NEUROCIENCIA DE LA MUSICA: POSIBLES USOS Y EFECTOS

Caruso Marcos, Federico Herrera, Sofia Norscini

Fisica y Musica, Departamento de Fisica, FCEN, Universidad de Buenos Aires

Introduccion:

- La neurociencia cognitiva ha proporcionado conocimientos fascinantes sobre el comportamiento humano.
- A pesar de su apariencia intuitiva, es necesario comprender sus principios y métodos para correctamente evaluar su valor y las limitaciones que posee.
- Los resultados de la neurociencia cognitiva nos diran dónde y cómo se procesa la música.

Objetivos:

- Compartir el conocimiento sobre los avances mas recientes de varios experimentos sobre la neurociencia de la musica.
- Conocer que tipo de conclusiones pueden derivar de estos experimentos, y cuales podrían ser sus usos.
- Dar a conocer el estado actual de desarrollo de dicho campo, y dar conciencia de la necesidad de avanzar con cautela al leer este tipo de literatura.
- Motivar el interes de estar al tanto de los avances mas recientes sobre estos temas, que eventualmente podrian ser utiles al campo de la neurociencia de la musica.

Metodologia:

- Una revisión narrativa es un método de investigación que utiliza literatura seleccionada por los autores para investigar el estado del conocimiento actual sobre una tematica en particular. Para esta revisión narrativa, los autores realizaron una búsqueda en Nyaspubs, Frontiersin, Sciencedirect y Tandfonline, entre otros, con “música Y neurociencia” como palabras clave.

ESTRUCTURAS CEREBRALES ACTIVADAS POR LA MUSICA

- Un meta-analisis previo (Koelsch, 2014) reveló que las estructuras cerebrales involucradas con las emociones evocadas por la musica con valencia positiva comprenden el total de la red de recompensa (un cojunto especifico de estructuras cerebrales). Esta red también se observó involucrada en un metanálisis sobre recompensas monetarias, alimentarias y eróticas (Sescousse et al., 2013). Así, la observación de esa red en estudios sobre la música y las emociones subrayó la naturaleza placentera de la música y demostró que esta puede activar todos los circuitos cerebrales involucrados en el procesamiento afectivo de las recompensas primarias y secundarias.

- Se realizó una estimación de probabilidad de activación basada en coordenadas (ALE) que determina la probabilidad de que un vóxel sea una fuente de activación dentro de un conjunto de estudios en todo el cerebro (Figura 1). Debido a los diferentes paradigmas experimentales utilizados en estos estudios, las áreas cerebrales límbicas y paralímbicas que no se han indicado en este metanálisis pueden, no obstante, contribuir a las emociones evocadas por la música.

- Una investigación mostró grandes grupos de cambios significativos de actividad bilateral en la formación del hipocampo anterior, la amígdala, el cuerpo estriado ventral y dorsal y la corteza auditiva. Los resultados son consistentes con los principales resultados de un metanálisis previo e indican que las activaciones del hipocampo no se debieron solo a procesos cognitivos, sino emocionales. Se sugiere que estos procesos emocionales en el hipocampo están asociados con emociones relacionadas con el apego y los vínculos sociales promovidos por la música, en particular por la sincronización motora y emocional. Además, se observaron varias estructuras de la red de recompensa, lo que subraya la naturaleza gratificante y, por lo tanto, placentera de la música. Finalmente, se indicaron grandes grupos en la corteza auditiva, lo que respalda el papel emergente de la corteza auditiva como centro emocional, más allá de la visión tradicional de que la corteza auditiva simplemente realiza el procesamiento sensorial. Estudios futuros podrían fortalecer estas hipótesis.

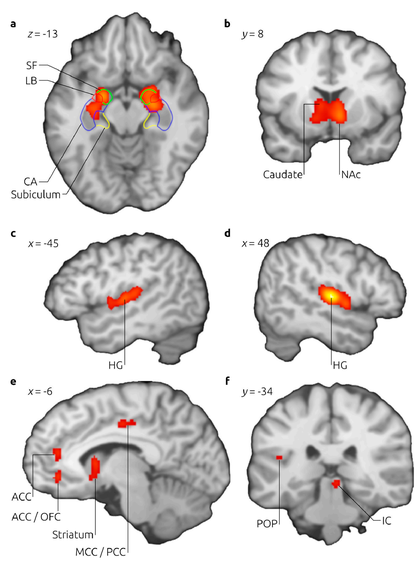

Fig 1. El presente análisis ALE indica grandes grupos que abarcan la amígdala y el hipocampo anterior, numerosas estructuras de la red de recompensa (estriado ventral y dorsal, corteza cingulada anterior, corteza orbitofrontal, corteza somatosensorial secundaria) y la corteza auditiva. Esto corrobora el papeldestacado de estas estructuras en las emociones evocadas por la música.
Glosario: SF; amígdala superficial, LB; amígdala laterobasal, CA; cornu amonis, NAc; núcleo accumbens, HG; circunvolución de Heschl, OFC; corteza orbitofrontal medial, AAC; corteza cingulada anterior, MCC;corteza cingulada medial, PCC; corteza cingulada posterior, IC; colículo inferior derecho, POP; opérculo parietal.

