



Facultad de Educación
Universidad de La Laguna

TRABAJO FIN DE MASTER

¿Qué nos indica las neurociencias sobre la introducción de nuevos contenidos en Biología y Geología en 3º ESO?: propuesta metodológica.

Alumno: María Débora Cury Mederos

Tutor: Miguel Ángel Negrín Medina.

Master en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

2017/2018

	Pág
1. RESUMEN/ABSTRACT	4
2. INTRODUCCIÓN	5
2.1. Organización estructural del cerebro y sus funciones	5
2.1.1. Lóbulo frontal	8
2.1.2. Lóbulo parietal	9
2.1.3. Lóbulo occipital	9
2.1.4. Lóbulo temporal	10
2.1.5. Cerebelo	11
2.1.6. Sistema límbico	12
2.2. La plasticidad cerebral	13
2.3. Memoria y aprendizaje	16
3. NEUROEDUCACIÓN Y NEURODIDÁCTICA	19
3.1. Implicaciones didácticas de las funciones ejecutivas	22
3.2. Trastornos en la atención	27
3.3. El cerebro del adolescente	31
3.3.1. Cambios en los circuitos neuronales	32
3.3.2. Cambios hormonales	33
3.4. La conducta en el adolescente	34
3.4.1. Diferencias en las conductas entre chicas y chicos	36
3.5. La importancia de estado anímico y físico	36
3.5.1. Estado anímico	37
3.5.2. Estado físico	39
3.6. Experiencias prácticas que utilizan la neurociencia	41
3.7. Conceptos bien establecidos en la neuroeducación	43
3.8. Algunas cosas que podemos hacer los docentes	47
4. PROPUESTA PARA EL CURRÍCULO DE 3º DE LA E.S.O	50
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA PRÁCTICA	60
5.1. Introducción	60
5.2. Contextualización	61
5.3. Objetivos	61
5.4. Contenidos	62
5.5. Secuenciación y temporalización	62
5.5.1. Primera sesión	62

5.5.2. Segunda sesión	65
5.6. Propuestas de mejora	69
6. CONCLUSIONES FINALES	72
7. REFERENCIAS	74
8. ANEXOS	84
9. AGRADECIMIENTOS	90

Nota:

En el presente Trabajo de Fin de Máster se aplica la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo (BOE Nº 71 de 23/03/2007), para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como la Ley 1/2010, de 26 de febrero, Canaria de Igualdad entre Mujeres y Hombres (BOC Nº 45 de 05/03/2010) y en todo aquello que intente evitar el uso del lenguaje sexista, lo dispuesto en la parte trigésima del anexo del Decreto 15(2016, de 11 de marzo, del Presidente, por el que se establecen las normas internas para la elaboración y tramitación de las iniciativas normativas del Gobierno y se aprueban las directrices sobre su forma y estructura (BOC Nº 55 de 21/03/2016). En cualquier caso, toda referencia a personas, colectivos, representantes, u otros, contenidas en este documento y cuyo género gramatical sea masculino, se entenderá referido a ambos sexos y, por tanto, la posibilidad de referirse a mujeres y hombres.

1. RESUMEN

Gracias al avance de la neurociencia podemos conocer cómo funciona el cerebro del ser humano a la hora de aprender. Este conocimiento ha ocasionado que los educadores nos veamos ante una nueva perspectiva para llevar a cabo nuestra labor y favorecer el aprendizaje de nuestros alumnos. El conocimiento de los mecanismos fisiológicos que se producen a nivel cerebral cuando se realiza el proceso de aprendizaje ha descubierto una herramienta con una alta capacidad y potencialidad que nos hace plantearnos si el trabajo realizado hasta ahora es mejorable y, de ahí, surgió la idea de neuroeducación.

En este trabajo se pretende realizar un repaso a todos los conocimientos que se han ido adquiriendo gracias a los avances en la neurociencia y cómo esos conocimientos pueden ser utilizados por el profesorado para mejorar la calidad de su enseñanza a la vez que se hace una propuesta general para el currículo de 3º de la ESO y una propuesta didáctica, llevada a la práctica, con una metodología que pretende aplicar los conocimientos que se tienen sobre los procesos cerebrales que llevan al aprendizaje, favoreciendo los mecanismos emocionales que suscitan la curiosidad en el alumnado.

Palabras claves: neurociencia, neuroeducación, curiosidad.

ABSTRACT

Because the advance of neuroscience we know how the human brain works when it is learning. This knowledge has caused that the educators have a new perspective to carry out our work and promote the learning of our students. Knowledge of the physiological mechanisms that occur at the brain level when the learning process is done has discovered a tool with a high capacity and potential that makes us wonder if our work can be improved and, from there, emerge the idea of neuroeducation.

This paper intends to review all the knowledge that has been acquired thanks to advances in neuroscience and how this knowledge can be used by teachers to improve the quality of their teaching as well as do a general proposal for the 3º ESO curriculum and a didactic proposal, carried out in practice, with a methodology that pretend to apply the knowledge we have about the brain processes that lead to learning, favoring the emotional mechanisms that arouse the curiosity in students.

Key words: neuroscience, neuroeducation, curiosity.

2. INTRODUCCIÓN

“El ser humano es lo que la educación hace de él”.

Immanuel Kant.

En las últimas décadas se ha progresado considerablemente en el conocimiento que se tiene sobre el cerebro, no solo de sus características anatómicas y fisiológicas, sino también sobre cómo es capaz de crear ideas, aprender y de interactuar con el mundo exterior a nivel físico, social o cultural. Se ha avanzado mucho en la comprensión de los mecanismos moleculares por los que se producen las comunicaciones entre las neuronas (el flujo de neurotransmisores entre la que lo libera y la que lo capta) y cada día comprendemos mejor la naturaleza química y el funcionamiento del pensamiento y de la inteligencia y estos conocimientos abren la puerta hacia una *“cultura basada en el cerebro”* Mora (2017).

Todos estos conocimientos ponen de manifiesto el papel que ejerce el cerebro sobre el resto del organismo ya que todas las funciones orgánicas están gobernadas por el cerebro, habiendo un flujo constante de información entre este y el resto de los órganos del cuerpo humano.

Dada la importancia de éste órgano y de sus funciones, pasemos a hacer un breve repaso de su anatomía y de la localización de distintas áreas del mismo que están implicadas en los procesos de aprendizaje.

2.1. Organización estructural del cerebro y sus funciones.

Se considera “cerebro” a todo el encéfalo, que comprende: los dos hemisferios cerebrales, el diencefalo, el tronco encefálico y el cerebelo.

El encéfalo pesa aproximadamente 1,3 kg (hay variaciones entre los distintos individuos y puede llegar a alcanzar casi el 1,5 kg de peso) y se encuentra alojado en la cavidad craneal, que lo protege, y está envuelto por unas membranas (denominadas meninges) y bañado por el líquido cefalorraquídeo.

Hasta hace unos años se pensaba que estaba compuesto por alrededor de 100 mil millones de neuronas (unidad estructural y funcional que, junto a las células de la glía,

componen el cerebro) pero después del uso de técnicas que utilizan el fraccionador isotrópico para contar células, Herculano-Houzel y Lent (2005) apuntan a que en realidad el cerebro está compuesto por unos cientos de millones menos de neuronas y que su número está en torno a los 86 mil millones.

Las neuronas recogen e integran la información que les llega de los receptores sensoriales o de otras neuronas y transmiten información a otras neuronas o a los órganos efectores. Su estructura es altamente especializada y cada célula es una entidad funcional que transmite la información a través de una estructura denominada *sinapsis*. Existe una gran diversidad en el tamaño y la forma de las neuronas en diferentes partes del sistema nervioso pero todas comparten una serie de características comunes, tienen un *cuerpo celular* único del que emerge un número variable de ramificaciones. La mayor parte de estas ramificaciones tienen una función receptora y se denominan *dendritas* y poseen especializaciones en la membrana, las *sinapsis*, por las que reciben información de otras células nerviosas con las que están en contacto. Una de las ramificaciones que posee la neurona se denomina *axón* (los conjuntos de axones conforman una fibra nerviosa) que es por donde transmite la información fuera del cuerpo celular. Los axones varían mucho, pueden ser de diferentes longitudes y pueden dividirse en varias ramas o axones colaterales de tal forma que la información puede distribuirse a un número mayor de destinos.

La información es transmitida en el extremo del axón por medio de *neurotransmisores* que son recogidos por las dendritas de las neuronas adyacentes y se traduce en la creación de un potencial eléctrico o de membrana que provoca la liberación de neurotransmisores en la hendidura sináptica del axón de la neurona receptora, propagándose la señal de unas células a otras hasta que se produce la acción deseada sobre el órgano o estructura diana.

Las neuronas se organizan en estructuras funcionales más complejas que se denominan *redes neuronales* o *circuitos neuronales* que son el conjunto de conexiones sinápticas ordenadas que se produce como resultado de la unión de las neuronas. Las neuronas que intervienen en la misma función están interconectadas mandándose información entre ellas. Cuanto más trabaja una red neuronal, más efectiva es la comunicación entre las neuronas que la componen y la respuesta que dan a los estímulos es más rápida.

Las células de la *neuroglia* o *glía* constituyen otro de los componentes importantes del sistema nervioso y sobrepasan el número de neuronas. No tienen un papel directo en el procesamiento de la información, sino que desempeña funciones de carácter auxiliar esenciales para el funcionamiento de las células nerviosas como son: la formación de las *vainas de mielina* que rodean a muchos axones y confieren un mayor grado de conducción de los potenciales de acción, la formación de la *barrera hematoencefálica* que cumple una función protectora y una *función fagocítica* que se da en respuesta a daños que se producen en el sistema nervioso.

El encéfalo y la médula espinal conforman el Sistema Nervioso Central y es dónde se encuentran ubicados la mayor parte de los cuerpos celulares de las neuronas y las conexiones sinápticas.

El encéfalo tiene dos hemisferios o mitades unidos por varios puentes, siendo el cuerpo calloso el más grande. Cada hemisferio cerebral tiene unas partes denominadas lóbulos cerebrales que están delimitados por grandes surcos o cisuras. Estos lóbulos son: el frontal, el parietal, el temporal y el occipital.

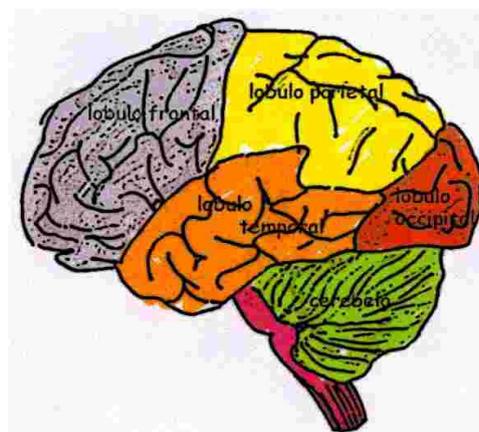


Figura 1: Esquema donde se muestran los lóbulos cerebrales, el cerebelo y el tronco encefálico (rojo).

2.1.1. Lóbulo frontal

Es la estructura que nos diferencia de organismos guiados básicamente por los impulsos y las emociones motivados por los estados emocionales generados por el *sistema límbico*, ya que es capaz de posponer esos impulsos y seguir planes elaborados y optar por conseguir objetivos abstractos o situados en puntos lejanos en el tiempo.

Su papel va mas allá de permitirnos pensar a largo plazo sino que también está involucrado en las llamadas *funciones ejecutivas*. Estas funciones son las asociadas a la cognición y la toma de decisiones: usar la memoria, la planificación, la selección de objetivos y la resolución de problemas específicos que tienen que abordarse focalizando en la atención sobre aspectos concretos.

Entre estos procesos ejecutivos podemos encontrar los siguientes:

- Proyección a largo plazo: Se piensa que el lóbulo frontal es el responsable de proyectar experiencias pasadas sobre situaciones futuras a partir de normas y dinámicas que se han ido aprendiendo.
- Meta pensamiento: Es la capacidad que tenemos para pensar en abstracto, es decir, pensar sobre cosas que sólo están presentes en nuestra imaginación , no evocamos hechos concretos que han quedado registrados por medio de los sentidos en un momento determinado sino que pensamos sobre cosas que imaginamos en diferentes grados de abstracción.
- Control de la propia conducta: Una de las zonas de este lóbulo (la zona orbital) está en constante relación con los impulsos que provienen del sistema límbico (estructura donde se originan las emociones) por lo que una de sus funciones es la de modular los efectos de estas señales en el comportamiento del individuo, es decir, nos permite ejercer el autocontrol.
- Gestión de la memoria de trabajo: esta área cerebral tiene un papel a la hora de mantener en un tipo de memoria “transitoria” la información relativa a un problema que debe ser solucionado en tiempo real y que al ser resuelto pierde su valor.
- Cognición social: El lóbulo frontal nos permite determinar el estado mental y emocional de los demás y que este influya en nuestra conducta.

2.1.2. Lóbulo parietal

Aunque está especializado en ciertas funciones, una de sus características principales es la de que integra datos que provienen de distintas partes del cerebro. Así:

- Integración sensorial: Es capaz de combinar las informaciones que provienen de distintas partes del cuerpo y dar como resultado una información que va más allá de la suma de sus partes. Para entenderlo mejor, integra la información que llega de lo que escuchamos, vemos, olemos y tocamos para obtener una experiencia sensitiva completa. También es el encargado de darnos información de cómo nos relacionamos con el mundo que nos rodea en tiempo real, es decir, nos da la información a cerca de la postura en la que nos encontramos y de nuestra capacidad sensorial para reconocer sensaciones corporales y de corregir imprevistos que se detecten en la realización de movimientos voluntarios que se están llevando a cabo. Esto último lo realiza por medio de la intercomunicación con el lóbulo frontal.
- Procesamiento de la información simbólica y analítica: El lóbulo parietal es el encargado de trabajar con símbolos (la utilización del lenguaje) y los procesos relacionados con la aritmética (realizar operaciones matemáticas y contar) . Al ser un lugar en el que se integran muchos procesos hace posible el pensamiento abstracto para poder pensar en símbolos y dotarlos de un sentido.

