger the construct validity of musical aptitude tests. *Psychomusicology: Music, Mind and Brain* 19: 79–90.
- King, FW. Hilbert transforms. Volume 2, 2009. *Encyclopedia of Mathematics and Its Applications.* Cambridge University Press.
- Kirchberger MJ, Russo FA. (2015) Development of the Adaptive Music Perception Test. *Ear Hear.* 36(2):217-28.
- Koelsch S, et al. (2013) The roles of superficial amygdala and auditory cortex in music-evoked fear and joy. *Neuroimage* 81:49-60.
- Koelsch S. (2014). Brain correlates of music-evoked emotions. *Nat Rev Neurosci* 15:170-80.

- Koike T, Wada H, Kobayashi T. 2002. Modeling of the human middle ear using the finite-element method. *J. Acoust. Soc. Am.* 111, 1306 (2002).
- Kotz SA, Meyer M, Paulmann S. (2006) Lateralization of emotional prosody in the brain: an overview and synopsis on the impact of study design. *Prog Brain Res* 156:285-94.
- Kreitewolf J, Friederici AD, von Kriegstein K. (2014) Hemispheric lateralization of linguistic prosody recognition in comparison to speech and speaker recognition. *Neuroimage* 102:332-44.
- Kumar S, von Kriegstein K, Friston K, Griffiths TD (2012) Features versus feelings: Dissociable representations of the acoustic features and valence of aversive sounds. *J Neurosci* 32:14184–14192.
- Law LN, Zentner M. (2012) Assessing musical abilities objectively: construction and validation of the profile of music perception skills. *PLoS One.* 7(12):e52508
- Leaver AM, Rauschecker JP. (2010) Cortical representation of natural complex sounds: effects of acoustic features and auditory object category. *J Neurosci* 30:7604-12.
- LeDoux JE. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annu Rev Neurosci.* 23:155–184. Koelsch S. (2014). Brain correlates of music-evoked emotions. *Nat Rev Neurosci* 15:170-80.
- Levitin DJ, Menon V. Musical structure is processed in "language" areas of the brain: a possible role for Brodmann Area 47 in temporal coherence. *Neuroimage.* 2003 Dec;20(4):2142-52.
- Lewis-Williams D. (2004) *The Mind in the Cave: Consciousness and the Origins of Art* Thames & Hudson.
- Lieberman P, Michaels SB. (1962) Some aspects of fundamental frequency and envelope amplitude as related to the emotional content of speech. *J Acoust Soc Am* 34:922-927.
- Liem F, Lutz K, Luechinger R, Jäncke L, Meyer M. (2012) Reducing the interval between volume acquisitions improves "sparse" scanning protocols in event-related auditory fMRI. *Brain Topogr.* 25(2):182-93.
- Logothetis NK, Pauls J, Augath M, Trinath T, Oeltermann A. Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal. *Nature.* 2001 Jul 12;412(6843):150-7.
- Logothetis NK, Wandell BA. Interpreting the BOLD signal. *Annu Rev Physiol.* 2004;66:735-69.
- Logothetis NK. The neural basis of the blood-oxygen-level-dependent functional magnetic resonance imaging signal. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2002 Aug 29; 357(1424): 1003–1037.
- Logothetis NK. What we can do and what we cannot do with fMRI. *Nature.* 2008 Jun 12;453(7197):869-78.
- Mahāthera N. (2001) *The word of the Buddha: An outline of teachings of the Buddha in the words of the Pāli Canon.* Buddhist Publication Society, Sri Lanka.
- McDermott JH, Simoncelli EP. (2011) Sound texture perception via statistics of the auditory periphery: evidence from sound synthesis. *Neuron* 71:926-40.

- McPherson GE, Thompson WF. (1998) Assessing Music performance: Issues and Influences. *Research Studies in Music Education*. 10:12-24.
- Micheyl C, Kaernbach C, Demany L. An evaluation of psychophysical models of auditory change perception. *Psychol Rev*. 2008 Oct;115(4):1069-83.
- Mitchell RL, Elliott R, Barry M, Cruttenden A, Woodruff PW. (2003) The neural response to emotional prosody, as revealed by functional magnetic resonance imaging *Neuropsychologia*. 41:1410-21.
- Mitterschiffthaler MT, Fu CH, Dalton JA, Andrew CM, Williams SC. (2007) A functional MRI study of happy and sad affective states induced by classical music. *Hum Brain Mapp* 28:1150-62.
- Moon IJ, et al. (2014) Optimal combination of neural temporal envelope and fine structure cues to explain speech identification in background noise. *J Neurosci* 34:12145-54.
- Morosan P, et al. (2001) Human primary auditory cortex: cytoarchitectonic subdivisions and mapping into a spatial reference system. *Neuroimage* 13:684-701.
- Müllensiefen D, Gingras B, Musil J, Stewart L. (2014) The musicality of non-musicians: an index for assessing musical sophistication in the general population. *PLoS One*. 9(2):e89642.
- Netter FH. (2006). *Atlas of human anatomy*. Philadelphia, PA: Saunders/Elsevier.
- Neyman J, Pearson ES. On the Use and Interpretation of Certain Test Criteria for Purposes of Statistical Inference: Part II. *Biometrika* 1928;20:175-240. (Hypothesis Testing; Alternative hypothesis first introduced)
- Neyman J. Basic Ideas and Some Recent Results of the Theory of Testing Statistical Hypotheses. *Journal of the Royal Statistical Society* 1942;105:292-327.
- Nichols TE, Holmes AP. (2002) Nonparametric permutation tests for functional neuroimaging: a primer with examples. *Hum Brain Mapp*. 15(1):1-25.
- Nichols TE. (2012). Multiple testing corrections, nonparametric methods, and random field theory. *Neuroimage*. Aug 15;62(2):811-5.
- Norman-Haignere S, Kanwisher N, McDermott JH. (2013) Cortical pitch regions in humans respond primarily to resolved harmonics and are located in specific tonotopic regions of anterior auditory cortex. *J Neurosci* 33:19451-69.
- Olakunbi D, Bamiou DE, Stewart L, Luxon LM. (2010) Evaluation of musical skills in children with a diagnosis of an auditory processing disorder. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 74(6):633-6.
- Oppenheim AV, Willsky AS, Nawa HS. *Signals and Systems*. Prentice Hall, 1996.
- Overath T, McDermott JH, Zarate JM, Poeppel D. (2015) The cortical analysis of speech-specific temporal structure revealed by responses to sound quilts. *Nat Neurosci* 18:903-11.
- Payne RS, McVay S. Songs of humpback whales. *Science*. 1971 Aug 13;173(3997):585-97.

- Penhune VB, Zatorre RJ, MacDonald JD, Evans AC. (1996) Interhemispheric anatomical differences in human primary auditory cortex: probabilistic mapping and volume measurement from magnetic resonance scans. *Cereb Cortex* 6:661-72.
- Peretz I, Blood AJ, Penhune V, Zatorre RJ. (2001) Cortical deafness to dissonance. *Brain* 124:928-40.
- Peretz I, Champod AS, Hyde K. (2003) Varieties of musical disorders. The Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *Ann N Y Acad Sci.* 999:58-75.
- Peretz I, Gagnon L, Bouchard B. (1998) Music and emotion: perceptual determinants, immediacy, and isolation after brain damage. *Cognition* 68:111-41.
- Peretz I, Gaudreau D, Bonnel AM. (1998b) Exposure effects on music preference and recognition. *Mem Cognit.* 26(5):884-902.
- Peretz I, Gosselin N, Nan Y, Caron-Caplette E, Trehub SE, Béland R. (2013) A novel tool for evaluating children's musical abilities across age and culture. *Front Syst Neurosci.* 7:30 (Montreal Battery of Evaluation of Musical Abilities (MBEMA))
- Peretz I. The nature of music from the biological perspective. *Cognition.* 2006 May;100(1):1-32.
- Pfeifer R. (1988). Artificial intelligence models of emotion. *Cognitive Perspectives on Emotion and Motivation*, eds Vernon Hamilton, Gordon H. Bower, Nico H. Frijda (Springer Netherlands) pp 287-320.
- Phan KL, Wager T, Taylor SF, Liberzon I. (2002) Functional neuroanatomy of emotion: A meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage* 16:331-48.
- Rademacher J, et al. (2001) Probabilistic mapping and volume measurement of human primary auditory cortex. *Neuroimage* 13:669-83.
- Rauschecker JP, Scott SK. (2009) Maps and streams in the auditory cortex: nonhuman primates illuminate human speech processing. *Nat Neurosci* 12:718-24.
- Rauschecker, J. P. & Tian, B. Mechanisms and streams for processing of “what” and “where” in auditory cortex. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 97,11800–11806 (2000)
- Rice JA. (1970) Abbreviated Gordon Musical Aptitude Profile with EMR children. *Am J Ment Defic.* 75(1):107-8.
- Rogalsky C, Rong F, Saberi K, Hickok G. Functional anatomy of language and music perception: temporal and structural factors investigated using functional magnetic resonance imaging. *J Neurosci.* 2011 Mar 9;31(10):3843-52.
- Rosenthal R, Rubin D. Comparing effect sizes of independent studies. *Psychological Bulletin* 1982;92:500-504.
- Rouder JN, Morey RD. The nature of psychological thresholds. *Psychol Rev.* 2009 Jul;116(3):655-60.
- Fawcett T. An introduction to ROC analysis. *Pattern Recogn Lett.* 2006 Jun;8:861–874.

- Saenz M, Langers DR. (2014) Tonotopic mapping of human auditory cortex. *Hear Res* 307:42-52.
- Schirmer A, Fox PM, Grandjean D. (2012) On the spatial organization of sound processing in the human temporal lobe: a meta-analysis. *Neuroimage*. 63:137-47.
- Schmidt CF, Zaehle T, Meyer M, Geiser E, Boesiger P, Jancke L. (2008) Silent and continuous fMRI scanning differentially modulate activation in an auditory language comprehension task. *Hum Brain Mapp*. 29(1):46-56.
- Schneider GE - Two visual systems. *Science*. 1969 Feb 28;163(3870):895-902.
- Schön D, Gordon R, Campagne A, Magne C, Astésano C, Anton JL, Besson M. Similar cerebral networks in language, music and song perception. *Neuroimage*. 2010 May 15;51(1):450-61. (25 melody paris fMRI)
- Schön D, Gordon RL, Besson M. Musical and linguistic processing in song perception. *Ann N Y Acad Sci*. 2005 Dec;1060:71-81. (Review)
- Schönwiesner M, Zatorre RJ. (2009) Spectro-temporal modulation transfer function of single voxels in the human auditory cortex measured with high-resolution fMRI. *Proc Natl Acad Sci U S A* 106:14611-6.
- Schwarzbauer C, Davis MH, Rodd JM, Johnsrude I. (2006) Interleaved silent steady state (ISSS) imaging: a new sparse imaging method applied to auditory fMRI. *Neuroimage*. 29(3):774-82.
- Seashore C, Lewis D, Saetveit J. (1960a) *Seashore Measures of Musical Talents (Manual)*. The Psychological Corp: New York, NY, USA. (Carl Seashore's subtests of pitch and time discrimination)
- Seashore C, Lewis D, Saetveit JG (1960b) *A second revision of the manual of instructions and interpretations for the Seashore Measures of Musical Talents (1939 revision)*. New York, NY: The Psychological Corporation. (Carl Seashore's subtests of pitch and time discrimination)
- Seashore CE. Measurements on the expression of emotion in music. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1923 Sep;9(9):323-5.
- Seashore CE. New vantage grounds in the psychology of music. *Science*. 1936 Dec 11;84(2189):517-22.
- Seymour B, Dolan R. (2008) Emotion, decision making, and the amygdala. *Neuron* 58:662-71.
- Smith SM, Nichols TE. (2009a). Threshold-Free Cluster Enhancement: Addressing problems of smoothing, threshold dependence and localisation in cluster inference. FMRIB Analysis Group of the University of Oxford, Oxford, UK. FMRIB Technical Report TR08SS1.
- Smith SM, Nichols TE. (2009b). Threshold-free cluster enhancement: addressing problems of smoothing, threshold dependence and localisation in cluster inference. *Neuroimage*. 44(1):83-98.
- Smith SS. *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*, 1997. California Technical Pub.

