

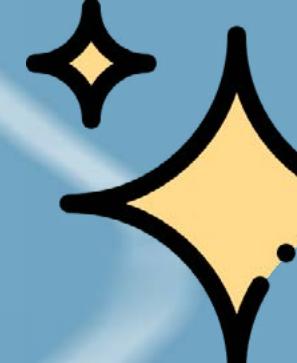
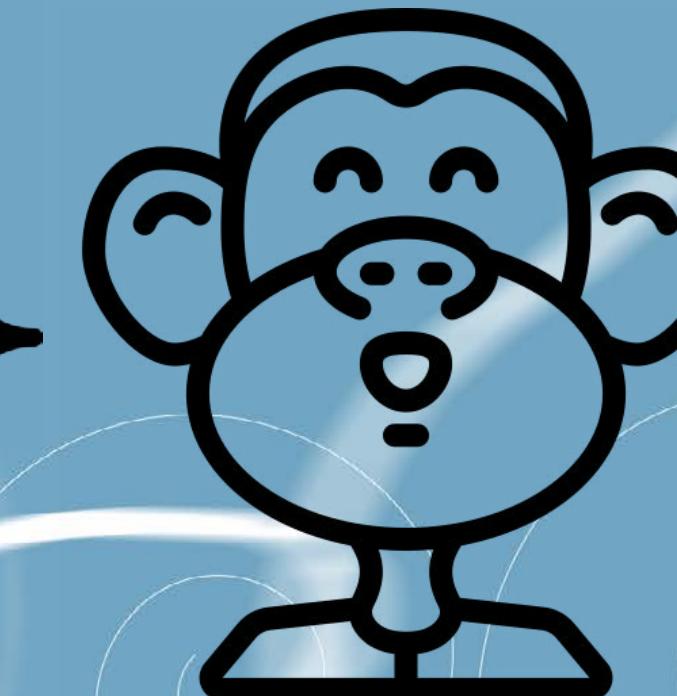
EL MONO RÍTMICO

ELÍAS MANJARREZ

Los ritmos subjetivos son música de adentro
Nacen de poner el oído en una puerta
Notas que sacuden cavidades en los tímpanos del alma,
como en un tambor inverso

Los movimientos rítmicos de los brazos y las manos de un director de orquesta permiten visualizar las pulsaciones más evidentes que emergen de una obra musical. Pueden iniciar a la audiencia a sentir una necesidad imperiosa de ejecutarlos con la misma emoción.

Los invito a imitar los movimientos de Gustavo Dudamel cuando dirige a la sinfónica de Viena para ejecutar la marcha Radetzky de Strauss, que alternan a razón de un brazo por segundo; o la sinfonía número 9 de Dvorak, que durante el primer minuto se ejecuta a un ritmo más rápido, para después hacerse más lenta y retornar a una frecuencia alta, con sus altibajos en el ritmo; o el segundo movimiento de la sinfonía número 7 de Beethoven, en el que la frecuencia de brazo del director de orquesta es más lenta de manera sostenida [1,2,3].



¿Cómo se organizan los circuitos cerebrales para que se lleve a cabo la experiencia subjetiva de percepción del ritmo dominante en la música? Esta es una pregunta que aún no tiene respuesta, ya que en el estudio con monos solo se realizó el experimento psicofísico y no se registró la actividad neuronal.

El ritmo de pulsación en una pieza musical es una percepción subjetiva que produce emociones y se integra a nuestros ritmos respiratorios y cardíacos y, sin advertirlo, a nuestros movimientos corporales.

Pero no es necesario mirar a un director de orquesta para ejecutar brazos, a veces involuntarios, mientras escuchamos nuestra música preferida. Es una propiedad innata que, hasta hace poco, se creía exclusiva de la sensibilidad humana.

