

ESTUDIO NEUROCIENTÍFICO SOBRE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES TIPOS DE MÚSICA EN LAS ONDAS ALFA DEL CEREBRO EN ADOLESCENTES



Alumnado investigador: Teresa Córdoba Garnica(2º Bach, IES Fidia de Córdoba) y Leoncio Torralbo Jiménez (2º Bach, IES Fidia de Córdoba)

PROFESORA COORDINADORA: *Dra Elena León Rodríguez (IES Fidiana de Córdoba)*

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACT

1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- OBJETIVOS.....	4
3.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
4.- MATERIALES Y MÉTODOS	6
4.1.- VARIABLES DE ESTUDIO	6
4.2.- MATERIAL EXPERIMENTAL	7
4.3.- DISEÑO DEL TRABAJO DE LABORATORIO.....	7
5.- RESULTADOS	8
5.1.- RECUENTO DE PICOS NEURONALES	8
5.2.- HERTZIOS	8
5.3.- INTERVALO ENTRE PICOS.....	9
5.4.- AMPLITUD DE LA ONDA.....	10
5.5.- RAÍZ CUADRÁTICA MEDIA.....	11
6.- CONCLUSIONES.....	12
8.- AGRADECIMIENTOS.....	13
9.- BIBLIOGRAFÍA.....	13

RESUMEN

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.¹; Córdoba-Garnica, T.¹

Profesora coordinadora: León-Rodríguez, E.¹

¹Instituto IES Fidiana

RESUMEN

Las ondas alfa reflejan un estado de relajación mental y fueron el foco de este estudio que analizó cómo diferentes tipos de música, el sexo y el ciclo educativo modulan la actividad cerebral. Utilizando la SpikerBox y registros de EEG, se midieron las ondas alfa en estudiantes bajo condiciones controladas: ojos abiertos, ojos cerrados y exposición a música clásica (Mozart), rumba flamenca (Sarandonga), electrónica melódica (Icarus) y rap electrónico (BZRP Session 51). Se analizaron variables como recuento de picos, intervalos entre picos (ISI), amplitud de onda, frecuencia (Hz) y Raíz Cuadrática Media (RMS). Aunque no se observaron cambios significativos en la frecuencia de las ondas, la música sí moduló la intensidad y la variabilidad de la respuesta neuronal. Estilos como la rumba flamenca y la electrónica melódica generaron una mayor activación y flexibilidad neuronal, indicando un efecto sobre procesos emocionales y cognitivos. El ciclo educativo resultó ser un factor más determinante que el tipo de música: los estudiantes de Bachillerato mostraron una actividad neuronal más estable y concentrada, mientras que los adolescentes de 1º-4º de ESO presentaron mayor variabilidad, posiblemente reflejando flexibilidad neuronal. No se encontraron diferencias significativas entre sexos. En relación al efecto Mozart, no se observó una influencia clara, probablemente debido a la brevedad del fragmento musical utilizado y a factores contextuales. En conclusión, la música y la etapa educativa modulan la dinámica de la actividad neuronal, mientras que el sexo no parece ejercer una influencia relevante en las variables estudiadas.

Palabras clave: ondas alfa, actividad neuronal, música, variabilidad neuronal, ciclo educativo y SpikerBox

Abstract

Alpha waves reflect a state of mental relaxation and were the focus of this study, which analyzed how different types of music, sex, and educational level modulate brain activity. Using the SpikerBox and EEG recordings, alpha waves were measured in students under controlled conditions: eyes open, eyes closed, and exposure to classical music (Mozart), flamenco rumba (Sarandonga), melodic electronic music (Icarus), and electronic rap (BZRP Session 51). Variables such as spike count, interspike intervals (ISI), wave amplitude, frequency (Hz), and RMS were analyzed. Although no significant changes were observed in the frequency of the waves, music did modulate the intensity and variability of the neuronal response. Styles such as flamenco rumba and melodic electronic music generated greater neuronal activation and flexibility, suggesting an effect on emotional and cognitive processes. The educational level proved to be a more determining factor than the type of music: high school students showed more stable and concentrated neuronal activity, while younger students (1st–4th ESO) exhibited greater variability, possibly reflecting greater neuronal flexibility. No significant differences were found between sexes. Regarding the Mozart effect, no clear influence was observed, likely due to the short duration of the musical fragment used and contextual factors. In conclusion, music and educational stage modulate the dynamics of neuronal activity, while sex does not appear to exert a relevant influence on the studied variables.

