

MODELO NEUROCOGNITIVO DEL APRENDIZAJE DEL VIOLÍN

Por:

Sara Cristina Morales Zapata

Asesora:

Ana Catalina Muñoz Arbeláez

Universidad de Antioquia

Facultad de Artes

Departamento de Música

2020

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá

“Los hombres deben saber que del cerebro, y solo de él, vienen las alegrías, las delicias, el placer, la risa y también, el sufrimiento, el dolor y los lamentos. Y por él, adquirimos sabiduría y conocimiento y vemos, y oímos y sabemos lo que está bien y lo que está mal, lo que es dulce y lo que es amargo. Y por el mismo órgano, nos volvemos locos, y deliramos y el miedo y el terror nos asaltan. Es el máximo poder en el hombre. Es nuestro intérprete de aquellas cosas que están en el aire.”

Hipócrates (460-370 A.C.)

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	3
PALABRAS CLAVE.....	3
ABSTRACT.....	3
KEY WORDS	4
INTRODUCCIÓN	4
MARCO TEÓRICO.....	5
Cerebro y aprendizaje de un instrumento musical.....	5
Modelo neurocognitivo del aprendizaje del violín	7
Durante la ejecución del violín se trabaja la motricidad de la siguiente manera:.....	8
Procesamiento del estímulo auditivo	10
Procesamiento del estímulo visual	11
La memoria en el aprendizaje del violín	11
Emociones y modelo neurocognitivo.....	12
Una estrategia pedagógica en el modelo del aprendizaje del violín	14
OBJETIVOS	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.....	14
METODOLOGÍA.....	15
Tipo de estudio y Alcance	15
Selección de la muestra	15
Limitaciones	15
Protocolo.....	15
RESULTADOS	19
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	22
Codificación	23
Almacenamiento	23
Recuperación.....	23
CONCLUSIONES	24
REFERENCIAS.....	25

RESUMEN

El trabajo de grado consiste en proponer un modelo mediante un correlato neurocognitivo, a través de una metodología que plantea el aprendizaje del violín y la memorización de melodías a partir del estímulo auditivo o aprendizaje de oído y del estímulo visual o imitación utilizando la técnica del *chunking*, en conjunto con las emociones generadas por la música y su influencia favorable en los procesos cognitivos desde la alegría, la activación fisiológica y la motivación durante el aprendizaje y memorización. En estos procesos están implicadas estructuras cerebrales que se conectan y confluyen logrando mayor eficiencia. En los resultados se encontró cómo el fundamento neurocientífico de las metodologías de enseñanza del violín permite articular estrategias acordes a como el cerebro procesa la información para optimizar la formación de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE

Aprendizaje del violín, memoria, emociones, estímulo auditivo, estímulo visual

ABSTRACT

This degree project proposes a model by means of a neuro-cognitive correlative, through a methodology that states violin learning and the memorization of melodies, by the auditory stimulus or auditory learning and the visual stimulus or imitation, using the “chunking” technique, along with the emotions generated by music and their favorable influence in the cognitive processes, from happiness, physiologic activation and motivation during learning and memorization. In these processes, some brain structures that connect to each other and converge achieving a higher efficiency are involved. Among the results, it was found how the neuro-scientific basis of the violin learning methodologies allows to assemble strategies in accordance with how the brain processes information to enhance students' formation.

KEY WORDS

Violin learning, memory, emotions, auditory stimulus, visual stimulus

INTRODUCCIÓN

El trabajo de grado consiste en el desarrollo teórico de los elementos implicados en el aprendizaje del violín y la memorización de melodías a partir del estímulo auditivo o aprendizaje de oído y del estímulo visual o imitación, esto en conjunto con las emociones generadas por la música y su influencia favorable en los procesos cognitivos desde la alegría, la activación fisiológica y la motivación durante el aprendizaje y memorización. Este desarrollo teórico se hace a partir de las estructuras cerebrales que se activan durante los diferentes procesos cognitivos. Al escuchar música se activan diferentes estructuras cerebrales en respuesta a los componentes musicales lo que genera activación motora y emocional. Al ejecutar el violín se trabaja la motricidad de la mano izquierda, la mano derecha y la postura corporal. Durante el aprendizaje del violín y la memorización de las melodías se describen las etapas de la memoria en función a estos procesos, también se describe la memoria perceptual, el *priming* y la memoria procedimental que son los tipos de memoria utilizados. La codificación del estímulo auditivo se relaciona con el oído interno que permite generar una imagen mental de los sonidos, la codificación del estímulo visual se relaciona con las neuronas espejo que son células motoras que anticipan los movimientos antes de llevarlos al cuerpo. En estos procesos están implicadas estructuras cerebrales que se conectan y confluyen logrando mayor eficiencia. La pregunta de investigación a resolver fue ¿Cómo influye el estímulo auditivo y el estímulo visual en el aprendizaje del violín y en la memorización de melodías? Que llevó al planteamiento del objetivo general que consiste en proponer un modelo del aprendizaje del violín mediante un correlato neurocognitivo. Para resolverlo se planteó una metodología que utiliza la técnica del *chunking* lo que permite analizar el proceso de memorización, se hace a partir del estímulo auditivo y el estímulo visual para analizar el aprendizaje del violín y utiliza melodías alegres para

analizar la respuesta emocional. Los resultados argumentan el diseño de un modelo neurocognitivo del aprendizaje del violín para adecuar las estrategias de enseñanza.

MARCO TEÓRICO

La música es un lenguaje universal que se ha manifestado a través de los tiempos en las culturas conocidas y se ha desarrollado en respuesta y consecuente a los diferentes contextos. Está compuesta por tres elementos: armonía, melodía y ritmo, los cuales se procesan en áreas específicas del cerebro humano involucrando el procesamiento auditivo y motor, además, de diferentes funciones cognitivas (Soria-Urios, Duque, & García-Moreno, 2011).

A partir de la música se pueden generar respuestas emocionales, tanto positivas como negativas. Al igual que las emociones, la música induce cambios fisiológicos y de esa manera se puede activar el sistema de recompensa generando liberación de dopamina que es un neurotransmisor asociado con la motivación y el placer. También, se ha encontrado que la música influye en los parámetros vitales como la frecuencia respiratoria, el ritmo cardíaco y la presión arterial, los cuales pueden variar en respuesta a los elementos musicales y estructura que caracterizan una determinada pieza musical (Martínez, 2008; Soria-Urios, Duque, & García-Moreno, 2011; Custodio & Cano-Campos, 2017; Justel & Abrahan, 2015).