2.1.3. Lóbulo occipital

Este lóbulo está prácticamente ocupado por la corteza visual y su función principal es la de procesar la información que llega desde los nervios ópticos, siendo el encargado de la percepción, concretamente, del análisis y reconocimiento de todo lo que vemos. Este procesamiento de la información es complejo y nos encontramos con una parte que procesa datos visuales menos elaborados y detecta patrones generales que se recogen por los ojos (corteza visual primaria) y otras partes encargadas de procesar la información que llega de la primaria por medio de dos vías:

- La *vía ventral* se encarga de procesar la información que ha trabajado la corteza visual primaria y allí procesan las características de los elementos aislados que se están viendo en cada momento. Esta vía también se conoce como la vía del “qué” ya que nos da información acerca del contenido de lo que vemos.
- La *vía dorsal* se encarga de procesar la información que llega de la corteza visual primaria y establecer las características del movimiento y la localización de lo que se ve, por este motivo también se la conoce como la vía del “ dónde y cómo”.

En este punto podríamos preguntarnos el motivo por el que nuestro cerebro dedica un lóbulo para el procesamiento de la información visual y la respuesta es que, si bien también es el lóbulo más pequeño del cerebro, la visión ha tenido una importancia evolutiva muy grande a la hora de la supervivencia. También hay que añadir que es la zona del cerebro que ha permanecido casi igual a lo largo del proceso evolutivo mientras que el resto de las zonas han sufrido un desarrollo y organización más complejo.

2.1.4. Lóbulo temporal

Es el lóbulo que, junto al área orbito-frontal, posee una mayor conexión con el sistema límbico por lo que tiene una gran influencia en los estados de ánimo y las emociones y también está relacionado con la memoria.

En este lóbulo existe un gran número de estructuras debido a que en esta zona de la corteza coinciden muchas interconexiones procedentes de distintas partes del cerebro, por lo que vamos a encontrarnos con grupos de neuronas que se encargan de realizar muchas tareas. Entre estas tareas podemos encontrar la de la integración de los tipos de información perceptiva procedente de diferentes sentidos. Así:

- Corteza auditiva: Localizamos la corteza auditiva primaria, secundaria y asociativa. No sólo reciben las señales que provienen del oído (percibir el sonido) sino que también codifica, descodifica e interpreta la información auditiva, tan importante en la comunicación.
- Área de Wernicke: Es el área principal que interviene en la comprensión del lenguaje lo que permite la comunicación verbal entre los individuos.

- Giro angular: Esta área es la que permite la lectoescritura ya que asocia la información visual con la auditiva. Esto hace que podamos asignar a un grafema su correspondiente fonema.
- Giro supromarginal: Esta área del lóbulo temporal participa en el reconocimiento táctil. Es el área implicada en el reconocimiento del lenguaje Braille ya que permite asociar el relieve de las letras con un sonido.
- Temporal medial: En esta área nos encontramos el hipocampo, la corteza perirrinal, la corteza entorrinal o la corteza parahipocampal. Estas regiones y sus conexiones permiten el desarrollo de la memoria en las personas. Sin el lóbulo temporal medial y la asociación que tiene con otras regiones de la corteza las personas no tendríamos memoria.
- Área de asociación parieto-temporo-occipital: Es el área encargada de integrar la percepción visual, la auditiva y la somática. Es una región que unifica el lóbulo parietal, el temporal y el occipital y manda información integrada a otras muchas áreas del cerebro como la corteza pre-frontal o el sistema límbico. Se asocia con muchas funciones complejas como la percepción espacial, la atención dirigida, la integración vasomotora, la situación corporal propia en el espacio o la relación de información visual o auditiva.
- Área de asociación del sistema límbico: Es el área encargada de dotar a las percepciones de información emocional. Lo que hace es integrar la información perceptiva con experiencias afectivas y memorísticas, relaciona los estímulos captados con los elementos que la persona posee en su memoria y con respuestas emocionales determinadas. Dota de un componente afectivo a todos los elementos que se captan por medio de los sentidos. También interviene en la regulación del afecto, de la conducta sexual y el mantenimiento de la estabilidad emocional.

2.1.5. El Cerebelo

Desde hace años se sabe que una de las funciones que tiene el cerebelo es la de la coordinación de la activación muscular, el mantenimiento del equilibrio y la coordinación de movimientos. Actualmente se conoce que el tiene vías de conexión con amplias zonas del sistema límbico por lo que sabemos que tiene la capacidad de intervenir en la regulación de los estados emocionales y en la de crear asociaciones

entre sensaciones o experiencias y sentimientos concretos lo que ayuda a futuros aprendizajes, aunque hace falta investigar mucho más a cerca de su relación con los procesos cognitivos.

2.1.6. Sistema límbico:

Es una parte del cerebro compuesta por varias estructuras interconectadas de forma anatómica y funcional y que participa en el procesamiento de las emociones, la aparición de estados emocionales, nivel de activación, aquello que denominamos instintos y algunos tipos de memoria, en resumen, todo aquello que tiene que ver con lo que consideramos “irracional”.

No es una región anatómicamente exacta del encéfalo, sino que es una red neuronal distribuida por el cerebro y que forma parte de estructuras anatómicas diferentes pero que intervienen en la misma función.

Dentro de la red de interconexiones de lo que denominamos sistema límbico podemos destacar algunas estructuras:

- Hipotálamo: Es una estructura importante que se localiza en la parte inferior del tálamo, en el interior de los tractos ópticos. Es la zona del diencefalo más involucrada en la regulación de las emociones. Está conectado con la pituitaria o hipófisis (por lo que tiene una relación muy grande con el sistema endocrino y todas las parte del cuerpo en el que se liberan hormonas) los lóbulos frontales, el tronco cerebral, la médula espinal, el hipocampo, la amígdala, etc. Capta la temperatura, los niveles de glucosa, sodio, hormonas,etc.
- Hipocampo: Cumple una función muy importante en los procesos mentales relacionados con la memoria y el almacenamiento de datos en la memoria a largo plazo, la memorización de experiencias y en la recuperación de recuerdos.
- Amígdala: Está situada al lado del hipocampo. Está relacionada con la respuesta emocional aprendida que despiertan ciertas situaciones, por lo que están involucradas en el proceso de aprendizaje emocional. Libera las hormonas del estrés cuando tenemos una vivencia emocional importante y que hacen que se consoliden los recuerdos afectivos. Interviene en el reconocimiento de las emociones expresadas con la cara y procesa el miedo.

- Área septal: Parece que se encarga de inhibir el sistema límbico y el nivel de alerta cuando se ha sobreactivado por una falsa alarma. Esta regulación permite mantener la atención y la memoria y responder correctamente a las demandas del entorno, controlando los estados que pueden resultar contraproducentes.
- Área Tegmental Ventral: Está situada en el tronco cerebral y está contiene vías dopaminérgicas que son las encargadas de las sensaciones de placer o sensaciones agradables. La sobreestimulación de algunas de sus partes provocan que los sujetos estén alerta pero irritables.
- Corteza insular: Tiene un papel importante en el procesamiento y la interpretación del dolor, así como en algunos aspectos subjetivos de emociones primarias como el odio, el miedo, la alegría, el enfado, la tristeza y el amor.
- Corteza orbitofrontal: Tiene un papel importante en la inhibición del sistema límbico ya que disminuye los impulsos “irracionales” o primarios, haciendo que sólo pasen parte de estas señales y así permitir que se definan los objetivos con metas a medio y largo plazo. Codifica datos sobre señales sociales y planificar las interacciones con los demás, así como en la valoración de las recompensas y los castigos.
- Ganglios basales: Su función principal es la del control motor pero algunas partes están implicadas en los circuitos de recompensa del cerebro y las sensaciones de placer. También se encargan de la agresión, de la ira y del miedo.

Es importante destacar que ninguna parte del cerebro trabaja sólo en una función. Todas trabajan de forma coordinada y conjunta para llevar a cabo las acciones y los pensamientos. En este punto también hay que indicar que es necesaria una comunicación constante entre ambos hemisferios para que se de un proceso eficaz de racionalización e integración de situaciones.

2.2. La plasticidad cerebral

A pesar de que estructuralmente todos los cerebros son iguales, a nivel circuitos neuronales, todos son diferentes. Esto no puede explicarse por medio de la genética ya que no nacemos con los sistemas de redes neuronales que poseemos de adultos sino que las adquirimos por medio de las experiencias y los aprendizajes que cada uno de nosotros vivimos.

Podemos decir que las experiencias que vamos viviendo a lo largo de nuestra vida provocan cambios físicos en nuestro cerebro y a este fenómeno lo denominamos *plasticidad cerebral* o neuroplasticidad.

El entorno en el que nos movemos, las relaciones con nuestros padres, nuestros hermanos, nuestro grupo de amigos, nuestros vecinos, el tipo de sociedad en el que vivimos, etc, provocan que nuestro cerebro reaccione de una determinada forma que hace que seamos las personas que somos y que no seamos de otra manera.

Esta neuroplasticidad se basa en el modo en el que las neuronas se conectan entre si, en el tipo de relaciones que se establecen entre neuronas que conforman una red neuronal y produce microalteraciones físicas del sistema nervioso. Como he mencionado anteriormente, cuando un grupo de neuronas se activa e interaccionan entre si con cierta frecuencia, no sólo se intercambian información, sino que tienden a hacer una unión más intensa y están cada vez más predisuestas a mandarse información entre ellas. El aumento de activación conjunta hace que se produzcan más ramificaciones entre ellas y que sean más estables. Este proceso se da con la evocación de recuerdos e ideas abstractas y con las sensaciones. Un ejemplo de esto lo tenemos en el denominado Efecto Halo¹.

1 Efecto Halo: Este término fue acuñado en 1920 por el psicólogo Edward L. Thorndike a partir de sus investigaciones con el ejército, cuando observó que los oficiales atribuían características positivas a sus superiores una vez que descubrían una cualidad positiva en ellos o características negativas si veían alguna cualidad negativa en ellos. Es uno de los sesgos cognitivos más conocidos en la psicología y consiste en la realización de una generalización errónea a partir de una sola característica o cualidad de un objeto o de una persona. Se realiza un juicio previo a partir del cual se generalizan el resto de las características. Es un efecto que se pone de manifiesto de manera continua en nuestra vida diaria.

Posteriormente Nisbett y Willson (1977) realizaron un experimento en la Universidad de Michigan con un grupo de 118 estudiantes distribuidos en dos grupos. A cada grupo se le mostró el mismo vídeo de un profesor en clase, pero en uno el profesor se mostraba cordial y afable y en el otro se mostraba autoritario e imperativo. En uno se mostraba con cualidades positivas y en otro con cualidades negativas. Al pedirles con posterioridad al visionado del vídeo que describiesen el aspecto físico del profesor, aquellos que vieron la faceta positiva del profesor lo describieron como una persona simpática y atractiva mientras que los que observaron la faceta negativa lo describieron con adjetivos poco favorecedores. Al preguntar a los alumnos si su respuesta en cuanto a las características físicas del profesor dependía de la actitud previa que habían visto, todos respondieron que no rotundamente y que sus juicios eran totalmente objetivos.

Esto refleja lo poco que sabemos sobre lo que determina nuestra evaluación de las personas y de nuestro entorno y determina la primera impresión que nos llevamos sobre una persona. Si durante los primeros segundos de conversación con una persona esta se muestra insegura, nerviosa o con alguna característica que consideramos negativa, esta característica va a determinar la impresión que nos llevamos y el modo en el que valoramos a ese individuo.

Este efecto se utiliza mucho en la publicidad y el marketing

Este es un ejemplo de cómo el cerebro tiende a rellenar los vacíos de información al tener pocos datos con tal de hacer desaparecer la incertidumbre que esto nos genera.

Estas rutas o redes neuronales se establecen cuando se aprende algo nuevo o se experimenta una experiencia nueva y se van fortaleciendo a medida que se aprende y se practica. Esta práctica genera un refuerzo entre las transmisiones sinápticas entre las neuronas y una mejora en la eficiencia de la transmisión de las señales eléctricas entre ellas.

Según una definición dada por Kolb, Mohamed y Gibb (2010)

“La plasticidad cerebral se refiere a la capacidad del sistema nervioso para cambiar su estructura y su funcionamiento a lo largo de su vida, como reacción a la diversidad del entorno. Aunque este término se utiliza hoy día en psicología y neurociencia, no es fácil de definir. Se utiliza para referirse a los cambios que se dan a diferentes niveles en el sistema nervioso: Estructuras moleculares, cambios en la expresión genética y comportamiento”.

Otra definición la encontramos en un artículo de Garcés-Vieira y Suárez-Escudero (2014) que dice:

“La neuroplasticidad es la potencialidad del sistema nervioso de modificarse para formar conexiones nerviosas en respuesta a la información nueva, la estimulación sensorial, el desarrollo, la disfunción o el daño. En general, la neuroplasticidad suele asociarse al aprendizaje que tiene lugar en la infancia, pero sus definiciones van más allá y tienen un recorrido histórico. Hay diversos componentes bioquímicos y fisiológicos detrás de un proceso de neuroplasticidad y esto lleva a diferentes reacciones biomoleculares químicas, genómicas y proteómicas que requieren de acciones intra y extra neuronales para generar una respuesta neuronal”.

Estos cambios se dan desde el momento en el que se produce una situación nueva o un aprendizaje que puede producirse por muchas razones, formas y en cualquier momento a lo largo de nuestra vida. El cerebro adquirirá nuevos conocimientos, y por lo tanto actualizará su potencial para la plasticidad si el nuevo aprendizaje conlleva una mejora de comportamiento, es decir, ha de ser un comportamiento pertinente y necesario. Un ejemplo lo tenemos en un aprendizaje que lleve a la supervivencia, este será integrado por el organismo y adoptado como una conducta apropiada y como resultado de ello el cerebro se habrá modificado.