Keywords: alpha waves, neuronal activity, music, neuronal variability, educational stage, SpikerBox

1.- INTRODUCCIÓN

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 (Backyard Brains, n.d.). Estas ondas tienen una frecuencia de entre 8 y 12 Hz (ciclos por segundo) (Klimesch, 1999) y están asociadas con un estado de relajación mental y física, sin llegar al sueño profundo ni a una actividad cognitiva intensa. Se ha demostrado que ciertas prácticas, como la meditación o la audición musical, pueden aumentar su amplitud y regularidad (Altenmüller & Schlaug, 2015).

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—, este grupo de estudiantes 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).

Nuestra hipótesis de partida fue que la exposición los diferentes tipos de música con ojos cerrados genera variaciones significativas en la actividad de las ondas alfa en estudiantes, siendo mayor la actividad alfa con música clásica (incluyendo el efecto Mozart) y electrónica melódica, en comparación con géneros de ritmo más rápido como el reggaetón y rap.

2.- 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

3.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Las **ondas alfa** son patrones de actividad eléctrica cerebral que oscilan entre 8 y 12 Hz y están asociadas con un estado de relajación consciente. Se manifiestan principalmente cuando la persona está tranquila, con los ojos cerrados y en un ambiente con pocos estímulos. En este estudio, se registraron utilizando el dispositivo SpikerBox, que permite visualizar la actividad cerebral de forma sencilla.

Las características medibles de estas ondas incluyen el **recuento de picos**, la **frecuencia en hercios (Hz)**, el **intervalo entre picos (ISI)**, la **amplitud de la onda** y la **raíz cuadrática media (RMS)**. Estos parámetros ofrecen información cuantitativa sobre el grado de relajación alcanzado por el individuo bajo diferentes condiciones.

- **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.

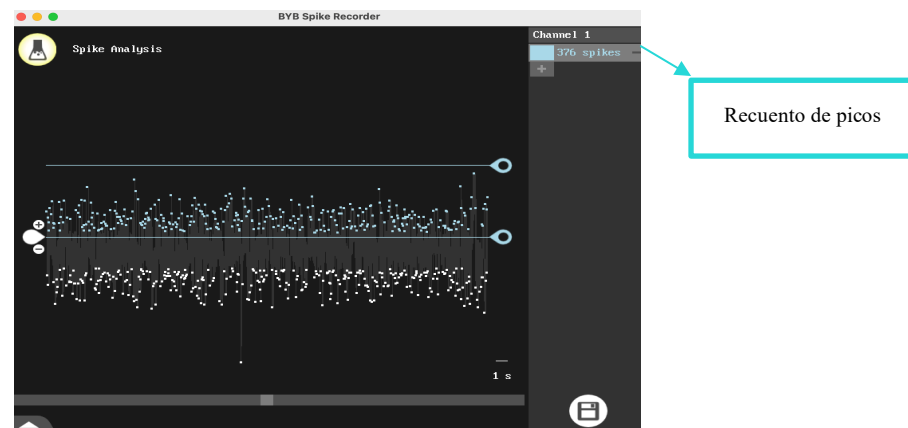


Figura 1. Recuento de picos (programa informático para el funcionamiento de la SpikerBox)

- **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 neuronales, 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.