Cerebro y aprendizaje de un instrumento musical

El aprendizaje de un instrumento musical implica la activación de estructuras cerebrales que se encargan de la integración sensorio-motora multimodal, que a su vez se desarrollan y modifican en función de la música, además, favorece la adquisición de destrezas en otras áreas (Campuzano-Andrade, 2017; García, 2017). Así, el cerebro se moldea funcional y anatómicamente de acuerdo con las necesidades del músico (Justel & Diaz, 2012; Soria-Urios, Duque, & García-Moreno, 2011). Esto ocurre en la medida que se hace el entrenamiento musical por la constante activación de diferentes grupos neuronales generando mayor

densidad en la corteza cerebral y mayor interconexión entre los hemisferios (Custodio & Cano-Campos, 2017; Soria-Urios, Duque, & García-Moreno, 2011; OCDE, 2009). Estos cambios son más evidentes en el área motora y somato sensorial, área premotora, área parietal superior y giro temporal inferior (Justel & Abrahan, 2015).

Durante el procesamiento musical se presenta una amplia activación de áreas cerebrales involucrando ambos hemisferios en un sistema multimodal (Custodio & Cano-Campos, 2017; Soria-Urios, Duque, & García-Moreno, 2011; Justel & Abrahan, 2015). La música se procesa en dos subsistemas: organización temporal y organización del tono (Custodio & Cano-Campos, 2017).

- Los componentes temporales plasmados en el ritmo, el tiempo y la métrica son procesados en los ganglios basales los cuales están encargados del control motor, cognitivo y emocional, y el cerebelo el cual está encargado de la coordinación, el equilibrio y la fuerza de los actos motores y su aprendizaje.
- Los elementos melódicos se procesan en el giro temporal superior derecho donde se encuentra la corteza auditiva que es la encargada de procesar los sonidos.
- Los intervalos son procesados en el lóbulo temporal dorsal de ambos hemisferios el cual se encarga de descifrar la información auditiva.
- El tono se procesa en la corteza prefrontal dorsolateral que es un área de planificación de tareas.
- El timbre es procesado en el giro temporal superior y surco temporal superior de ambos hemisferios que se encargan del reconocimiento de la voz.
- La sintaxis musical se procesa en los lóbulos frontales (*Ilustración 2*) de ambos hemisferios los cuales están encargados de las funciones ejecutivas

integrando la información de las demás estructuras (Justel & Abrahan, 2015).

Modelo neurocognitivo del aprendizaje del violín

El modelo neurocognitivo se compone de una variedad de sistemas que se requieren en el aprendizaje del violín desde la conducta motora hasta la retroalimentación somatosensorial. Este modelo se presenta de la siguiente manera:

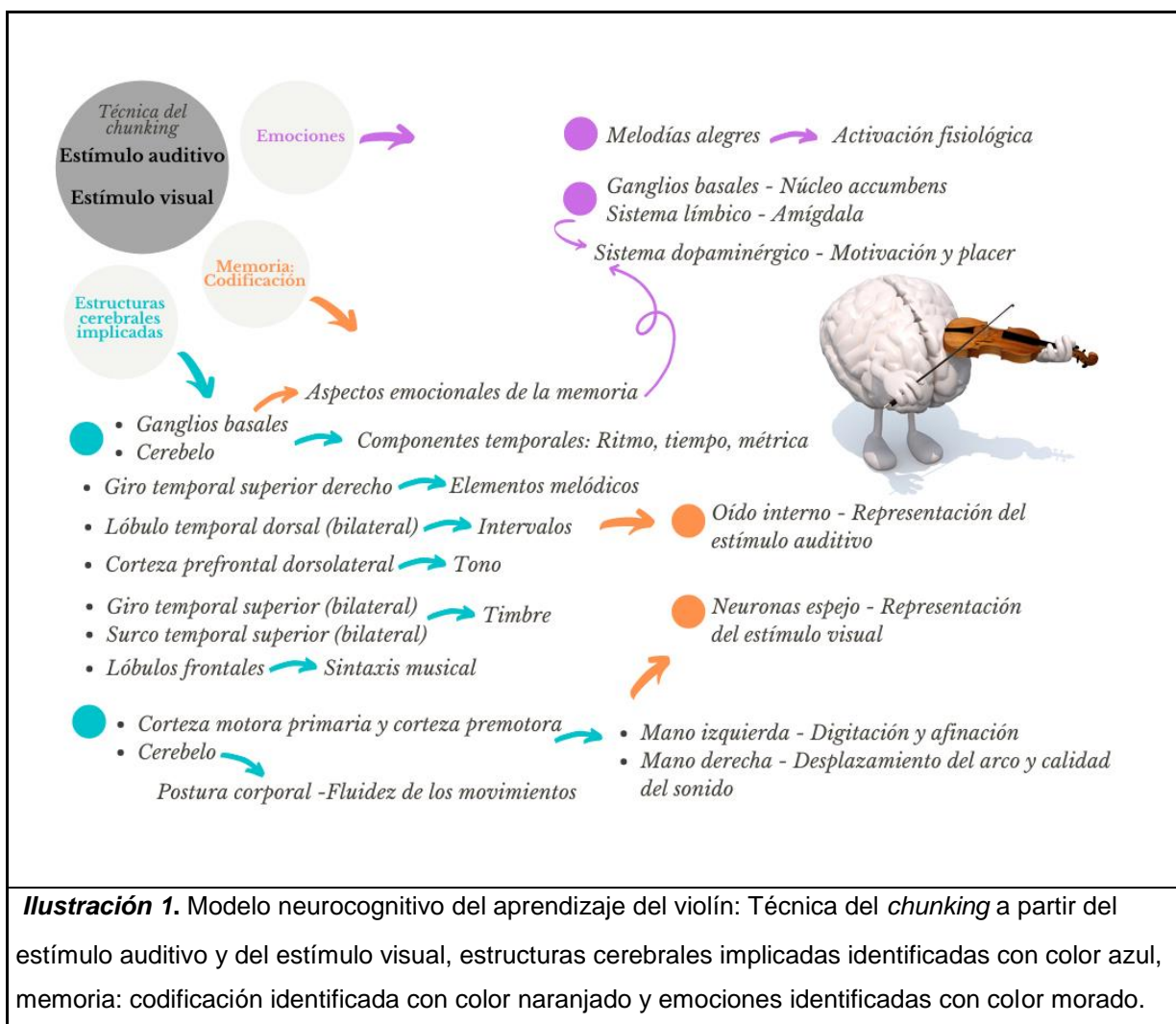


Ilustración 1. Modelo neurocognitivo del aprendizaje del violín: Técnica del *chunking* a partir del estímulo auditivo y del estímulo visual, estructuras cerebrales implicadas identificadas con color azul, memoria: codificación identificada con color naranja y emociones identificadas con color morado.