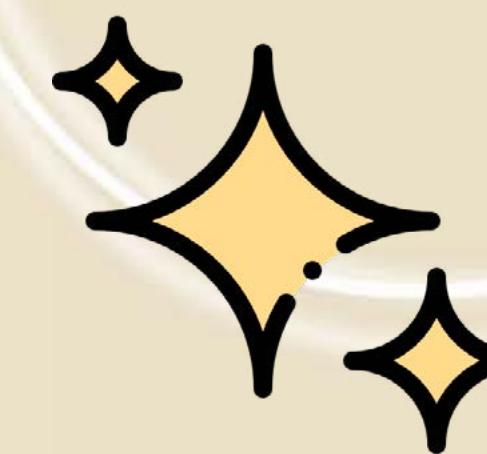
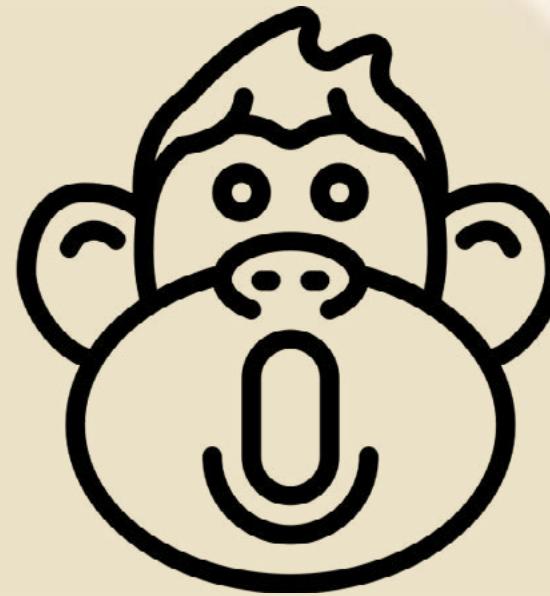
Un estudio, publicado en el pasado mes de noviembre en la prestigiosa revista *Science* y realizado en la UNAM por el grupo de investigación de Hugo Merchant, ha descubierto que la percepción subjetiva del ritmo en la música no es exclusiva del ser humano. Los monos entrenados y que reciben una recompensa también pueden percibir un ritmo inmerso en las piezas musicales [4].

Investigadores japoneses ya habían mostrado que los monos no entrenados podían balancearse al ritmo de un compás musical [5], algo muy similar a lo que hacen las cataratas [6], pero no llevaron ese análisis hasta sus últimas consecuencias, como en el trabajo del grupo mexicano.

La aportación de Merchant y sus colaboradores representa un avance significativo en el campo de la cognición, pues abre la puerta a explorar los fenómenos subjetivos de la percepción musical desde una perspectiva científica.

Pero ¿cómo se organizan los circuitos cerebrales para que se lleve a cabo la experiencia subjetiva de percepción del ritmo dominante en la música? Esta es una pregunta que aún no tiene respuesta, ya que en el estudio con monos solo se realizó el experimento psicofísico y no se registró la actividad neuronal.

Se sabe que los circuitos neuronales de la corteza cerebral auditiva de la rata anestesiada responden con actividad eléctrica al ritmo de las frecuencias dominantes de diversas piezas musicales. Este trabajo lo realizaron Vani Rajendran y colaboradores de la Universidad de Oxford, en el Reino Unido, en el 2020 [7].



