

## 486

### Potenciales usos de la música como herramienta vehicular para la enseñanza de disciplinas STEAM. Un caso práctico

---

*Óscar López López. (España)*

*Rubén Lijó Sánchez. (España)*

*Eduardo Quevedo Gutiérrez. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)*

#### 1. Introducción.

La música es un acompañante ubicuo en nuestras vidas. La capacidad de entender y disfrutar de la música como experiencia comunal es un fenómeno universal en el ser humano (Brown, 1991) (Mehr et al., 2019). Como tal, ha causado tanto fascinación como perplejidad en ámbitos científicos y educativos.

La capacidad de la música de suscitar emociones y crear comunidad la ha convertido en beneficiaria de los más profundos halagos: desde Aristóteles o Platón (Stamou, 2002), pasando por Nietzsche con el famoso aforismo 'Sin música la vida sería un error' (Nietzsche, 2008), e incluso Darwin, quién le dedicó un apartado al origen y la evolución de la música en su obra *El Origen del Hombre* (Darwin, 1871).

El aparente acuerdo tácito sobre la existencia de la música esconde la dificultad que supone definirla objetivamente. Esto ha dado pie a innumerables debates filosóficos y semánticos (Kania, 2017).

La mayoría de estas discusiones sobre qué es la música se podrían agrupar alrededor de la interpretación según la Psicología del Sentido Común (Kelley, 1992). Un ejemplo puede ser "lo sabré cuando lo escuche". Y no estaría mal, ya que en los últimos grandes estudios interculturales se ha demostrado que las personas son capaces de identificar si un conjunto de sonidos procedente de otra cultura son música y también la función que tiene dentro de esa cultura (Mehr et al., 2019). Si una canción es una nana, un canto religioso, romántico, celebratorio o sanador (muy común en culturas chamánicas). Por tanto, utilizar una definición subjetiva no sería del todo desacertado. También tendría sentido si utilizamos la literatura científica al respecto, ya que en realidad la música no es música hasta que un sujeto la interpreta como tal (Deutsch, Henthorn & Lapidis, 2011).

Como definición de la música para este trabajo utilizaremos la siguiente: la música es un conjunto de patrones acústicos con cierto grado de constancia temporal, que siguen una ratio de repetición/variación óptima que sirve como presentación de una oferta epistémica para el sistema nervioso. A través de las variaciones rítmicas, que el sistema nervioso es capaz de combinar en un estímulo Gestalt (en el que el todo es diferente cualitativamente a la suma de sus partes), se inicia un proceso inferencial sobre las posibles resoluciones creadas por la gestión de los contrastes rítmicos, armónicos y melódicos que se interpretan como un flujo de tensión y relajación (Koelsch, Vuust & Friston, 2019).

Un estímulo musical se experimenta como un todo que va progresando, no como una suma de elementos. Aunque podamos focalizar la atención en los elementos individuales de una canción, la música como tal emerge de las relaciones entre cada uno de los elementos. Visto así, podría considerarse que la música es un estímulo Gestalt formado por conjuntos de estímulos Gestalt, dándole multidimensionalidad fractal que se experimenta como una "multiplicidad de interpretaciones del mismo estímulo" y permite escuchar una canción en multitud de ocasiones sin perder novedad. Lo único que necesita nuestro sistema nervioso para convertir un estímulo en música es un conjunto de sonidos breve que se repita (Simchy-Gross & Margulis, 2018).

## 2. Mitos en la Música

La capacidad que tiene la música para producir estados afectivos es la cualidad que hace que sea tan importante en la vida de las personas. Sin embargo, esta relación con las emociones y el aparente poder que esto le proporciona al fenómeno ha incitado su uso en ámbitos para los que no debería. Particularmente, pero no limitado, a la educación.