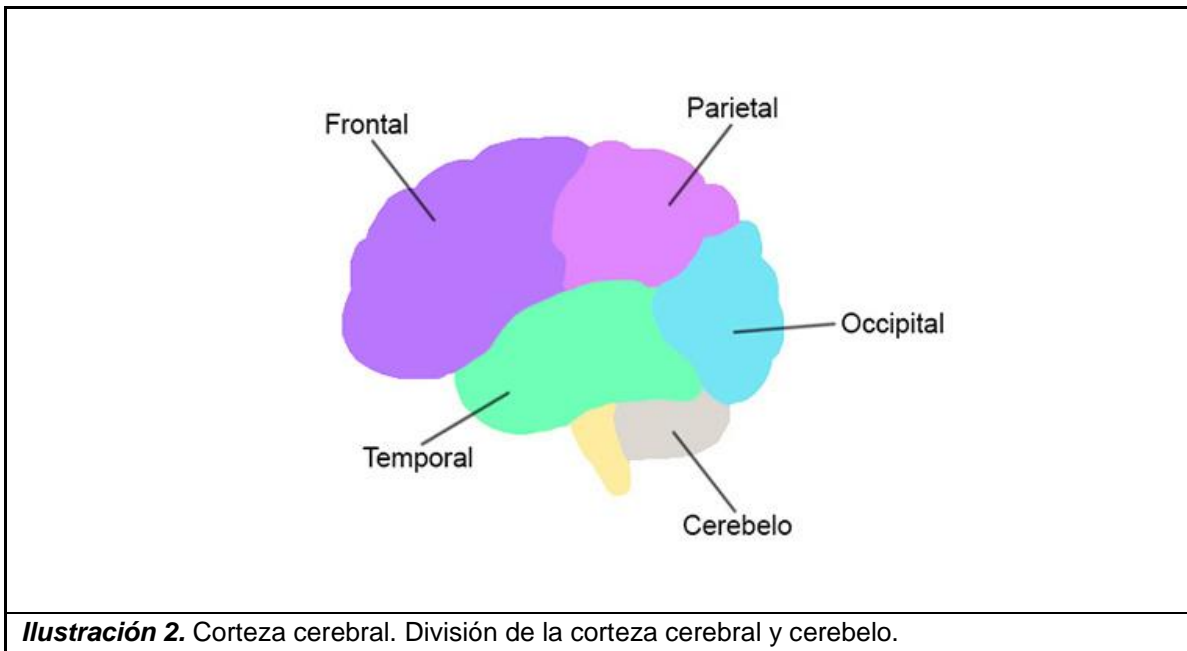
Durante la ejecución del violín se trabaja la motricidad de la siguiente manera:

Mano izquierda: La mano izquierda es la encargada de la digitación y por lo tanto de la afinación de las notas, utiliza motricidad fina.

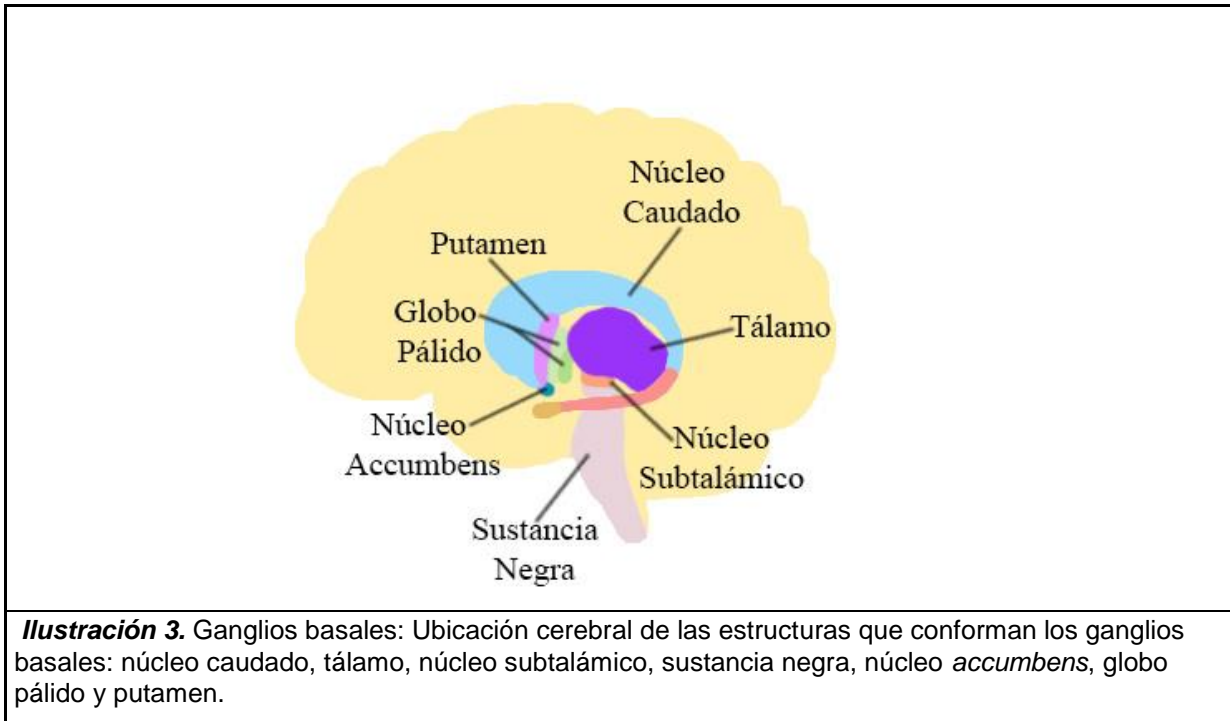
Mano derecha: Con la mano derecha se sostiene el arco con el que se regula la intensidad y la estabilidad del sonido, utiliza motricidad gruesa y trabaja la muñeca, el brazo y el hombro el cual se posiciona para desplazarse entre las cuerdas (García, 2017).