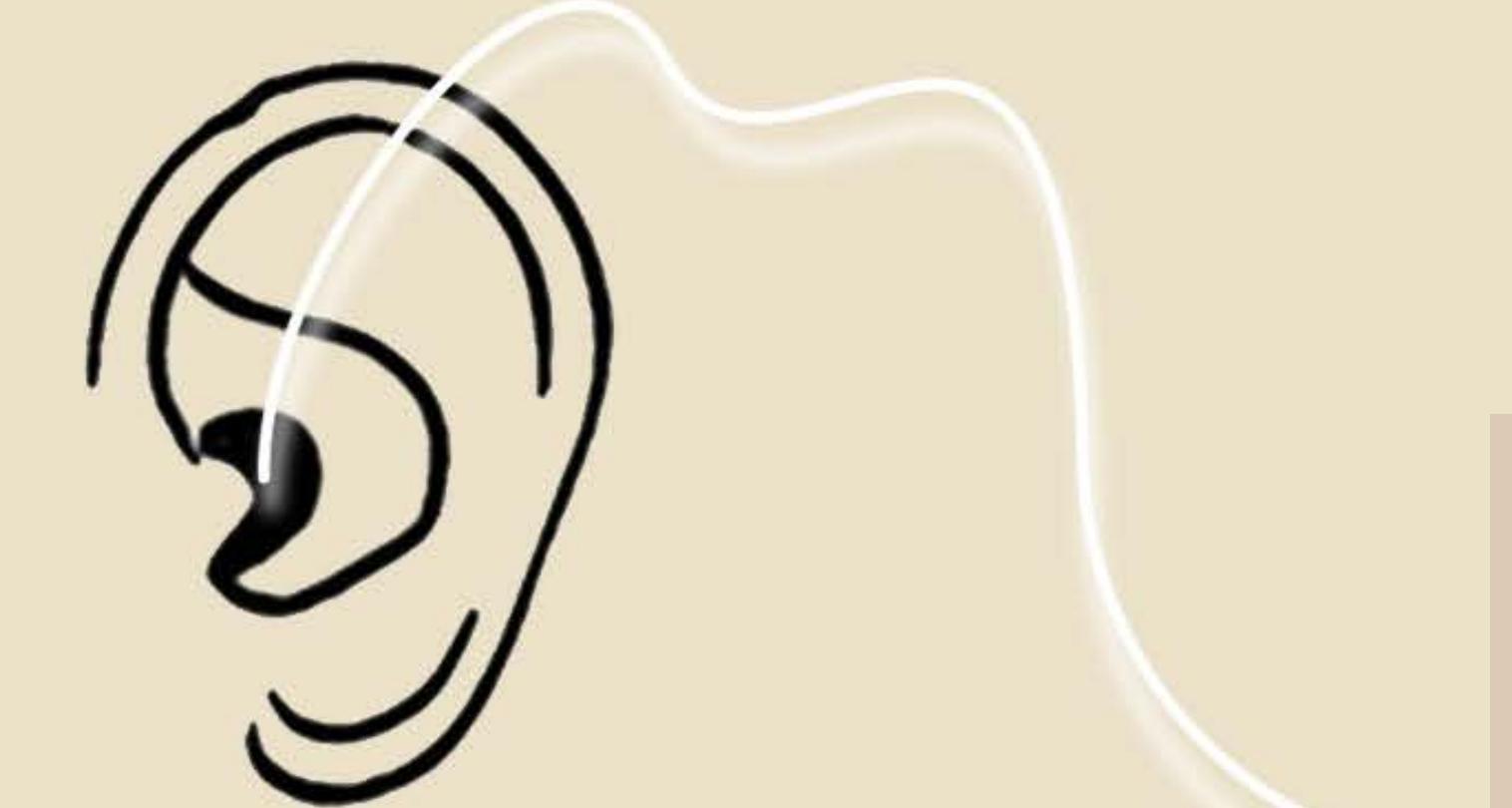
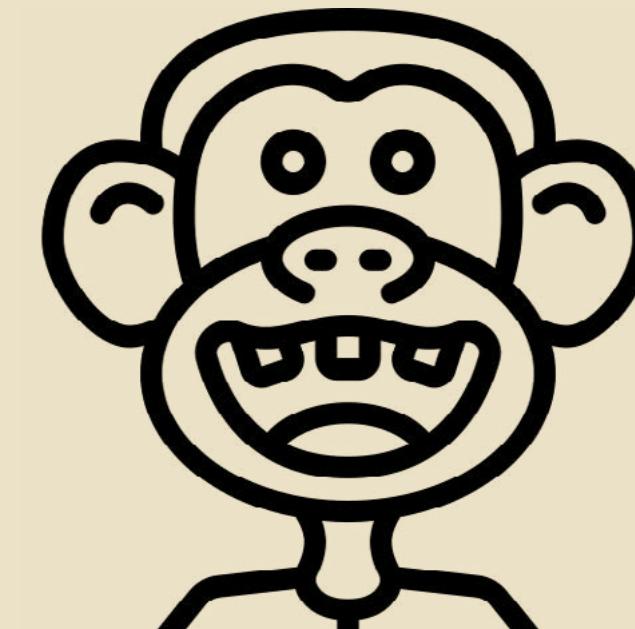
En este trabajo, Rajendran y colegas también emplearon audios con pulsaciones rítmicas dominantes. Para confirmarlo, los audios se evaluaban primero por sujetos humanos para determinar la frecuencia de las pulsaciones rítmicas de la música, algo que también se realizó en el estudio con monos.