- Smith ZM, Delgutte B, Oxenham AJ. (2002) Chimaeric sounds reveal dichotomies in auditory perception. *Nature* 416:87-90.
- Stokes WA. (1996) Is Edwin Gordon's Learning Theory a Cognitive One? *Philosophy of Music Education Review*. 4:96-106.
- Swets JA, Shipley EF, McKey MJ, Green DM. Multiple observations of signals in noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 1959;31:514.
- Swets JA. Is there a sensory threshold? *Science*. 1961;134(3473):168-177.
- Talavage TM, Edmister WB, Ledden PJ, Weisskoff RM. (1999) Quantitative assessment of auditory cortex responses induced by imager acoustic noise. *Hum Brain Mapp.* 7(2):79-88.
- Varadarjan VS. *Euler Through Time: A New Look at Old Themes*. 2006. American Mathematical Society.
- Vieillard S, Bigand E. (2014) Distinct effects of positive and negative music on older adults' auditory target identification performances. *Q J Exp Psychol (Hove)*. 67(11):2225-38.
- Vieillard S, Didierjean A, Maquestiaux F. (2012a) Changes in the perception and the psychological structure of musical emotions with advancing age. *Exp Aging Res.* 38(4):422-41.
- Vieillard S, Gilet AL. (2013) Age-related differences in affective responses to and memory for emotions conveyed by music: a cross-sectional study. *Front Psychol.* 4:711.
- Vieillard S, Roy M, Peretz I. (2012b) Expressiveness in musical emotions. *Psychol Res.* 76(5):641-53.
- Vieillard S., Peretz I., Gosselin N., Khalfa S., Gagnon L., Bouchard B. (2008) Happy, sad, scary and peaceful musical excerpts for research on emotions. *Cognition and Emotion.* 22:720–752. (Happy, sad, scary and peaceful musical emotion (HSSPME))
- Volkova A, Trehub SE, Schellenberg EG, Papsin BC, Gordon KA. (2013) Children with bilateral cochlear implants identify emotion in speech and music. *Cochlear Implants Int.* 14(2):80-91.
- Wada H, Kobayashi T. 1990. Dynamical behavior of middle ear: Theoretical study corresponding to measurement results obtained by a newly developed measuring apparatus. *J. Acoust. Soc. Am.* 87, 237 (1990); <http://dx.doi.org/10.1121/1.39929>
- Wager TD, Phan KL, Liberzon I, Taylor SF. (2003) Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging. *Neuroimage* 19:513-31.
- Wager TD, Phan KL, Liberzon I, Taylor SF. (2003) Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging. *Neuroimage* 19:513-31.
- Wallentin M, Nielsen AH, Friis-Olivarius M, Vuust C, Vuust P (2010) The Musical Ear Test, a new reliable test for measuring musical competence. *Learn Individ Differ* 20: 188–196.
- Warren RM. 2008. *Auditory Perception: An analysis and synthesis*. Cambridge University Press.
- Whitley DS. (2009) *Cave Paintings and the Human Spirit: The Origin of Creativity and Belief*. Prometheus Books.

- Wildgruber D, et al. (2005) Identification of emotional intonation evaluated by fMRI. *Neuroimage* 24:1233-41.
- Wing H (1948) Tests of musical ability and appreciation: An investigation into the measurement, distribution, and development of musical capacity. London, England: Cambridge University Press
- Witteman J, Van Heuven VJ, Schiller NO. (2012) Hearing feelings: A quantitative meta-analysis on the neuroimaging literature of emotional prosody perception. *Neuropsychologia* 50:2752-63.
- Woodford PG. (1996) Evaluating Edwin Gordon's Music Learning Theory from a Critical Thinking Perspective. *Philosophy of Music Education Review*. 4:83-95.
- Yi-Wen Liu (2012). Hilbert Transform and Applications, Fourier Transform Applications, Dr Salih Salih (Ed.), ISBN: 978-953-51-0518-3.
- Zaehle T, Schmidt CF, Meyer M, Baumann S, Baltes C, Boesiger P, Jancke L. (2007) Comparison of "silent" clustered and sparse temporal fMRI acquisitions in tonal and speech perception tasks. *Neuroimage*. 37(4):1195-204.
- Zatorre RJ, Belin P, Penhune VB. (2002) Structure and function of auditory cortex: Music and speech. *Trends Cogn Sci* 6:37-46.
- Zatorre RJ, Belin P, Penhune VB. Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends Cogn Sci*. 2002 Jan 1;6(1):37-46.
- Zatorre RJ, Belin P. (2001) Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cerebral Cortex* 11;946–953.
- Zatorre RJ. Predispositions and plasticity in music and speech learning: neural correlates and implications. *Science*. 2013 Nov 1;342(6158):585-9.

17.Lista de tablas

Tabla 1 Cálculos de la transformación representativa de Hilbert.....	40
Tabla 2 Repertorio completo de estímulos utilizado	51
Cuadro 3 Estímulos originales felices y tristes con quimerizaciones	52
Cuadro 4 Estímulos quimerizados emparejados para experimentos	52
Tabla 5 Estadísticas resumidas de la identificación del extracto original de	62
Cuadro 6 Pruebas de hipótesis, inferencia, decisión y resultados de experimentos.....	113
Tabla 7 Estudios para determinar las estadísticas del tamaño del efecto de la emoción	116

Tabla 1 | Cálculos representativos de la transformada de Hilbert 37

Tabla 2 | Todo el repertorio de estímulos utilizado 45.

Tabla 3 Original estímulos felices y tristes con quimerizaciones	46
Tabla 4 Estímulos quimerizados emparejados para experimentos	46
Tabla 5 Resumen de las estadísticas de la identificación del extracto original de	55
Cuadro 6 Pruebas de hipótesis, inferencia, decisión y resultados de los experimentos	101
Tabla 7 Estudios para determinar el tamaño del efecto estadístico de la emoción	103.

18. Lista de figuras

Figura 1 Sonido básico y complejo	14
Figura 2 El oído	16
Figura 3 Vía auditiva de Netter	17
Figura 4 Saenz & Langers fidelidad del procesamiento auditivo	18
Figura 5 Bizley & Cohen representación de hipótesis propuesto por Rauschecker & Tian	20
Figura 6 La base neuronal de las señales funcionales de imagen cerebral	23
Figura 7 Grabaciones neuronales y hemodinámicas relacionadas de primate	23
Figura 8 Estímulo a la fMRI respuesta audaz	25
Figura 9 Modelo predictivo de deconstrucción emocional por estructura fina y envolvente	28
Figura 10 ¿Todavía emocional versus representación gráfica adivinando?	29
Figura 11 Representación de Brodmann de la hipótesis ventral/dorsal	29
Figura 12 Flujo del proceso de transformación de Hilbert	32
Figura 13 440 Hz tono puro	33
Figura 14 440Hz, 880Hz, 1320Hz, 1760Hz tono puro	34
Figura 15 Onda sonora original y transformada de Hilbert	36
Figura 16 El valor absoluto de Hilbert se transforma con extracciones envolventes	37
Figura 17 Transformada rápida de Fourier de la extracción de la estructura fina	40
Figura 18 Pieza tonal de armónicos de 440Hz	44
Figura 19 Barrido lineal de frecuencias 440Hz a 7040Hz durante 3 seg.	45
Figura 20 Beethoven, concierto para piano no. 4 (3rd MVT), en Key G Maj, piano y orquesta, Emotion: feliz	46
Figura 21 Albinoni Adagio G min Orchestra, emoción: triste	47
Figura 22 Bloque silencioso	50
Figura 23 Parámetros de paradigma de muestreo disperso empleados	58
Figura 24 Formato de paradigma de muestreo disperso finalizado-doble volumen	59
Figura 25 Formato de paradigma de muestreo disperso finalizado-volumen único	60
Figura 26 Diseño experimental, estímulos silenciosos, parámetros de paradigma de muestreo disperso utilizados para optimizar, ejecutar formato, análisis de variables explicativas	64
Figura 27 Giro y amígdala de Heschl lateralization hemisférico por la activación y la desactivación	70
Figura 28 Giro de Heschl & activación de la amígdala % desactivación perfil subdivisión diferencias	71
Figura 29 Diseño experimental	83
Figura 30 Lateralidad hemisférica	84
Figura 31 Diseño experimental a partir de material suplementario	85
Figura 32 Ejemplo de descomposición de estímulos	86

Figura 33 Psicofísica de descomposición de estímulos.....	87
Figura 34 La respuesta psicofísica de la fMRI ante la resolubilidad emocional.....	88
Figura 35 Diferencias de lateralidad.....	90
Figura 36 Puenteando la música a las modalidades emocionales.....	97
Figura 37 Análisis de potencia basado en el tamaño del efecto de la literatura.....	115

19.Lista de ecuaciones

Ecuación 1 Identidad de Leonard Euler.....	36
Ecuación 2 Relación de identidad de Euler.....	36
Ecuación 3 Expansión algebraica.....	37
Ecuación 4 Transformada de Hilbert.....	38
Ecuación 5 Fourier transforma $F(\omega)$ de una señal $f(t)$	38
Ecuación 6 La transformada de Fourier $F(\omega)$ de una señal $f(t)$ incorporando funciones de seno & coseno.....	38
Ecuación 7 Parte real de $F(\omega)$	38
Ecuación 8 Parte imaginaria de $F(\omega)$	39
Ecuación 9 Transformada de Fourier inversa.....	39
Ecuación 10 Teorema de transformada de Fourier inverso.....	39
Ecuación 11 filtro de paso de banda tiene una función de transferencia de sistema en la forma de $[\omega_{min}, \Omega_{Max}]$	40
Ecuación 12 ROI modulación suma de las diferencias absolutas del valor t	67
Ecuación 13 Porcentaje de identificación total del cambio absoluto.....	67
Ecuación 14 Modulación ponderada para cálculos de la figura 5.....	67
Ecuación 15 El de Cohen d cálculo para el tamaño del efecto.....	114
Ecuación 16 La σ para la determinación del tamaño del efecto.....	114