Varios estudios se han ocupado de investigar las creencias pseudocientíficas mantenidas por profesionales de la educación, cuyos resultados son consistentes entre varias culturas, a la par que preocupantes (Düvel, Wolf & Kopiez, 2017). Como mencionan algunos autores la causalidad de esta situación está repartida entre dificultades metodológicas a la hora de falsear hipótesis, problemas en la comunicación certera de los resultados, barreras de acceso a las fuentes primarias por parte de población meta, y ausencia de formación (Cleborne Maddux, 2004).

Algunas de las pseudoestrategias más extendidas son "El efecto Mozart", en el que se asoció escuchar la música de Mozart con un incremento del Cociente Intelectual (Pietschnig, Voracek, & Formann, 2010), la exposición pasiva a la música como herramienta en la mejora directa de las matemáticas (Vaughn, 2000), el entrenamiento específico destinado a hemisferios cerebrales concretos con el objetivo de mejorar su funcionamiento a través del aprendizaje musical (Düvel et al., 2017).

Se ha señalado que el problema fundamental que comparten estas estrategias es la dependencia en lo que se conoce como transferencia lejana, según la cual habilidades no relacionadas aprendidas en situaciones irrelevantes para el objetivo actual pueden acelerar la adquisición de otras. La existencia de la transferencia lejana es todavía objeto de controversia en algunos campos. No obstante, la literatura actual apunta a que, en el caso de existir, sus efectos son pequeños y se reducen a medida que aumenta la calidad de los experimentos (Sala & Gobet, 2017).

Pese a toda la mitología pseudocientífica que está presente en este campo, sí hay algunas estrategias científicamente fundamentadas que se pueden aplicar para conseguir ciertos objetivos.

## 3. Música y Procesamiento Auditivo

La música depende del procesamiento de la prosodia y de la identificación de fonemas. La adquisición del lenguaje requiere de un procesamiento estadístico y de la selección de unidades sonoras relevantes (Kuhl, 2004). Durante este proceso se eliminan progresivamente los sonidos irrelevantes.

Por ejemplo, la base de datos PHOIBLE tiene listados alrededor de 3000 fonemas. (Moran & McCloy, 2019). El ser humano tiene la capacidad de pronunciar todos estos fonemas al nacer. Durante el desarrollo del individuo el sustrato neuronal responsable se optimiza para la lengua materna a través de exposición. De esos 2000 fonemas, el español utiliza aproximadamente 24.

Este proceso de análisis y eliminación es tan profundo que se llega a perder la capacidad de procesar correctamente ciertos fonemas, por eso hablantes extranjeros pronuncian de forma tan diferente al hablar su segundo idioma (Berken, Gracco, & Klein, 2017). La evidencia apunta a que los músicos presentan mayor capacidad para discernir un sonido de otro tanto a nivel melódico como separar sonidos relevantes de los sonidos de fondo.

Aumentar esta capacidad ayuda también a identificar la carga emocional imbuida en la prosodia durante una conversación, además de otras desviaciones en el contorno melódico que proporciona información pragmática sobre el contenido del discurso: afirmación, pregunta, exclamación.

El entrenamiento musical aumenta las probabilidades de hacer una interpretación correcta de la relación sonido/significado y su posterior reproducción. Exponer a alumnos jóvenes a entrenamiento musical y a canciones tan complejas melódica y armónicamente como sea posible podría mejorar su relación con el entorno sonoro de forma significativa, con profundas implicaciones a lo largo de su vida (Kraus & Chandrasekaran, 2010).

Se exponen a continuación algunos ejemplos del uso de la música en contextos educativos, para pasar entonces a presentar la propuesta del presente artículo.

### 3.1. Uso de canciones como ayuda a la memorización

La música, en conjunción con la poesía, en forma de canción ha sido utilizada como metodología de transmisión de conocimiento, historias y tradiciones desde la prehistoria. Muchas sociedades tribales han mantenido folclores y tradiciones culturales durante miles de años sin guardar ningún registro escrito (Eliade, 1981). Chamanes, sabios y ancianos actuaban como repositorios vivos de las ideas, historias y leyendas de sus ancestros.