En la planificación y realización de los movimientos voluntarios e involuntarios se activan diferentes áreas cerebrales integradas. La corteza motora primaria está involucrada con la ejecución y mantenimiento de funciones motoras simples, contiene células piramidales gigantes *Betz* que controlan la motricidad fina y los movimientos voluntarios complejos. La corteza premotora tiene que ver con los movimientos del cuerpo y de las extremidades (Semrud-Clikeman & Teeter, 2009), junto con el cerebelo se relaciona con la planificación y ejecución de los movimientos secuenciales de los dedos por eso es muy importante en el aprendizaje del violín (Justel & Diaz, 2012).

Al tocar violín es muy importante tener una postura corporal equilibrada que permita la fluidez de los movimientos (García, 2017). El cerebelo (*Ilustración 2*) es el encargado del aprendizaje motor y cognitivo, tiene conexión con todas las estructuras del cerebro y participa en el ajuste inconsciente de los músculos para controlar los procesos de coordinación, equilibrio y fuerza en las acciones motoras complejas (Semrud-Clikeman & Teeter, 2009).



Los ganglios basales (*Ilustración 3*) están conformados por un complejo estructural y se activan durante la ejecución del violín ya que se vinculan con el control y aprendizaje de conductas motoras y procesos de cognición mediados por los estados emocionales (Ospina-García, Pérez-Lohman, Vargas-Jaramillo, Cervantes-Arriaga, & Rodríguez-Violante, 2017) los cuales tienen activación a través del núcleo *accumbens* que está conectado con el sistema de recompensa y por lo tanto con la producción de dopamina siendo un canal de las emociones placenteras y la motivación (Luisi & Manzini, 2019).



Procesamiento del estímulo auditivo

El procesamiento de estímulos auditivos requiere la activación de funciones cognitivas en las que el cerebro codifica los sonidos y les da un sentido musical para su ejecución en el violín (Martínez, 2008). En el aprendizaje a partir de estímulos auditivos se activan las estructuras correspondientes a la información de los componentes temporales, elementos melódicos, intervalos, tono, timbre y sintaxis de la pieza musical, de este modo los sonidos se pueden representar como imágenes auditivas. Lo anterior se encuentra configurado desde la imaginación y también da lugar a la activación cerebral de las áreas motoras (Custodio & Cano-Campos, 2017).

El oído interno consiste en la habilidad para representar los sonidos en el pensamiento, así durante el aprendizaje se escuchan los sonidos externamente y al llevarlos al violín se verifican con la memoria auditiva a partir de la imagen mental de cada sonido, este aprendizaje y memoria se construyen con la práctica y la experiencia. En el aprendizaje del violín es muy importante desarrollar esta

habilidad para tener una buena afinación, integrando la información del estímulo auditivo con la parte motora en la digitación de la mano izquierda (Pardue, 2016).

Procesamiento del estímulo visual

El aprendizaje del violín desde la observación y la imitación está asociado con la función de las neuronas espejo las cuales son células motoras que se activan durante el proceso de observación, anticipando el movimiento al cual están predeterminadas sin generar ninguna acción motora (Camón, 2016; Bautista & Navarro, 2011). Mientras se realiza la planificación de los movimientos se activan las regiones motoras del cerebro correspondientes al cerebelo y la corteza motora y premotora, para luego llevarlo al cuerpo en la ejecución del instrumento (Montalvo & Moreira-Vera, 2016).

La memoria en el aprendizaje del violín

La memoria es un componente vital en el aprendizaje del violín y a partir de sus componentes se desarrolla la propuesta metodológica.

- 1. Tipos de memoria:** Memoria perceptual, *priming* y memoria procedimental.
 - La memoria perceptual es adquirida a través de los sentidos y por lo tanto es la encargada de la información sensorial que se requiere en el aprendizaje del violín.
 - El *priming* es la capacidad para reconocer la información de aprendizajes previos y es muy importante durante el aprendizaje del violín.
 - La memoria procedimental es una memoria a largo plazo que almacena información principalmente de habilidades motoras, pero también incluye habilidades sensoriales y cognitivas. En el aprendizaje del violín es adquirida a partir de la repetición sistemática de la conducta motora (Markowitsch & Staniloiu, 2011).
- 2. Etapas de la memoria:** Codificación, almacenamiento, consolidación y recuperación.

- **Codificación:** Es un proceso inicial de la memoria en que las funciones cognitivas organizan la información y le dan un significado de acuerdo con la experiencia previa. Durante esta etapa se hace una representación mental de los estímulos (Muñoz & Gonzáles, 2009; Martínez, 2008; Téllez, 2003). La propuesta metodológica plantea la codificación a partir del estímulo auditivo al escuchar las notas ejecutadas por el profesor y del estímulo visual desde la imitación para que el estudiante desarrolle la capacidad de reconocer las notas y pueda escucharlas internamente al tiempo que se activan las regiones motoras correspondientes. De esa manera se hace una codificación previa que se verifica al llevarla al cuerpo en la ejecución del violín.
- **Almacenamiento:** Es el tiempo que se conserva la información en los sistemas de memoria para ser utilizada posteriormente (Muñoz & Gonzáles, 2009; Martínez, 2008; López, 2003). Para un almacenamiento más eficiente la propuesta metodológica plantea el aprendizaje del violín a partir de melodías alegres estructuradas a modo de pregunta y respuesta con frases musicales repetitivas.
- **Consolidación:** Ocurre durante el sueño y tiene que ver con la elaboración de representaciones duraderas en el cerebro (Redolar-Ripoll, 2012; Markowitsch & Staniloiu, 2011; Martínez, 2008).
- **Recuperación:** Tiene que ver con la repetición y el acceso a la información almacenada (Redolar-Ripoll, 2012; Markowitsch & Staniloiu, 2011; Martínez, 2008). La propuesta metodológica plantea retomar las melodías ocho días después del proceso de aprendizaje para activar la recuperación.

Emociones y modelo neurocognitivo

El sistema límbico es el encargado de la percepción de las emociones generadas por la música, se conecta con el lóbulo temporal que es el responsable de descifrar la información auditiva (Montalvo & Moreira-Vera, 2016). Está conformado por un conjunto de estructuras cerebrales que cumplen la función de

regulación de los estados emocionales y su vinculación con los procesos de cognición como la memoria y el aprendizaje (Saavedra, Díaz, Zúñiga, Navia, & Zamora, 2015).