20.Lista del anexo

Anexo 1 Hipótesis nula pruebas estadísticas y análisis de potencia.....	112
Anexo 2 Estudios de la tarea de identificación emocional.....	120
Anexo 3 Explicación de Hilbert.....	124
Anexo 4 El código de ejecución de MATLAB de fMRI.....	142

21. Índice

- Amígdala, 9, 12, 13, 18, 19, 20, 23, 27, 56, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 71, 74, 76, 80, 81, 83, 84, 86, 87, 89, 91, 95, 102, 103, 104
- Auditivo, 9, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 51, 54, 56, 57, 65, 67, 80, 81, 83, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 106, 126
- descomposiciones de banda-sabio, 44, 82
- De abajo hacia arriba, 24
- Buda, 10, 92
- la quimerización, 39, 43
- Señales, 9, 18, 26, 64, 67, 68, 70, 71, 75, 78, 80, 81, 83, 88, 93
- dorsal "donde", 18, 27
- Emoción, 9, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 39, 42, 44, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 94, 95, 96, 101, 102, 103
- Env, 44, 60, 67, 69, 70, 71, 80, 81
- En, 25, 44, 60, 67, 69, 70, 71, 80, 82
- Geschwind, 20, 68, 89
- Hemisférica, 9, 19, 58, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 102, 103
- Hilbert, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 44, 89, 90, 91, 97, 110, 111, 115, 116, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127
- Hipótesis, 14, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 60, 64, 89, 93, 100, 101, 102, 103
- Música, 11, 61, 84, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, 104, 106, 111
- muestreo escaso, 12, 28, 40, 43, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 61, 69, 74, 76, 84
- Muestreo disperso, 50, 52, 57, 77
- Estímulos, 9, 18, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 102, 103, 104, 105, 106, 128
- Arriba hacia abajo, 24
- ventral "lo que", 18, 27**

Anexo 1 | Hipótesis nula pruebas estadísticas y análisis de potencia

Hipótesis nula pruebas estadísticas

Un análisis de energía es parte de la hipótesis nula procedimientos de pruebas de significancia (NHST) de estadísticas paramétricas, formulados originalmente por Neyman y Pearson (1928a; 1928b; Neyman, 1942). Presento estos conceptos para aclarar la terminología que utilizaré liberalmente en la siguiente descripción. He intentado el procedimiento en diferentes formatos.³

Hipótesis nula (H^0): No hay diferencia entre dos medios de diferente. A menudo la hipótesis es la negación del punto final en el que estamos realmente interesados (que el tratamiento farmacológico es mejor que el placebo) — de ahí el "nulo" en la nomenclatura.

³ Morgan, 1998; debido a la confiabilidad a menudo en diversos cálculos de las fórmulas para el procedimiento de interés (McCullough, 1998).

Hipótesis alternativa (H^a): Cuando la hipótesis nula (H_0) es concluida falso, la hipótesis alternativa (h_a) se concluye verdad.

Energía (1-B): Sensibilidad de la prueba; probabilidad de rechazar correctamente hipótesis nula falsa, generalmente: $0,8 >$ deseable. La energía depende de la variabilidad en el conjunto de datos, tamaño de la muestra, y la diferencia mínima deseada quería detectar entre los grupos. Se utiliza la potencia de una prueba para estimar el tamaño de muestra adecuado.

Error de tipo I (α): probabilidad de rechazar hipótesis nula cuando es verdad. Error de tipo I es la definición real de un valor P: probabilidad de α .

Error de tipo II (β): probabilidad de aceptar una hipótesis nula cuando es falso

Tabla 6 | Pruebas de hipótesis, inferencia, decisión y resultados de experimentos

Decisión		Resultado		
		H_0 Verdadero (sin diferencia)	H_0 False (diferencia significativa)	
Fallo	rechazar	H_0	Aceptación correcta ($1-\alpha$)	Error de tipo II (β)
(conclusión: no hay diferencia significativa)				
Rechazar	H_0	(conclusión: diferencia significativa)	Error de tipo I (α)	Potencia (rechazo correcto);($1-\beta$)

Un análisis de energía no es un simple Plug and Chug ejercicio. Me Manipular las variables sobre una base itinerante para los medios sin emoción (Media1), Emoción (Mean2), desviación estándar (S1 y S2, respectivamente), tamaño de la muestra (N1 y N2, respectivamente), alfa (α) y beta (β). Al itinerar las variables, se selecciona un rango de valores, un límite inferior de una media y un límite superior de media basado en la desviación estándar, para abarcar grupos que tienen valores cada vez más solapados. Este aspecto simula los tamaños de grupo de un número especificado que se incrementa menos estadísticamente significativamente diferente. Esto es beneficioso para ver "lo que sucedería si" los medios donde mucho más cerca de lo que suponemos. Puedo realizar esto con los tamaños de efecto de cada estudio para adquirir un tamaño de efecto flashback único post-hoc sobre sus datos para el grupo de estudios estructurales que tenemos (Hedges, 1982; Rosenthal, Rubin, 1982).

Tamaños de efecto para la emoción y análisis de potencia

Divulgamos los tamaños post-hoc del efecto en línea las pautas de la Asociación Psicológica Americana (APA) en la divulgación estadística (Wilkinson y el grupo de tareas de APA sobre la inferencia estadística, 1999). Según lo recomendado (friston, 2012), se realizaron búsquedas en la bibliografía sobre el metanálisis funcional de las emociones para discernir un efecto pre-experimento del tamaño de la emoción (Witteman et al., 2012; Wager et al., 2003; Phan et al., 2002; Vigneau et al., 2006; Schirmer et al., 2012) para reforzar nuestras estadísticas contra las correlaciones espurias y "triviales" (Eklund, Nichols, Knutsson, 2016; Friston, et al., 2009; Fisher y Student, 2012; Genovese, et al., 2002); sin embargo, los promedios no eran fácilmente discernibles para las estadísticas de tamaño del efecto. Por lo tanto, derivamos las estadísticas del tamaño del efecto de las revisiones por Koelsch (2005; 2010; 2014) para la emoción en música; pero, sólo para estudios funcionales con psicofísica (Brattico et al., 2011; Kawakami et al., 2013; Khalifa et al., 2005; Khalifa et al., 2008; Mitterschiffthaler y otros., 2007; Park et al., 2015).

El tamaño del efecto d se define como la diferencia entre los medios del grupo, $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$, dividido por desviación estándar de la media (σ) de cualquiera de los grupos (Cohen, 1988; Cohen, 1992). Para el presente estudio tomamos la media entre una emoción segura e incierta por el hemisférico la lateralización, expresada como valor t para el ROI bajo investigación. La desviación estándar, σ es una función de $(X - \bar{X})^2$ donde el X Menos \bar{X} es una resta de la media de cada valor del conjunto de datos al cuadrado, y N el número de valores de datos en el DataSet.

Ecuación 15 | El de Cohen d cálculo para el tamaño del efecto

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma}$$

Ecuación 16 | La σ para la determinación del tamaño del efecto

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{N}}$$

Para incorporar el cálculo del tamaño del efecto (ES) de la emoción de los metanálisis (Witteman et al., 2012; Wager et al., 2003; Phan et al., 2002; Vigneau et al., 2006; Schirmer et al., 2012) consideramos la siguiente hipótesis basado en pruebas estadísticas de hipótesis nula; donde H_0 es true, donde $ES = 0$. Que es no es diferente a cero y la aceptación de H_a donde $ES \neq 0$ para las pequeñas ES de $\approx 0,2$, medio ES de $\approx 0,5$, y gran efecto de $\approx 0,8$ (Cohen, 1992; Strube, 1985). Las estadísticas del tamaño del efecto se calcularon para: 1) amígdala funcionamiento para el hemisferio lateralization donde el efecto del hemisferio

izquierdo es diferente y no igual a un efecto del hemisferio derecho por tamaño de la muestra y 2) amígdala que funciona para la emoción (e.g. feliz/triste) contra el efecto nulo (es decir, neutral) para determinar los estímulos Prominencia. Todo el análisis de energía utilizó tamaños del efecto tomados de la literatura. Primero localizamos para la amígdala y las regiones de giro de Heschl, donde el estudio no incluye estas regiones, buscamos ROI de interés similar como el giro temporal superior y el hipocampo.

Figura 37 | Análisis de potencia basado en el tamaño del efecto de la literatura

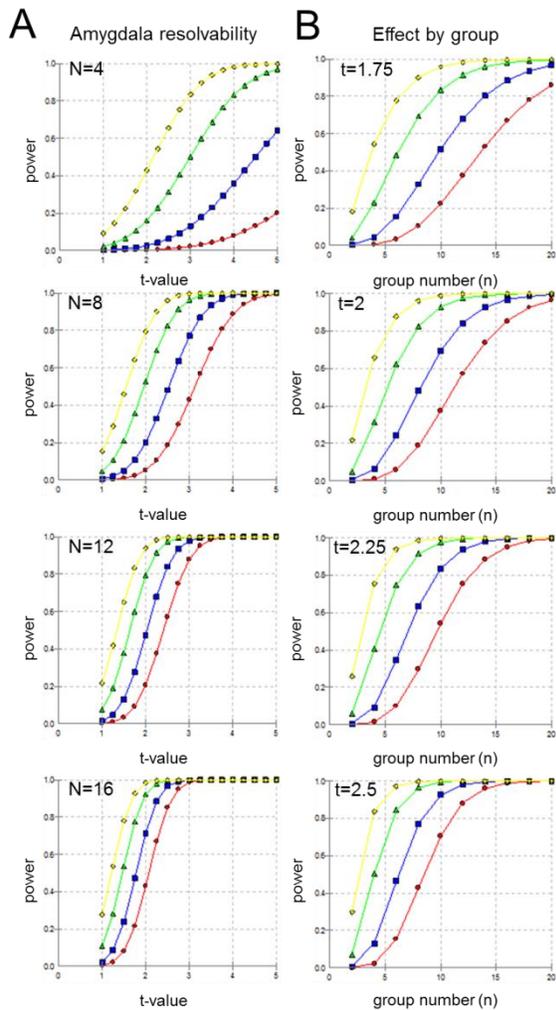


Figura 37 | Análisis de potencia basado en el tamaño del efecto de la literatura. Figura. Cálculos de análisis de potencia de Koelsch (2014, Nat Rev Neurosci. 15; 170 – 180). Se calcularon las estadísticas del tamaño del efecto utilizando Koelsch, 2014 para la amígdala Hemisférica lateralización y amígdala que funcionan a estímulos emocionales. Alfa se calculó para $\alpha = 0,05$ (amarillo), 0,01 (verde), 0,001 (azul), 0,0001 (rojo) calculado dentro de un grupo. **(A)** Resolubilidad de la amígdala durante la emoción en comparación con el nulo para la lateralización hemisférica. Para un tamaño de grupo $n = 10$ en Alpha $\alpha = 0,01$ hay baja probabilidad de un error de tipo 1 (es decir, rechazar una hipótesis falsa nula) basándose en la bibliografía anterior. Nuestro estudio funcional de MRI fue $n = 16$ para dos corridas donde H_a era diferente de H_0 en función de una activación o desactivación significativas. La potencia se encuentra en el eje Y y la diferencia de valor t en la categoría en el eje X para $n = 4, 8, 12$ y 16 . **(B)** La modulación de Amygdala al funcionamiento basado emoción observado para las emociones tales como miedo, alegría, feliz, y los estímulos tristes diferentes que neutral en literatura anterior. Tenemos la diferencia media del valor t en el espacio voxel (> 100 voxels) para la categoría de emoción factorizada por el número necesario. Un tamaño de grupo $n = 10$ también proporciona una probabilidad baja de cometer un error de tipo I.