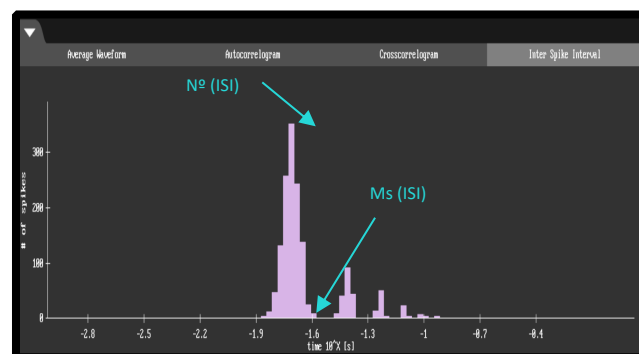
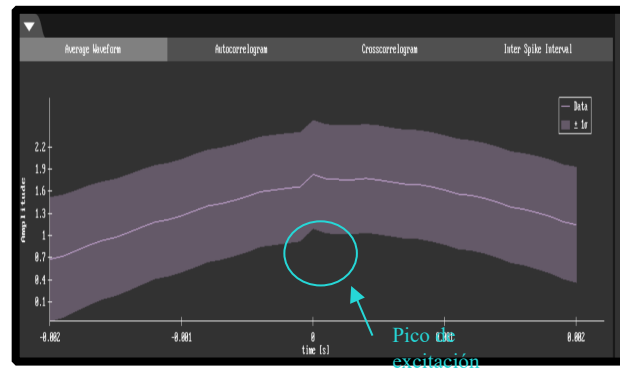


Figura 2. Frecuencia y milisegundos (Ms) de ISI.
(programa informático para el funcionamiento de la SpikerBox)

- **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.

Figura 3. Amplitud de la onda. (programa informático para el funcionamiento de la SpikerBox)



- **Hertzios (Hz):** es la unidad de medida de la frecuencia en la que se 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 de la corteza cerebral.
- **Raíz 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.

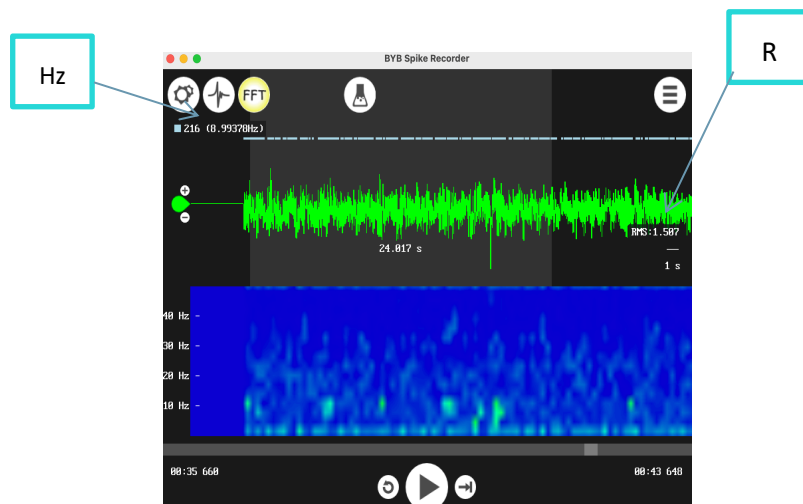


Figura 4. Hertzios y Raíz Cuadrática Media de la onda. (programa informático para el funcionamiento de la SpikerBox)

4.- MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.- VARIABLES DE ESTUDIO

En este estudio neurocientífico, la **variable independiente** es el tipo de música al que se expone a los participantes, incluyendo géneros como música clásica (considerando el efecto Mozart), electrónica melódica, reggaetón y rap. Las **variables dependientes** son los distintos aspectos de la **actividad de las ondas alfa cerebrales**, incluyendo recuento de picos neuronales, intervalo entre picos, amplitud de la onda, hertzios y raíz cuadrática media.

4.2.- MATERIAL EXPERIMENTAL

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



Figura 5. Proceso de medición de ondas alfa en el alumnado.

La máquina Spiker Box utilizada contaba con una placa base y una app que nos permitió medir estas ondas y analizarlas fácilmente. Para usar la máquina se debían poner dos electrodos (unidos a una banda de color naranja para mejor sujeción de los electrodos y facilidad de uso) que se colocaban en la parte occipital de la cabeza, aplicando un gel entre este y el cuero cabelludo junto con un parche que se adhería detrás de la oreja






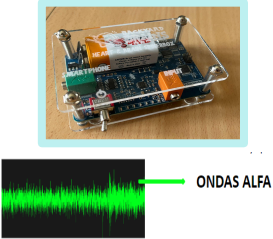
<p>Ordenador y aplicación informática</p> 	<p>Banda para colocar en la cabeza y sujetar los electrodos a los ganchos metálicos</p> 	<p>Gel para electrodos</p> 
<p>Auriculares</p> 	<p>Parche para electrodos</p> 	<p>Batería y Spiker Box (máquina para medir las ondas cerebrales)</p> 