Los estudios recientes indican que lo más importante a la hora de producirse el aprendizaje es el grado en el que la experiencia resulte gratificante, pero esto será desarrollado más adelante en otros apartados.

Es importante señalar que durante el desarrollo del cerebro de un individuo se producen diferentes momentos en los que es más permeable a la adquisición de nuevos aprendizajes. Es bien conocido que durante la infancia y la adolescencia se da un aumento en el número de dendritas y de vainas de mielina de las neuronas (Giedd et al 1999; Gogtay et al 2004; Spear 2007). Así como también se conoce que a determinadas edades es más fácil adquirir un determinado conocimiento. A estos periodos se les conoce como *ventanas plásticas* haciendo referencia a que es más fácil que se den modificaciones plásticas en el cerebro que favorezcan un determinado aprendizaje. Un ejemplo de esto lo tenemos en el lenguaje. El nivel más alto de aprendizaje del lenguaje por parte de un individuo se puede observar entre el nacimiento y los 7 años y esta capacidad va disminuyendo a medida que el individuo va envejeciendo. Pero, ¿esto implica que no podamos aprender un idioma nuevo después de finalizar el periodo óptimo? La respuesta es que, si podemos hacerlo, pero requiere de un esfuerzo cerebral mayor.

2.3. Memoria y aprendizaje

Hasta ahora hemos visto las estructuras cerebrales más destacadas que intervienen en procesos de memoria y aprendizaje y hemos conocido aspectos sobre la plasticidad cerebral, pero ¿cómo se producen esos procesos de memorización y de aprendizaje en el cerebro?

Antes de nada, vamos a ver el significado de ambos términos. Consideramos *memoria* a la capacidad de evocar respuestas aprendida previamente y *aprendizaje* al proceso que realiza un organismo con la experiencia y con el que se modifica su conducta. Está íntimamente relacionado con el proceso de memoria y conlleva cambios plásticos en el cerebro relacionados con la actividad sináptica. Mora (2017, p.215, p. 220)

Son numerosos los estudios que hablan a cerca de los diferentes tipos de memoria y que hacen referencia al tiempo que somos capaces de recordar las cosas, a las partes

anatómicas que intervienen en el proceso, etc, pero considero que para este trabajo lo que interesa es conocer cómo funcionan los mecanismos cerebrales que hacen que un suceso pase a formar parte de lo que aprendemos.

Como Milner, Squire, Kandel (1998) demostraron a finales de los años noventa, la memoria no se encuentra en un lugar concreto del cerebro. En la creación de los recuerdos intervienen numerosas partes del encéfalo y establecieron tres fases para que se de el proceso de memorizar que son:

- Codificación: Es el proceso por el cual la información que llega al encéfalo se prepara para poder ser almacenada. Es justo en esta primera fase donde la concentración, la atención y la motivación o estado emocional del individuo son determinantes.
- Almacenamiento: Proceso por el que se retienen los datos en la memoria para poder ser utilizados a posteriori.
- Recuperación: Es el proceso por el cual podemos acceder a la información almacenada cuando la necesitamos, es decir, es el proceso en el que recordamos. Es interesante apuntar que existen toda una serie de investigaciones que desarrollan los procesos por los que se crean los recuerdos y sobre la capacidad de almacenamiento de ellos que posee nuestro cerebro. Los recuerdos que poseemos pueden ser reales o no y eso va a depender de la realidad que nos rodea y de cómo seamos. Lo importante es que los recuerdos llevan mensajes esenciales para nuestra personalidad y que el hecho de “olvidarlos” implica que se vuelven inaccesibles a nuestra consciencia, pero siguen estando ahí y determinan nuestros comportamientos futuros.

Estas fases establecen los mecanismos por los que se establece la memoria, pero también conocemos que el aprendizaje cerebral puede darse por diferentes vías tal y como nos muestra Ortiz Alonso (2018) y que se pueden resumir en:

- Aprendizaje por modelos: Aquel que se basa en una situación social en la que participan al menos dos individuos: el modelo, la persona de la que se aprende, y el sujeto que realiza la observación y aprende la conducta.

- Aprendizaje por repetición: Se produce cuando se realiza la repetición de una conducta hasta que se consigue familiarizarse con el proceso y la creación de un modelo estructurado y bien conexionado cerebralmente.
- Aprendizaje por visualización: podemos aprender hechos, objetos y procesos a través de la observación.
- Aprendizaje por imitación: Se produce cuando se imita y es el que se utiliza de forma más temprana en el desarrollo del cerebro ya que es el que utilizan los bebés para conocer su entorno. Se lleva a cabo por medio de las denominadas *neuronas espejo*. Estas neuronas son las que se activan cuando se ejecuta una acción y cuando se observa ejecutar esa acción o se tiene una representación mental de la misma, reflejan lo que se ve. Están muy relacionadas con la empatía y nos permiten interpretar lo que los demás piensan o sienten por medio de la observación.
- Aprendizaje por acción: Se produce cuando el conocimiento se adquiere por medio de la práctica y la experiencia haciendo que se adquieran habilidades motoras.
- Aprendizaje perceptivo-motor: Con él adquirimos destrezas motoras que nos permiten realizar sin esfuerzo aparente complejas secuencias de movimientos. Es importante decir que el aprendizaje perceptivo es aquel que nos permite acoplar los procesos de recogida de información al uso que el organismo va a hacer de dicha información. Facilita la identificación del estímulo (cuanto más veas un estímulo más fácil lo reconoces), la diferenciación entre estímulos (al estar expuestos a estímulos de una misma clase, que comparten numerosos rasgos, facilita la diferenciación entre ellos) y el análisis de rasgos (la exposición prolongada a un estímulo da la capacidad para distinguir los elementos de un todo).
- Aprendizaje implícito: Consiste en la adquisición de conocimientos o destrezas sin que exista una intención manifiesta o que el individuo sea consciente de que lo ha adquirido. No se forma un recuerdo voluntario o deliberado y se relaciona con el aprendizaje de habilidades motoras y de procedimientos.
- Aprendizaje explícito: Adquisición de conocimientos o destrezas con la intención manifiesta de aprenderlos o que el individuo es consciente de que lo ha adquirido. Se crea un recuerdo y en él intervienen distintos procesos cognitivos. Hoy en día sabemos que este tipo de aprendizaje es el que debemos promover

dentro del aula para conseguir que lo que pretendemos enseñar llegue realmente al alumnado.

3. NEUROEDUCACIÓN Y NEURODIDÁCTICA

“ Por primera vez en la historia de la humanidad tenemos a mano el medio para realizar un verdadero cambio en educación. Es un vasto y nuevo acercamiento que se asienta en una base de conocimientos científicos: la educación compatible con el cerebro”.

Leslie Hart.

La *Neuroeducación* podemos definirla como una disciplina que sirve de puente entre la neurociencia y las ciencias de la educación. Dentro de esta disciplina hablamos de *Neurodidáctica* cuando nos referimos a los métodos que aplican los educantes para realizar su labor utilizando lo que se conoce a cerca del funcionamiento de los mecanismos de aprendizaje del cerebro.

Como hemos visto durante la introducción de este trabajo, los avances en la neurociencia han desvelado algunas cosas a cerca de cómo funciona el cerebro. Es importante destacar en este punto que no es fácil discernir cómo se produce ese funcionamiento (recordemos que hablamos de aprender, de emociones, de sentimientos , de todos esos pensamientos y sentimientos que hacen que seamos las personas que somos pero no debemos olvidar que todo eso se sustenta sobre biomoléculas, sobre variaciones pico molares de neurotransmisores a nivel de sinapsis neuronales, activaciones de cascadas de señalización intracelular, sobre la unión o no de una determinada molécula con otra, etc.), cómo todas esas estructuras que vimos anteriormente interactúan entre si y determinan lo que nos resulta un sustrato de aprendizaje. Lo que si conocemos son los mecanismos que activan las diferentes áreas del cerebro que funcionan cuando se produce ese aprendizaje.

Llegados a este punto creo necesario recordar las definiciones de algunos términos sobre los que voy a tratar a continuación para facilitar la distinción entre los diferentes procesos, así:

- Emoción: Es una reacción subjetiva y conductual que se produce cuando llega la información que viene del mundo exterior a nosotros o nos llega desde nuestra memoria. Cuando se produce esta reacción se dan una serie de fenómenos neurovegetativos donde el sistema límbico cumple una función muy importante ya que elabora las conductas emocionales.
- Sentimiento: Es la percepción consciente de las emociones. Es una característica específica de los seres humanos y suele utilizarse como sinónimo de emoción cuando no lo es. Al analizar la emoción que nos produce un hecho se genera un sentimiento sobre el mismo.
- Atención: Es un proceso neurofisiológico que nos permite seleccionar de entre varios estímulos aquel al que vamos a responder. Se conocen distintos tipos de atención en función de las redes neuronales que las producen.
- Curiosidad: La curiosidad es una cualidad que nos hace explorar. Esta exploración se inicia cuando detectamos o se nos presenta una situación que difiere de aquello a lo que estamos acostumbrados.

Tal y como vimos anteriormente, el sistema límbico tiene un papel fundamental en estos procesos. Hoy por hoy se sabe cómo el cerebro organiza el proceso de la emoción por medio de la amígdala y el hipocampo, poniendo en marcha un sistema que se activa de forma automática e inconsciente y cómo hay veces que sólo se puede ejercer un control voluntario limitado sobre el funcionamiento de esta vía.

Se han localizado las áreas que intervienen en este proceso y el tipo de neuronas que están actuando en ese momento. Esta neurona se conoce como *células fusiformes* y se sabe que gestionan las emociones y no están relacionadas con las funciones cognitivas.

También introducimos en el apartado anterior el papel que tiene el sistema límbico dentro del circuito de recompensa por medio de las vías dopaminérgicas que se localizaban en el área tegmental ventral, situada en el tronco encefálico y donde se localizan los mecanismos básicos para la supervivencia. Esta mezcla de emociones agradables y de sensaciones de placer pasan en última instancia al lóbulo frontal donde

toda la información que llega es integrada en forma de motivaciones que pueden ser más o menos abstractas y nos llevan a planear secuencias de acciones que nos permiten acercarnos a las metas u objetivos que nos planteamos. En definitiva, nos motivan a aprender y a tomar decisiones.

No debemos olvidar esta relación entre el lóbulo frontal y el sistema límbico. Entrando más en detalle, lo que sucede es que se produce un flujo constante de información: uno cognitivo que circula por la corteza frontal y otro emocional que circula por el sistema límbico y también por la corteza. Durante la conducta dirigida a la consecución de un objetivo, los estímulos que proceden del exterior y el interior se analizan en la corteza posterior, donde se ubican la memoria sensorial y la perceptual. Después de que se produce este análisis, la señal se dirige a la corteza frontal que informa de la acción que ha de ejecutarse y que provoca cambios en el entorno, lo que inicia un nuevo flujo de información desde la corteza posterior a la frontal y así sucesivamente en un ciclo hasta que el individuo alcanza la meta que se ha propuesto. A cada paso del ciclo o consecución de una meta se pone también en marcha el sistema de recompensa o de error del cerebro para que se mantenga el ciclo o para que se genere un ciclo nuevo. Hay que tener en cuenta que el ciclo puede iniciarse en cualquier parte, la acción puede darse desde el medio ambiente, desde el medio interno, en la corteza posterior o en la frontal. A este mecanismo, algunos autores como el reputado neurocientífico Joaquín Fuster (2015) , lo denominan el *ciclo percepción-acción*.

Estos datos lo que nos dejan es el conocimiento de que uno de los mecanismos que ponen en marcha este ciclo es la curiosidad, cualidad humana que nos lleva a explorar. Cuando algo que nos rodea o que nos sucede se sale de lo “normal”, de aquello a lo que estamos habituados, nos produce una emoción. Esta emoción hace que prestemos atención y esa atención nos lleva a la creación de un conocimiento.

Otro de los datos que es bien conocido es que cuando se genera un conocimiento nuevo, como aquel que se busca con el estudio y el aprendizaje, se ponen en marcha las mismas redes neuronales que funcionan cuando sentimos la necesidad de buscar agua o alimento o sexo. Las bases cerebrales que se ven satisfechas al colmar la curiosidad que nos genera el aprendizaje son las mismas que las del placer, haciendo que el ciclo se refuerce.

3.1. Implicaciones didácticas de las funciones ejecutivas

Como he venido insistiendo a lo largo del trabajo, no podemos perder de vista que el cerebro actúa como un conjunto. Si bien es cierto que el lóbulo frontal ejerce un papel primordial en las *funciones ejecutivas*² su acción se ve reforzada, apoyada y sustentada por otras estructuras tal y como se expuso anteriormente en el denominado ciclo de percepción-acción.

A lo largo de la historia relacionada con los estudios sobre las funciones del cerebro se ha pasado de modelos que tendían a tratar las funciones ejecutivas desde una perspectiva centralizada o unitaria que tenía como eje al lóbulo frontal, a modelos que (a raíz de los resultados observados en pacientes con daños en el lóbulo frontal) presentan las funciones ejecutivas localizadas en diferentes áreas del cerebro que funcionan de forma coordinada y en constante comunicación.

Desde la perspectiva de la funcionalidad, las funciones ejecutivas pueden englobarse en cuatro dominios interdependientes e interconectados (Anderson, 2008):

- Flexibilidad cognitiva: Incluye la habilidad para pasar a nuevas actividades, cambios en las rutinas, elaborar estrategias alternativas después de cometer errores, las multitareas y los procesos de almacenamiento temporal.
- Establecimiento de objetivos: Procesos de iniciación, planificación y desarrollo de pasos para llegar a un objetivo, así como la habilidad para organizar información compleja o secuenciar los pasos a dar para realizar una determinada estrategia.
- Control atencional: Capacidad para atender a un único estímulo específico.
- Procesamiento de la información: La velocidad en procesar la información que nos llega, la eficiencia y la fluidez para resolver problemas o tareas novedosas.