Tabla 7 | Estudios para determinar las estadísticas del tamaño del efecto de la emoción

Estudio	Valores originales
Koelsch et al. 2006, Hum cerebro MAPP. 27:239 – 250. fMRI N = 11.	Desagradable > agradable estímulos. AMG-L t = 4.7 & AMG-R t = 3.3, L-HC t = 5.7, R-HC t = 3.8. Agradable > desagradable HG-L t = 4.9 & HG-R t=4.6; R-IFG t = 5.1, L-IFG t = 3.5
Mitterschiffthaler et al., 2007, Hum Brain MAPP 28:1150-62. fMRI-N = 16	Happy-STG-L Z = 4,96, STG-R Z = 4,54, Sad STG-L Z = 4,07, STG-R Z = 3,99. Calificación feliz 79.82 ± 13.51 y triste calificación $34,55 \pm 17,23$ con 100 y 0 indicando feliz y triste, respectivamente. L-PHCG z = 3.31, R-PHCG/AMG z = 3.25.
Brattico et al., 2011, frente Psychol. 2011 2:308. FMRI-N = 15	<p>música triste con letras < sad música sin letra (t = 2.6), música feliz sin letra > música feliz con letras (t = 2.7). Música feliz versus triste STG-L Brodmann 22 Z = 3.9 y Brodmann 42 Z = 3,55.</p> <p>Música triste con letras vs música triste sin letra, L-Amygdala Z = 4,26, R-PHCG/AMG z = 3.75; STG-R Z = 4,87, STG-L Z = 4,54. R-IFGz =, L-IFG z =.</p> <p>Feliz música sin letra vs feliz con letra R-IFG z =, L-SFG z = 3.94. Efecto de la letra en la música triste > Happy STG-R Z = 3,98, STG-L Z =. L-IFG z =, R-STG z =, R-IFG z =. [desconocido – familiar: $\chi^2 (3) = 11,5$, $p < 0,01$, Sad – Happy: $\chi^2 (3) = 199,8$, $p < 0,0001$, sintiéndose triste – sintiéndose feliz: $\chi^2 (3) = 115,3$, $p < 0,0001$, disgustado – gustó: $\chi^2 (3) = 27,4$, $p < 0,0001$, desagradable – agradable: $\chi^2 (3) = 33,02$, $p < 0,0001$, feo – hermoso: $\chi^2 (3) = 38,1$, $p < 0,0001$].</p>
Koelsch y otros., 2008, NeuroReport. 19 (18): 1815-9. fMRI-N = 12 no-músicos y N = 12 músicos.	AMG-L $p < 0.05$ y AMG-R $p < 0.002$ a acordes irregulares, acordes de pleasantness/unpleasantness. Psycho: calificaciones regulares de acordes $7,0 \pm 0,77$ músicos y no músicos 7.4 ± 1.4 . Valencia para acordes irregulares 2.8 ± 0.69 no músicos y $3,6 \pm 1,34$ músicos. El acorde de factor ANOVA (regular/irregular) y el grupo (músico/no) indicaron un efecto principal del acorde $F_{1,22} = 136,9$, $P < 0.0001$, reflejando acordes regulares se percibieron como más agradables que los acordes irregulares, pequeño efecto del Grupo $F_{1, 22} = 136,9$, $P < 0.059$, reflejando que los músicos tendían a calificar tanto los finales regulares como los irregulares como más agradables que los no músicos. No se han notificado valores para discernir los tamaños de efecto

<p>Kanu et al., 2005, NeuroReport. 16 (18): 1981-4. FMRI-N = 13</p>	<p>Felicidad o tristeza, en una escala de 5 puntos de la música clásica occidental en mayor en menor. Los extractos importantes rápidos fueron clasificados como los extractos más felices (media = 4.2 ± 0.5) seguidos por el menor rápido (3.4 ± 0.4), el comandante lento (media = 2.7 ± 0.3) y los extractos menores lentos (media = 1.9 ± 0.3). El contraste menor con los extractos principales reveló activaciones en el convoluciones frontal izquierdo del medial (BA 10) y superior (BA 9) y en el convoluciones posterior derecho e izquierdo del cíngulo (BA 31). R & L BA31 Z = 5,5, L-BA10 Z = 5.1, L-BA9 Z = 5,2. El contraste de la interacción para las condiciones del modo y del tempo también demostró activaciones significativas generales en la convolución del cerebro frontal medial izquierda (BA 9), en la convolución del cerebro frontal media derecha (BA 6) y en el giro anterior derecho del cingulada (BA 24). L-BA9 Z = 5.3, R-BA6 Z = 5,0, R-BA24 Z = 5,2. N = 13</p>
<p>Suzuki et al., 2008, Cogn afecta a comportamiento Neurosci. 8 (2): 126-31. PET – N = 13</p>	<p>secuencias de acordes 96-48 acordes de consonante y disonante de clave mayor y 48 acordes de consonante y disonante de clave menor. Giro frontal medio bilateral Z = 5.5 y giro temporal superior bilateral Z = 5. Hermosos acordes midbrain dorsomedial Z = 3,97, disonancia fea derecha inferior lóbulo parietal Z = 3,56, Insula izquierda Z = 3,3 y subgyral frontal izquierdo Z = 3,30. Tecla menor en comparación con la tecla principal L-PHC z = 3.45. B – majc vs. b – MinC izquierda-media giro temporal Z = 3,46. B-majc frente a U-Majd izquierda-media giro temporal Z = 3,77. B – minC contra U – mente, midbrain L-dorsomedial Z =, R-IFG Z = 3.54, L-ACG Z = 3.35. Donde, hermoso, consonante de la principal-llave (B-majC) acordes; acordes de consonante (B – minC) hermosos, de poca importancia; los acordes desagradables, de gran clave disonantes (U-majD); y feo, menor clave disonante (U-minD) acordes</p>
<p>Salimpoor et al., 2011, NAT Neurosci. 14 (2): 257-62. PET & fMRI – N = 8</p>	<p>Se experimentó un mayor placer durante la condición de música placentera sobre la condición de música neutra ($t = 25.0$, $P < 0,001$), durante la experiencia de placer pico en comparación con el neutro, se incrementó la respuesta BOLD en el R-NAcc ($t = 2,8$). El aumento de la</p>

	<p>respuesta Bold también se encontró durante la anticipación en gran parte confinada al caudado derecho ($z = 14$; $t = 3,2$).</p>
<p>Blood et al. 1999. NAT Neurosci. 2 (4): 382-7. PET, N = 10.</p>	<p>El grado de disonancia fue variado estableciendo estímulos agradables y desagradables. Las correlaciones positivas denotan una disonancia creciente; las correlaciones negativas denotan la consonancia cada vez mayor. Disonante menos ruido R-STG $t = 3.55$, L-STG $t = 3.03$, R-PHCG $t = -3.48$. Consonante menos ruido R-STG $t = 3.7$, L-STG $t = 3.42$, R-PHCG $t = -3.48$.</p>
<p>Chapin et al., 2010. PLoS uno. 5 (12): e13812. fMRI N = 21</p>	<p>Chopin alteró extractos. Rendimiento musical expresivo, pianista cualificado con variaciones naturales en el tiempo y la intensidad sonora, y un rendimiento mecánico para controlar los aspectos composicionales del estímulo, como los valores medios de tempo y la intensidad sonora. Expresivo V. mecánico: R-PHC $F = 18.94$, R-IFG $f = 9.63$, L-SFG $f = 8.3$. Experimentado V inexperto L-PHC $f = -8.16$. Tempo: L-SFG $T = 2.99$, R-ST $t = 2.99$. Excitación emocional: experimentado V inexperto. L-IP $t = 3.15$, R-IP $t = 3.00$, R-SFG $t =$</p>
<p>Koelsch & Skouras 2014, Hum cerebro MAPP. 35 (7): 3485-98. fMRI, N = 20</p>	<p>Alegría, miedo y neutral. Joy > miedo: L-AMG-SP $z = 3.38$, R-AMG-LB $z = 3.7$, L-HPC $Z =$, L-AMG-LB $z = 3.7$, R-HPC $z = 7$. P: Joy $4,9 \pm 0,2$, miedo $3,5 \pm 0,3$. Calificaciones de alegría, más altas para la alegría que neutral $t = 4.92$, y más alto para neutral que el miedo $t = 2.55$. Calificaciones de miedo, más altas para el miedo que el neutro $t = 3.00$ y más alto para neutral que Joy $t = 5.08$.</p>
<p>Eldar et al., 2007 Cereb Cortex. 17 (12): 2828-40. fMRI, n = 14</p>	<p>Visual y auditivo Estímulos. Música los clips eran de tonos emocionales positivos (alegres), negativos (asustadizos) o neutrales (simples y monotónicos). 1) los clips de película eran de carácter emocionalmente neutral; 2) acompañado de música emocional, interpretada como negativa y positiva; 3) los clips de película no contenían diálogos; y 4) los clips de película no representan actores o escenas muy familiares. Combinaciones negativas R-AMG-AL $t = 4.81$, R-IFG BA47 $t = 4.08$, R-ITG BA37 $t = 4.29$, combinación positiva: R-IFG BA47 $t = 4.40$, R-STG BA22 $t = 5.2$, R-ITG BA21 $t =$, L-ITG $t = 4.16$. Neutro: R-IFG BA45 $t = 4.43$.</p>

<p>Caria et al., 2011, Cereb Cortex. 21 (12): 2838-49. fMRI, N = 22</p>	<p>Piezas musicales clásicas de los siglos XVIII, XIX y XX del oeste, aquí nombraron ' ' estándar ' ' y prefirieron piezas musicales felices y tristes seleccionadas por los participantes, aquí nombradas ' ' favoritas. Feliz, estándar y favorito > control de los estímulos: R-IFG t = 5.27, L-STG t = 5.26, R-STG t = 4.20, L-IFG t = 4,05, R-IFG t = - Feliz, favorito > estándar: R-SFG t = 7.11, R-HG t = 6.1, L-STG t = 5.38 Sad, estándar y favorito > estímulos de control: L-Insula t = 4.08, R-Insula t = 4,95, L-IFG t = 4.70. Trastorno del espectro autista versus controles.</p>
<p>Koelsch et al., 2013, neuroimage. 2013 de noviembre de 1; 81:49-60.</p>	<p>alegría > miedo: L-HG z =, R-HG t =, L-AMG-SP t =, R-AMG-SP t = 2.53. Los valores z positivos (columna derecha más externa) indican una conectividad funcional más fuerte durante la alegría comparada con el miedo, mientras que los valores z negativos indican una conectividad funcional más fuerte durante el miedo en comparación con la alegría. Auditivo izquierdo corteza-L-HG z = 3.17, R-HG t = 3.16. Corteza auditiva derecha – L-PT z = 3.22, R-PT z = 3.13. Izquierda SP-AMG – R-PT Z = 3.75. Derecho SP-AMG – MD tálamo z = 3.22.</p>
<p>Park, et al., 20015, Front Hum Neurosci. 30 de enero; 8:1049.</p>	<p>Base de datos de habla emocional de Berlín, evaluó las oraciones semánticamente neutras habladas en alemán en seis tonos emocionales diferentes (felicidad, tristeza, miedo, asco, aburrimiento, neutral)</p>

N-número de individuos en el estudio. L-izquierda, R-derecha, P-psychophysically, GYRUS temporal de STG-superior, convolución del cerebro del cíngulo de ACG-anterior, accumbens del NACC-núcleo. IFG – GYRUS frontal inferior, GYRUS PHCG-parahippocampal, HC-Hippocampus. GYRUS frontal de SFG-superior, parietal IP-inferior. AL-anterolateral, PT-Planum temporale.