Figura 6. Diversos materiales empleados en la investigación

4.3.- DISEÑO DEL TRABAJO DE LABORATORIO

La toma de datos se realizó durante las horas lectivas de clase, midiendo y tomando datos de los voluntarios y voluntarias del centro. El experimento se dividió en diferentes pasos

- **El primer paso** fue colocar una banda naranja y bajo las almohadillas adheridas a esta un gel de electrodo.
- **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 diferentes variables.

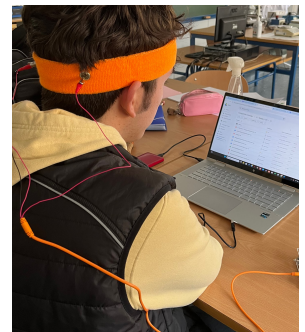


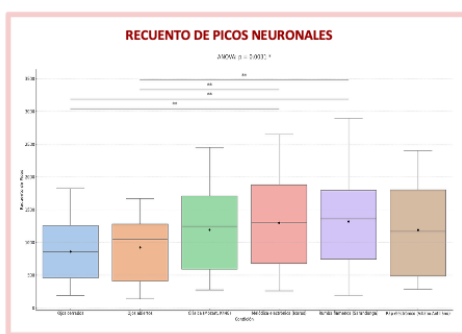
Figura 7. Alumno con la SpikerBox conectada.

Con objeto de obtener una población representativa de la comunidad estudiantil del IES, se seleccionó un tamaño de muestra de 40 alumnos. Para la toma de datos se seleccionaron al azar chicos y chicas de cada uno de los distintos cursos.

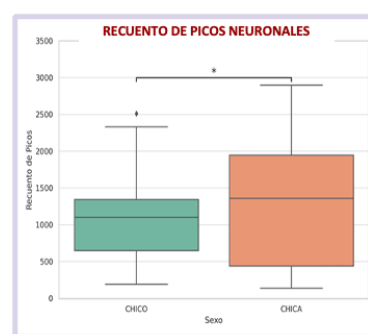
5.- RESULTADOS

5.1.- RECUENTO DE PICOS NEURONALES

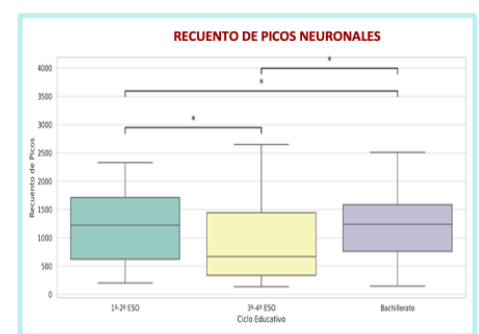
En las siguientes gráficas se representan recuento de picos neuronales en función del tipo de música (Gráfica 1), sexo (Gráfica 2) y ciclo educativo (Gráfica 3). En el número de picos mostró diferencias en todas las condiciones estudiadas: música, sexo y ciclo educativo. La música parece influir mayor variabilidad en el recuento de pico 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 (Gráfica 1). Los estudiantes de Bachillerato presentaron una respuesta neuronal más estable, indicando mayor madurez neuronal que los de 1º-2º y 3º-4º ESO (Gráfica 3).