Hay toda una bibliografía relacionada con el término función ejecutiva destacando dos trabajos realizados por Bausela Herreras (2007, 2014) donde hace un repaso a la evolución del concepto y lo desarrolla desde una perspectiva neuropsicológica.

² Funciones ejecutivas: Hay numerosas definiciones. Personalmente creo que una de las más sencillas es la de Bauermeister, J.J. (2014) que dice: *Se consideran funciones ejecutivas a las actividades mentales complejas necesarias para planificar, organizar, guiar, revisar, regularizar y evaluar el comportamiento necesario para adaptarse eficazmente al entorno y para alcanzar las metas.*

Respecto al uso que le podemos dar al conocimiento de las funciones cognitivas puedo destacar dos vertientes: una relacionada con el ámbito clínico y otra relacionada con el ámbito educativo.

En el *entorno clínico* los trabajos en rehabilitación neuropsicológica pretenden recuperar o restituir funciones que se han perdido o compensar y/o sustituir esas funciones perdidas. Esto se da en pacientes que han sufrido daños en diferentes áreas del cerebro y, teniendo en cuenta el tipo de afección, o se intentan restablecer las funciones o desarrollar las habilidades que no han perdido para suplir aquellas que se han visto afectadas.

En el *entorno educativo* se desarrollan programas de intervención que refuerzan estas funciones ejecutivas del cerebro. Numerosas investigaciones se han focalizado en estudiar cómo estas funciones (que posibilitan el control de la cognición y el comportamiento orientado a metas) influyen en los procesos de aprendizaje que se exigen en la escuela. En investigaciones con preescolares se ha observado que el control inhibitorio juega un papel importante en el aprendizaje escolar en general. Generalmente el fracaso escolar se ha asociado a un pobre desempeño en el control inhibitorio, la memoria de trabajo, la resolución de problemas y las habilidades de organización (Gardner, 2009). En la actualidad existe cierto consenso en torno a la existencia de relación entre el desempeño ejecutivo y el rendimiento académico, no obstante, no existe un acuerdo absoluto entre ciertos aspectos de las funciones ejecutivas y el rendimiento de determinadas áreas de los currículos académicos.

Blair y Razza (2007) realizaron un estudio para determinar la relación existente entre algunas funciones ejecutivas (control de la atención, control inhibitorio) y el rendimiento en las tareas de Matemáticas y de Lengua y obtuvieron unos resultados que indicaban que la influencia de la función ejecutiva sobre el desempeño académico dependía tanto de la competencia académica implicada como del periodo evolutivo considerado en el vínculo entre ambos conceptos.

St Clair-Thompson y Gathercole (2006) evaluaron la relación entre el rendimiento en las funciones ejecutivas de monitorización, cambio de atención, actualización, inhibición y memoria de trabajo (verbal y espacial) en niños de 11 a 12 años y

obtuvieron evidencias de que, en general, existe una contribución inespecífica de los procesos diversos ejecutivos sobre el desempeño académico infantil.

En cuanto a proyectos que intentan mejorar las dificultades en los procesos ejecutivos en el alumnado, en Estados Unidos, en algunos centros educativos, se utiliza el método R.I.T. (Response to Intervention) que es un enfoque a varios niveles para la identificación temprana y el apoyo a los estudiantes con necesidades especiales de aprendizaje y problemas de comportamiento. Este modelo propone intervenciones con niveles de intensidad creciente para acelerar su ritmo de aprendizaje y el proceso se monitorea de cerca para evaluar tanto la tasa de aprendizaje como su nivel de rendimiento, basándose en la respuesta individual de cada estudiante. El RIT tiene una serie de componentes esenciales que, para que funcione bien, deben ser implementados de manera rigurosa y fiel. Aunque no existe un modelo único, generalmente se define como un modelo de apoyo escolar a tres niveles consecutivos:

- Nivel 1: Todos los estudiantes reciben instrucción de alta calidad y con base científica provista por personal cualificado para asegurar que sus dificultades no se deban a una instrucción inadecuada. Todos los estudiantes son evaluados periódicamente para establecer una línea base académica y conductual e identificar a los estudiantes con dificultades que necesitan apoyo adicional. Los estudiantes identificados como "en riesgo" a través de evaluaciones universales y/o resultados en exámenes estatales o del distrito, reciben instrucción suplementaria durante el día escolar en el aula regular. El período de tiempo para este paso puede variar, pero generalmente no debe exceder las 8 semanas. Durante ese tiempo, el progreso del alumno se supervisa de cerca mediante un sistema de evaluación validado, como la medición basada en el plan de estudios. Al final de este período, los estudiantes que muestran un progreso significativo generalmente son devueltos al programa de clase regular. Los estudiantes que no muestran un progreso adecuado se mueven al Nivel 2.

- Nivel 2: Intervenciones dirigidas

Los estudiantes que no progresan adecuadamente en el aula regular en el Nivel 1 reciben instrucción cada vez más intensiva que se ajusta a sus necesidades en función de los niveles de rendimiento y las tasas de progreso. La intensidad varía según el tamaño del grupo, la frecuencia y la duración de la intervención, y el

nivel de capacitación de los profesionales que imparten instrucción o intervención. Estos servicios e intervenciones se proporcionan en entornos de grupos pequeños además de la instrucción en el plan de estudios general. Los estudiantes que continúan mostrando muy pocos progresos en este nivel de intervención son considerados para intervenciones más intensivas como parte del Nivel 3.

- Nivel 3: Intervenciones intensivas y evaluación integral

En este nivel, los estudiantes reciben intervenciones individualizadas e intensivas que se enfocan en los déficits de habilidades que presentan.

Otros estudios recogidos en un trabajo de la Royal Society (Brain Waves Module 2, 2001), demuestran la eficacia de determinados programas de aprendizaje que utilizan la *gamificación*³ en el entorno escolar y que mejoran el rendimiento de los alumnos al realizar tareas específicas sobre las que presentan dificultades. En este sentido, las TICs ofrecen un campo amplio para individualizar el ritmo de trabajo, adaptar las tareas al ritmo de cada estudiante y hacerlo de forma muy similar a la de un juego. Esto supone que los enseñantes debemos mantenernos al día respecto a las nuevas tecnologías, no sólo porque forman parte de la sociedad actual, sino porque también suponen una herramienta potente a la hora de poner en práctica situaciones de aprendizajes que lleguen a los alumnos/as y una forma de adaptar el proceso de aprendizaje a aquellos individuos que necesitan una atención especial para que dicho proceso resulte eficaz.

Como hemos visto en apartados anteriores, todos los procesos relacionados con las funciones efectivas del cerebro están relacionados con las emociones. Una de las características del ser humano que está relacionada con las emociones es la *empatía*⁴.

3. Según Kapp (2011) la gamificación se aborda como “la utilización de mecanismos, la estética y el uso del pensamiento, para atraer a las personas, incitar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas.” Para conocer más acerca de la gamificación recomiendo la lectura del Trabajo Fin de Master de mi compañera Maite Henríquez Adán Luis, autorizado por mi tutor Miguel Ángel Negrín Medina titulado: “Atender a la diversidad en las clases de Biología y Geología de la ESO mediante la gamificación y los paisajes de aprendizaje”. Curso 2017/2018.

4- La empatía se define según la Real Academia de la Lengua Española como: *Participación afectiva de una persona en una realidad ajena a ella, generalmente en los sentimientos de otras personas.*

En un trabajo realizado por VanCleave (2016) se apunta la importancia que tiene la enseñanza de la empatía en el entorno educativo, haciendo un estudio sobre la evolución del conocimiento que se tiene del concepto de empatía, la importancia que tiene en el entorno social, especialmente en determinadas profesiones en las que se está en permanente contacto con personas, y como esta característica humana tiene influencia en el desarrollo del comportamiento y la adquisición de habilidades sociales. Sin la empatía no hay recursos intelectuales para tomar decisiones básicas calculando las respuestas de los otros, dificultando la comunicación.

Según esta autora, una respuesta empática óptima fomenta que tengamos una buena escucha activa, unas buenas cualidades reflexivas, aumenta la imaginación, ayuda a ser conscientes del riesgo, tener motivaciones altruistas y nos da la capacidad de ser vulnerables, en resumen, la empatía promueve la apertura del pensamiento y fomenta la flexibilidad en el mismo. También presenta un plan para implementar la enseñanza de esta competencia a través de su inclusión en los currículos académicos, (al igual que se hace con el pensamiento crítico el análisis moral, la sensibilidad cultural y la diversidad), la necesidad de que los profesores también sean empáticos para modelar y llevar a cabo propuestas didácticas efectivas y añade propuestas para cómo realizar esas adaptaciones curriculares y cómo evaluar la adquisición de la competencia.

Puedo decir que los hallazgos observados por medio de las investigaciones indican que existe un vínculo entre el rendimiento de los niños en diferentes áreas y ciertos procesos ejecutivos pero esta relación aún no está clara. El hecho de que los estudios se hayan realizado sobre poblaciones de individuos de diferentes edades y en torno a diferentes áreas de conocimiento tampoco nos permite analizar comparativamente las correlaciones halladas en los distintos estudios.

Actualmente existe cierto consenso en torno al papel que tiene la memoria de trabajo sobre los procesos básicos implicados en el aprendizaje del cálculo aritmético pero aún no es posible ser concluyente con la existencia entre los diferentes procesos ejecutivos y los diversos dominios académicos aunque hay un acuerdo respecto a que las alteraciones en habilidades vinculadas a las funciones ejecutivas (como la capacidad de recordar y ejecutar instrucciones, inhibir la presencia de estímulos distractores irrelevantes, mantener la información en la memoria a corto plazo y procesarla, etc.) disminuirían las oportunidades que tienen esos individuos de aprender en clase. A pesar

de que este conocimiento es limitado, abre un campo a las estrategias didácticas que podemos implementar con aquel alumnado que lo necesite.

Teniendo en cuenta que debemos tratar con cautela los resultados obtenidos con los programas de entrenamiento y el diagnóstico de la neurociencia, según Brain Waves Module 2 (2001) hay evidencias de que:

- Con la práctica y el entrenamiento debido se pueden mejorar determinadas habilidades. Otra cuestión es si esos efectos del entrenamiento se pueden transferir a otras áreas, aunque no deja de ser interesante que en niños sometidos a programas de entrenamiento de la memoria de trabajo hayan mostrado también un incremento en su capacidad de autorregulación.
- Las tecnologías digitales permiten desarrollar un entorno de aprendizaje interactivo y altamente especializado. Este entorno provee a los profesores de una herramienta que les permite adaptarse a las necesidades del alumnado y una forma de evaluar de forma significativa la efectividad de sus acciones. Esto implica que las tecnologías interactivas sirven de ayuda en el día a día.
- Los avances en la neurociencia permiten el desarrollo de tecnología que ayuda a individuos con déficits sensoriales o físicos significativos. El desarrollo de interfases entre cerebro y ordenador dan una nueva esperanza a las personas que no pueden controlar un ordenador, un teclado o un brazo robótico ya que en el futuro podrán utilizar sus propias señales cerebrales para realizar estas acciones.
- Las estrategias de *aprendizaje adaptativo* (aprendizaje que utiliza los ordenadores como dispositivos de enseñanza interactiva) pueden ser utilizadas en el aprendizaje de los adultos que no pueden ir todos los días a clase. Además les proporciona un entorno educativo más privado y una forma de seguir comunicados con sus profesores.

3.2. Trastornos en la atención

A lo largo de este trabajo he puesto de manifiesto cómo funciona, a grandes rasgos, el cerebro cuando aprende. Sabemos que de forma innata todo aquello que nos genera curiosidad abre la ventana de la atención y que esta apertura provoca que se den emociones que derivan en un proceso de aprendizaje y cuando se produce algún

problema de tipo atencional en el cerebro, nos encontramos con un problema añadido a la hora de llevar a cabo nuestro proceso de enseñanza.

En los últimos años, a nivel educativo y social, ha ido cobrando un mayor interés el denominado Trastorno por Déficit de Atención o TDA, especialmente aquel que hace referencia a cuando este se presenta con hiperactividad (TDAH), pero: ¿qué sabemos realmente sobre el TDAH?

Este trastorno aparece en la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11) de la Organización Mundial de la Salud, con una fecha de entrada en vigencia establecida en mayo de 2018, dentro de la categoría de Trastornos del Neurodesarrollo, quedando establecidos una serie de criterios que ayudan a evaluar el estado en el que se encuentra el individuo.

En este punto me ha resultado muy interesante el trabajo de Bianchi, E. (2012) donde hace un repaso sobre el TDAH y profundiza en la terminología empleada por el manual de diagnóstico de desórdenes mentales (DSM: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) que publica la Asociación Americana de Psiquiatría y que es una de las bases (protocolo) utilizadas por los profesionales para el diagnóstico de esta enfermedad.

A lo largo del texto la autora pone de manifiesto cómo las definiciones a cerca de esta enfermedad no le son aplicables. En primera instancia porque no se le puede considerar trastorno teniendo en cuenta la definición que hace el DSM y porque no cumple con uno de los ejes que define un trastorno que es el concepto de *síndrome*, tal y como indica:

Hablamos de síndrome cuando un grupo de diferentes causas pueden dar origen a un cuadro específico, que puede tener una presentación completa o parcial, *pero que siempre presenta un elemento central constante*.

(...) En síntesis, el síndrome posee:

- 1- Causas múltiples.
- 2- Un cuadro específico o característico.
- 3- Un elemento constante.
- 4- Tratamientos diferentes según sea una gripe, una meningoencefalitis o un tumor...

Si se hablara de un síndrome de ADHD⁵, es importante destacar que éste no tiene

5. ADHD: Siglas en inglés para TDAH.

un elemento común: unos niños son hiperactivos, otros tienen menor atención o bien problemas de impulsividad, otros tienen, además de los tres caracteres básicos, elementos agregados que se han dado en llamar comorbilidad.

Para ser un síndrome necesita un denominador común. El equivalente a la hipertermia es el síndrome febril. ¿Cuál es en el ADHD? ¿La hiperkinesia, el déficit de atención, la dificultad de aprendizaje, la alteración de la conducta?