Anexo 2 | Estudios de la tarea de identificación emocional

- 1) Aubé W, Angulo-Perkins A, Peretz I, Concha L, Armony JL. Miedo a través de los sentidos: respuestas cerebrales a la música, vocalizaciones y expresiones faciales. SOC Cogn afecta a Neurosci. 2015 mar; 10 (3): 399-407.

- 2) Aubé W, Peretz I, Armony JL. Los efectos de la emoción en la memoria para la música y vocalizaciones. *Memoria*. 2013; 21 (8): 981-90. (Tarea de identificación de emociones – extractos)
- 3) Dalla bella S, Peretz I, Rousseau L, Gosselin N, Ayotte J, Lavoie A. desarrollo de la distinción feliz-triste en la apreciación de la música. ¿El tempo emerge antes que el modo? *Ann N Y acad SCI*. 930:436-8.
- 4) Dalla bella S, Peretz I, Rousseau L, Gosselin N, Ayotte J, Lavoie A. desarrollo de la distinción feliz-triste en la apreciación de la música. ¿El tempo emerge antes que el modo? *Ann N Y acad SCI*. 2001 Jun; 930:436-8.
- 5) Dalla bella S, Peretz I, Rousseau L, Gosselin N. (2001b) un estudio de desarrollo del valor afectivo del tempo y el modo en la música. *Cognición*. ; 80 (3): B1-10.
- 6) Dalla bella S, Peretz I, Rousseau L, Gosselin N. Un estudio de desarrollo del valor afectivo del tempo y el modo en la música. *Cognición*. 2001 Jul; 80 (3): B1-10.
- 7) Dellacherie D, Roy M, Hugueville L, Peretz I, Samson S. El efecto de la experiencia musical en los autoinformes emocionales y las respuestas psicofisiológicas a la disonancia. *Psicofisiología*. 2011 mar; 48 (3): 337-49. (Tarea de identificación de emociones – extractos)
- 8) Drapeau J, Gosselin N, Gagnon L, Peretz I, Lorrain D. reconocimiento emocional de la cara, la voz y la música en la demencia del tipo de Alzheimer. *Ann N Y acad SCI*. 2009 Jul; 1169:342-5.
- 9) Drapeau J, Gosselin N, Peretz I, McKerral M. reconocimiento emocional de las expresiones faciales, vocales y musicales dinámicas que siguen lesión cerebral traumática. *Cerebro INJ*. 2017; 31 (2): 221-229.
- 10) Fritz T, Jentschke S, Gosselin N, Sammler D, Peretz i, Turner R, anuncio de Friederici, Koelsch S. reconocimiento universal de tres emociones básicas en música. *Curr Biol*. 2009 Apr 14; 19 (7): 573-6.
- 11) Gagnon L, Peretz I, Fülöp T. determinantes estructurales musicales de los juicios emocionales en la demencia del tipo Alzheimer. *Neuropsicología*. 2009 Jan; 23 (1): 90-7. (Tarea de identificación de emociones)
- 12) Giannantonio S, Polonenko MJ, Papsin BC, Paludetti G, Gordon KA. La experiencia cambia cómo se juzga la emoción en la música: evidencia de los niños que escuchan con implantes cocleares bilaterales, dispositivos bimodales y audición normal. *PLoS uno*. 2015 Aug 28; 10 (8): e0136685.
- 13) Giannantonio S, Polonenko MJ, Papsin BC, Paludetti G, Gordon KA. La experiencia cambia cómo se juzga la emoción en la música: evidencia de los niños que escuchan con implantes cocleares bilaterales, dispositivos bimodales y la audición normal *PLoS 1 10 (8)*, e0136685. 2015 el 28 ago
- 14) Gosselin N, Paquette S, Peretz I. sensibilidad a las emociones musicales en amusia congénita. *Corteza*. 2015 Oct; 71:171-82.

- 15) Gosselin N, Peretz I, Hasboun D, Baulac M, Samson S. deterioró el reconocimiento de emociones musicales y de expresiones faciales que seguían la supresión anteromedial del lóbulo temporal. *Corteza*. 2011 Oct; 47 (9): 1116-25. (Tarea de identificación de emociones – extractos)
- 16) Gosselin N, Peretz i, Johnsen E, Adolphs R. (2007). El daño de amígdala perjudica el reconocimiento emocional de la música. *Neuropsychologia* 45, 236 – 244.
- 17) Gosselin N, Peretz i, Johnsen E, Adolphs R. el daño de Amygdala deteriora el reconocimiento de la emoción de la música. *Dementia*. 2007 28 de enero; 45 (2): 236-44. (Tarea de identificación de emociones)
- 18) Gosselin N, Peretz I, Noulhiane M, Hasboun D, Beckett C, Baulac M, Samson S. deterioro del reconocimiento de la música de miedo después de la supresión unilateral del lóbulo temporal. *Cerebro*. 2005 mar; 128 (PT 3): 628-40. (Tarea de identificación de emociones)
- 19) Gosselin N, Samson S, Adolphs R, Noulhiane M, Roy M, Hasboun D, Baulac M, Peretz I. las respuestas emocionales a la música desagradable se correlacionan con el daño a la corteza parahippocampal. *Cerebro*. 2006 Oct; 129 (PT 10):-92. (Tarea de identificación de emociones)
- 20) Hopyan T, Dennis M, Weksberg R, Cytrynbaum C. habilidades de la música y la interpretación expresiva de la música en niños con el síndrome de Williams-Beuren: echada, ritmo, imágenes melódicas, fraseo, y efecto musical. *Neuropsychol del niño*. 2001 mar; 7 (1): 42-53.
- 21) Hopyan T, Gordon KA, Papsin BC. Identificar emociones en la música a través de la audición eléctrica en niños sordos usando implantes cocleares. *Implantes cocleares int*. 2011 Feb; 12 (1): 21-6. (Tarea de identificación de emociones)
- 22) Hopyan T, Laughlin S, Dennis M. emociones y su control cognitivo en niños con tumores cerebelosos. *J int Neuropsychol SOC*. 2010 Nov; 16 (6): 1027-38 (tarea de identificación de emociones)
- 23) Hopyan T, Manno FA, Papsin BC, Gordon KA. Triste y feliz emoción discriminación en la música por los niños con implantes cocleares. *Neuropsychol del niño*. 2016; 22 (3): 366-80.
- 24) Hopyan T, Peretz I, Chan LP, Papsin BC, Gordon KA. (2012) los niños que usan implantes cocleares capitalizan la audición acústica para la percepción musical. *Frente Psychol*. 22; 3:425.
- 25) Hopyan T, Peretz I, Chan LP, Papsin BC, Gordon KA. Los niños que usan implantes cocleares capitalizan la audición acústica para la percepción musical. *Frente Psychol*. 2012 Oct 22; 3:425.
- 26) Khalfa S, Guye M, Peretz I, CHAPON F, Girard N, Chauvel P, Liégeois-Chauvel C. evidencia de las estructuras temporales anteromedial lateralizadas implicación en el proceso musical de la emoción. *Dementia*. 2008 Aug; 46 (10): 2485-93. (Tarea de identificación de emociones – cambiada)

- 27) Khalfa S, Roy M, Rainville P, Dalla bella S, Peretz I. papel del arrastre de tempo en la diferenciación psicofisiológica de la música feliz y triste? *Int J Psychophysiol.* 2008 Apr; 68 (1): 17-26. (Tarea de identificación de emociones – cambiada)
- 28) Narme P, Peretz I, Strub ML, ERGIS AM. Efectos emocionales en la memoria musical implícita y explícita en el envejecimiento normal. *Envejecimiento Psíquol.* 2016 Dec; 31 (8): 902-913.
- 29) Paquette S, Peretz I, Belin P. Las "ráfagas emocionales musicales": un conjunto validado de efectos musicales se estalla para investigar el procesamiento afectivo auditivo. *Frente Psychol.* 2013 Aug 13; 4:509. (Extractos de tareas de identificación de emociones – 1,6 segundos)
- 30) Peretz I, sangre AJ, Penhune V, Zatorre RJ. (2001) sordera cortical a la disonancia. *Cerebro* 124:928-40.
- 31) Peretz I, Champod AS, Hyde K. (2003) variedades de trastornos musicales. La batería de evaluación de amusia de Montreal. *Ann N Y acad SCI.* 999:58-75.
- 32) Peretz I, Gagnon L, Bouchard B. (1998) música y emoción: determinantes perceptuales, inmediatez y aislamiento después del daño cerebral. *Cognición* 68:111-41.
- 33) Peretz I, Gagnon L, Bouchard B. música y emoción: determinantes perceptuales, inmediatez, y aislamiento después del daño cerebral. *Cognición.* 1998 Aug; 68 (2): 111-41.
- 34) Peretz I, Gaudreau D, bonnel AM. (1998b) efectos de exposición sobre la preferencia musical y el reconocimiento. *MEM cognit.* 26 (5): 884-902.
- 35) Peretz I, Gaudreau D, bonnel AM. Efectos de exposición sobre la preferencia musical y el reconocimiento. *MEM cognit.* 1998 Sep; 26 (5): 884-902.
- 36) Peretz i, Gosselin N, Nan Y, Caron-Caplette E, Trehub SE, Béland R. (2013) una herramienta novedosa para evaluar las habilidades musicales de los niños a través de la edad y la cultura. *Frente Syst Neurosci.* 7:30 (batería de Montreal de evaluación de habilidades musicales (MBEMA))
- 37) Peretz i, Gosselin N, Nan Y, Caron-Caplette E, Trehub SE, Béland R. Una herramienta novedosa para evaluar las habilidades musicales de los niños a través de la edad y la cultura. *Frente Syst Neurosci.* 2013 Jul 10; 7:30.
- 38) Peretz I. La naturaleza de la música desde la perspectiva biológica. *Cognición.* 2006 de mayo; 100 (1): 1-32.
- 39) Polonenko MJ, Giannantonio S, Papsin BC, Marsella P, Gordon KA. La percepción musical mejora en niños con implantes cocleares bilaterales o dispositivos bimodales. *J Acoust SOC AM.* 2017 Jun; 141 (6): 4494

