

# Estudio neurocientífico sobre la influencia de diferentes tipos de música en las ondas alfa del cerebro en adolescentes

Alumnado 2º Bachillerato A: Torralbo-Jiménez, L.<sup>1</sup>; Córdoba-Garnica, T.<sup>1</sup>.

Profesora coordinadora: León-Rodríguez, E<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto IES Fidiana



## INTRODUCCIÓN

# ¿Ondas Alfa?

Las ondas alfa son un tipo de actividad eléctrica cerebral que se pueden detectar mediante un electroencefalograma (EEG), o en nuestro caso, utilizando la **SpikerBox**. Estas ondas tienen una frecuencia de entre **8 y 12 Hz** (ciclos por segundo) y están asociadas con un estado de **relajación mental y física**, sin llegar al sueño profundo ni a una actividad cognitiva intensa.

Generalmente, las ondas alfa se manifiestan cuando una persona está despierta pero tranquila, especialmente con los ojos cerrados y en un ambiente con pocos estímulos. Son comunes en estados de **meditación ligera**, prácticas de "**mindfulness**", o simplemente durante el reposo mental. Estas ondas se generan principalmente en los **lóbulos occipitales** del cerebro (en la parte posterior de la cabeza), aunque pueden extenderse a otras regiones según el nivel de relajación o concentración.

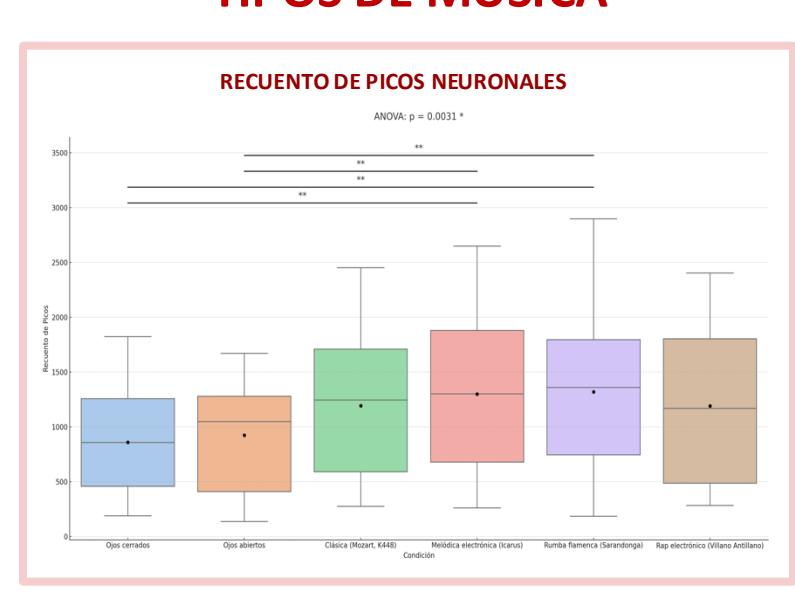
Conociendo los beneficios asociados a las ondas alfa —como la **reducción del estrés y la ansiedad**, el **aumento de la creatividad**, la **mejora del estado de ánimo**, así como una **mayor claridad mental y capacidad de memoria**—, el grupo de investigación del centro decidió poner a prueba este fenómeno y el impacto de la música en estas ondas. Para ello, se midieron las ondas alfa en los alumnos en distintas condiciones: **con los ojos abiertos y cerrados**, y posteriormente, **con los ojos cerrados mientras eran expuestos a cuatro tipos diferentes de música**: música clásica (Mozart), rumba flamenca (Sarandonga), música electrónica melódica (Icarus) y del género urbano, Reggaetón, Trap, y Rap (BZRP Session 51 Villano Antillano).

## OBJETIVOS

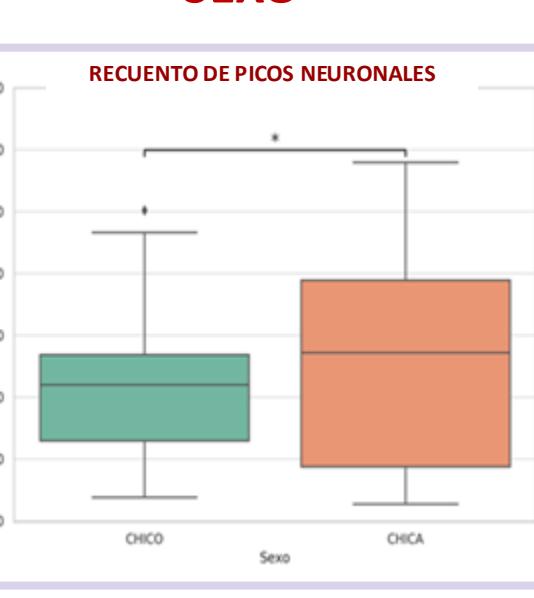
La investigación tiene como objetivo analizar diferentes factores experimentales, como la **música**, el **sexo**, y el **ciclo educativo**, cómo influyen en la **actividad cerebral** en términos de actividad neuronal. Los hallazgos de este estudio pueden tener implicaciones importantes para la **educación**, la **neurociencia** y en las **terapias musicales**.