El ADHD no es un síndrome, pues carece de elemento constante, único o específico que lo defina (Benasayag, 2007, pp.24-25).

En segunda instancia Bianchi pone de manifiesto la existencia de un debate profundo entre los profesionales de la salud y la educación en torno al TDAH y la importancia que se le ha dado a los aspectos sintomáticos y conductuales a la hora de hacer un diagnóstico.

En relación a la importancia que se le está dando a la sintomatología en los últimos años, basta con hacer un repaso a lo largo del tiempo en el tratamiento que hace el DSM de la enfermedad. En este sentido he de mencionar un trabajo muy interesante de Saiz Fernández (2013) que incluye una tabla comparativa de la evolución del DSM respecto al TDAH y que concluye con las aportaciones siguientes:

- Mayor relevancia del síntoma frente a la disfunción.
- Se ha flexibilizado la edad para que se inicien los síntomas.
- Un aumento en el número de síntomas para diagnosticar.
- Una ampliación en el abanico de comorbilidades (la *comorbilidad*, también conocida como morbilidad asociada, es un término utilizado para describir dos o más trastornos o enfermedades que ocurren en la misma persona. Pueden ocurrir al mismo tiempo o uno después del otro. La comorbilidad también implica que hay una interacción entre las dos enfermedades que puede empeorar la evolución de ambas).
- Una gran variación en el diagnóstico en función de las escalas utilizadas.

En el trabajo de Saiz Fernández (2013) también se incluyen datos a cerca de lo que se sabe a cerca del TDAH y cómo la enfermedad carece de una etiología conocida, que no hay ningún marcador genético consistente que determine padecer la enfermedad, que

los estudios en neuroimagen son poco consistentes al tener una baja potencia estadística o una muestra insuficiente y tampoco se sabe si la enfermedad se da desde el nacimiento o como consecuencia de agentes externos (familia, entorno, escuela, cultura, etc.), concluyendo que:

- El TDAH es un fenómeno de prevalencia variable y creciente, con etiología desconocida y sin marcadores biológicos consistentes.
- Sus criterios diagnósticos han fluctuado enormemente a lo largo del tiempo, basados en escalas de síntomas insuficientemente correlacionadas con la disfunción social, familiar o académica.
- Los tratamientos presentan cierta eficacia en síntomas a corto plazo sin continuidad clara en las variables relevantes, por lo que deberían considerarse un recurso de uso excepcional.
- Los fármacos ocasionan efectos adversos cardiovasculares, psiquiátricos y endocrinos (algunos raros y muy graves, otros frecuentes con repercusiones ignoradas). También pueden producir dependencia y abuso.

A raíz de estos trabajos no puedo evitar abordar el tema de el TDAH con una perspectiva crítica. Debemos tener en cuenta todos estos aspectos y controversias a la hora de plantearnos si podemos hablar o no de trastorno o de si ese comportamiento que consideramos hiperactivo en ciertos individuos es un indicativo de que exista un problema de atención que dificulte sus mecanismos de aprendizaje o si es una conducta que ha adquirido por otros factores, aunque esa es labor de los versados en el tema y no siendo el motivo de este trabajo.

Lo que sí puedo apuntar es que hay numerosos trabajos relacionados con el tema que tratan a cerca de los métodos que podemos aplicar para aumentar la atención de nuestros alumnos y para ello es importante definir más ampliamente el concepto de *atención*.

Según Guerrero (2017):

“(...) la atención es un proceso que se pone en marcha tanto de manera voluntaria como involuntaria”.

Cuando el proceso es involuntario y externo, el estímulo es el que capta nuestra atención, que deberán ser llamativamente importantes, nos gusten o sean necesarios para nuestra supervivencia. Cuando el proceso atencional es voluntario e interno estamos hablando de la atención ejecutiva y es aquí donde pueden presentarse dificultades, dependiendo de: la tarea a realizar y de la motivación externa que reciban de la actividad o persona que esté con ellos (es en este punto cuando hablamos de *concentración*). Como ya he mencionado, existen varios tipos de atención y una de las más relevantes en la educación es la *atención focalizada*. Este proceso cerebral es aquel que nos permite mantener la concentración y focalizarnos en un solo estímulo y que se pongan en marcha los procesos inhibitorios que evitan que reaccionemos ante otros estímulos. Se considera que la *atención sostenida* es una variante de la focalizada pero sostenida durante largos periodos de tiempo en la realización de un estímulo o tarea y requiere de una alta persistencia.

Como vemos los mecanismos que ponen en marcha la atención son aquellos relacionados con los que despiertan nuestra curiosidad en primera instancia y aquellos que con el tiempo hemos ido adquiriendo como la capacidad de inhibir los estímulos que no supongan un interés en un momento determinado para llevar a cabo una tarea que requiera una atención sostenida.

3.3. El cerebro de los adolescentes

Durante la adolescencia se producen numerosos cambios estructurales en el cerebro que van a condicionar la forma en la que procesan la información que reciben. Esta condición en el desarrollo debemos tenerla en cuenta a la hora de plantearnos cualquier situación de aprendizaje que, como profesores de secundaria, desarrollaremos en el aula.

El concepto de adolescencia ha sufrido una evolución a lo largo de la historia de la psicología. En la actualidad se considera que el periodo de la adolescencia está comprendido en tres periodos de edad:

- Adolescencia inicial (pubertad): Es un periodo que va desde los 11 o 12 hasta los 14 años.
- Adolescencia media: Va desde los 15 a los 16 años.
- Adolescencia final: periodo que va desde los 17 hasta los 19 años.

Arnett (2008) añade un cuarto periodo en la adolescencia al enfrentar los cambios sociales actuales y que dura desde los 18 hasta los 25 años justificándolo con:

- Se produce un retraso en el acceso a la formación superior, en la edad de emparejamiento, la maternidad/paternidad.
- Sigue siendo una etapa explorativa en cuanto a las posibilidades, nuevas metas, formas de vida e identidad.
- Sigue siendo una etapa de inestabilidad donde todavía no se tiene residencia propia, una formación terminada, unas relaciones estables y un periodo de adaptación a estas circunstancias.
- Siguen concentrados en si mismos y se encuentran a medio camino entre ser adolescente y la adquisición de los roles de un adulto.

Debemos tener en cuenta que estos periodos siempre van a depender de cada individuo ya que podemos encontrarnos con aquellos en los que se produce un adelanto en la entrada en la edad adolescente y otros en los que se produce un retraso en la llegada de este periodo vital.

3.3.1. Cambios en los circuitos neuronales

El cerebro adolescente sufre una reorganización estructural que produce que unas áreas aumenten y que otras se reduzcan (se produce una gran pérdida de redes), lo que resulta imprescindible para que se den nuevas conexiones que permitan que se de el pensamiento analítico característico de nuestra especie.

Antes de este periodo de desarrollo el cerebro crea circuitos que tienen como finalidad sustentar las funciones más necesarias (la percepción, control en la postura, manipular, dominar el lenguaje y la comunicación..) y a partir de aquí han de crearse redes neuronales que permitan la toma de decisiones basadas en el análisis crítico de cada situación. Estos cambios se traducen en la reorganización cerebral que se da en

orden desde la zona de la nuca hacia la frente, es decir, desde la parte posterior hacia la anterior del cerebro y que hace que se pierda *sustancia gris* y se gane *sustancia blanca*⁶. Como ya he mencionado, el ser humano posee en su cerebro un lóbulo frontal que es el encargado, entre otras funciones, del meta pensamiento, el control de la propia conducta, la gestión de la memoria de trabajo, la cognición social y la ideación a largo plazo, y es durante esta época del desarrollo cuando se refuerzan y optimizan aún más estas habilidades. Recordemos que ninguna parte del cerebro cumple una función en exclusiva, el cerebro funciona como un todo en la que todas las estructuras y redes neuronales están en constante intercomunicación.

También debo destacar que durante la adolescencia se produce una mayor respuesta frente a los circuitos de recompensa por lo que el cerebro de un adolescente responde con más fuerza que el de un adulto a estas vías que encontramos dentro del sistema límbico.

Esta es una de las características del cerebro adolescente y que consideramos un síntoma de inmadurez. Al responder frente a los estímulos que provoca el sistema límbico (emociones, sistemas de gratificación) y no tener desarrollados los circuitos neuronales de control que ejerce el lóbulo frontal, los adolescentes se caracterizan por tener un comportamiento mas “irracional” ya que no están establecidos los sistemas de control de estos impulsos y que los llevan a tomar decisiones menos “razonadas”. Un ejemplo de estudios relacionados con estos procesos inhibitorios lo tenemos en el trabajo de Gómez-Pérez, Ostrosky-Solís y Próspero-García (2003) en que los autores hacen un repaso a cómo se adquieren estos mecanismos de inhibición de la información irrelevante y se mejora el proceso de atención.

3.3.2. Cambios hormonales

Durante la adolescencia no sólo se producen los cambios estructurales que mencionamos anteriormente, sino que, además, hay que sumar el efecto que produce el inicio de la producción en masa de *hormonas sexuales*.

6. Se llama sustancia gris a aquellas regiones del cerebro que son relativamente ricas en cuerpos neuronales y sustancia blanca a regiones que contienen en su mayoría fibras nerviosas (axones) que suelen estar cubiertas por vainas de mielina que les dan una coloración más pálida.

Cuando el ser humano alcanza una edad que denominamos pubertad, se inicia el proceso de fabricación de gonadotropinas por parte de la hipófisis en respuesta a la acción de la GnRH que produce el hipotálamo. Las gonadotropinas regulan la función gonadal masculina y femenina, la síntesis de hormonas sexuales y la adquisición de las características físicas que distinguen a hombres y mujeres. Estas gonadotropinas son la LH (Hormona Luteinizante o lutropina) y la FSH (Hormona Folículo Estimulante o folitropina). La acción principal de la LH es la de estimular la ovulación y la esteroidogénesis en las células teca-ováricas y en las células de Leydig testiculares. La LH controla la secreción de progesterona por parte del folículo ovárico y en los hombres estimula la secreción de testosterona testicular. La principal acción de la FSH en la gónada femenina es la estimulación de la maduración del folículo que contiene al óvulo, la producción de estrógenos, principalmente estradiol, y estimula la actividad aromataza que convertirá andrógenos en estrógenos en las células granulosas ováricas. La FSH se requiere en los testículos inmaduros para iniciar la espermatogénesis tras unirse en sus receptores en las células de Sertoli.

En resumen, durante la adolescencia se produce un proceso de maduración sexual, del procesamiento cerebral formal, de la formación de la identidad y la intensificación de las relaciones entre iguales.

3.4. La conducta del adolescente

Durante la adolescencia los individuos se enfrentan a una serie de desafíos evolutivos que podemos resumir en:

- Desarrollo de la identidad y de la autoimagen positivas.
- Desarrollar el diálogo con los adultos y ver otros puntos de vista.
- Conciliar el mundo real con el mundo hipotético.
- Que se de un equilibrio entre la autonomía psicológica y la decepción que se produce en los padres.
- Las relaciones de amistad comienzan a estar basadas en la intimidad.
- Se producen las primeras relaciones románticas y sexuales.
- Se inicia la actividad ética ante el mundo y se plantean los primeros valores y las metas profesionales.

- Se adquieren hábitos de vida saludable y el manejo de las conductas de riesgo.

La adolescencia se considera un periodo de transición evolutiva que puede ser positivo o negativo en función de varios factores. La *transición positiva* se da cuando se producen cambios favorables en el desarrollo cognitivo, físico, social y en el ámbito personal, lo que proporciona una gama de cualidades en las relaciones personales en diferentes contextos y el modo en el que se afrontan nuevos retos tanto a nivel productivo como orientados hacia el futuro. La *transición negativa* se produce por la gravedad de los procesos precipitantes (situaciones de maltrato, núcleo familiar desestructurado, etc.) y la falta de recursos personales y sociales que originan problemas de ajuste a los contextos en los que se mueve el individuo, llegando a provocar la adquisición de estilos de vida poco saludables o comportamientos de riesgo.

A esto debemos añadir que socialmente se añaden factores que hacen más difícil ser un adolescente hoy en día porque la percepción que se tiene de ellos es negativa y también se ven influenciados por los profundos cambios sociales a los que nos enfrentamos. Dentro de estos cambios recogemos aquellos que han cambiado el concepto de familia, los procesos de construcción familiar, los procesos de disolución familiar, la prolongación de la permanencia en el hogar familiar, la necesidad de cuidar a los abuelos e hijos y la incorporación de la mujer al contexto laboral. Todos estos factores hacen que los adolescentes tengan referentes cada vez más difusos, que se encuentre más solos y que les sea más fácil adquirir conductas de riesgo.

Además, los adolescentes de hoy en día se enfrentan a un mundo en el que cada vez se utilizan más las tecnologías lo que provoca que se esté dando un cambio en las relaciones sociales que no sabemos si, a la larga, generarán cambios evolutivos en el comportamiento humano. Vivir inmersos en un mundo tecnológico les hace estar expuestos a factores que influyen también en su conducta. Son muchas las virtudes que tiene el uso de estas nuevas tecnologías, pero durante esta época del desarrollo humano es más fácil que puedan adquirir conductas relacionadas con la adicción o la necesidad de estar conectados, que se den conductas patológicas o de control, están expuestos al cyberbullying, tienden a estar más sedentarios y están expuestos a modelos que son difícilmente alcanzables.

A todos estos factores hay que añadir que también han de adaptarse a toda una serie de cambios físicos importantes (crecimiento de las glándulas mamarias en las chicas, aparición del vello, cambios en la voz y en la masa muscular en los chicos, etc.) que junto con lo mencionado anteriormente, presentan un panorama que hace a este periodo del desarrollo humano caótico.