El hallazgo de que las ratas, aun anestesiadas, podían exhibir patrones de disparo a la misma frecuencia que las pulsaciones rítmicas percibidas por los humanos sugiere que existe un sustrato neuronal primitivo que podría iniciar los procesos de detección del ritmo en los animales. Esto sugiere que nuestra capacidad de percepción y disfrute de la música pudo haber evolucionado a partir de la capacidad que adquirieron nuestros ancestros primitivos para detectar variaciones periódicas en los sonidos de la naturaleza.

Me llenó de emoción ver uno de los videos del grupo de Merchant en el que un mono, sentado en una silla, extiende su brazo de manera periódica para seguir a la perfección el ritmo de tres piezas musicales [8]. Una hazaña comparable al salto descomunal de Hanuman, que lo transportó desde las montañas Nilgiri al jardín del palacio de Ravana en Lanka, hijo del viento y poeta, una deidad en la India: el mono gramático que Paz describe en su libro [9].

Ahora vemos a un mono que revela que las notas musicales son como las palabras. Las notas musicales también pueden evocar todo o nada y desvanecerse para formar nuevas historias de la misma historia, como nos lo enseñó Paz en su libro. Así como todos los poemas dicen lo mismo y cada poema es único, también lo hacen las notas musicales. Como dice Paz, "en la punta de la convergencia el juego de las semejanzas y las diferencias se anula para que resplandezca, sola, la identidad".

Una composición musical puede presentar una gran variedad de ritmos, lo que la hace única. Pero, a final de cuentas, los ritmos que pulsan en consonancia con los de nuestro cuerpo son los que permiten que resplandezca una identidad reconocible, emotiva y memorable. Tanto Dudamel como el mono rítmico nos muestran que es posible reconocer esas pulsaciones embebidas en el juego de semejanzas y diferencias entre las notas musicales. Es sorprendente, aun cuando el mono esté entrenado y reciba una recompensa que lo motiva a hacerlo.



En uno de los videos se le presentan al mono tres composiciones, cada una durante 8 segundos, que, según voluntarios humanos, reproducen pulsaciones reconocibles. Una de ellas es la canción "You are my first, my last, my everything" de Barry White y Peter Radcliffe, seguida por "A New England" de Billy Bragg y por la composición renacentista "Passe & medio den lersten Gaillar (Recordans de mí, Señora)" de Josquin Des Prez.

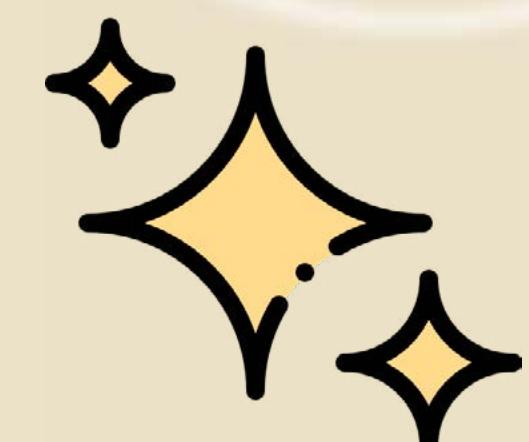
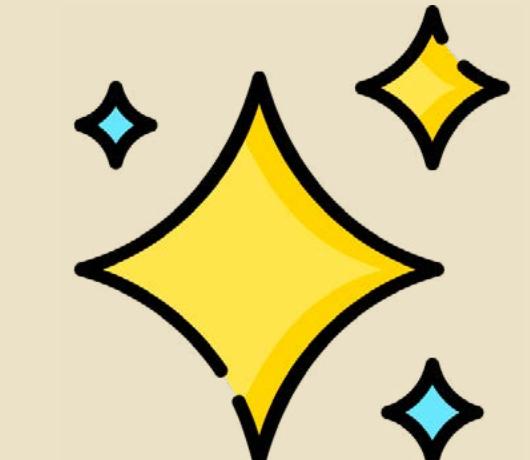
De las tres composiciones musicales en el video que menciono, solo se presenta la versión hablada de "New England", que dice así:

*"I don't want to change the world
I'm not looking for a new England
I'm just looking for another girl."*

"No quiero cambiar el mundo.
No busco una nueva Inglaterra.
Solo busco a otra chica."