APRECIACIÓN MUSICAL SUBJETIVA

- Los mecanismos automáticos al procesar la música ocurren a nivel subcortical. Estos procesos se relacionan con la activación de regiones cerebrales como el sistema límbico, especialmente la amígdala, quien juega un papel crucial en la respuesta emocional inmediata. Por otro lado, los mecanismos conscientes de procesamiento emocional musical ocurren en regiones corticales, como la corteza prefrontal, donde se desarrollan evaluaciones detalladas sobre el estímulo, que en este caso es la música. Aquí es donde se le atribuye un significado emocional a la música y se la interpreta cognitivamente.

- Se evidenció que la música evoca emociones básicas universales, como la alegria o tristeza, ya que extractos musicales creados con el fin de generar estas emociones provocan los mismos patrones especificos de activación cerebral, como la activación de regiones del nucleo accumbens y la corteza prefrontal (regiones encargadas de procesos evaluativos de recompensa o de expresión de la personalidad, entre otras).

- Estudios demostraron que la exposición repetida de estilos musicales pueden modular la actividad cerebral y la conectividad neuronal, lo que implica que las experiencias musicales afectan cómo evaluamos la música en sí. Se ha demostrado también que la práctica musical intensiva puede llevar a cambios estructurales y funcionales en el cerebro, lo que sugiere que la plasticidad neuronal también puede ser un factor importante en la formación de la apreciación musical subjetiva. Esta información, junto con las regiones que se activan al recibir estimulos musicales, indican que nuestra personalidad y rasgos individuales, nuestra historia y experiencias, influyen en gran medida nuestra percepción sobre la música.

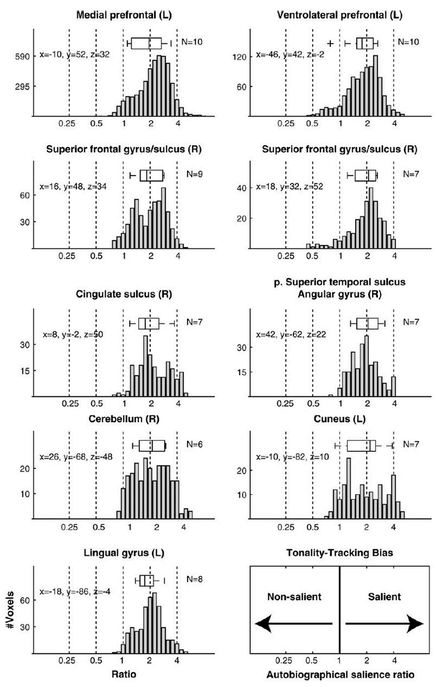

Fig 2. Distribuciones de sesgos de "tonality tracking" (TT) en los clusters de TT. Las razones reflejan la varianza explicada por TT de canciones autobiográficamente relevantes dividida por la varianza explicada por TT de canciones no relevantes (corregida por el número de canciones en cada categoría), proporcionando así una medida de la capacidad de TT de responder a canciones autobiográficamente relevantes versus no relevantes. Una razón de 1 indica que un voxel rastreó igualmente bien canciones autobiográficamente relevantes y no relevantes, mientras que razones mayores indican un sesgo hacia el seguimiento de canciones autobiográficamente relevantes. Las letras entre paréntesis (R y L) que siguen a la etiqueta anatómica indican el hemisferio cerebral. Las coordenadas x, y, z (en mm) indican una ubicación dentro del cluster que fue activada por el mayor número de sujetos.

POSIBLES USOS TERAPEUTICOS DE LA MUSICA

- Se descubrió que la emoción en la música es “neuralmente aislable” de otros procesos cognitivos. Según Peretz y Zatorre (2005) la música puede provocar emociones incluso si no se realiza ningún reconocimiento (es decir, incluso si la persona no puede nombrar la pieza musical).
- Dichos autores indicaron que es evidente que la música comparte mecanismos cognitivos con otros dominios (por ejemplo, mecanismos sintácticos con el habla) y, sin embargo, presenta respuestas únicas e incluso opuestas en algunas áreas específicas.
- En un artículo, Menon y Levitin (2005) usaron neuroimagenes en el sistema de recompensa mesolímbico como evidencia del efecto de la música sobre las emociones. Los autores consideraron que el estudio de la música como activador eficaz del sistema de recompensa dependiente de dopamina podría ser un enfoque interesante para explorar déficits neuropsicológicos como la anhedonia.
- Una implicación clínica de la literatura investigada es el potencial uso de la música en la recuperación de la adicción a las drogas, dados sus sustratos neuronales compartidos. Sin embargo, como ocurre con otras áreas del procesamiento de la música, estos mecanismos deben investigarse más a fondo antes de que las aplicaciones directas a la práctica clínica sean posibles.
- Las respuestas hemodinámicas temporales y espaciales (medidas en la corteza prefrontal a través de espectroscopia de infrarrojo cercano) a exposiciones repetidas de exctractos musicales idénticos crearon tanta variabilidad en los oyentes como el numero de extractos musicales utilizados. Es decir, los oyentes mostraron diferentes activaciones del PFC (corteza prefrontal) al escuchar reiteradas veces el mismo extracto musical, activaciones que son muy similares a las observadas al utilizar extractos musicales completamente diferentes. Este descubrimiento tiene significantes implicaciones para la terapia; si se confirman, los terapeutas musicales necesitarian tener en cuenta los diferentes efectos de una sola pieza musical en cada repetición.