La canción ha sido, y todavía es, uno de los artefactos culturales más poderosos para compilar el conocimiento de forma fácil de memorizar. El flujo de la armonía y la melodía proporcionan claves prosódicas y contextuales que facilitan la recuperación de la información al rodearla de elementos relacionados entre sí.

Las grandes agencias de marketing se dieron cuenta de la relación entre la música y la memorización rápidamente. Desde los años 20, con el boom de la comunicación de banda ancha como la radio o la televisión, los publicistas incluyeron sintonías cortas y pegadizas que acompañaban al eslogan.

Este efecto se estudió inicialmente en el área de la publicidad (Yalch, 1991) pero, en tanto que se trata de facilitar la transmisión, asociación, y memorización de información podremos encontrarle un uso en el aula.

Posteriormente se encontró que el mayor efecto de memorización ocurre al utilizar melodías ya conocidas (Yalch, 1991). Esto podría ser artefacto de una de las posibilidades de que las canciones conocidas tengan cualidades compositivas que faciliten su memorización. De forma que la elección de las notas en la melodía, el flujo de la armonía y el desarrollo temático de la canción es más atractivo y cautivador.

### 3.2. Música como herramienta de cohesión social

Los resultados de ambos estudios coinciden en que la música tiene un efecto cohesivo mucho más impactante que otras actividades. A largo plazo el grado de cohesión de los participantes de todas las actividades tienden a converger debido a varios mecanismos que actúan para afianzar las relaciones entre ellos. La diferencia es que la música genera una actitud positiva hacia el grupo en general, antes incluso de que los participantes se familiaricen entre ellos.

La clave parece estar en los mecanismos de unión muscular (Launay, Tarr, & Dunbar, 2016) causada por la sincronía y la ritmicidad de la ejecución musical, la sensación de trabajar por un objetivo común, el *feedback* inmediato intrínseco a la actividad (si no se respeta la armonía o el ritmo se rompe la "ilusión musical") y la potencia del estado de experiencia óptima (Csikszentmihalyi, 2013) compartido por todos.

Es probable que otras actividades puedan imitar estos efectos, pero cualquiera de ellas podría ser potenciada mucho más a través de la producción activa de música. Como ejemplo claro tenemos las marchas al paso de los militares (ejecutadas acompañadas de los cantos de cada compañía) o las ceremonias religiosas.

Los resultados de ambos estudios coinciden en que la música tiene un efecto cohesivo mucho más impactante que otras actividades. A largo plazo el grado de cohesión de los participantes de todas las actividades tienden a converger debido a varios mecanismos que actúan para afianzar las relaciones entre ellos. La diferencia es que la música genera una actitud positiva hacia el grupo en general, antes incluso de que los participantes se familiaricen entre ellos.

Por tanto, actividades que incluyan cantar y bailar podrían ser muy útiles a la hora de facilitar y acelerar la creación de un sentimiento de comunidad, tanto en el aula como en niveles superiores (curso, colegio, etc.) u otras instituciones similares.

### 3.3. Música y Gestión de Estados Afectivos

Situaciones de estudio o trabajo creativo nos podemos encontrar dos extremos, exceso de ruido o exceso de silencio. El exceso de ruido genera un ambiente que dificulta la concentración. Por esto, se tiende a pensar que el silencio es nuestro aliado, pero no es tan sencillo. Conseguir un entorno libre de ruidos es tremendamente costoso e ineficiente. Además, cuando se han realizado experimentos en salas silenciosas los sujetos reportan un incremento en la saliencia de los estímulos auditivos, incluso alucinaciones (Mason & Brady, 2009).

Incluso el grado de silencio accesible de forma realista en un aula u oficina es problemático. La ausencia de ruido aumenta la saliencia de cualquier tipo de estímulo sonoro.