3.4.1. Diferencias en las conductas entre chicas y chicos

Numerosos estudios, Chou et al (2011), Hofer et al (2006), Jausovec y Jausovec (2005), Ujma et al (2014), entre otros, avalan el dimorfismo sexual que existe entre la forma en la que se procesa la información una mujer y cómo lo hace un hombre. Esto responde a una diferenciación a nivel tamaño, neuroanatomía y zonas implicadas en la percepción de la información. Estas diferencias se explican por la acción que tienen las diferentes hormonas sexuales sobre la funcionalidad del cerebro ya que se producen cambios en la forma en la que contactan las neuronas, en la expresión de receptores de membrana, etc, que en consecuencia determinan, a grandes rasgos, que se den ciertas diferencias:

- Los hombres son menos perceptivos y empáticos, tienden a verbalizar y expresar menos sus emociones y son menos eficaces a la hora de gestionarlas.
- Las mujeres tienen una mayor habilidad para identificar emociones, tienen una mayor capacidad de expresarlas y las gestionan mejor.

3.5. La importancia del estado anímico y físico

Numerosos estudios avalan la importancia el buen estado anímico y físico en un funcionamiento cerebral óptimo. La observación de cómo se produce el flujo de información dentro del cerebro cuando el individuo está sometido a situaciones de estrés físico o anímico nos han mostrado cómo estos factores pueden intervenir en la percepción que tenemos del mundo y en la conducta que presentamos frente a los estímulos externos.

3.5.1. Estado anímico

Como he ido presentando a lo largo de este trabajo, los procesos de aprendizaje o las tomas de decisiones tienen un fuerte componente emocional. Ya vimos como existe un flujo constante de información entre el sistema límbico y diferentes áreas localizadas en los lóbulos cerebrales que producen el pensamiento formal, el proceso de toma de decisiones y los procesos de aprendizaje pero ¿hay factores que pueden alterar estos procesos? La respuesta es que si y uno de los más conocidos y referenciados en los estudios es el denominado *estrés*. Se considera estrés al mecanismo que se pone en marcha cuando una persona se ve expuesta a situaciones que superan sus recursos para la búsqueda de soluciones.

El cerebro pone en marcha la producción de determinadas hormonas y neurotransmisores que tienen distintos efectos sobre el organismo.

Cuando estamos sometidos a situaciones de emergencia o estresantes, se libera cortisol por parte de las *glándulas suprarrenales*. Esta respuesta se da después de la captación de la información e interpretación por parte del sistema límbico, que activa zonas del hipotálamo, que, a su vez, manda señales a la hipófisis que genera una señal hormonal, vía ACTH (hormona adrenocorticotropa o corticotropina), que llega a la corteza adrenal y genera *cortisol* y *aldosterona*. La acción de la ACTH también provoca la liberación de *adrenalina* y *noradrenalina* por parte de la médula suprarrenal.

El *cortisol* favorece la descarga de glucosa en la sangre de tal forma que esté más disponible para las células musculares y puedan dar una respuesta más rápida. También genera la disminución de la respuesta inmune y de la actividad intestinal. Cuando la situación de estrés desaparece, los niveles de cortisol se normalizan y el organismo vuelve a la normalidad. Cuando la situación no desaparece, los niveles de cortisol permanecen elevados generando cambios en el comportamiento del individuo tales como: irritabilidad, cambios de humor, fatiga, cefaleas, palpitaciones, hipertensión, afecciones gástricas, dolor muscular, calambres, etc. El cortisol se vuelve tóxico para el cerebro, disminuyendo la concentración, aumentando la ansiedad y la depresión, provocando estados de pánico, fobias y alteraciones del sueño. A nivel sistema inmunológico, la disminución de la actividad que genera, origina un aumento en la incidencia de afecciones y en algunos casos provoca la aparición de reacciones de

carácter autoinmune. Los cambios en la actividad digestiva pueden ocasionar gastritis y diarrea y pueden aumentar el apetito lo que podría llevar al individuo a la obesidad.

La *aldosterona* cumple una función reguladora en el intercambio de sodio/potasio, facilitando la reabsorción del sodio en los riñones y de eliminar el potasio. Cumple una función muy importante en la regulación de la presión arterial por medio del *sistema renina-angiotensina-aldosterona*. El mantenimiento de concentraciones elevadas de aldosterona provoca hipertensión arterial y un descenso en la concentración de potasio que provoca debilidad, hormigueo, calambres musculares y periodos de parálisis temporal.

La *adrenalina* y la *noradrenalina* son dos neurotransmisores que generan un aumento de atención y la velocidad de reacción en el cerebro. A nivel cardíaco, aumentan el pulso, la presión y la oxigenación. Cuando se prolonga las situaciones de estrés provocan el aumento de la presión arterial y del ritmo del corazón y altos niveles de colesterol y triglicéridos (que pueden derivar en afecciones cardíacas).

En resumen, como respuesta al estrés se produce una respuesta neuroendocrina que afecta, por un lado, al eje hipofisopararrenal que como último paso produce un aumento de los niveles de cortisol, y por el otro, al sistema nervioso simpático suprarrenal que genera la secreción en última instancia de adrenalina y noradrenalina. Esta respuesta, que inicialmente nos ayuda a huir ante un peligro, supone un riesgo si se mantiene de forma sostenida en el tiempo.

A nivel cerebral, nos encontramos con que el estrés produce alteraciones funcionales como en la memoria verbal y espacial (Bowman, Beck y Luine, 2003), afecta a diferentes tipos de memoria siendo la más importante la memoria declarativa (Bremner et al., 2003), alteraciones de los procesos de memoria a largo plazo y del aprendizaje verbal (Kim y Diamond, 2002) y alteración de la consolidación y recuperación de la memoria (Roozendaal, 2002).

En cuanto a la estructura, el estrés provoca atrofia en las dendritas, disminuye la neuroplasticidad, altera la estructura y función del hipocampo (Kim, Pellman y Kim, 2015), disminuye la plasticidad neuronal y se da una excesiva actividad de la amígdala

sobre el hipocampo (Kim and Diamond,2002; McGauh, McIntyre y Power,2002).

Hoy en día podemos decir que el estrés provoca un estado de tensión constante que afecta al hipocampo y, en consecuencia, afecta a los procesos de aprendizaje y memoria. Este estrés puede presentarse en los individuos de diferentes formas desde tener una apatía manifiesta y una baja atención a presentar un trastorno depresivo que puede variar en gravedad.

Hay diferentes tipos de estrés como son el estrés postraumático que se produce cuando un individuo se enfrenta a una situación traumática en la que estaba en riesgo algo muy importante (situaciones de pérdida de un ser querido, vejaciones, situaciones de acoso, etc.) y el laboral que se da cuando estamos sometidos a grandes exigencias, a un ritmo de trabajo que no podemos seguir o a demandas que no resultan razonable. Si tenemos en cuenta que ir a clase supone el “trabajo de los adolescentes” ya que lo hacen de forma mas o menos voluntaria y su recompensa es la adquisición de conocimientos, nosotros, como educadores, debemos tener en cuenta si con nuestras expectativas o exigencias, podemos generar cierto estado de estrés en el alumnado.

3.5.2. Estado físico

Es bien sabido que el estado en el que se encuentra nuestro cuerpo, la forma en la que nos alimentamos, si hacemos ejercicio o no, si tenemos un ciclo de sueño sano o si tenemos o no adicciones, van a afectar de manera significativa a los procesos cerebrales que intervienen en el pensamiento y, por consiguiente, a los procesos de aprendizaje.

Los conocimientos que tenemos a cerca del *sueño* y sus efectos sobre el cerebro indican que es un aspecto básico para que se de el proceso de consolidación de la memoria y una mejora de la plasticidad neuronal. Ante esto debemos tener en cuenta que las personas que se ven sometidas a periodos de estrés normalmente sufren afecciones en sus ciclos de sueño y que durante la adolescencia se da una alteración de los ritmos circadianos (cambios en las características físicas y mentales que ocurren en el transcurso de 24 horas, que vienen regulados por una estructura localizada en el

hipotálamo denominada glándula pineal a través de la producción de melatonina y que está controlado por una respuesta a la luz).

La *alimentación* influye en las capacidades cerebrales. Las neuronas usan como único combustible para realizar sus procesos vitales la glucosa. Cuando el organismo se encuentra en un estado hipoglucémico (niveles de glucosa bajos en sangre) el cerebro funciona mal y pueden llegar a morir neuronas. Esto resulta especialmente importante en casos de adolescentes que presentan un cuadro de trastorno alimentario. También es muy importante tener en cuenta la importancia del desayuno (Rampesaud, Pereira, Girard, Adams y Metz, 2005; Tara, 2005) ya que es la primera comida que realizamos después de pasar un largo periodo en ayunas (durante las horas de sueño) en el que el cerebro está trabajando a un ritmo elevado.

El ejercicio físico posee numerosos efectos beneficiosos sobre las funciones cerebrales ya que favorece la neuroplasticidad y el rendimiento de la memoria y el aprendizaje (Tara, 2005) y es capaz de modificar la actividad de diferentes áreas cerebrales y favorecer el funcionamiento cognitivo (Colombe, Kramer, Erickson, McAuley, Cohen, Ebb, Jerome, Marquez, Elavsky, 2004). Además se presenta como un gran aliado para combatir el estrés ya que: produce la liberación de endorfinas (pequeñas cadenas proteicas que tienen un efecto calmante, de sensación de bienestar, mejorar el humor, reducen el dolor, etc.), mejora las relaciones sociales porque genera autoconfianza y autoestima, alivia la ansiedad, nos ayuda a trabajar la motivación, la concentración y el control emocional .

El consumo de *sustancias adictivas* provoca diferentes efectos sobre la función cerebral que son ampliamente conocidos. El desarrollo de ese tipo de alteraciones sería sustrato de un trabajo por si mismo así que resumo diciendo que el tabaco, el alcohol y todas aquellas sustancias externas que provocan una activación o depresión del sistema nervioso, producen efectos en el comportamiento de diferentes áreas cerebrales que derivan en un descenso de su funcionalidad e integración en el conjunto de todo el sistema. Este consumo derivará en distintos síntomas en función de las áreas afectadas, de la dosis ingerida, del tiempo de consumo y del estado fisiológico del individuo.

3.6. Experiencias prácticas que utilizan la neurociencia

En este punto considero interesante introducir el método que ha desarrollado el psicólogo Tomás Ortiz Alonso (Ortiz Alonso, 2018) y que ha denominado HERVAT. Este método no es una metodología didáctica, sino un programa neuroeducativo basado en rutinas que pretenden estimular la atención del alumnado con una serie de actividades. Con el aporte que han hecho los estudios a cerca de cómo funciona el cerebro y cómo diferentes áreas que intervienen en el proceso de aprendizaje se ven afectadas por factores externos, este autor propone la inclusión de una serie de ejercicios durante los primeros minutos de clase (cinco veces durante la jornada escolar y todos los días de la semana) y que consisten en:

- H: Hidratación. El autor propone que se de un sorbo de agua porque la mejor manera de que se hidrate el organismo es cuando bebemos de forma regular y en dosis pequeñas repartidas a lo largo del día. La importancia de la hidratación radica en que con una deshidratación de al menos un 2% podemos encontrarnos con un deterioro en las tareas que exigen atención, memoria inmediata y en eficacia de las respuestas psicomotoras (Grandjean y Grandjean , 2007 ; Adan, Archer, Hidalgo, Di Milia, Natale y Randler, 2012). El autor indica que entre los escolares de 6-12 años se ha observado que no beben suficiente agua aunque la tengan a su disposición y que presentaban peores resultados en atención visual y en velocidad de percepción que aquellos que si bebían agua.
- E: Equilibrio: El autor propone la realización de ejercicios de equilibrio para favorecer la participación del cerebelo. Como ya vimos, el cerebelo cumple funciones importantes dentro del cerebro como son: la coordinación sensorial-motriz, el equilibrio, el control del movimiento, capacidad de anticipación a los resultados que dan determinadas acciones y a la secuenciación de movimientos. Según Dennett (2003):

“La actividad neuronal que implica iniciar una acción se produce 250 milisegundos antes de que el área cognitiva de nuestro cerebro tome la decisión de realizarla, lo que implica que la decisión en realidad es una ilusión o que a mitad del camino del proceso iniciado se hace consciente”.

El equilibrio favorece la estabilidad corporal lo que permite hacer un análisis mejor de la información perceptiva y la ejecución de la misma, además de favorecer la integración de las estructuras corporales dejando tiempo para otras funciones cognitivas.

- R: Respiración: El autor indica que hacer una inspiración lenta y profunda ayuda a tranquilizar y disminuir los estados de estrés/ansiedad. Regular el ritmo respiratorio es un factor muy importante porque ayuda a fijar la atención y oxigenar mejor el cerebro.
- V: Visión: Este autor apunta a que la estimulación sensorial visual consistente en el seguimiento ocular en todas las direcciones de un estímulo a determinada velocidad y distancia, estimulan la atención de áreas prefrontales y sus conexiones. Además, se dan procesos de atención de alerta y orientación que favorecen procesos de atención y localización espacial, capacidad perceptivo-visual y procesos atencionales en el reconocimiento de estímulos ambientales.
- A: Audición: Según el autor la estimulación sensorial auditiva consiste en discriminar tonos cercanos a las frecuencias del lenguaje e incluye procesos de atención de alerta, orientación y mejora en el aprendizaje de lenguas y la memoria auditiva inmediata (tan necesaria para mantener una conversación).
- T: Tacto: En su método, el autor indica que la estimulación sensorial táctil incluye procesos de atención de alerta, orientación y mejora la atención espacial. El cerebro da un significado e integra esas sensaciones en el contexto en el que se desarrollan haciendo complejo este proceso de percepción. Esto va a favorecer los procesos atencionales del cerebro y genera los mecanismos necesarios para que se de un aprendizaje ágil de procesos cognitivos más complejos.