Es muy emotivo ver el movimiento del brazo del mono, siguiendo a la perfección las pulsaciones rítmicas de esta estrofa, montadas en su acompañamiento musical. En su artículo, los autores señalan que el mono puede seguir ritmos más rápidos o más lentos, pero no lo hace correctamente cuando se le presentan extractos revueltos de las mismas canciones, ya sin el contenido de las pulsaciones rítmicas. Ese contraste sostiene la solinez del hallazgo.

Los resultados no prueban que el mono "oiga y disfrute la música como nosotros", pero sí que puede extraer una regularidad estable y sostenerla mediante el movimiento de su brazo. Es posible que tal habilidad refleje un eslabón en el desarrollo evolutivo de la percepción musical en el ser humano. Una habilidad que depende de las conexiones neuronales entre la cóclea y las vías de transmisión de la información auditiva en el tallo cerebral, la formación reticular, los colículos inferiores, el tálamo, los ganglios basales y la corteza cerebral.



Los potenciales eslabones evolutivos de la percepción musical podrían haber evolucionado a partir de las vías neuronales de los reflejos de sobresalto y de respuesta cocleopalpebral ante el sonido abrupto, dos respuestas de defensa que garantizan la supervivencia de los animales y aún están presentes en nosotros. Estos reflejos involucran conexiones entre la cóclea y las vías motrices que permiten el movimiento de los ojos y de las extremidades.

Hay experimentos en humanos que ilustran con claridad el reflejo de sobresalto en la sincronía de las respuestas electromiográficas de los músculos del brazo ante estímulos auditivos breves, de 95 decibeles, presentados de forma inesperada cada 5 minutos. Se ha propuesto que las vías descendentes reticuló-espinales participan en este tipo de reflejo, por lo que no sería de extrañar que también participen en el movimiento de nuestros brazos y piernas en respuesta a las pulsaciones rítmicas de la música.

Sabemos que la formación reticular es una red difusa de neuronas distribuida en el mesencéfalo, la protuberancia y el bulbo raquídeo, que envía una gran cantidad de axones ascendentes hacia regiones del encéfalo para generar el estado de alerta y descendentes hacia la médula espinal para controlar una amplia variedad de músculos.

Es posible que ambos sistemas reticulares reciban, de manera indirecta, mensajes a través de la vía auditiva para modular nuestros movimientos de forma refleja y perceptiva. Por lo tanto, cuando esa red neuronal se ve afectada por enfermedades neurodegenerativas, se produce una disfunción del movimiento, del sueño y de la conciencia. Diversas enfermedades, como el parkinson y la enfermedad de Alzheimer, cursan por una afectación de la formación reticular, con la acumulación de proteínas patológicas en las neuronas, como la alfa-sinucleína.



Hay estudios que sugieren que, en las enfermedades neurodegenerativas, se deteriora la capacidad de las personas para percibir ritmos binaurales y pulsaciones en estímulos auditivos complejos. Así, estudios futuros en el mono y otros animales podrían contribuir a la comprensión de los mecanismos fisiológicos que conducen a estos deterioros perceptivos de los ritmos auditivos.

El reflejo cocleopalpebral consiste en un parpadeo involuntario o en el cierre de los párpados en respuesta a un estímulo sonoro intenso e inesperado. Se presenta tanto en adultos como en bebés recién nacidos, por lo que se ha empleado como marcador de la integridad funcional de las vías auditivas periféricas y centrales.