Podríamos utilizar ruido blanco (flujo aleatorio de frecuencias en todo el rango del espectro sonoro, suena como un televisor antiguo sin señal), el cual ha demostrado tener cierta capacidad para aumentar el grado de concentración al enmascarar el resto de los sonidos que pueden actuar de distracción (Helps, Bamford, Sonuga-Barke & Söderlund, 2014).

### 4. Música en contextos tecnológicos y didácticos. Caso y Resultados

En este trabajo hemos analizado cómo la integración de la música en entornos tecnológicos puede suponer un elemento extra para aumentar el interés y su funcionalidad didáctica. En este caso, como muestra la Figura 1, se ha planteado como ejemplo la realización de un vídeo centrado en cómo la monitorización de la obtención de energía celular en plantas puede servir para generar energía o producir música (Lijó-Sánchez, 2020). Posteriormente se analizará el impacto de este vídeo en la audiencia regular del canal de Youtube Sígueme la Corriente (Lijó-Sánchez, 2020).

En este segundo caso de aplicación, la monitorización de los impulsos energéticos de las plantas logra que sean traducidos a música. Los impulsos más intensos se traducirán en notas más agudas, y los más suaves se corresponderán con notas más suaves. De esta manera, la maceta en sí misma es capaz de reproducir una música de ambiente compuesta de manera instantánea por la propia planta. De esta manera, la aplicación de la música a este ámbito mediante esta tecnología innovadora permite también emplearla como una herramienta didáctica a la hora de explicar cómo obtienen las plantas su energía a partir de la fotosíntesis. Este es pues un caso práctico de introducción de las artes en las competencias STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), que a principios de la década de 2010 se extendieron a STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), buscando un modelo educativo más centrado en el ser humano y en la creatividad (Boy, 2013).



Figura 1. Vídeo publicado como caso de estudio

El vídeo causó bastante interés, habiéndose visualizado más de 1000 veces el día de su estreno (05/03/2020) y recibiendo un total de 1721 visualizaciones durante la primera semana. La evolución de las visitas se muestra en la Figura 2. Con respecto a los 10 anteriores vídeos subidos en el canal, el vídeo se encuentra aproximadamente en la media de visualizaciones según la gráfica de los 7 primeros días que se muestra en la Figura 3.

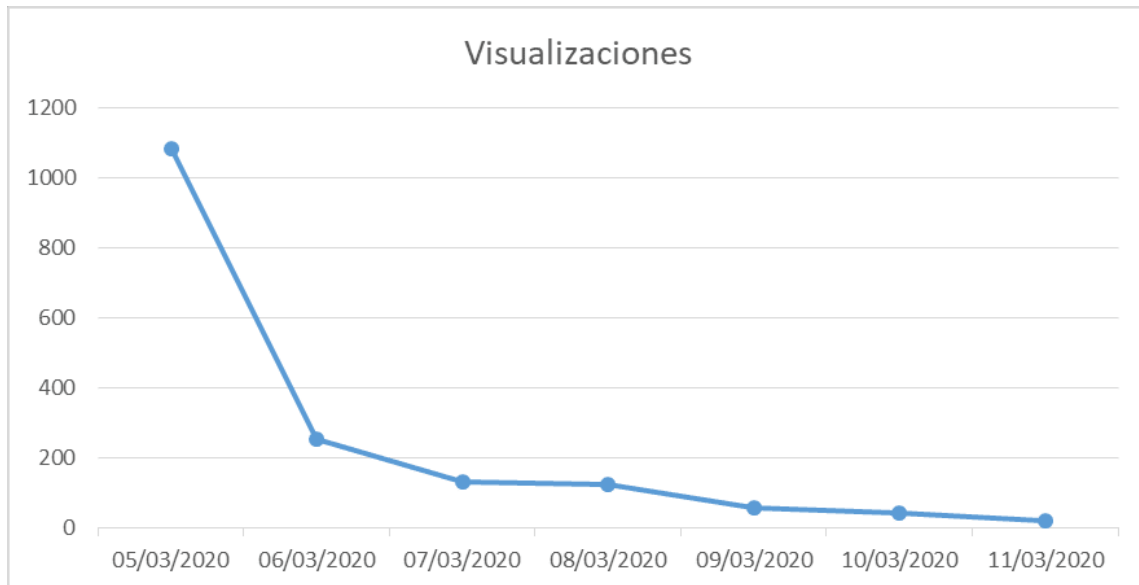


Figura 2. Evolución de visualizaciones durante la semana del 05/03/2020 al 11/03/2020