Gráfica 1. Recuento de picos en función del tipo de música



Gráfica 2. Recuento de picos en función del sexo

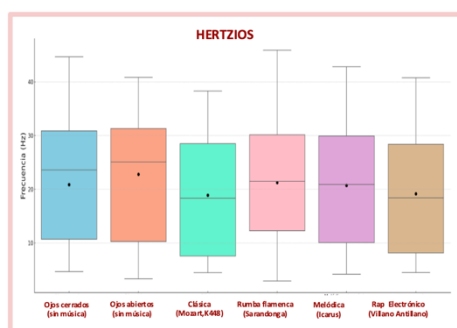


Gráfica 3. Recuento de picos en función del ciclo educativo

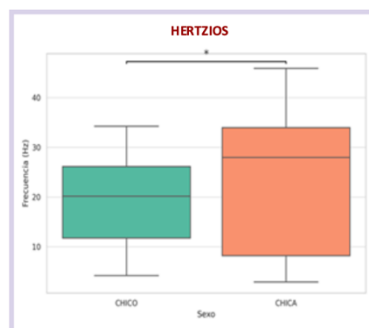
5.2.- HERTZIOS

En lo que respecta a los Hertzios, los resultados se mostraron estables en las tres condiciones (Gráficas 4,5 y 6). La poca o nula diferencia entre las canciones indican que los estímulos musicales no modifican la actividad

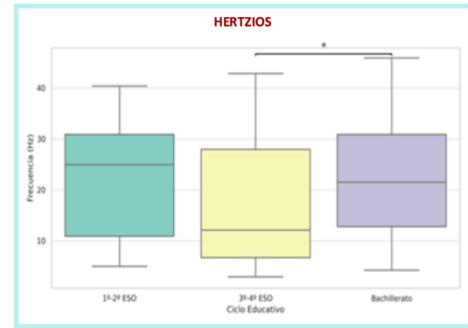
cerebral (Gráfica 4). Sí que se mostraron diferencias entre sexos; las chicas muestran una frecuencia neuronal más alta que los chicos, seguramente asociada a la mayor elevada madurez neuronal frente a los chicos (Gráfica 5). En cuanto a los ciclos educativos, la frecuencia varió en cada uno de ellos. Los alumnos de 3º y 4º ESO mostraron mayor frecuencia, lo que indica mayor excitación cortical debido a la etapa en la que se encuentran dichos cursos (reestructuración cerebral de la adolescencia). Los alumnos de Bachillerato por su parte mostraron frecuencias más bajas, indicando mayor madurez y eficiencia cerebral (Gráfica 6).



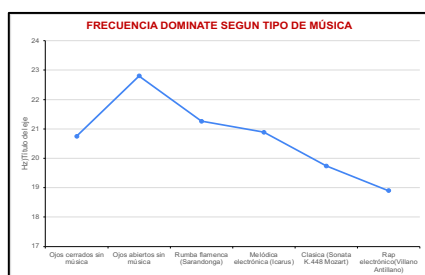
Gráfica 4. Hertzios en función del tipo de música



Gráfica 5. Hertzios en función del sexo



6. Hertzios en función de los ciclos educativos



Gráfica complementaria A: frecuencia dominante según tipo de música

Tabla 1. Frecuencia efecto Mozart y Frecuencia en este estudio.

	Frecuencia	Interpretación
Efecto Mozart	8–12 Hz (Alfa o Beta baja)	Relajación
Sonata K.448 en este estudio	19,74 Hz (Beta baja)	Atención calmada

Todos los valores de Hz se sitúan en el rango **Beta** (13–30 Hz), lo que indica atención activa (Gráfica complementaria A y Tabla 1). La música, en general, reduce ligeramente la frecuencia respecto a estar sin música, especialmente con la clásica (Mozart) y el rap electrónico (Villano), sugiriendo un **efecto moderado de relajación (mejor atención sin estrés)**. La rumba flamenca y la electrónica melódica mantienen niveles similares a ojos abiertos, indicando una activación elevada.

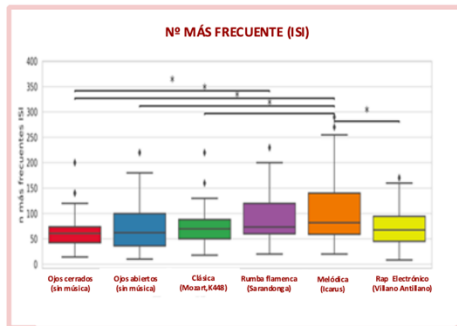
Géneros como la rumba flamenca y la electrónica melódica generaron mayor activación y flexibilidad neuronal, lo que sugiere una influencia sobre procesos emocionales y cognitivos (Juslin & Sloboda, 2010; Parbery-Clark et al., 2009). En contraste, no se evidenció un efecto claro del llamado “**efecto Mozart**”, posiblemente debido a la brevedad del fragmento musical utilizado (Thompson et al., 2001).