El hipocampo (*Ilustración 4*) es una estructura cerebral que se encuentra en el sistema límbico y permite el desarrollo de la memoria, interviene durante el almacenamiento y la consolidación y es determinante en el paso de la memoria de corto plazo a la memoria de largo plazo. Allí ocurre la neurogénesis, por eso el hipocampo es de vital importancia en los procesos de aprendizaje (Olivares, Juárez, & García, 2015).

En el sistema límbico también se encuentra la amígdala (*Ilustración 4*) que es el principal núcleo de control emocional, permite integrar las emociones con los procesos cognitivos y es muy importante en la toma de decisiones (Markowitsch & Staniloiu, 2011). La propuesta metodológica plantea la selección de melodías alegres que generen activación fisiológica con la finalidad de activar el componente emocional desde la motivación y el placer para tener procesos cognitivos más eficientes en el aprendizaje del violín y la memorización de las melodías.

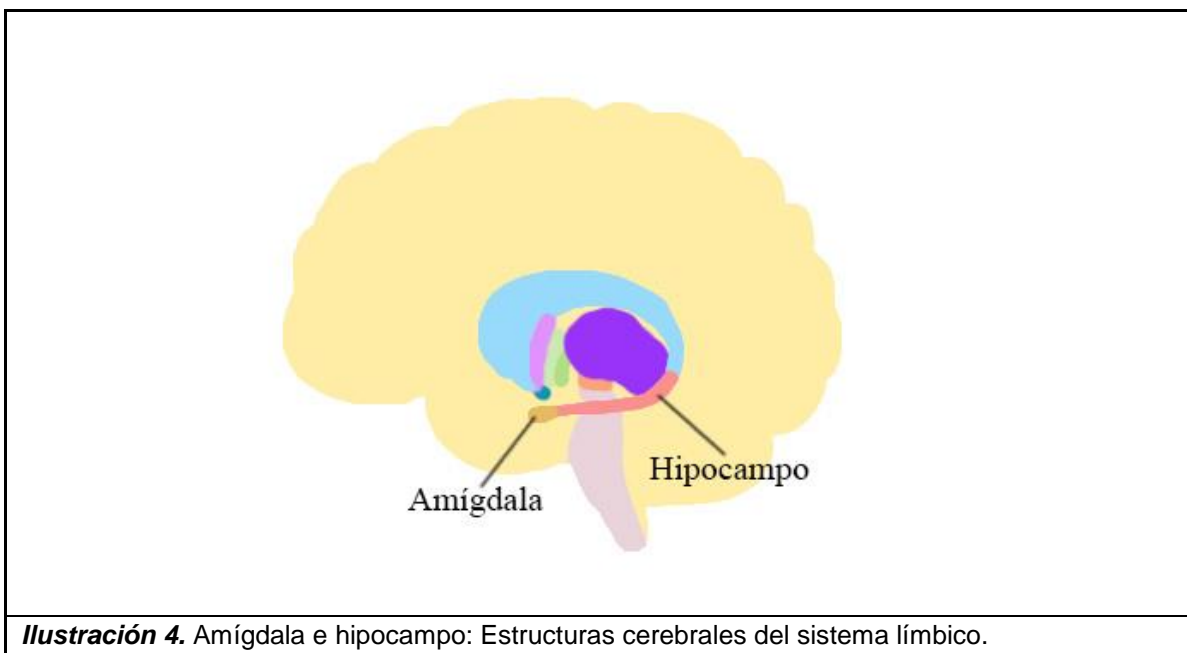


Ilustración 4. Amígdala e hipocampo: Estructuras cerebrales del sistema límbico.

Una estrategia pedagógica en el modelo del aprendizaje del violín

El *chunking* es una técnica para aprender una secuencia ordenada a partir de subsecuencias más pequeñas llamadas *chunk*. Por ejemplo para aprender una melodía esta se puede dividir en compases los cuales se aprenderán de manera ordenada de modo que cada compás sea un indicio del compás siguiente, es esencial la rigurosidad en el orden ya que la forma en que sean aprendidos los compases serán consolidados en la memoria (Pardue, 2016; Martínez, 2008). Esto se relaciona con la neuroanatomía de la memoria dado que las estructuras implicadas en la etapa de codificación y en la etapa de consolidación en cada tipo de memoria son las mismas (Markowitsch & Staniloiu, 2011).

OBJETIVOS

Objetivo general

Proponer un modelo de aprendizaje del violín mediante un correlato neurocognitivo.

Objetivos específicos

- Diseñar protocolos de enseñanza del violín basados en cómo el aprende el cerebro.
- Analizar los procesos de aprendizaje y memoria a partir del estímulo auditivo y del estímulo visual a partir de la observación durante la clase y en un registro audiovisual.
- Observar la influencia de las emociones en los procesos cognitivos.
- Identificar aprendizajes alcanzados en los estudiantes de violín con el protocolo diseñado.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio y Alcance

Exploratorio ya que es la primera vez que se propone un modelo neurocognitivo del aprendizaje del violín y descriptivo porque realiza un análisis estadístico de instrumento para medir el modelo neurocognitivo.

Selección de la muestra

Para este estudio se seleccionó una muestra conformada por ocho niños entre nueve y once años pertenecientes a la Red de Escuelas de Música de Medellín quienes llevaban entre tres y cuatro años estudiando violín.

Limitaciones

Por la emergencia sanitaria derivada del Covid-19 el tamaño de la muestra fue pequeño y no se pudo realizar validación de la metodología propuesta.

Protocolo

Con este proyecto se plantea el aprendizaje y memorización de la polka irlandesa *O the britches full of stitches* (Cooper, 2010) a partir del estímulo auditivo y del estímulo visual utilizando la técnica del *chunking*. La polka propuesta para el aprendizaje está en modo jónico el cual está asociado a la alegría. La velocidad de interpretación es entre 100 y 120 pulsaciones por minuto, lo cual genera activación fisiológica al acelerar el pulso cardíaco. La estructura melódica de la polka seleccionada consta de dos partes: La parte A, se compone de ocho compases que se repiten; y la parte B, de ocho compases que se repiten. Para este proyecto se utilizó un fragmento de la melodía correspondiente a los 8 compases de la parte A.

- Tocar el primer compás de la polka para que los estudiantes descifren las notas a partir del estímulo auditivo sin mirar las manos de la profesora, seguidamente decirles a los estudiantes que intenten repetirlo en su violín.
- Tocar por segunda vez el primer compás de la polka y decirles a los estudiantes que intenten repetirlo en su violín.
- Tocar por tercera vez el primer compás de la polka y decirles a los estudiantes que intenten repetirlo en su violín.
- Observar en cada repetición cuales estudiantes logran descifrar las notas de la melodía.
- Decirle a cada estudiante que intente tocar el primer compás de la polka.