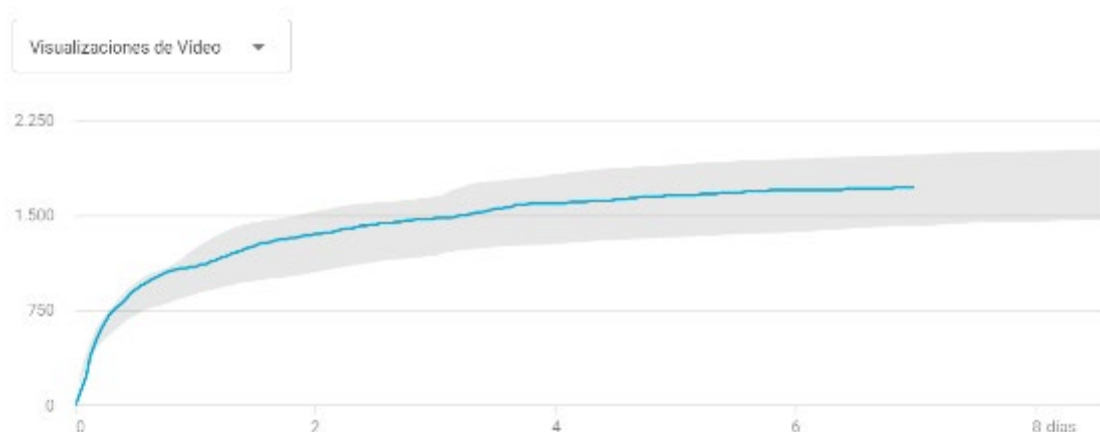


Figura 3. Evolución de visualizaciones durante los 7 primeros días en comparación con los 10 anteriores vídeos subidos al canal

Si bien el metraje del vídeo presenta una duración de 526 segundos, la duración media de visualización es de 295 segundos, muy cercana a la media de España (302 segundos), tal y como se presenta Figura 4. Tal y como se observa, el público, además de español, es fundamentalmente latinoamericano, destacando el valor de Guatemala, con 402 segundos de media de visualización. Con respecto a los 10 anteriores vídeos subidos en el canal, el tiempo de visualización del vídeo se encuentra aproximadamente en la duración media según la evolución de los 7 primeros días que se muestra en la Figura 5.