5.3.- INTERVALO ENTRE PICOS

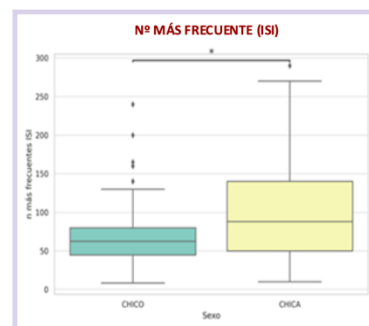
La música influye en la frecuencia de los intervalos entre picos (ISI) y el número de picos neuronales, generando intervalos más regulares y mayor activación neuronal. Diferencias significativas fueron encontradas entre estilos musicales, como Rumba flamenca (*Sarandonga*) y Rap Electrónico (*BZRP Session 51 Villano Antillano*), sugiriendo que ambos tipos de música afecta el ritmo neuronal (Gráficas 7 y 10). 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

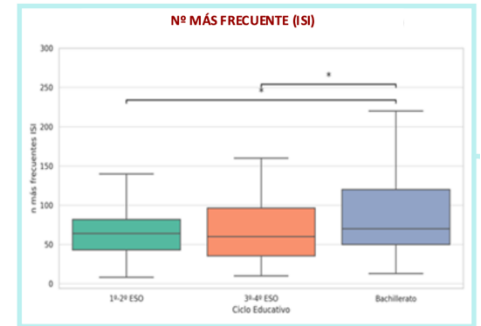
cognitivo (Gráficas 9 y 12), mientras que no hubo diferencias significativas entre hombres y mujeres (Gráficas 8 y 11)



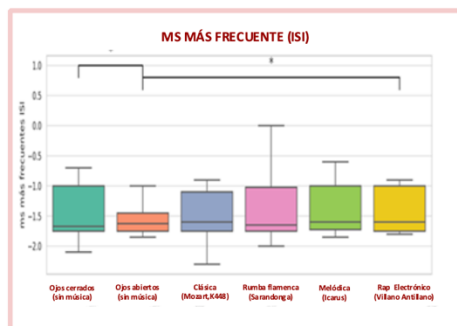
Gráfica 7. N° más frecuentes de picos en función del tipo de música



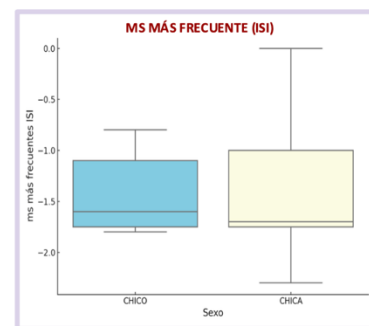
Gráfica 8. N° más frecuentes de picos en función del sexo



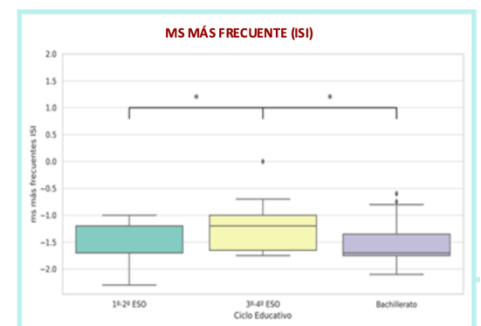
Gráfica 9. N° más frecuentes de picos en función de los ciclos educativos