Se trata de un reflejo que también involucra estructuras del tallo cerebral y de la formación reticular y constituye un potencial eslabón en la evolución de las conexiones complejas entre la vía auditiva, que recibe los impulsos de la música, y las regiones centrales céfalicas que integran la percepción musical de las pulsaciones rítmicas.

Al final, el mono rítmico nos enseña que la percepción subjetiva del ritmo no nació en las salas de conciertos, sino en cuerpos que aprendieron a moverse a partir del sonido. Como Hanuman, el mono de laboratorio cruza un abismo que creímos infranqueable. No llega para imitarnos ni para decirnos que disfruta de la música, sino para mostrarnos que el salto que lo libró de ese abismo comenzó mucho antes, como parte de una historia evolutiva más antigua.



REFERENCIAS:

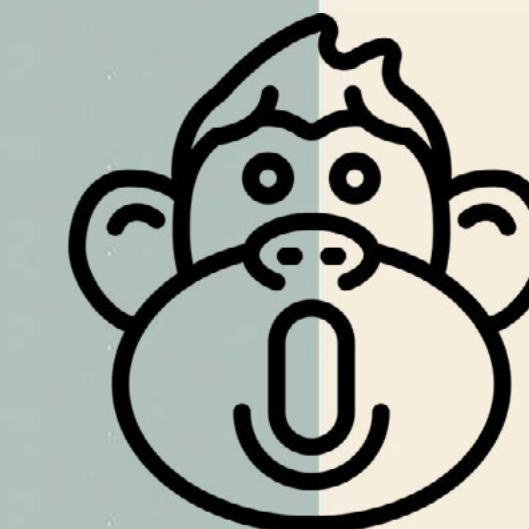
- [1] <https://www.youtube.com/watch?v=xhEGMS0Iptw>
- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=jVDofBFtvwA>
- [3] <https://www.youtube.com/watch?v=ESilvOS209k>
- [4] <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adp5220>
- [5] <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1910318116>
- [6] [https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(09\)00890-2](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(09)00890-2)
- [7] <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7137933/>
- [8] El video se puede ver en el material suplementario de la cita [4] science.adp5220_movies.s1_to_s3.zip (V1_M1_3songs.mp4)
- [9] Octavio Paz (1974). El mono gramático. Seix Barral. Planeta Libros. <https://www.elem.mx/obra/datos/8815>

Mercurio Volante

El reflejo cocleopalpebral consiste en un parpadeo involuntario o en el cierre de los párpados en respuesta a un estímulo sonoro intenso e inesperado. Se presenta tanto en adultos como en bebés recién nacidos, por lo que se ha empleado como marcador de la integridad funcional de las vías auditivas periféricas y centrales.

Se trata de un reflejo que también involucra estructuras del tallo cerebral y de la formación reticular y constituye un potencial eslabón en la evolución de las conexiones complejas entre la vía auditiva, que recibe los impulsos de la música, y las regiones centrales céfalicas que integran la percepción musical de las pulsaciones rítmicas.

Al final, el mono rítmico nos enseña que la percepción subjetiva del ritmo no nació en las salas de conciertos, sino en cuerpos que aprendieron a moverse a partir del sonido. Como Hanuman, el mono de laboratorio cruza un abismo que creímos infranqueable. No llega para imitarnos ni para decirnos que disfruta de la música, sino para mostrarnos que el salto que lo libró de ese abismo comenzó mucho antes, como parte de una historia evolutiva más antigua.



ELÍAS MANJARREZ

Profesor investigador titular, responsable del laboratorio de Neurofisiología Integrativa del Instituto de Fisiología, BUAP. Es físico de formación, con maestría en fisiología y doctorado en neurociencias. Obtuvo su doctorado en el departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav.

Sus líneas de investigación están enfocadas a entender propiedades emergentes de ensambles neuronales en animales y humanos. Es pionero en el estudio de la resonancia estocástica interna en el cerebro, la propagación de ondas en ensambles neuronales espinales, la hemodinámica funcional de las emociones, así como de los mecanismos neuronales de la estimulación eléctrica transcranial. Recibió el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología del CONCYTEP y ha recibido el premio Cátedra Marcos Moshinsky. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 3.