## RESULTADOS

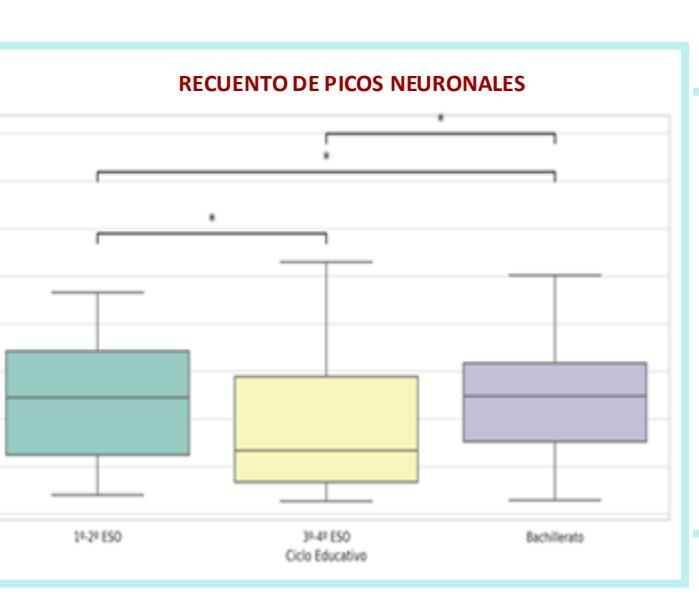
### TIPOS DE MÚSICA



### SEXO



### CICLO EDUCATIVO



**RECuento DE PICOS:** En el número de picos mostrados en todos los condiciones estudiadas: música, sexo y ciclo educativo. La música parece influir mayor variabilidad en el recuento de picos neuronales, lo que nos indica una respuesta más dinámica. La rumba flamenca (Sarandonga) y la música del género urbano-rap electrónico (Villano), presentaron diferencias significativas respecto al resto, lo que sugiere provocan mayor o descargas neuronales y excitación debido principalmente, al ritmo de la canción. Las condiciones musicales mostraron mayor variabilidad neuronal, respecto a las condiciones sin música. Los estudiantes de Bachillerato presentaron una respuesta neuronal más estable, indicando mayor madurez neuronal que los de 1º-2º y 3º-4º ESO.

**FRECUENCIA EN TIPO DE MÚSICA:** Los valores de Hz se sitúan en el rango Beta (13-30 Hz), lo que indica que la actividad es más estable. Sin embargo, en general, reduce ligeramente la frecuencia respecto a estar sin música, especialmente con la música electrónica (Villano), sugiriendo un efecto moderado de relajación (mayor atención sin estrés). La rumba flamenca y la electrónica melódica mantienen niveles similares a ojos abiertos, indicando una menor actividad cerebral.

En este estudio, la frecuencia media de la actividad cerebral (hz) se mantuvo estable frente a diferentes condiciones (reposto, tipos de música, ojos abiertos/cerrados), indicando que los estímulos musicales no modificaron significativamente la estructura del cerebro. Sin embargo, se observaron diferencias por sexo, ya que las mujeres mostraron una frecuencia media más alta, posiblemente debido a una mayor activación cortical o maduración neurológica. Además, la frecuencia varió por ciclo educativo, los estudiantes de 3º-4º ESO presentaron mayor frecuencia, asociada a una mayor excitabilidad cortical, típica de etapas de reestructuración cerebral en la adolescencia, mientras que los de Bachillerato mostraron frecuencias más bajas y estables, reflejando una mayor madurez y eficiencia cerebral.

### INTERVALOS ENTRE PICOS

La música influye en la frecuencia de los intervalos entre picos (ISI) y el número de picos en cada intervalo. Los intervalos más regulares y mayor actividad neuronal. Diferencias significativas fueron encontradas entre estilos musicales, como Rumba flamenca (Sarandonga) y Rap Electrónico (BZRP Session 51 Villano Antillano), sugiriendo que ambos tipos de música afecta el ritmo neuronal. Las condiciones musicales aumentaron la variabilidad neuronal, sugiriendo respuestas más dinámicas asociadas a procesos emocionales o cognitivos específicos.

Los estudiantes de Bachillerato mostraron una respuesta neuronal más estable, reflejando un mayor desarrollo cognitivo, mientras que no hubo diferencias significativas entre hombres y mujeres.