Aprendizaje a partir de la imitación

Si en este punto todos los estudiantes no han logrado descifrar las notas de la melodía realizar lo siguiente:

- Tocar el primer compás de la polka permitiendo que los estudiantes miren las manos de la profesora, seguidamente decirles a los estudiantes que intenten repetirlo en su violín.
- Repetir el punto anterior hasta que todos los estudiantes logren descifrar el primer compás de la polka.
- Decirles a los estudiantes que toquen el primer compás de la polka al conteo de dos.
- Realizar el procedimiento del aprendizaje a partir del estímulo auditivo y del aprendizaje a partir de la imitación con el segundo compás de la polka.
- Tocar el primer y el segundo compás de la polka juntos.
- Decirles a los estudiantes que toquen el primer y el segundo compás de la polka al conteo de dos.

- Realizar el procedimiento anterior con cada uno de los compases hasta llegar al octavo compás, cada vez que los estudiantes codifiquen un nuevo compás sumar este a los compases anteriores.
- Entregar una encuesta con la cual se identificarán las emociones de los estudiantes al momento de finalizar el taller.
- Despedirse.

Segunda sesión

La segunda sesión se realizará ocho días después de la primera sesión

- Saludar.
- Poner una cámara de video para registrar la sesión.
- Decirles a los estudiantes que toquen el fragmento de la polka que aprendieron en la sesión anterior.
- Si algún estudiante no lo recuerda tocar el fragmento de la polka.
- Decirles a los estudiantes que toquen el fragmento de la polka.
- Preguntar a los estudiantes si estudiaron el fragmento de la polka durante la semana.
- Despedirse.

RESULTADOS

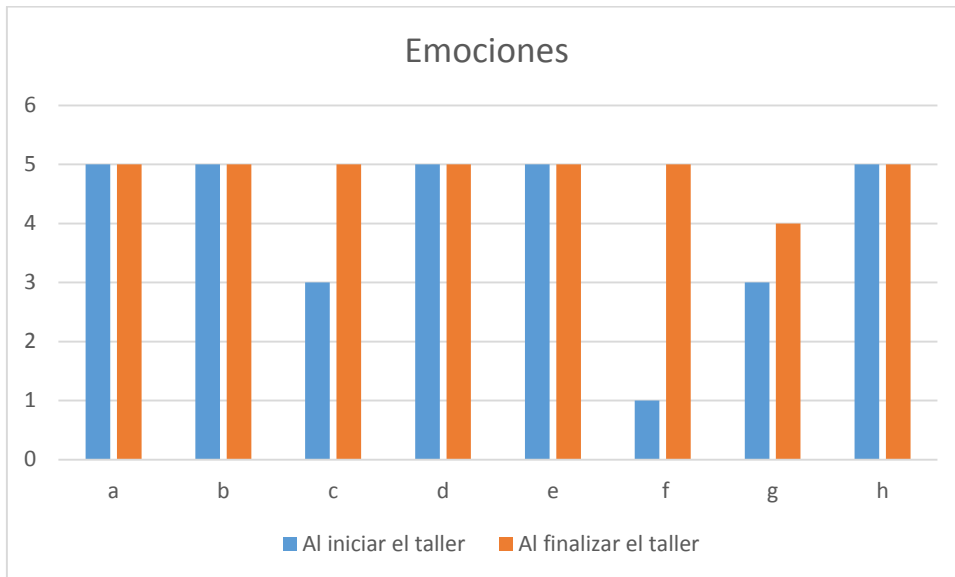


Ilustración 5. Emociones: Las emociones al iniciar el taller están representadas por una barra azul, las emociones al finalizar el taller están representadas por una barra narajanda. Los valores verticales de 1 a 5 representan cada emoción de acuerdo con la encuesta de emociones (1: Muy triste, 2: Triste, 3: Neutral, 4: Feliz, 5: Muy feliz). Las letras a, b, c, d, e, f, g y h corresponden a cada estudiante.

El cuadro de resultados correspondiente a las emociones fue elaborado a partir de una encuesta que fue entregada a los estudiantes al iniciar el taller y al finalizar el taller para analizar como la música y el proceso de memoria y aprendizaje influye en las emociones.



Muy feliz (5)

Feliz (4)

Neutral (3)

Triste (2)

Muy triste (1)

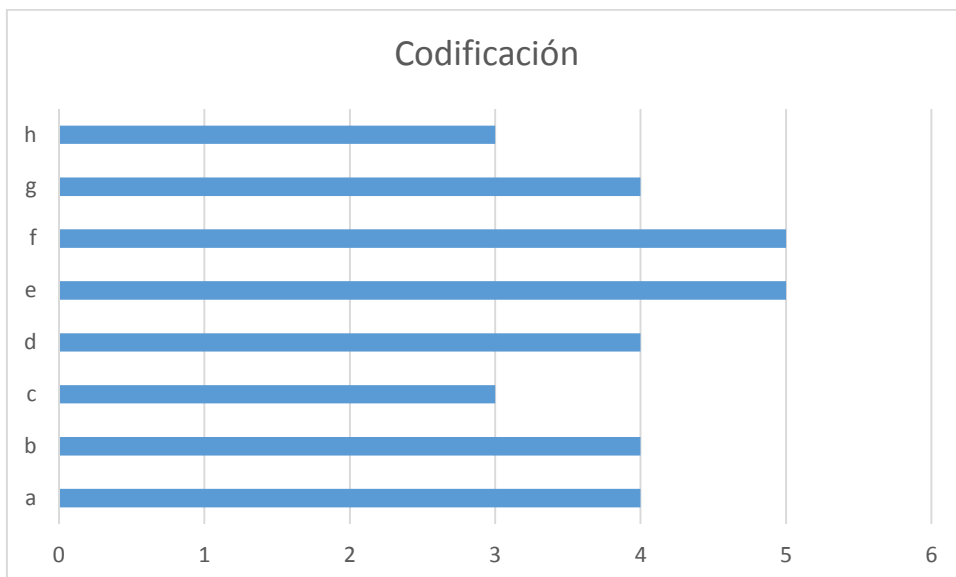


Ilustración 6. Codificación: Los valores horizontales de 1 a 5 representan el número de repeticiones de cada fragmento de la melodía que fueron necesarias para que cada estudiante realizara el proceso de codificación. De 1 a 3 repeticiones los estudiantes recibieron el estímulo auditivo de cada fragmento de la melodía, las repeticiones 4 y 5 incluyen el estímulo auditivo y el estímulo visual. Las letras a, b, c, d, e, f, g y h corresponden a cada estudiante.