## Tiempo medio de visualización según país



Figura 4. Gráfico radial con tiempos medios de visualización según país

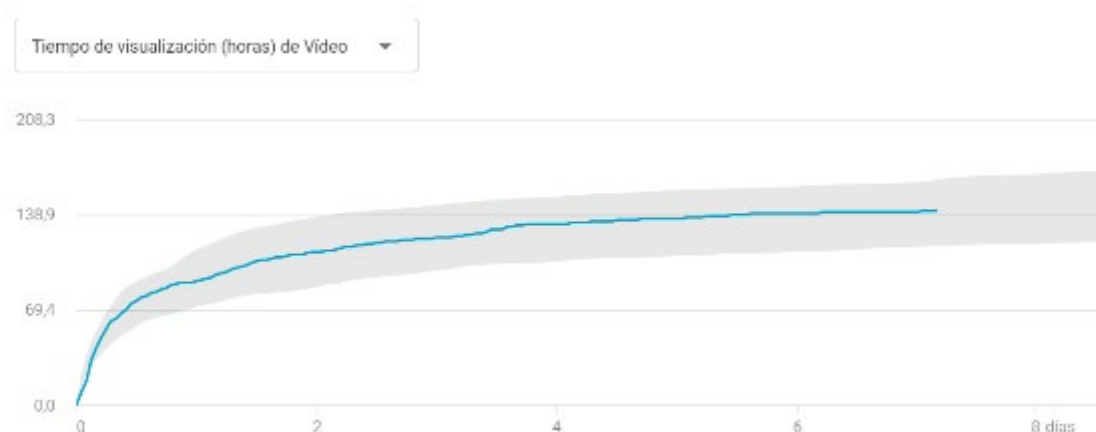


Figura 5. Evolución de horas de visualización durante los 7 primeros días en comparación con los 10 anteriores vídeos subidos al canal

Por edades, más del 80% de las visualizaciones corresponde a público comprendido entre 18 y 34 años, lo que justifica el interés por la ciencia y la tecnología del público más joven, tal y como se muestra en la Figura 6. Por último, llama la atención que aproximadamente 2 de cada 3 visualizaciones se han realizado a través de teléfono móvil, superando las 1000 visualizaciones, tal y como se presenta en la Figura 7.

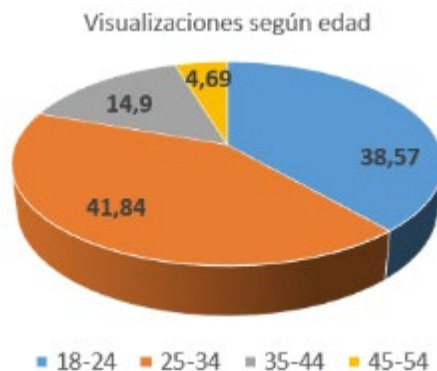


Figura 6. Gráfico circular con porcentajes de visualizaciones según edad



Figura 7. Diagrama de barras de número de visualizaciones según dispositivo

## 5. Conclusiones

En un modelo educativo donde se apuesta cada vez más por las competencias STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), basadas en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, resulta fundamental introducir los aspectos relativos a la creatividad a través de las artes, pasando entonces el modelo STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). Es por tanto fundamental buscar oportunidades de ligar aspectos artísticos, como por ejemplo la música a contextos científico-tecnológicos.

En este trabajo se ha desarrollado un modelo práctico de cohesión entre el fenómeno de la fotosíntesis y la música a través de la energía biofotovoltaica y la monitorización de los procesos bioquímicos de las plantas. Se ha compuesto para ello un vídeo en una canal de Youtube temático relacionado con la ingeniería eléctrica.

Los resultados muestran que los jóvenes están bastante interesados en este tipo de propuestas, ya que más del 80% de visualizaciones se correspondieron con público comprendido entre 18 y 34 años. Así mismo es de destacar el creciente uso de la tecnología móvil en este tipo de contenidos, que en este caso ha supuesto 2 de cada 3 visualizaciones.