LA MUSICA Y LOS RECUERDOS

- Se observó mediante un estudio de imagen por resonancia magnética funcional (fMRI) que la corteza prefrontal medial dorsal (DMPFC, por sus siglas en inglés) responde de manera proporcional a la significancia personal de un fragmento musical durante la audición del mismo. Además, las regiones del MPFC y adyacentes también se encargan del seguimiento tonal, capacidad del cerebro de procesar la estructura tonal de la música. El anterior punto, junto con esta información, sugiere que el procesamiento musical en esta región no es una respuesta pasiva generalizada a todo estímulo musical, sino que esta influenciada por la relevancia personal del extracto musical.
- La activación de las áreas laterales de las regiones prefrontales (vinculadas con la recuperación de memoria y recuerdos) durante el procesamiento de la música podría implicar el trabajo en conjunto de una amplia red de regiones cerebrales que integran aspectos cognitivos, emocionales y autobiográficos durante este proceso. Por otro lado, se evidenció que durante la recuperación de la música (proceso en el cual se reconstruye la información musical almacenada en la memoria) también se desarrollan procesos de recuperación de memoria, por lo que significa que el cerebro al procesar la música, también reconstruye experiencias pasadas, con asociaciones emocionales, contextuales y autobiográficas.

ROL DE LA AMIGDALA EN LA PERCEPCION MUSICAL

- Una onda sonora es una onda longitudinal que transmite lo que se asocia con sonido que se propagan a través de un medio, como el aire, y que pueden ser percibidas por el oído humano. Estas ondas ingresan por el conducto auditivo externo, donde hacen vibrar al tímpano. La vibración se transmite a través de una cadena de huesos del oído medio, incluidos el martillo, el yunque y el estribo, amplificando la señal antes de llegar al caracol, también conocido como cóclea. El caracol es una estructura en forma de tubo en el oído interno que contiene los receptores sensoriales responsables de detectar el sonido.
- Dentro del caracol, las ondas acústicas son transmitidas a través del líquido que lo llena, actuando como un medio de propagación para estas ondas. Los receptores sensoriales dentro del caracol, conocidos como células ciliadas, son sensibles a diferentes frecuencias de sonido. Aquellas ubicadas cerca de la entrada del caracol son estimuladas por frecuencias más altas, mientras que las ubicadas en la parte más interna responden a frecuencias más bajas.
- Estas células ciliadas transforman la energía mecánica del sonido en señales eléctricas, que son interpretadas por el cerebro como sonido. La información auditiva viaja desde el caracol hasta la corteza auditiva en el cerebro, donde se procesa conscientemente, pero sin emoción asociada. Sin embargo, la percepción emocional del sonido tiene lugar en regiones cerebrales como la amígdala.
- Un estudio reciente examinó el papel de la amígdala en la percepción musical mediante resonancia magnética funcional (fMRI). Se aplicaron sonidos con valencias negativas a participantes, mientras se registraban las respuestas cerebrales. Los resultados indicaron que la amígdala se activa durante la evaluación y procesamiento de emociones negativas asociadas con la música, desencadenando respuestas fisiológicas y conductuales como el miedo y la ansiedad. En conclusión, la amígdala desempeña un papel crucial en la generación de respuestas emocionales ante estímulos auditivos percibidos como amenazantes o desagradables.

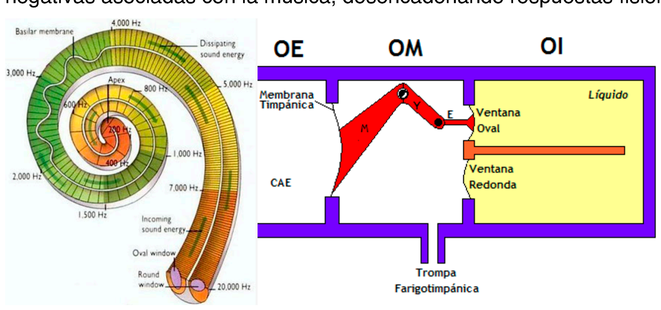

Fig 3. Esquema de la entrada del sonido a través del oido