- 40) Quoniam N1, ERGIS AM, Fossati P, Peretz I, Samson S, Sarazin M, Allilaire JF. Memoria emocional implícita y explícita para las melodías en la enfermedad de Alzheimer y la depresión. *Ann N Y acad SCI*. 2003 noviembre; 999:381-4.
- 41) Roy M, Lebus A, Hugueville L, Peretz I, Rainville P. modulación espinal de la nociception por la música. *EUR J Pain*. 2012 Jul; 16 (6): 870-7.
- 42) Roy M, Mailhot JP, Gosselin N, Paquette S, Peretz I. modulación del reflejo del susto por la música agradable y desagradable. *Int J Psychophysiol*. 2009 Jan; 71 (1): 37-42. (Tarea de identificación de emociones – extractos)
- 43) Van den stock J, Peretz I, Grèzes J, de Gelder B. la música instrumental influye en el reconocimiento del lenguaje corporal emocional. *Cerebro Topogr*. 2009 de mayo; 21 (3-4): 216-20. (Tarea de identificación de emociones)
- 44) Vieillard S, Roy M, Peretz I. (2012B) expresividad en las emociones musicales. *Psychol res*. 76 (5): 641-53.
- 45) Vieillard S, Roy M, Peretz I. expresividad en emociones musicales. *Psychol res*. 2012 Sep; 76 (5): 641-53. (Tarea de identificación de emociones – extractos)
- 46) Vieillard S., Peretz I., Gosselin N., Khalfa S., Gagnon L., Bouchard B. (2008) extractos musicales felices, tristes, aterradores y pacíficos para la investigación sobre las emociones. *Cognición y emoción*. 22:720 – 752. (Feliz, triste, miedo y la emoción musical pacífica (HSSPME))
- 47) Volkova A, Trehub SE, Schellenberg EG, Papsin BC, Gordon KA. (2013) los niños con implantes cocleares bilaterales identifican la emoción en el habla y la música. *Implantes cocleares int*. 14 (2): 80-91.
- 48) Volkova A, Trehub SE, Schellenberg EG, Papsin BC, Gordon KA. Los niños con implantes cocleares bilaterales identifican la emoción en el habla y la música. *Implantes cocleares int*. 2013 Mar; 14 (2): 80-91.
- 49) Weisgerber A, Vermeulen N, Peretz I, Samson S, Philippot P, Maurage P, de Graeuwe D'Aoust C, de Jaegere A, Delatte B, Gillain B, de Longueville X, Constant E. el reconocimiento facial, vocal y musical de la emoción se altera en pacientes esquizofrenicos paranoicos. *Psiquiatría res*. 2015 Sep 30; 229 (1-2): 188-93.

Anexo 3 | Hilbert Explicación

```

% Hilbert Explicación
% Hilbert La explicación fue escrita para la tesis doctoral de FAM Manno y
% proyecto propuesto por Manno FAM & barrios F: evaluación de la respuesta cortical
% a las características acústicas de la música a través de fMRI en la Universidad
% Nacional Autónoma de México (UNAM) Instituto de Neurobiología (INB) at
% Campus Juriquilla, Boulevard Juriquilla 3001, Juriquilla, 76230 Santiago
% de Querétaro, QRO, Mexico. For correspondence, please email Dr. Fernando A Barrios, PhD
% fbarrios@unam.mx Copyright © Francis Manno & Fernando barrios, 2014.
% Esta explicación se proporcionó como una base paso a paso y un ejemplo
% para la construcción, deconstrucción y reconstrucción de una señal para
% demuestran la funcionalidad del Hilbert Transformar. El ejemplo
% aquí estipulado es construcción, deconstrucción y reconstrucción de
% A4-440Hz y N = 4 armónicos. Elegimos el A4-440Hz y los armónicos de los mismos
% porque es un tono puro muy simple a través del cual la progresión
% los pasos de la alteración pueden ser representados y escuchados vívidamente
% Mozart sinfónico o Beethoven con una multiplicidad de señales).
%
% Hilbert código es nuestro propio, el código de generador de tono fue recuperado y alterado
% desde el sitio web de MATLAB y alterado para ajustarse a nuestros propósitos, el desvanecimiento
% función se utiliza sin tocar, todo se cambia dramáticamente para adaptarse a un
% de la demostración del Hilbert Transformar.
% Función necesaria: filter_it. m & fade. m
%
% De cotización de Hermann von Helmholtz. En las sensaciones de tono como
% Base fisiológica para la teoría de la música

%-----Iniciar código-----

% TONE_GENERATOR generar tono puro o mezcla de tonos puros. Este código fue
% derivado de Wojcicki en el sitio de MATLAB.
%
% T = TONE_GENERATOR (FS, D, A, F, P, FD) generan y devuelven en T muestras de
% un tono puro, o mezcla de tonos puros, con frecuencia de muestreo FS,
% duración de la señal D, amplitudes de tono a, frecuencias de tono F, tono
% fases P y duraciones de fundido y desvanecimiento FD.

```



```

%
% Entradas
% FS frecuencia de muestreo (Hz).
%
Duración de la señal% D (MS).
%
% Una amplitud de tono (s) como escalar o Vector, respectivamente.
%
% F frecuencia de tono/frecuencias como un escalar o Vector, respectivamente.
%
% P fase (s) de tono como un escalar o Vector, respectivamente.
%
% FD fundido de salida y duración de desvanecimiento (MS) como un escalar
% (si es el mismo), o como un vector de dos elementos.
%
% Salidas
% T de tono puro, o una mezcla de tonos puros.

%-----Generar higos de tono/tonos sencillos-----

% Función inline para el cómputo del espectro del periodograma
PSD = @(x, w, nfft) (10 * log10 (ABS (fftshift (FFT) (x (:). ' * DIAG (w (longitud (x))), nfft))). ^ 2/length (x)));

%-----Definir parámetros comunes-----
FS = 16E3;           % frecuencia de muestreo (Hz)
Duration = 60;      % duración de la señal (MS)
N = piso (Duration * 1E-3 * FS);   % longitud de la señal (muestras)
nfft = 2 ^ nextpow2 (4 * N);       % De longitud de análisis FFT
Freq = [0: nfft-1]/nfft * FS-FS/2; % Vector de frecuencia (Hz)

%-----investigar más la ventana-----

Window = @(N) (chebwin (N, 100);   % función de ventana de análisis
% función de ventana para la primera figura, permite el nivel máximo de la
% de marginobes en el parámetro de respuesta de frecuencia.

```

```

% http://www.mathworks.com/help/signal/ref/window.html?searchHighlight=chebwin

%-----Definición de los parámetros de tono-----
% Definir parámetros específicos de la generación de la señal de tono puro único
amplitud = 10;           % de amplitud de tono puro
frecuencia = 120;       % de frecuencia de tono puro (Hz)
fase = PI/16;           % fase de tono puro (RAD/sec)
fade_duration = 50;     % duración de fundido de salida y desvanecimiento (MS)
fade_window = @(N) (Hanning (N). ^ 2); % fade-in y fundido de salida de la función de ventana de la manija

%-----Generar un tono puro-----
[tono, tiempo] = tone_generator (FS, duración, amplitud, frecuencia, fase, fade_duration, fade_window);

% cómputo del espectro de la señal pura del tono
P. Tone = PSD (tono, ventana, nfft);

%-----Mezcla difine tonos puros-----
% Definir parámetros específicos de la generación de la mezcla de tonos puros
amplitudes = [10];     % de amplitudes de tono puro
frecuencias = [120];   % frecuencias puras del tono (hertzios)
fases = [PI/2];       % fase de tono puro (RAD/sec)
fade_durations = [50]; % duraciones de fundido de salida y desvanecimiento (MS)

%-----Tono/tonos de Windowing-----
% de las manijas de función de ventana de fundido y fundido de salida
Fade_windows = {@ (n) (Hanning (n). ^ 2) @ (n) (Chebwin (n, 100))};
% http://www.mathworks.com/help/signal/ref/window.html?searchHighlight=chebwin
% http://www.mathworks.com/help/signal/ref/chebwin.html?searchHighlight=chebwin

% generan una mezcla de tonos puros
tonos = tone_generator (FS, duración, amplitudes, frecuencias, fases, fade_durations, fade_windows);

% cómputo del espectro de la mezcla de tonos puros
P. Tones = PSD (tonos, ventana, nfft);

```

```

% Trazar la posición de tonos generados en la pantalla
% ¡ FAM, hacer esto para ser gracioso y asegurarse de que todo el mundo está prestando atención a
% del código.
hfig = figure (' posición ', [250 250 800 500], ' PaperPositionMode ', ' auto ', ' color ', ' w ');
% Estructura básica
% hFig = figura (1);
% Set (hFig, ' posición ', [x y altura de ancho])
% http://www.mathworks.com/help/MATLAB/Ref/figure-Properties.html

%-----Trazado de un solo tono y tonos-----

% Trazar forma de onda de un solo tono
subparcela (2, 2, 1);
trama (tiempo, tono);
xlim ([min (tiempo) Max (Time)]);
ylim ([min (Tone)-0.25 * Max (Tone) 1.25 * Max (Tone)]);
xlabel (' tiempo (s) ');
ylabel (' amplitud ');
título (sprintf (' forma de onda pura del tono:% 0.0 f hertzios (FS =% i Hz) ', frecuencia, FS));
Set (GCA, ' Box ', ' OFF ');

% Trazar forma de onda multitono
subparcela (2, 2, 2);
trama (tiempo, tonos);
xlim ([min (tiempo) Max (Time)]);
ylim ([min (Tones)-0.25 * Max (Tones) 1.25 * Max (Tones)]);
xlabel (' tiempo (s) ');
ylabel (' amplitud ');
título (sprintf (' mezcla de tonos puros de forma de onda:% s Hz (FS =% i Hz) ', sprintf ('% 0.0 f, ', frecuencias),
FS));
Set (GCA, ' Box ', ' OFF ');

%-----Visulaizando nuestro tono y tonos-----
% Visulaizing tono y tonos en el mapa de colores y el espectrograma