## Referencias bibliográficas

- Berken, J. A., Gracco, V. L., & Klein, D. (2017). Early bilingualism, language attainment, and brain development. *Neuropsychologia*, 98, 220-227.
- Boy, G. A. (2013). From STEM to STEAM: Toward a Human-Centered Education, Creativity & Learning Thinking. *European Conference on Cognitive Ergonomics, ECCE 2013*, (págs. 1-8). Toulouse, Francia.
- Brown, D. (1991). *Human Universals*. McGraw-Hill.
- Cleborne Maddux, R. C. (2004). Fad, Fashion, and the Weak Role of Theory and Research in Information Technology in Education. *Journal of Technology and Teacher Education*.
- Csikszentmihalyi, M. (2013). *Flow: The Psychology of Happiness*. Ebury Digital.
- Darwin, C. R. (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. John Murray.
- Deutsch, D., Henthorn, T., & Lapidis, R. (2011). Illusory transformation from speech to song. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129, 2245-2252. doi:10.1121/1.3562174
- Düvel, N., Wolf, A., & Kopiez, R. (4 de 2017). Neuromyths in Music Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers and Students. *Frontiers in Psychology*, 8. doi:10.3389/fpsyg.2017.00629
- Eliade, M. (1981). *History of Religious Ideas, Vo. 1: From the Stone Age to the Eleusinian Mysteries: From the Stone Age to the Eleusinian Mysteries*. University of Chicago Press.
- Helps, S. K., Bamford, S., Sonuga-Barke, E. J., & Söderlund, G. B. (11 de 2014). Different Effects of Adding White Noise on Cognitive Performance of Sub-, Normal and Super-Attentive School Children. (A. Gasbarri, Ed.) *PLoS ONE*, 9, e112768. doi:10.1371/journal.pone.0112768
- Kania, A. (2017). The Philosophy of Music. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.
- Kelley, H. H. (1992). Common-Sense Psychology and Scientific Psychology. *Annual Review of Psychology*, 43, 1-24. doi:10.1146/annurev.ps.43.020192.000245
- Koelsch, S., Vuust, P., & Friston, K. (2019). Predictive Processes and the Peculiar Case of Music. *Trends in Cognitive Sciences*, 23, 63-77. doi:10.1016/j.tics.2018.10.006
- Kraus, N., & Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 599-605. doi:10.1038/nrn2882
- Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 831-843. doi:10.1038/nrn1533
- Launay, J., Tarr, B., & Dunbar, R. I. (2016). Synchrony as an Adaptive Mechanism for Large-Scale Human Social Bonding. (R. Bshary, Ed.) *Ethology*, 122, 779-789.
- Lijó-Sánchez, R. (2020). ¿Se puede obtener energía de las plantas? Energía Biofotovoltaica. Retrieved Mar 29, 2020 from <https://www.youtube.com/watch?v=Jh1JZqpUxWc>.
- Lijó-Sánchez, R. (s.f.). Sígueme la Corriente. Retrieved Mar 29, 2020 from <https://www.youtube.com/c/SiguemeLaCorrienteSCI>.
- Mason, O. J., & Brady, F. (2009). The Psychotomimetic Effects of Short-Term Sensory Deprivation. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 197, 783-785. doi:10.1097/nmd.0b013e3181b9760b



Mehr, S. A., Singh, M., Knox, D., Ketter, D. M., Pickens-Jones, D., Atwood, S., . . . Glowacki, L. (2019). Universality and diversity in human song. *Science*, *366*, eaax0868. doi:10.1126/science.aax0868

Moran, S., & McCloy, D. (2019). PHOIBLE 2.0. Jena: Max Planck Institute for the Science of Human History. Retrieved Mar 29, 2020 from <http://phoible.org>.

Nietzsche, F. (2008). *Twilight of the Idols (Oxford World's Classics)*. OUP Oxford.

Pietschnig, J., Voracek, M., & Formann, A. K. (5 de 2010). Mozart effect–Shmozart effect: A meta-analysis. *Intelligence*, *38*, 314-323. doi:10.1016/j.intell.2010.03.001

Sala, G., & Gobet, F. (2017). Does Far Transfer Exist? Negative Evidence From Chess, Music, and Working Memory Training. *Current Directions in Psychological Science*, *26*, 515-520. doi:10.1177/0963721417712760

Simchy-Gross, R., & Margulis, E. H. (1 de 2018). The sound-to-music illusion. *Music & Science*, *1*, 205920431773199. doi:10.1177/2059204317731992

Stamou, L. (2002). Plato and Aristotle on Music and Music Education: Lessons From Ancient Greece. *International Journal of Music Education*, *os-39*, 3-16. doi:10.1177/025576140203900102

Vaughn, K. (2000). Music and Mathematics: Modest Support for the Oft-Claimed Relationship. *Journal of Aesthetic Education*, *34*, 149. doi:10.2307/3333641

Yalch, R. F. (1991). Memory in a jingle jungle: Music as a mnemonic device in communicating advertising slogans. *Journal of Applied Psychology*, *76*, 268-275. doi:10.1037/0021-9010.76.2.268