El cuadro de resultados correspondiente a la codificación fue elaborado a partir de la observación y los videos realizados durante el taller, busca analizar la repuesta de los estudiantes ante el estímulo auditivo en las primeras 3 repeticiones de cada fragmento de la melodía, y su respuesta ante el estímulo auditivo y el estímulo visual al observar a la profesora y a los otros estudiantes en las repeticiones 4 y 5. Este analisis da cuenta del profeso de codificación de cada estudiante en el aprendizaje de la polka.

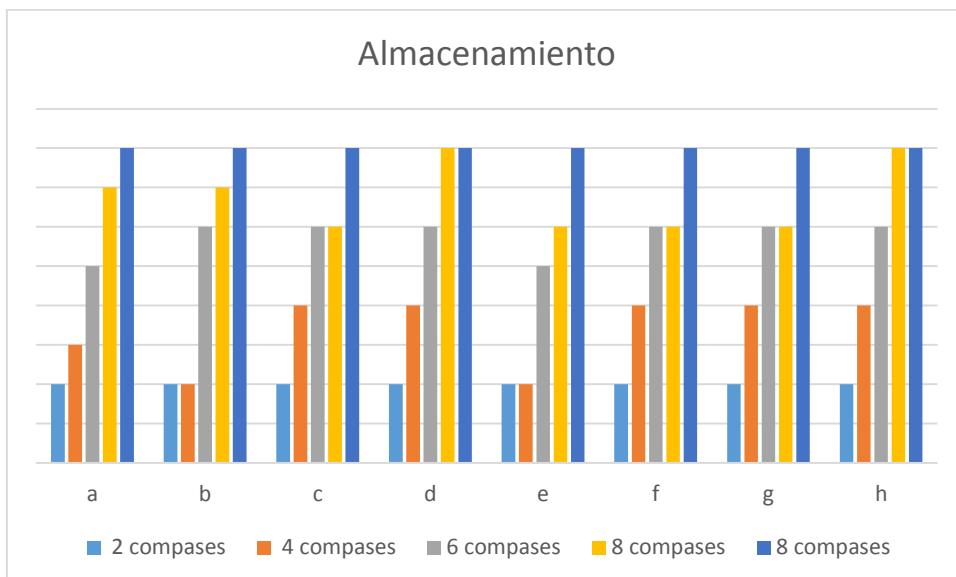


Ilustración 7. Almacenamiento de la memoria: El fragmento de la melodía tiene ocho compases, los valores verticales van de 1 a 8 indicando el número de compases tocados por los estudiantes en cada fragmento. El primer fragmento de la melodía aprendido fue de 2 compases y se representa con color azul, el segundo fragmento de la melodía aprendido fue de 2 compases los cuales se sumaron a los primeros 2 compases aprendidos y se representa con color naranja, el tercer fragmento de la melodía aprendido fue de 2 compases los cuales se sumaron a los primeros 4 compases aprendidos y se representa con color gris, el cuarto fragmento de la melodía aprendido fue de 2 compases los cuales se sumaron a los primeros 6 compases aprendidos y se representa con color amarillo, al final del taller se tocaron los 8 compases aprendidos los cuales se representan color azul. Las letras a, b, c, d, e, f, g y h corresponden a cada estudiante.

El cuadro de resultados correspondiente al almacenamiento de la memoria fue elaborado a partir de la observación y los videos realizados durante el taller, busca analizar el almacenamiento de la memoria en cada estudiante durante el aprendizaje de la polka de acuerdo al número de compases tocado en cada fragmento de la melodía.



Ilustración 8. Recuperación de la memoria: Ocho días después del taller se le pidió a los estudiantes que tocaran el fragmento de la melodía aprendido en el taller, los valores verticales van de 1 a 8 indicando el número de compases tocados por los estudiantes. Las letras a, b, c, d, e, f, g y h corresponden a cada estudiante.

El cuadro de resultados correspondiente a la recuperación de la memoria fue elaborado a partir de la observación y los videos realizados durante el taller, busca analizar el proceso de recuperación de la memoria en cada estudiante de acuerdo al número de compases tocado.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se observó que en la encuesta de emociones al iniciar y finalizar el taller las emociones positivas se mantuvieron en los estudiantes a, b, d y h y modularon positivamente en los estudiantes c, f y g tal como se esperaba desde el modelo neurocognitivo del aprendizaje del violín.

Se evidenció la motivación y el placer que genera la polka ya que al escucharla todos los estudiantes manifestaron que era muy alegre y querían aprenderla y memorizarla.

Se evidenció la activación fisiológica generada por la polka ya que los estudiantes f y h tocaban la melodía a una velocidad mayor de la propuesta por el profesor.

Se observó que los estudiantes a, b, c, d, e y g querían tocar la melodía a una velocidad mayor de la propuesta por el profesor pero no lograban hacerlo no por el proceso de memoria sino por las habilidades motoras.

A continuación, se presentan los análisis para cada una de las etapas de la memoria en el proceso de aprendizaje de la polka irlandesa *O the britches full of stitches*:

Codificación

- Se encontró que los estudiantes c y h tenían prioridad por el estímulo auditivo logrando codificar la melodía sin necesidad del estímulo visual.
- Se encontró que los estudiantes a, b, d, e, f y g no lograron codificar melodía únicamente con el estímulo auditivo pero al tener el estímulo visual lograron codificarla.
- Se comprobó el modelo neurocognitivo del aprendizaje del violín ya que todos los estudiantes lograron codificar la melodía.

Almacenamiento

- Se observó que los estudiantes d y h tuvieron un proceso de almacenamiento muy eficiente ya que lograron interpretar cada compás de la melodía completo.
- Se encontró que los estudiantes a, b, c, e, f y g no lograron interpretar todos los compases de la melodía completos durante el proceso de aprendizaje pero en la interpretación final si tocaron la melodía completa.

Recuperación

- Se evidenció la motivación y el placer en los procesos cognitivos de aprendizaje y memoria ya que todos los estudiantes manifestaron que

habían estudiado la melodía aunque esta no fue una indicación dada por el profesor

- Se observó que los estudiantes a, d, g y h tuvieron un óptimo proceso de recuperación de la memoria ya que ocho días después del taller tocaron la melodía completa.