```

```

% colormap y funciones del espectrograma
% http://www.mathworks.com/help/Map/Ref/contourcmap.html
% Colorbar
% http://www.mathworks.com/help/MATLAB/Ref/Colorbar.html
% Espectrograma
% http://www.mathworks.com/help/Signal/Ref/spectrogram.html

%-----De tono
Figura
subparcela (2, 2, 1);
espectrograma (Tone, ' Yaxis ');
% s = espectrograma (x, ventana) divide la ventana en la sección.
% el número después de que los tonos dividen la ventana
% http://www.mathworks.com/help/Signal/Ref/spectrogram.html#inputarg\_window

Set (GCA, ' Clim ', [0 20]); % restringe el espectro utilizado
Colores
Colorbar
título («tono de espectrograma»);

%-----Tonos-----
subparcela (2, 2, 2);
espectrograma (tonos, 2, ' Yaxis ');
% el número después de que los tonos dividen la ventana
Set (GCA, ' Clim ', [0 20]); % restringe el espectro utilizado
Colores
Colorbar
título («tonos de espectrograma»);

%-----P. espectro tonal-----
subparcela (2, 2, 3);
espectrograma (P. Tone, ' Yaxis ');
Set (GCA, ' Clim ', [0 20]); % restringe el espectro utilizado
Colores

```

Colorbar

título (' espectrograma P. Tone ');

%-----Espectro de P. Tones-----

subparcela (2, 2, 4);

espectrograma (P. Tones, ' Yaxis ');

Set (GCA, ' Clim ', [0 20]); % restringe el espectro utilizado

Colores

Colorbar

título (' espectrograma P. Tones ');

%-----Hilbert transformación a través de la función MATLAB-----

% Aquí está el primer uso de la entrada de señal para especificar para el

% Deconstruction, Hilbert, proceso de rconstruction. Usamos el complejo

% de la señal de la N4 = armónicos de nuestro tono puro original. Para utilizar sólo el

% de tono único, por favor, cambie el siguiente a y = tono singular

y = toneladas;

%-----Hilbert operación de transformación-----

% Los siguientes realizan el Hilbert transformación (analítica de tiempo discreto

% de la señal). Esto toma la parte real XR con datos originales e imaginarios

% parte XI que es la secuencia real con un desplazamiento de fase 90 calculando el

% de atributos instantáneos de frecuencia y amplitud de la señal original.

HT = Hilbert (y); % Hilbert transfrom de "y" nuestro archivo

HTR = real (HT); % Esta es la parte "real" de HT

HTI = imag (HT); % Esta es la parte "imaginaria" de HT

%-----Derivacion de sobres-----

%-----Sobre de la señal es dada por sqrt (HTR. * HTR + HTI. * HTI)

HTA = ABS (HT); % valor absoluto de HT

%-----Filtrar o buscar-----de sobres

% Aquí estamos interesados en las funciones de paso bajo para obtener la
% sobre de la señal

% Generalmente la forma del sobre es encontrada por el paso bajo que filtra la señal HTA
% permite ver lo que el aumento de las órdenes de filtro se ven como en la señal original
% para derivar el sobre

%-----Aumento del-----de filtrado

FS = 1760;

N0 = 2; % orden del filtro

F0 = 1;

WN = (2 * F0)/FS; % de frecuencia de corte

envuelven = filter_it (N0, WN, HTA); % Envelop

% llama a la función filter_it de ese archivo. m

FS = 1760;

N1 = 2;

F1 = 2;

WN = (2 * F1)/FS; % de frecuencia de corte

envelop1 = filter_it (N1, WN, HTA); % Envelop

%-----hacer envolvente simétrico alrededor de 0-----

envuelven = envuelven-Mean (envuelven);

envelop1 = envelop1-media (envelop1);

FS = 1760;

N2 = 2; % orden del filtro

F2 = 2,5;

WN = (2 * F2)/FS; % de frecuencia de corte

envelop2 = filter_it (N2, WN, HTA); % Envelop

% llama a la función filter_it de ese archivo. m

```

FS = 1760;
N3 = 2;
F3 = 5;
WN = (2 * F3)/FS; % de frecuencia de corte
envelop3 = filter_it (N3, WN, HTA); % Envelop

%-----Hacer envolvente simétrico alrededor de 0-----
envelop2 = envelop2-media (envelop2);
envelop3 = envelop3-media (envelop3);

FS = 1760;
N4 = 2; % orden del filtro
F4 = 10;
WN = (2 * F4)/FS; % de frecuencia de corte
envelop4 = filter_it (N4, WN, HTA); % Envelop
% llama a la función filter_it de ese archivo. m

FS = 1760;
N5 = 2;
F5 = 20;
WN = (2 * F5)/FS; % de frecuencia de corte
envelop5 = filter_it (N5, WN, HTA); % Envelop

%-----hacer envolvente simétrico alrededor de 0-----
envelop4 = envelop4-media (envelop4);
envelop5 = envelop5-media (envelop5);

FS = 1760;
N6 = 2;
F6 = 40;
WN = (2 * F6)/FS; % de frecuencia de corte
envelop6 = filter_it (N6, WN, HTA); % Envelop

%-----hacer envolvente simétrico alrededor de 0-----

```

```
envelop6 = envelop6-media (envelop6);
```

```
%-----Cifras-----
```

```
% Aquí demostramos un surtido de figuras para exhibir el Hilbert
```

```
% porcess y aspectos del Hilbert Proceso
```

```
% y = señal original de P. Tones, HT, HTR, HTI, HTA, Envelop, envelop1
```

```
Figura
```

```
subparcela (2, 2, 1);
```

```
parcela (y);
```

```
xlabel (' frecuencia (Hz) ');
```

```
ylabel (' magnitud (dB) ');
```

```
title (' onda sonora original ');
```

```
subparcela (2, 2, 2);
```

```
parcela (HT);
```

```
xlabel (' aspecto complejo x ');
```

```
ylabel (' aspecto complejo y ');
```

```
título (' HT ');
```

```
subparcela (2, 2, 3);
```

```
parcela (HTR);
```

```
xlabel (' frecuencia (Hz) ');
```

```
ylabel (' magnitud (dB) ');
```

```
título (' HTr ');
```

```
subparcela (2, 2, 4);
```

```
parcela (HTI);
```

```
xlabel (' frecuencia (Hz) ');
```

```
ylabel (' magnitud (dB) ');
```

```
título (' HTi ');
```

```
% segunda figura del panel;
```


Figura

```
subparcela (2, 2, 1);  
parcela (HTA);  
xlabel (' frecuencia (Hz) ');  
ylabel (' magnitud (dB) ');  
title (' valor absoluto de Hilbert Transform ');
```

```
subparcela (2, 2, 2);  
Plot (Envelop, ' color ', ' r ');  
xlabel (' hora ');  
ylabel (' magnitud (dB) ');  
title (sprintf (' frecuencia de Enevelop:% 0.0 f Hz (OrderNumber =% i N) ', F0, N0));
```

```
subparcela (2, 2, 3);  
Plot (envelop1, ' color ', ' r ');  
xlabel (' hora ');  
ylabel (' magnitud (dB) ');  
title (sprintf (' frecuencia de Enevelop:% 0.0 f Hz (OrderNumber =% i N) ', F1, N1));
```

```
subparcela (2, 2, 4);  
Plot (envelop2, ' color ', ' r ');  
xlabel (' hora ');  
ylabel (' magnitud (dB) ');  
title (sprintf (' frecuencia de Enevelop:% 0.0 f Hz (OrderNumber =% i N) ', F2, N2));
```

Figura

```
subparcela (2, 2, 1);  
Plot (envelop3, ' color ', ' r ');  
xlabel (' hora ');  
ylabel (' magnitud (dB) ');  
title (sprintf (' frecuencia de Enevelop:% 0.0 f Hz (OrderNumber =% i N) ', F3, N3));
```

```
subparcela (2, 2, 2);  
Plot (envelop4, ' color ', ' r ');  
xlabel (' hora ');
```

```

ylabel (' magnitud (dB) ');
title (sprintf (' frecuencia de Enevelop:% 0.0 f Hz (OrderNumber =% i N) ', F4, N4));

subparcela (2, 2, 3);
Plot (envelop5, ' color ', ' r ');
xlabel (' hora ');
ylabel (' magnitud (dB) ');
title (sprintf (' frecuencia de Enevelop:% 0.0 f Hz (OrderNumber =% i N) ', F5, N5));

subparcela (2, 2, 4);
Plot (envelop6, ' color ', ' r ');
xlabel (' hora ');
ylabel (' magnitud (dB) ');
title (sprintf (' frecuencia de Enevelop:% 0.0 f Hz (OrderNumber =% i N) ', F6, N6));

%-----De sturture fino
%-----Cálculo de la estructura fina-----
La estructura del% FIE es dada por  $\cos(a(t))$ ; donde  $a(t) = \arctan(HTI/HTR)$ ;
% fineST =  $\text{atan}(HTI./HTR)$ ;
% Esto da el resultado entre  $-\pi/2$  a  $\pi/2$  así que
%  $\cos$  hace todas las cosas positivas que proporcionan 180 ' cambio de fase a todos
% de números negativos. Esta es una propiedad fundamental de Hilbert

fineST = ATAN2 (HTI, HTR);
% Tangente inversa de cuatro cuadrantes ATAN2 de (HTI, HTR) el imaginario y real
% producto del Hilbert transformar
% P = ATAN2 (Y, X) devuelve la tangente inversa de cuatro cuadrantes ( $\tan^{-1}$ ) de y y X, que debe ser real.
% La función ATAN2 actúa sobre los elementos y y X para devolver P, que es del mismo tamaño que y y X.

%-----Trazado de los aspectos finos de Hilbert-----
Figura
subparcela (2, 2, 1);
parcela (fineST);
título (' más fino: ATAN2 tangente inversa de cuatro cuadrantes de (HTI, HTR) ');

```

```

multa = cos (fineST);
% Calculating el cos (x) toma el producto de cos (ATAN2 (HTI, HTR))
% haciéndola simétrica alrededor de 0
% End = end-0,5;
%-----

subparcela (2, 2, 2);
parcela (fina);
título (' Fine: cos (ATAN2 (HTI, HTR) ');
Ylim ([-2 2]);

%-----De señal reconstruida
% La señal puede ser reconstruida usando HTR = a (t) cos (PHI (t));
% a (t) = envolvente de la señal
% envuelven de la señal es HTA; la variable envuelven es sólo la señal filtrada
% original = envuelven. * Fine;

%-----Trazar aspectos de Fine-----
original = envuelven. * Fine; % HTA envolvente de la señal
subparcela (2, 2, 3);
parcela (original);
título ("señal reconstruida de envolvente y estructura fina");

%-----

%-----Estructura fina reconstruida-----

n = 2; % orden del filtro
inferior = 400;
superior = 500;
WL = (2 * inferior)/FS; % de baja frecuencia de corte
WH = (2 * superior)/FS; % cortado de alta frecuencia
WN = [WL WH];