Gráfica 10. Ms más frecuentes de picos en función del tipo de música



Gráfica 11. Ms más frecuentes de picos en función del sexo

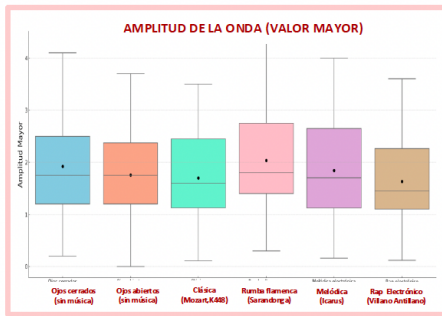


Gráfica 12. Ms más frecuentes de picos en función del ciclo educativo

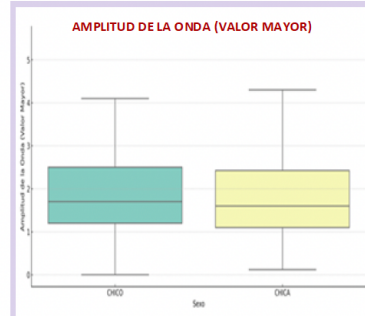
5.4.- AMPLITUD DE LA ONDA

La música influye en la frecuencia de los intervalos entre picos (ISI) y el número de picos neuronales, generando intervalos más regulares y mayor activación neuronal. Sin embargo, 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 (Gráfica 16). Las condiciones musicales aumentaron la variabilidad neuronal, sugiriendo respuestas más dinámicas asociadas a procesos emocionales o cognitivos específicos.

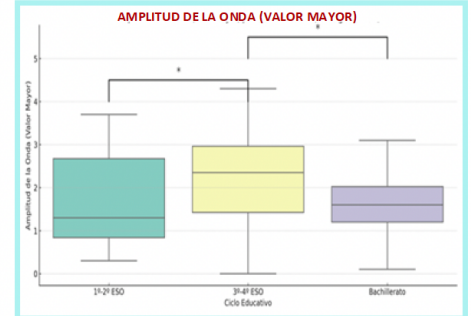
Los estudiantes de Bachillerato mostraron una respuesta neuronal más estable (Gráficas 15 y 18), reflejando un mayor desarrollo cognitivo, mientras que no hubo diferencias significativas entre hombres y mujeres (Gráficas 14 y 17).



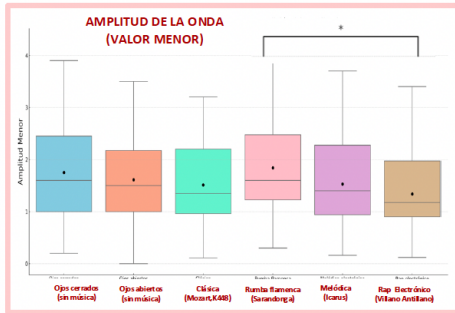
Gráfica 13. Valor mayor de la amplitud de onda en función del tipo de música



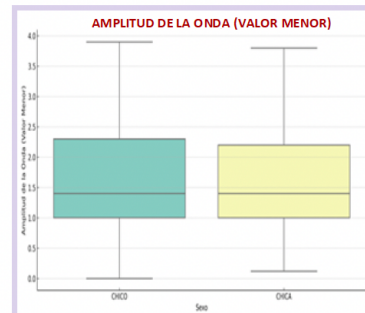
Gráfica 14. Valor mayor de la amplitud de onda en función del sexo



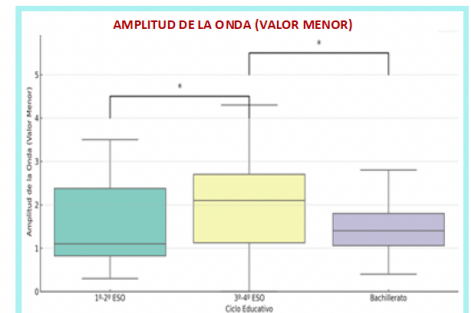
Gráfica 15. Amplitud onda (valor mayor) en función del ciclo educativo



Gráfica 16. Valor menor de la amplitud de onda en función del tipo de música



Gráfica 17. Valor menor de la amplitud de onda en función del sexo

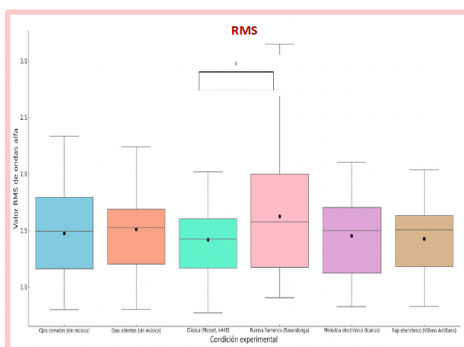


Gráfica 18. Amplitud onda (valor menor) en función del ciclo educativo

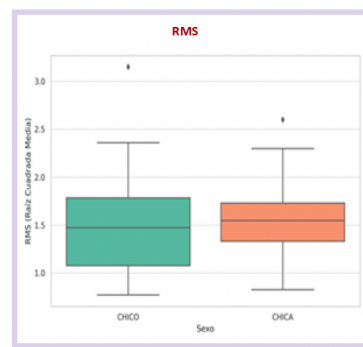
5.5.- RAÍZ CUADRÁTICA MEDIA

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 (Gráficas 19, 20 y 21). 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.