### RMS

Las RMS muestran por otra parte diferencias en todos los factores y en todas las situaciones; diferente RMS entre cada una de las músicas y entre cada uno de los ciclos. Esto se debe a que esta variable es diferente dependiendo de cada persona, porque no sólo varía según la edad, sino también por experiencias personales.

La música genera variaciones en la RMS, con algunas condiciones musicales provocando respuestas neuronales más intensas. Rumba flamenca (Sarandonga) mostró diferencias significativas respecto a la música clásica (Mozart, K448), lo que indica que Sarandonga genera mayor energía neuronal. Los alumnos de Sarandonga presentaron respuestas de RMS más estables y bajas, reflejando una mayor madurez cerebral. En general, la música aumenta la variabilidad de la RMS, probablemente por sus componentes emocionales y rítmicos.

### RAÍZ CUADRÁTICA MEDIA (RMS)

En resumen, la música y el ciclo educativo modulan la actividad cerebral, mientras que el sexo no parece tener un impacto relevante sobre las variables neuronales estudiadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales empleados durante la investigación fueron:



El EEG SpikerBox, ordenadores cedidos por el centro además de auriculares.



La colaboración y participación de los voluntarios y voluntarias de nuestro centro



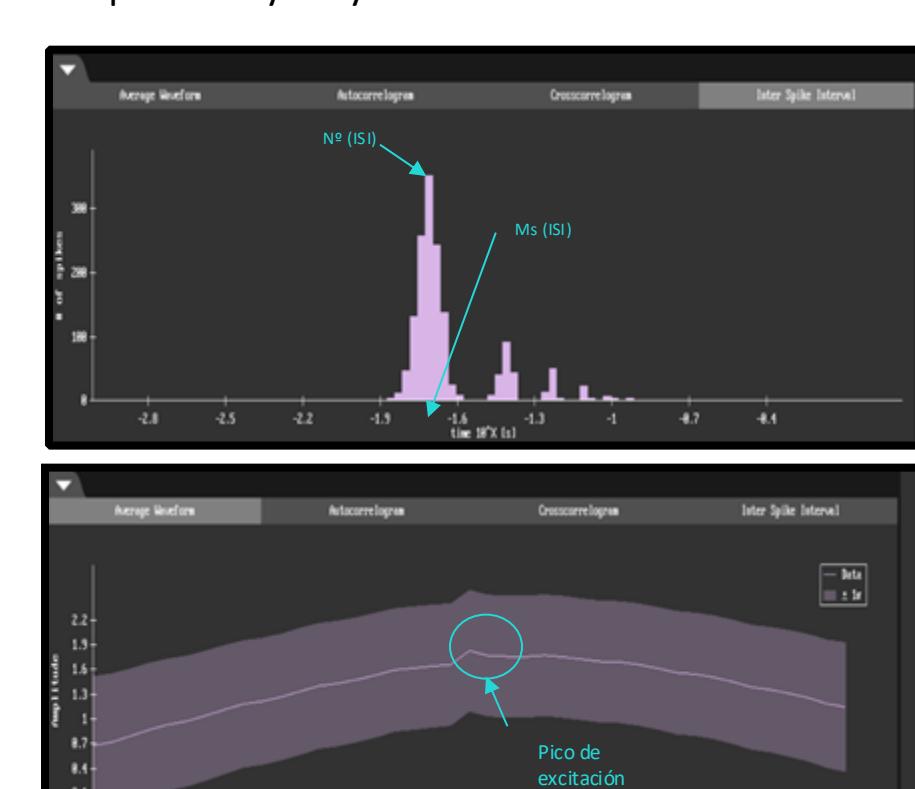
El experimento estaba dividido en diferentes pasos.

- El primer paso fue colocar una banda naranja y bajo las almohadillas adheridas a este un gel de electrodos.
- El segundo paso era pinzar los cables a estos botones y colocar una almohadilla debajo de la oreja izquierda también conectada a la SpikerBox y este al ordenador.
- El tercer paso fue grabar uno a uno cada situación con la aplicación del EEG. Medimos las ondas mientras tenían los ojos abiertos, los ojos cerrados y manteniendo los ojos cerrados pusimos cuatro clases de músicas diferentes.
- El cuarto paso fue revisar todos los datos y analizar las con diferentes variables.



## VARIABLES

**Recuento de picos:** se refiere al número de picos que ocurren por unidad de tiempo. Es una medida que cuantifica la cantidad de descargas eléctricas anormales, breves y agudas. Un valor elevado es indicativo de mayor actividad neuronal, más neuronas disparando y mayor excitación.