Con estas actividades lo que consigue es evitar problemas en la atención por un mal estado físico del alumno y la creación de redes neuronales estables que se basan en conductas repetitivas. Este método tiene un carácter experimental y se está llevando a cabo en centros educativos en la Comunidad de Madrid desde el año 2014, aunque tal y como el autor nos indica (Ortiz, 2018):

“Este programa neuroeducativo se está aplicando en el contexto de la enseñanza infantil y necesita mucho tiempo de aplicación y numerosas investigaciones para poder dar una respuesta científica lo suficientemente robusta como para poder incluirlo en los sistemas de enseñanza de forma segura y eficaz”.

Una de las aplicaciones que podemos encontrar dónde se utiliza este método es el llevado a cabo por Tudela Alonso, Gómez Gómez y Cantero Lleó (2017), pionero en nuestra comunidad y que combina HERVAT con la metodología del aula inversa (flipped classroom, flipped learning network). Con el flipped classroom trabajan los contenidos fuera del aula por medio de las TICs en la que los alumnos investigan y/o desarrollan los contenidos, con la que se produce un aprendizaje tanto individual como grupal y donde se crea un espacio de aprendizaje dinámico e interactivo. Este grupo de profesoras propone el trabajo por ámbitos de varias asignaturas, realizando durante los 5-10 primeros minutos de clases los ejercicios del método HERVAT y la propuesta de realización de un trabajo con el que se evaluará al alumnado. En el momento de publicación del artículo las autoras se encontraban evaluando su propuesta.

3.7. Conceptos bien establecidos en la neuroeducación

La neurociencia se ha convertido en unos de los pilares sobre los que se sustenta el conocimiento que tenemos a cerca de los procesos mentales que tienen lugar dentro de los cerebros humanos, llegando a formar parte de un eje sobre el que se sustenta la educación.

La relación de la neurociencia con otras ramas del conocimiento y la educación podemos observarla en este diagrama adaptado de Tokuhama-Espinosa (2011):

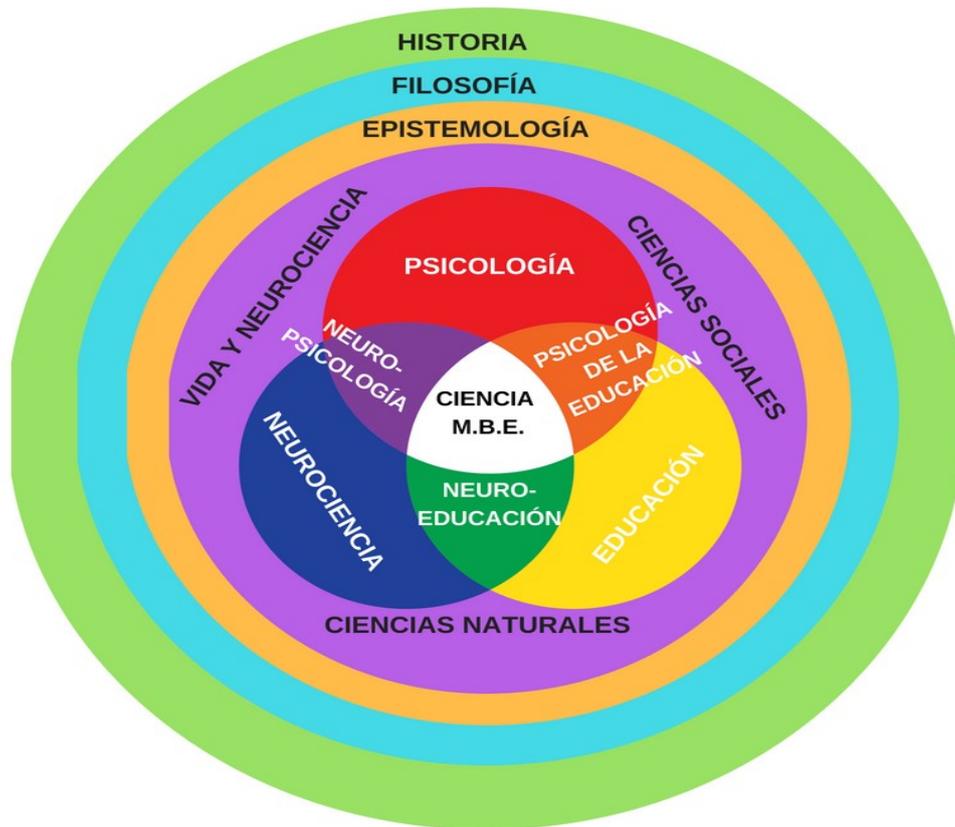


Figura 2: Diagrama de Venn adaptado de Tokuhamas-Espinosa (2011). En el apartado dedicado a la Vida y Neurociencia el autor incluye a: la Tecnología, la Química, la Nutrición, la Genética, la Biología, las Humanidades y la Psico-Farmacología. Entre las Ciencias Sociales incluye: la Sociología y la Antropología. Dentro de la Neurociencia incluye: la Neuroética, la Neurociencia Cognitiva y la Neurobiología. La Psicología incluye: la Bio-Psicología, la Psicología del Desarrollo y la Psicología Cognitiva y destaca, dentro de la Educación, a la educación especial y la Pedagogía. Ciencia M.B.E: hace referencia al término que utiliza el autor para referirse a la Mind, Brain and Education Science (M.B.E. Science: Ciencia de la mente, el cerebro y la educación)

Este autor propone la unión de la neurofisiología, la psicología de la educación y la neuroeducación para sustentar un área que denomina: “Ciencia Mente-Cerebro-Educación” (M.B.E. Science) que une los conocimientos de todas las áreas en relación con el funcionamiento del cerebro y el proceso de enseñanza/aprendizaje.

En función a esto Tokuhamas-Espinosa (2010) establece cinco puntos sobre los que se basa la neuroeducación, los cuales resumo y comento a continuación:

- Cada cerebro humano es único: A pesar de que los procesos de aprendizaje se producen con la intervención de las mismas áreas cerebrales, no podemos olvidar, como ya he mencionado a lo largo del trabajo, que esos procesos están “impregnados” de emociones que dependen de las experiencias y vivencias que

tenemos cada uno de nosotros y que ante un mismo estímulo dos personas no reaccionan de la misma forma. A pesar de esto, este argumento no puede servir para excusar el hecho de que nuestros alumnos no aprendan por las características de sus cerebros. Aunque ninguno de nosotros reacciona de la misma forma ante un mismo estímulo, las bases cerebrales por los que todos aprendemos son los mismos y todos compartimos la curiosidad, la capacidad de emocionarnos, de aprender y consolidar nuestro aprendizaje.

- Todos los cerebros no aprenden igual: Los genes, las experiencias y vivencias y lo que hace cada individuo con su “potencial” contribuyen su éxito en el aprendizaje. Probablemente, casi todos conocemos a alguna persona que al verla pensamos: “fíjate, no parecía que iba a llegar a nada y mira lo que ha conseguido” y también conocemos a alguien al que vemos y pensamos: “que pena, con las capacidades que tiene y se ha quedado estancado”. Esto es un ejemplo del desarrollo del potencial. Es cierto que cada individuo se ve condicionado por aquello que ha vivido y su carga genética, pero está en nuestra labor docente ayudarlos a potenciar sus capacidades, tanto las que tienen bien desarrolladas como aquellas de las que carecen para que nuestra labor, en lugar de servir de freno, sirva como activador.
- El cerebro cambia con las experiencias: Tal y como hemos visto a lo largo de este trabajo, el cerebro tiene un funcionamiento complejo y es capaz de cambiar constantemente en respuesta a la experiencia. Esos cambios se reflejan en el reforzamiento de las redes neuronales. Cada vez que olemos, vemos, tocamos algo a lo largo del día, en nuestro cerebro se dan sensaciones y emociones que hacen que se den modificaciones en nuestros cerebros.
- El cerebro tiene una gran plasticidad: También he desarrollado en otros apartados el fenómeno de plasticidad neuronal. El cerebro tiene una alta capacidad de adaptación (de respuesta) a los estímulos y también a los daños. En relación a los daños, los estudios de Antonio Battro (2000), relacionados con su trabajo con un niño al que se le tuvo que extirpar el hemisferio derecho. Estos estudios demuestran que la neuroplasticidad es capaz de hacer que un individuo al que le falta un hemisferio completo pueda ser un individuo totalmente funcional en todos los aspectos.
- El cerebro incorpora la información nueva sobre la que ya posee: El cerebro utiliza los patrones que ya conoce para incorporar la información nueva que le

llega y este proceso nos hace aprender más rápido y mejor. Este proceso es fácil entenderlo si pensamos en nuestras propias vivencias. Pongamos como ejemplo que estemos ante la lectura de un artículo científico, nuestro cerebro durante la realización de esa tarea está buscando de forma permanente contenido que ya conoce para utilizarlo como anclaje de aquello que nos resulta nuevo.

En relación a esto resulta interesante comentar las recomendaciones que hace la Royal Society (Brain Waves Module2, 2011) respecto a la aplicación de la neurociencia en el ámbito educativo:

- Recomendación 1: La política educativa debe utilizar la neurociencia como una herramienta para evaluar la educación al margen de las opciones políticas. Debe existir un vínculo mayor entre los investigadores y el sistema educativo para que se de una mayor comprensión de las implicaciones y las aplicaciones de la neurociencia en educación y deberían promoverse iniciativas para desarrollar enlaces intersectoriales.
- Recomendación 2: En la práctica y el desarrollo profesional se deben incluir los conocimientos que aporta la neurociencia para aplicarlos a los problemas educativos, pero sin restringir su uso únicamente a los alumnos con necesidades educativas especiales, lo que implica que estos conocimientos deben ser enseñados a todos los profesores.
- Recomendación 3: La neurociencia puede contribuir al desarrollo de estrategias para su uso en el aprendizaje. Los investigadores, los profesores (front-line practitioners: los que están en primera línea) y el sector privado deben intercambiar conocimientos para evaluar el impacto y el desarrollo de estas nuevas técnicas.
- Recomendación 4: El intercambio de conocimiento entre las disciplinas se hace cada vez más necesario para establecer un feedback entre los investigadores y los profesores y así poder discutir, evaluar y aplicar de forma efectiva los conocimientos y las investigaciones.

3.8. Algunas cosas que podemos hacer los docentes

Llegados a este punto del trabajo y teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente cabe preguntarse, ¿es necesario hacer llegar estos conocimientos a los profesores para que puedan aplicarlos en sus clases?

Para responder a esta pregunta me parece interesante el estudio realizado por Roehring y col (2012) en el que utilizan a profesores que enseñan en el ámbito de las Ciencias Naturales a los que se les somete a un “entrenamiento” sobre conocimientos en neurociencia y profesores que no tienen esos conocimientos, comparando los resultados obtenidos en el aula respecto al aprendizaje de sus respectivos alumnos.

El estudio refleja que incrementar los conocimientos básicos que tienen los profesores sobre la neurociencia impacta de forma positiva en la calidad de la enseñanza que imparten y que son capaces de enganchar a sus estudiantes y comprometerlos en el aprendizaje. Además, los profesores también adoptaban muchas técnicas pedagógicas, hacían más experimentos de laboratorio y promovían una cultura de investigación en el aula. Con el conocimiento que adquirieron sobre la neurociencia los profesores comprendían cómo estructurar las actividades didácticas para maximizar el aprendizaje de sus estudiantes.

Teniendo esto en cuenta, una de las cosas que debemos hacer los docentes es incrementar o adquirir conocimientos acerca de cómo funciona el cerebro cuando se aprende.

Hemos estado viendo que uno de los puntos más importantes para que se de el aprendizaje es despertar la curiosidad. Considero que las propuestas que hace Mora (2017, p. 82-83) para encenderla son un buen ejemplo de lo que deberíamos tener en cuenta y llevar a cabo en el aula:

- 1- Comenzar una clase con algo provocador, sea una frase, un dibujo, un pensamiento o con algo que resulte chocante.
- 2- Presentar un problema cotidiano que lleve a despertar al alumno al principio de las clases: “Al venir hoy a clase he visto en el parque una fila de árboles todos pintados de azul, ¿a qué creen ustedes que puede deberse este fenómeno? ¿Qué intención tiene quien lo ha hecho?”

- 3- Crear una atmósfera para el diálogo por parte de los alumnos en la que estos se vean relajados y a gusto y no cuestionados sobre si sus preguntas son tontas o sin ningún interés.
- 4- Dar el tiempo suficiente para que algún alumno desarrolle un argumento y se vea con ello motivado a encontrar la solución ante los demás del problema que plantea.
- 5- En un seminario y sobre un tema concreto no preguntar sobre un problema, sino incentivar al estudiante a que sea él quien plantee el problema de forma espontánea. Ello estimula su propia querencia, autoestima y motivación personal.
- 6- Introducir durante el desarrollo de la clase elementos que impliquen incongruencia, contradicción, novedad, sorpresa, complejidad, desconcierto e incertidumbre.
- 7- Que los grados del punto anterior sean adecuados sin provocar ansiedad en los alumnos.
- 8- En seminarios o clases prácticas procurar la participación activa del estudiante y su exploración personal.
- 9- Reforzar el mérito y el aplauso ante una buena pregunta o resolución de un determinado problema.
- 10- Modular, pero no dirigir la búsqueda de una respuesta por parte del alumno y menos proporcionar la resolución del problema.

También hemos visto que existe un proceso cerebral localizado en numerosas estructuras, que están altamente interconectadas y en constante comunicación que genera lo que conocemos como funciones cognitivas. Respecto a las mejoras o cambios que podemos establecer los docentes para mejorarlas me parece interesante lo recogido por Dawson y Guare (2010):

- Pautas de modificación en el entorno para mejorar el control de la inhibición de respuesta y en nivel de atención en las actividades que se hacen en clase.
- Adecuar las tareas que se hacen para ir reduciendo de forma gradual las adaptaciones que se llevan a cabo en torno al déficit de una habilidad ejecutiva que presenta el individuo. Proponen que el niño o joven tome consciencia de los tiempos que demandan las tareas, la división de tareas complejas y la realización de descansos al completar cada subetapa de la realización de las mismas, asignar fechas de entrega, etc.
- Debemos tomar consciencia de los estímulos que contribuyen a mantener la atención, incrementar el comentario positivo cuando las respuestas son correctas, ofrecer reglas y expectativas claras de comportamiento, utilizar

directrices breves a la hora de presentar normas y enseñar a realizar verbalizaciones internas.