```

```

filtered_fine = filter_it (n, WN, Fine);
% estructura fina filtrada como% del espectro total
la aleta del% es de fino = cos (el más fino);

%-----Reconstrucción de Enevelope & Fine-----
% Aquí hemos reconstruido nuestro sencillo singal para desarrollar la construcción de
% el Hilbert Transformación
Recon = Envelop. * filtered_fine;
subparcela (2, 2, 4)
parcela (reconocimiento);
title (sprintf (' estructura fina filtrada reconstruida:% 0.0 f Hz (OrderNumber =% i N) ', FS, n));

%-----Cifras-----
Figura
subparcela (2, 2, 1);
HTA = ABS (HT);
parcela (HTA, ' r ', ' lineWidth ', 2);
xlabel (' hora ');
ylabel (' magnitud (dB) ');
mantener pulsado; parcela (HTA,-HTA, ' r ', ' lineWidth ', 2);
mantener pulsado; parcela (HTA, imag (HTA));
título (' Hilbert extraído sobre ');

%-----FFT
%-----Transformada rápida de Fourier de la estructura fina-----

y = tono;
% Parcela
N = longitud (y); % N = número de muestras
% Ahora generan una gráfica general del espectro de frecuencias

f = FS/N. * (0: N-1);
% calcular cada componente de frecuencia
y = FFT (y, N);
y = ABS (Y (1: N))./(n/2);

```

```

Figura % que traza nuestro FFT agradable
parcela (f, Y)
title (' FFT Tone ');
ylim ([-1 10]); % Estos números deben cambiar dependiendo de la entrada

%-----Transformada rápida de Fourier de la estructura fina-----

y = toneladas;
% Parcela
N = longitud (y); % N = número de muestras
% Ahora generan una gráfica general del espectro de frecuencias

f = FS/N. * (0: N-1);
% calcular cada componente de frecuencia
y = FFT (y, N);
y = ABS (Y (1: N))./(n/2);
Figura % que traza nuestro FFT agradable
parcela (f, Y)
title (' FFT Tones ');
ylim ([-1 10]); % Estos números deben cambiar dependiendo de la entrada

%-----Última lista de espectrogramas-----
% Por favor recuerde Hilbert no está destinado a ser visulaizado en cada paso
% El proceso es un proceso acumulativo con el producto final de interés
% Aquí perfoemd este análisis fuera de interés para singal simple Hilbert
transformación.

%-----Figura-----
Figura
subparcela (2, 2, 1);
espectrograma (y, ' Yaxis ');
Set (GCA, ' Clim ', [0 20]); % restringe el espectro utilizado
Colores
Colorbar
title (' PSD original ');

```

```
subparcela (2, 2, 2);
espectrograma (HT, ' Yaxis ');
Set (GCA, ' Clim ', [0 20]); % restringe el espectro utilizado
Colores
Colorbar
título (' Hilbert Transformar ');
```

```
subparcela (2, 2, 3);
espectrograma (HTR, ' Yaxis ');
Set (GCA, ' Clim ', [0 20]); % restringe el espectro utilizado
Colores
Colorbar
título (' HTR ');
```

```
subparcela (2, 2, 4);
espectrograma (HTI, ' Yaxis ');
Set (GCA, ' Clim ', [0 20]); % restringe el espectro utilizado
Colores
Colorbar
título (' HTI ');
```

%-----Figuras del segundo panel-----

```
Figura
subparcela (2, 2, 1);
espectrograma (HTA, ' Yaxis ');
Set (GCA, ' Clim ', [0 20]); % restringe el espectro utilizado
Colores
Colorbar
título (' Absolute Hilbert Transformar ');
```

```
subparcela (2, 2, 2);
espectrograma (Envelop, ' Yaxis ');
```

```
Set (GCA, ' Clim ', [-5 20]); % restringe el espectro utilizado
```

```
Colores
```

```
Colorbar
```

```
título (' Enevelop ');
```

```
subparcela (2, 2, 3);
```

```
espectrograma (filtered_fine, ' Yaxis ');
```

```
Set (GCA, ' Clim ', [-20 0]); % restringe el espectro utilizado
```

```
Colores
```

```
Colorbar
```

```
title (' Fine filtrado ');
```

```
subparcela (2, 2, 4);
```

```
espectrograma (Recon, ' Yaxis ');
```

```
Set (GCA, ' Clim ', [-20 0]); % restringe el espectro utilizado
```

```
Colores
```

```
Colorbar
```

```
título (' reconstruido ');
```

```
% de trama genérica de tono para demostrar Hilbert
```

```
Figura (13);
```

```
h = trazado (tiempo, tono);
```

```
xlim ([min (tiempo) Max (Time)]);
```

```
yylim ([min (Tone)-0.25 * Max (Tone) 1.25 * Max (Tone)]);
```

```
xlabel (' tiempo (s) ');
```

```
ylabel (' amplitud ');
```

```
título (sprintf (' forma de onda pura del tono:% 0.0 f hertzios (FS =% i Hz) ', frecuencia, FS));
```

```
Set (GCA, ' Box ', ' OFF ');
```

```
Figura (14)
```

```
Plot (envelop6, ' color ', ' r ');
```

```
Figura (15)
```

```
trama (tiempo, tonos);
```

```
xlim ([min (tiempo) Max (Time)]);
```

```

ylim ([min (Tones)-0.25 * Max (Tones) 1.25 * Max (Tones)]);
xlabel (' tiempo (s) ');
ylabel (' amplitud ');
título (sprintf (' mezcla de tonos puros de forma de onda:% s Hz (FS =% i Hz) ', sprintf ('% 0.0 f, ', frecuencias), FS));
Set (GCA, ' Box ', ' OFF ');
% Reproducción de todos los sonidos
%-----Escuchar lo que Hilbert Construcciones de transformación-----
% Aquí estaríamos interesados en cómo nuestros tonos puros simples son auditorizados
% "hecho en el Auditorio señales "por el Hilbert proceso de transformación

% sonido (tono)
% pausa (2)
% sonido (tonos)
% pausa (2)
% de sonido (P. Tone)
% pausa (2)
% sonido (P. Tones)
% pausa (2)
% de sonido (filtered_fine)
% pausa (2)
% de sonido (envolvente)
% pausa (2)
% de sonido (envelop1)
% pausa (2)
% de sonido (HTA)
% pausa (2)
% de sonido (reconocimiento)

%-----Referencias-----
% 1) Wojcicki K. generador de tonos puros. Obtenido de 11/03/2015
% http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/34058-Pure-TONE-GENERATOR
% 2) Smith SS. La guía científica e Ingeniera para la señal digital
% Procesamiento, 1997. Pub técnico de California.
% 3) rey, FW. Hilbert Transforma. Volumen 2, 2009. Enciclopedia de

```


% Matemáticas y sus aplicaciones. Cambridge University Press.

Anexo 4 | La fMRI Matlab código de ejecución

```
% Generador de sonido MRI para muestreo disperso
% Generador de sonido MRI escrito para la tesis doctoral de FAM Manno y
% proyecto propuesto por Manno FAM & barrios F: evaluación de la respuesta cortical
% a las características acústicas de la música a través de fMRI en la Universidad
% Nacional Autónoma de México (UNAM) Instituto de Neurobiología (INB) at
% Campus Juriquilla, Boulevard Juriquilla 3001, Juriquilla, 76230 Santiago
% de Querétaro, QRO, Mexico. For Correspondencia, envíe un correo electrónico al Dr. Fernando A Barrios, PhD
% fbarrios@unam.mx Copyright © Francis Manno & Fernando Barrios, 2014.
```

```
% Itza & Marina ayudó, donde la ayuda era difícil de multa, en un estado donde Dante
% dirían: "¡ toda esperanza abandona, vosotros que entráis!", pero no se encontró ninguna esperanza.
% Dante Alighieri la Divina Comedia de Dante Translated por Henry Wadsworth Longfellow
Screen ("Preference", "SkipSyncTests", 1);
tStart = TIC
% A rememeber
% Left pulgar = A | 65 | Pulgar-triste-(aversión)
% Índice izquierdo = B | 66 | -Feliz (como)
% Índice derecho = C | Índice 67
% Derecho pulgar = D | 68 | Pulgar
% Clave 83 = S
AA = GetSecs
InitializePsychSound (1);
% inisializa el controlador de sonido... los 1 empujes para la baja latencia
pahandle = PsychPortAudio (' Open ', [], [], 0, [], 1, []);
% abre el búfer de sonido a una frecuencia diferente
% pahandle = PsychPortAudio (' abierto ' [, DeviceID] [, Mode] [,
% reqlatencyclass] [, FREQ] [, Channels] [, buffertamaño] [, suggestedLatency] [,
% selectchannels] [, specialFlags = 0])
para i = 1:74
RestrictKeysForKbCheck (83);
```

```

% http://psychtoolbox-3.googlecode.com/svn/trunk/Psychtoolbox/PsychDocumentation/KbQueue.html
S = KbWait ();
KbQueueCreate;
De KbQueueStart;
WaitSecs (10);
% SUBTRACT S QUE LE DA UNA MARCA DE TIEMPO DE LAS CLAVES QUE HA RESTRINGIDO
% A CON EL FIN DE OBTENER MARCA DE HORA FINAL PARA EL PROTOCOLO
% Esto crea un bucle de esta pista en particular
% [secs, keyCode, deltaSecs] = KbWait ([deviceNumber] [, forwhich = 0] [, untilTime = INF])
[wavedata freqs] = wavread (strcat ('/Users/Francis/Desktop/HilbertCode/SoundMRI-Binaural/TestTR45/', num2str
(i), '. wav '));
% http://docs.psychtoolbox.org/PsychPortAudio
% Cargar archivo de sonido (Asegúrese de que está en la misma carpeta que este script

PsychPortAudio (' FillBuffer ', pahandle, wavedata '); % carga datos en buffer
repeticiones = 1; % Cuántas repeticiones del sonido
PsychPortAudio (' Start ', pahandle, repeticiones, 0);
% KbQueueCreate (Device, KeyList);%% make CUE
% KbQueueStart ();%% empezar a escuchar
WaitSecs (1)% segundos estímulos Además de los segundos de tiempo de respuesta
tElapsed = TOC (tStart);
MatrixVab (en 1) = i;
% KbQueueCreate (Device, KeyList);%% make CUE
% KbQueueStart ();%% empezar a escuchar
[presionado, firstPress] = KbQueueCheck;
Si se presiona y & (firstPress(65) || firstPress(68));
    Si firstPress (65)
        MatrixVab (i, 2) = ' A ';
        KeySecs = firstPress (65);
    elseif firstPress (68)
        MatrixVab (i, 2) = 'd ';
        KeySecs = firstPress (68);
    Final
MatrixVab (i, 3) = KeySecs-S;
MatrixVab (i, 4) = S-AA; % Tiempo en todo el protocolo más el disparador S

```

MatrixVab (i, 5) = KeySecs-AA; % Tiempo en todo el protocolo menos el disparador S

MatrixVab (i, 6) = tElapsed; % tiempo de experimento

Más

MatrixVab (en 1) = i;

MatrixVab (i, 2) = 1; % Si nada contestó "0"

MatrixVab (i, 3) = 0; % Si "0" no se ha tectado

MatrixVab (i, 4) = S-AA; %

MatrixVab (i, 5) = 0; % Si "0" no se ha tectado

MatrixVab (i, 6) = tElapsed;

Final

KbQueueFlush; % elimina todas las pressess del teclado

KbQueueStop

Final

PsychPortAudio ("CLOSE", pahandle);