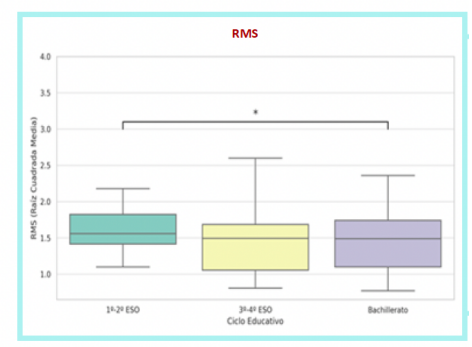
La música genera variaciones en la RMS, con algunas condiciones musicales provocando respuestas neuronales más intensas. Rumba flamenca (Sarandonga) mostró diferencias significativas respecto a la música clásica (Mozart. K448), lo que indica que Sarandonga genera mayor energía neuronal (Gráfica 19). Los alumnos de Bachillerato presentaron respuestas de RMS más estables y bajas, reflejando una mayor madurez cerebral (Gráfica 21). En general, la música aumenta la variabilidad de la RMS, probablemente por sus componentes emocionales y rítmicos.



Gráfica 19. RMS en función del tipo de música



Gráfica 20. RMS en función del sexo



Gráfica 21. RMS en función de los ciclos educativos

6.- 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 resaltado 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 **1°-2° ESO** y **3°-4° 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** (Coghill, 2010) modulan la actividad cerebral, mientras que el **sexo** no parece tener un impacto relevante sobre las variables neuronales estudiadas.

EFEECTO MOZART

En esta investigación no logramos observar el efecto atribuido a la Sonata K.448 de Mozart, tal como se describe en la bibliografía (Thompson *et al.*, 2001). 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.

8.- AGRADECIMIENTOS

A La profesora tutora del IES que coordina el proyecto Elena León Rodríguez por su guía y apoyo

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** por desarrollar un ambiente adecuado para la investigación en secundaria y bachillerato.

9.- BIBLIOGRAFÍA

- Klimesch, W. (1999) 'EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis', *BRAIN RESEARCH REVIEWS*, 29(2–3), pp. 169–195.
[https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3)
- Altenmüller, E. and Schlaug, G. (2015) 'Apollo's gift: New aspects of neurologic music therapy', *PROGRESS IN BRAIN RESEARCH*, 217, pp. 237–252. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.029>
- Juslin, P.N. and Sloboda, J.A. (eds.) (2010) *HANDBOOK OF MUSIC AND EMOTION: THEORY, RESEARCH, APPLICATIONS*. Oxford: Oxford University Press.
- Thompson, W.F., Schellenberg, E.G. and Husain, G. (2001) 'Arousal, mood, and the Mozart effect', *PSYCHOLOGICAL SCIENCE*, 12(3), pp. 248–251. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00345>
- Lutz, A., Greischar, L.L., Rawlings, N.B., Ricard, M. and Davidson, R.J. (2004) 'Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice', *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES*, 101(46), pp. 16369–16373.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0407401101>
- Parbery-Clark, A., Skoe, E. and Kraus, N. (2009) 'Musical experience limits the degradative effects of background noise on the neural processing of sound', *JOURNAL OF NEUROSCIENCE*, 29(45), pp. 14100–14107. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3256-09.2009>
- Coghill, D. (2010) 'Neurodevelopmental disorders across the lifespan: A neurodevelopmental perspective', *EUROPEAN CHILD & ADOLESCENT PSYCHIATRY*, 19(2), pp. 1–3.
- Backyard Brains (n.d.) *SPIKERBOX: HEART AND BRAIN SPIKERBOX CLASSIC*. Available at: <https://backyardbrains.com/products/heart-and-brain-spikerbox-classic>