CONCLUSIONES

Los procesos de aprendizaje y memoria a partir del estímulo auditivo permiten desarrollar el oído interno al tiempo que se identifican los sonidos y su correcta afinación para llevarlos al cuerpo en la ejecución del violín, la parte motora se desarrolla con el estímulo visual a partir de las neuronas espejo para la programación de los movimientos correctos.

Las emociones positivas se activan con el estímulo de las músicas alegres a través del núcleo *accumbens* que es una estructura de los ganglios basales conectada con el sistema dopaminérgico generando motivación y activación fisiológica lo que favorece los procesos de aprendizaje y memoria.

La amígdala es el principal núcleo de control emocional y vincula las emociones positivas generadas por la música con los procesos cognitivos favoreciendo su eficiencia.

Los ganglios basales se activan durante las cuatro etapas de la memoria procedimental, además están asociados con los movimientos, por eso un aprendizaje que implique una acción motora al cual se le suman emociones positivas a partir de la música va a ser muy eficiente porque se van reforzar y favorecer los procesos sinápticos.

El modelo neurocognitivo del aprendizaje del violín permite analizar los procesos cognitivos de aprendizaje y memoria en conjunto con las emociones a partir de las estructuras cerebrales implicadas, es innovadora ya que busca tener un fundamento neurocientífico de las metodologías de enseñanza del violín para

articular estrategias acordes a como el cerebro procesa la información optimizando así la formación de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Bautista, J., & Navarro, J. R. (2011). Neuronas espejo y el aprendizaje en anestesia. *Revista de la Facultad de Medicina*, 59(4), 339-351. doi:10.15446/revfacmed
- Camón, L. (2016). *Las Neuronas Espejo y la Imitación*. España: Universidad de Salamanca.
- Campuzano-Andrade, R. (2017). El proceso de enseñanza y aprendizaje del violín como herramienta pedagógica. *Dominio de las Ciencias*, 3(1), 61-72. doi:ISSN 2477-8818
- Cooper, P. (2010). *Mel Bay's Complete Irish Fiddle Player*. Mel Bay Publications, Inc. doi:ISBN 1-6097-4040-8
- Custodio, N., & Cano-Campos, M. (2017). Efectos de la música sobre las funciones cognitivas. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 80(1), 61-71. doi:ISSN 0034-8597
- García, E. (2017). *El Violín: Un Instrumento para el Desarrollo Musical y Cognitivo desde la Infancia*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Justel, N., & Abrahan, V. (2015). La Improvisación Musical. Una Mirada Compartida entre la Musicoterapia y las Neurociencias. *Psicogente*, 18(34), 372-384. doi:http://doi.org/10.17081/psico.18.34.512
- Justel, N., & Diaz, V. (2012). Plasticidad Cerebral: Participación del Entrenamiento Musical. *Suma Psicológica*, 19(2), 97-108. doi:ISSN 0121-4381
- López, A. T. (2003). *La memoria humana: Revisión de los hallazgos recientes y propuesta de un modelo neuropsicológico*. San Nicolás de los Garza: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Luisi, A. L., & Manzini, F. R. (2019). *Adaptación al medio: la amígdala, el hipotálamo y el núcleo accumbens*. *Neuroanatomía y neurofisiología en psicología*. La Plata: Edulp. doi:ISBN 978-950-34-1834-5
- Markowitsch, H. J., & Staniloiu, A. (2011). Amygdala in action: Relaying biological and social significance to autobiographical memory. *Neuropsychologia*, 49(1), 718-733. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2010.10.007
- Martínez, F. E. (2008). *La incidencia de la memoria musical en el desarrollo de la competencia auditiva*. Bogota: Universidad Pedagógica Nacional.
- Molnar-Szakacs, I., & Overy, K. (2006). Music and mirror neurons: from motion to 'e'motion. *SCAN*, 1(1), 235-241. doi:10.1093/scan/NS1029
- Montalvo, J., & Moreira-Vera, D. (2016). El Cerebro y la Música. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 25(1), 1-3. doi:ISSN 1019-8113

- Moreno, A., Rodríguez, J., & Rodríguez, I. (2018). La Importancia de la emoción en el aprendizaje: Propuestas para mejorar la motivación de los estudiantes. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 15(29), 3-11. doi:10.29197/cpu.v15i29.296
- Muñoz, H., & Gonzáles, B. (2009). *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica de la memoria*. Barcelona: FUOC.
- OCDE. (2009). *La Comprensión del Cerebro, el nacimiento de una ciencia de aprendizaje*. Santiago: Universidad Católica Silva Henríquez. doi:ISBN 978-956-7947-92-8
- Olivares, J., Juárez, E., & García, F. (2015). El Hipocampo: neurogénesis y aprendizaje. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, 15(1), 20-28. doi:ISSN 1870 3267
- Ospina-García, N., Pérez-Lohman, C., Vargas-Jaramillo, J., Cervantes-Arriaga, A., & Rodríguez-Violante, M. (2017). Ganglios Basales y Conducta. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 18(6), 74-86. doi:ISSN 2604-6180
- Pardue, L. (2016). *Violin Augmentation Techniques for Learning*. Londres: University of London.
- Redolar-Ripoll, D. (2012). Consolidación de la Memoria y Sustrato Nervioso del Refuerzo. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 4(2), 51-74. doi:ISSN 1852-4206
- Saavedra, J., Díaz, W., Zúñiga, L., Navia, C., & Zamora, T. (2015). Correlación funcional del sistema límbico con la emoción, el aprendizaje y la memoria. *Morfología*, 7(2), 29-44. doi:10.15446/morfologia
- Semrud-Clikeman, M., & Teeter, P. A. (2009). *Child Neuropsychology, Assessment and Interventions for Neurodevelopmental Disorders*. New York: Springer. doi:10.1007/978-0-387-88963-4_1
- Soria-Urios, G., Duque, P., & García-Moreno, J. M. (2011). Música y cerebro (II): Evidencias cerebrales del entrenamiento musical. *Revista de Neurología*, 53(12), 739-746. doi:https://doi.org/10.33588/rn.5201.2010578
- Soria-Urios, G., Duque, P., & García-Moreno, J. M. (2011). Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Revista de Neurología*, 52(1), 45-55. doi:https://doi.org/10.33588/rn.5201.2010578