### ISI (intervalos entre picos)

ISI (número de veces del intervalo más frecuente) Esta variable mide cuántas veces se repite el intervalo de tiempo más común entre dos picos neuronales consecutivos, es decir, lo frecuente es un ritmo específico en la actividad cerebral. Un valor alto indica una gran regularidad temporal en las señales neurales, similar a un metrónomo, mientras que un valor bajo refleja mayor variabilidad y un patrón de activación menos estructurado.

ISI-Milisegundos entre picos más frecuentes: indican el intervalo de tiempo más común que ocurre entre un pico y el siguiente. Se mide la periodicidad de los picos.

**Amplitud de onda (valor mayor y menor):** se refiere a la altura de las ondas. Las amplitudes varían dependiendo del estado de alerta del individuo y de la presencia de actividad patológica o normal. Los valores mayores elevados (puntos más altos) indican que las neuronas responden con más intensidad; mientras que valores menores (puntos más bajos) altos indican que la señal no desciende tanto y hay menos inhibición neuronal.

**Hertzios (Hz):** es la unidad de medida de la frecuencia en la que suceden los diferentes estados de la onda cerebral. Mide cuántos ciclos de actividad eléctrica ocurren por segundo en el cerebro. Las frecuencias más altas se asocian con mayor estado de alerta, actividad cognitiva y excitación del cerebro.

**RMS Cuadrática Media (RMS):** es la raíz de la media aritmética de los cuadrados del conjunto de números de la onda cerebral. Mide la energía promedio de la señal neuronal, es decir, lo fuerte o intensa que es la actividad eléctrica neuronal durante el tiempo de medición. Un RMS más alto indica mayor intensidad de la señal neuronal.

## CONCLUSIONES

Aunque inicialmente se pensaba que el tipo de música sería el factor con mayor influencia, los resultados han mostrado el factor que ha causado mayor diferencia y ha resultado más han sido los ciclos educativos.

- La música genera mayor variabilidad neuronal, especialmente en condiciones con rumba flamenca (Sarandonga) y música melódica electrónica (Icarus), mostrando respuestas más intensas en la amplitud de la onda y el recuento de picos. Esto sugiere que los patrones de actividad neuronal son más flexibles y dinámicos; y que estos tipos de música potencian la excitación de las neuronas, promoviendo respuestas más fuertes y frecuentes
- No hubo un efecto significativo de la música sobre los hertzios o la frecuencia de las ondas cerebrales, por lo que no altera el ritmo de las ondas, pero se observó una modulación de la respuesta neuronal en cuanto a la intensidad (fuerza) y flexibilidad (variabilidad de la actividad de las neuronas)
- La música modula la actividad de las neuronas, afectando tanto la regularidad de los intervalos entre picos como el nivel de activación. Estilos musicales como la rumba flamenca y el rap electrónico mostraron efectos diferenciados en el ritmo neuronal, vinculados posiblemente a procesos emocionales y cognitivos.
- No se encontraron diferencias significativas por sexo en la amplitud de la onda, RMS, recuento de picos o ISI, sugiriendo que en este estudio el sexo no influye significativamente en la actividad neuronal.
- Los estudiantes de Bachillerato mostraron una respuesta neuronal más estable y concentrada, con menor variabilidad en la amplitud de la onda y en el recuento de picos, reflejando un mayor desarrollo neuronal, así como un mayor desarrollo y eficiencia en los procesos de sincronización de las neuronas.
- Los estudiantes de 1º-2º ESO y 3º-4º ESO presentaron mayor variabilidad neuronal, lo que podría reflejar un mayor grado de flexibilidad neuronal en los adolescentes más jóvenes.

En resumen, la música y el ciclo educativo modulan la actividad cerebral, mientras que el sexo no parece tener un impacto relevante sobre las variables neuronales estudiadas.

### EFFECTO MOZART

En esta investigación no logramos observar el efecto atribuido a la Sonata K.448 de Mozart, tal como se describe en la bibliografía (Ratchev et al, 1993). Escuchar la Sonata K.448 parece reducir la actividad cortical, favoreciendo una atención más relajada pero no lo suficiente como para entrar en alfa (<13 Hz), por lo que el efecto observado en este estudio parece ser una modulación leve solo de atención calmada sin estrés. Es probable que esta ausencia de efecto se deba a que únicamente se utilizó un fragmento de un minuto de la composición. No obstante, también podrían haber influido otros factores, como la calidad del audio, las condiciones ambientales durante la exposición, las características individuales de los participantes (por ejemplo, su estado emocional) o incluso la metodología para medir el efecto.

## AGRADECIMIENTOS

A la profesora tutora del IES que coordina el proyecto Elena León Rodríguez  
Al Instituto IES Fidiana (Y a todos los voluntarios y voluntarias que participaron en nuestro proyecto!)  
Al proyecto de Innovación educativa y Desarrollo Curricular Fidiciencia 3.0