- Realizar trabajos en grupos, asignando un rol de monitor rotatorio entre sus miembros y que se encargue de supervisar la organización de las tareas, la evaluación y la promoción del autorreflexión.

Teniendo todos estos aspectos en cuenta (la importancia de conocer cómo se produce el proceso de aprendizaje a nivel cerebral, la importancia que tiene despertar la curiosidad para que se de la atención, que la atención genera una emoción que nos causa un sentimiento que lleva al cerebro a aprender y las variaciones que podemos hacer en el aula para fomentar que se den unas mejoras cognitivas) también hemos de añadir el tipo de alumnado que tenemos dentro del aula. No podemos perder de vista que vamos a encontrarnos con muchos individuos, en diferentes estadios evolutivos dentro de la adolescencia, con entornos familiares y sociales diferentes y que pueden presentar algún tipo de dificultad en el aprendizaje. Es nuestra labor de docentes procurar adaptar nuestra forma de dar los conocimientos que recogen los currículos correspondientes a cada curso de la E.S.O. a esas características y, además, para que la labor sea productiva (que logremos que aprendan lo que les enseñamos) tener en cuenta cómo hacemos llegar esos conocimientos a sus cerebros.

4. PROPUESTA DEL CURRÍCULUM PARA 3º DE LA E.S.O

A lo largo de las enseñanzas impartidas en este Máster, hemos podido ver numerosos ejemplos en los que la enseñanza de la Geología quedaba relegada o, como ocurre en la mayoría de los casos, queda fuera de los contenidos tratados en este curso, así que al abordar por primera vez este Trabajo Fin de Máster y con el beneplácito de mi tutor, tuve claro que quería aplicar cambios respecto al tratamiento de los contenidos de Geología. Considero que es importante aportar la idea de que la Tierra es un sistema dinámico y que los fenómenos que tienen lugar en su interior y en su superficie están relacionados y se ven afectados por fenómenos externos y por la acción de los seres vivos que la pueblan, tal y como sugiere Emilio Pedrinaci en muchos de sus trabajos (Pedrinaci 1998, 2001, 2012, 2013, 2014, 2016) pero nos enfrentamos a la idea preconcebida que tienen los alumnos de que “la Geología es aburrida”.

Teniendo en cuenta lo expuesto en los apartados anteriores relacionado con la neuroeducación y la neurodidáctica y la idea de partida de hacer los contenidos de Geología más *emocionantes* para los alumnos, la propuesta para el currículo quedaría de la siguiente forma:

Bloque de Aprendizaje I y VII: Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica. Proyecto de investigación.

- *Criterio de evaluación 1:* Con este criterio se pretende que el alumno aprenda a aplicar las destrezas, habilidades y el vocabulario propio del método científico, así como a aprender a planificar, obtener información, realizar y defender proyectos de investigación.

Llama la atención que dentro de los contenidos específicos de este criterio se dedique uno específicamente al uso de estrategias que impliquen la formación de grupos cooperativos de trabajo.

- *Estándares de aprendizaje:* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 97, 98, 99, 100, 101, 102. Estos estándares enfatizan en puntos concretos dentro del criterio como son el desarrollo de la autonomía y la formación de una opinión propia sobre los

problemas que se le planteen, conocer y respetar las normas de seguridad en el laboratorio y valorar y respetar el trabajo individual y en grupos.

Este bloque y sus contenidos serán trabajados a lo largo de todo el curso por medio de diferentes actividades y un proyecto de investigación.

Como ya indiqué anteriormente, en este Bloque de Aprendizaje se incluye un contenido específico relacionado con los grupos de trabajo cooperativo, lo que nos indica la importancia y la fuerza que está adquiriendo esta forma de trabajar con el alumnado.

En este punto me gustaría destacar varios aspectos respecto a esta metodología ya que, como hemos visto a lo largo de este Máster, presenta una serie de características y ventajas que considero que debo reseñar.

Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo se produce cuando el trabajo individual tiene un carácter cooperativo, es decir, los individuos trabajan de forma individual pero el resultado final va a depender del resultado de todo el equipo. En este tipo de aprendizaje el trabajo en equipo es esencial y la ayuda mutua se fomenta. El estudiante consigue su objetivo si, y sólo si, el resto de los miembros del grupo también lo consiguen. Se produce una dependencia en las finalidades, pero tiene un carácter positivo, yo sumo si los demás también lo hacen o, lo que es lo mismo, yo consigo mi objetivo si los demás también lo consiguen.

Ventajas del aprendizaje cooperativo

En este punto paso a hablar sobre las ventajas que supone el trabajo de forma cooperativa frente al uso de aprendizajes individuales o competitivos.

Existen numerosas investigaciones a cerca de las ventajas del aprendizaje cooperativo, para una reseña detallada puede verse el artículo de D.W. Johnson y R. Johnson, 1989. Estos autores concluyen que las ventajas que podemos obtener son las siguientes:

- 1- Mayores esfuerzos por lograr un buen desempeño: esto incluye un rendimiento más elevado y una mayor productividad por parte de todos los alumnos (ya sean de alto, medio o bajo rendimiento), mayor posibilidad de retención a largo plazo,

motivación intrínseca, motivación para lograr un alto rendimiento, más tiempo dedicado a las tareas, un nivel superior de razonamiento y pensamiento crítico.

- 2- Relaciones más positivas entre los alumnos: se da un incremento del espíritu de equipo, relaciones solidarias y comprometidas, respaldo personal y escolar, valoración de la diversidad y cohesión.
- 3- Mayor salud mental: esto incluye un ajuste psicológico general, fortalecimiento del yo, desarrollo social, integración, autoestima, sentido de la propia identidad y capacidad de enfrentar la adversidad y las tensiones.

Pujolás (2004: 95-97) expone los beneficios del aprendizaje cooperativo de la siguiente forma:

- Aumento del rendimiento o productividad de los estudiantes.
- Mejora de las relaciones interpersonales y aceptación de las diferencias.
- Mayor precisión en la toma de perspectiva social.
- Desarrollo de la creatividad.
- Elevación de los niveles de autoestima.
- Mayor comprensión de la interdependencia.

Se puede comprobar que el aprendizaje cooperativo tiene efectos positivos en diferentes aspectos de la educación de los alumnos por lo que hemos de concienciarnos en que su uso va a repercutir en el buen rendimiento y en el desarrollo positivo de muchos aspectos de sus personalidades.

También debemos tener en cuenta que no todos los grupos cooperativos derivan en la adquisición de un aprendizaje cooperativo positivo por lo que los componentes esenciales para que así sea podemos resumirlos en:

- A) Interdependencia positiva: La estructuración de las metas y objetivos del aprendizaje se hacen de tal forma que cada alumno necesite interesarse no sólo por su propio rendimiento si no también por el de todos sus compañeros de grupo. Los miembros se interesan por ayudarse a aprender y aprender ellos mismos. Todos los miembros del grupo tienen alguna responsabilidad y alguna tarea asignada según sus habilidades o aptitudes y sus capacidades. La interdependencia positiva puede darse respecto a varios objetivos: respecto a las

metas, a las tareas, a los recursos, a las funciones o roles de cada miembro del grupo, respecto a las recompensas/celebraciones, respecto a la identidad, respecto al ambiente, respecto al rival de fuera y la interdependencia imaginaria.

B) Responsabilidad individual y grupal: Cada uno de los miembros recibe información acerca de su propio progreso, el de los demás y el del grupo en su totalidad, así el grupo puede autoadministrarse y ayudarse entre sí para la consecución de los objetivos. Los alumnos van a aprender juntos y van a hacer las cosas solos. Cada miembro del grupo debe cumplir con la parte de trabajo que le corresponde (su propio aprendizaje) para conseguir los objetivos comunes del grupo (aprendizaje grupal).

C) Interacción estimuladora: Los miembros del equipo han de interactuar (preferiblemente cara a cara), discernir sobre las ideas que van a tratar antes de realizar la actividad, han de ponerse de acuerdo en cuál es la mejor manera de hacerla, han de ayudarse entre ellos, han de animarse a realizar el trabajo... Los miembros del grupo adquieren un compromiso los unos con los otros y también con sus objetivos comunes. Los alumnos realizan juntos una tarea, promueven y facilitan el progreso de los demás por medio de la ayuda recíproca, el apoyo mutuo y el estímulo de los esfuerzos por aprender de todos los miembros del grupo.

D) Prácticas interpersonales y grupales: Este tipo de aprendizaje es más complejo que el competitivo o el individualista porque requiere que los alumnos aprendan materias escolares como prácticas interpersonales y grupales. Han de aprender como se funciona como parte de un equipo, aprender a cooperar de forma constructiva y solucionar conflictos si se dan en el grupo de trabajo. Podemos decir que esto implica el procesamiento cognitivo de la información, que implica: confrontación de los puntos de vista, explicaciones, interpretaciones en contexto, aclaración de dudas, formulación de ejemplos, etc. Estas situaciones ponen en marcha procesos intelectuales que favorecen y benefician a todos los alumnos, independientemente de su nivel.

E) Valoración del grupo: Los alumnos deben aprender a evaluar la productividad y

eficacia de su grupo y tomar decisiones sobre lo que se puede cambiar para mejorar el progreso en la consecución de los objetivos.

- F) La Heterogeneidad del grupo: Para conseguir todas las ventajas del trabajo cooperativo es necesario que los alumnos trabajen juntos en grupos heterogéneos, es decir, que presenten diferencias en cuanto a: género, etnia, nivel de integración en el grupo-clase, nivel de rendimiento académico, nivel de habilidades para el trabajo en grupo y necesidades educativas especiales.

En el proceso de aprendizaje cooperativo el profesor actúa como mediador del aprendizaje. Su intervención más importante es la del diseño y puesta en práctica de la experiencia educativa. No va a bastar con que ponga a un grupo de alumnos para que cooperen, hay que tener una actividad cuidadosamente seleccionada que garantice el trabajo individual y donde se marquen los momentos de cooperación.

El profesor también necesita saber qué observar para poder intervenir si se dan algunas situaciones de “atasco” en el trabajo del grupo.

En resumen, el profesor ha de planificar las actividades a realizar, interviene en función de lo que observa, propone actividades, experiencias o tareas abiertas y garantizar un trabajo individual previo al trabajo en grupo.

Bloque de Aprendizaje IV: Las personas y la salud. Promoción de la Salud.

- *Criterio de evaluación 2:* En este criterio se tratan los distintos niveles de organización de la materia viva, diferenciación de los distintos tipos celulares y los niveles de organización del cuerpo humano.
- *Estándares de aprendizaje: 41, 42 y 43.* En los estándares se enfatiza sobre los mismos contenidos añadiendo el reconocimiento de los distintos tejidos y su asociación a la función que realizan.
- *Criterio de evaluación 3:* Este criterio está basado en el reconocimiento de los factores que afectan al desarrollo de enfermedades, los mecanismos de transmisión de enfermedades infecciosas y cómo evitar su contagio, el funcionamiento básico del sistema inmunitario y la adquisición de un estilo de vida saludable.

- *Estándares de aprendizaje: 44, 45, 46, 47, 48, 49 y 50.* En los estándares se remarca la adquisición de los hábitos saludables y en promoverlos sobre el individuo y sobre los que lo rodean. También incluyen que el alumnado aprenda de la importancia de la donación.
- *Criterio de evaluación 5:* En mi propuesta incluyo el contenido 6 de este criterio que, en líneas generales, trata sobre la función de relación (Sistema Nervioso y Endocrino). Este contenido dice: *Realización de proyectos de investigación sobre alteraciones producidas por el consumo de alcohol, tabaco y otras drogas. Elaboración de propuestas de prevención y control.*
- *Estándares de aprendizaje: 51 y 52.* Estos estándares hacen referencia a la detección de situaciones de riesgo relacionadas con el consumo de sustancias tóxicas y estimulantes, contrastar sus efectos nocivos e identificar las consecuencias de seguir conductas de riesgo con las drogas.

Considero que estos dos últimos estándares pueden servir de introducción al criterio 8 porque en ellos se habla de *detectar situaciones de riesgo relacionadas con el consumo de sustancias y los efectos nocivos que tienen sobre la salud.* Teniendo en cuenta que ese consumo provoca cambios físicos visibles a lo largo del tiempo en los consumidores habituales puedo enlazarlos con el modelado del relieve terrestre, el proceso de meteorización, erosión, transporte y sedimentación que, entre otros contenidos, están recogidos en el siguiente Bloque. Mi objetivo es que se afiance la idea de que la Tierra sufre cambios en su superficie debido a agentes externos al igual que ocurre en los seres vivos.

Bloque de Aprendizaje V: El relieve terrestre y su evolución.

- *Criterio de evaluación 8:* en este criterio se recogen contenidos relacionados con el modelado del relieve terrestre, análisis de los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación, acción de los agentes geológicos externos, valoración de la importancia del agua en Canarias y la acción geológica del ser humano.
- *Estándares de aprendizaje: 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 85 y 86.* Los estándares desarrollan los contenidos relativos a la influencia del clima, el agua, el mar, los glaciales y el viento en el modelado del relieve.

Considero que utilizando como bisagra el tema del modelado que provoca tantos cambios sobre la superficie terrestre puede servir para la introducción del siguiente criterio de evaluación que está relacionado con la nutrición y la alimentación, que también son factores importantes que cambian y modelan el aspecto de los seres humanos.

Me gustaría puntualizar que para el desarrollo de este criterio utilizaría las ideas claves que indican Pedrinaci et al (2013) y que son las siguientes:

- *Los procesos geológicos externos transforman la superficie terrestre.*

Podemos dar como los procesos externos modelan el relieve y evidencian el dinamismo superficial de la tierra, que los agentes y los flujos de energía son los causantes de la dinámica externa del planeta, que el campo gravitatorio hace que los materiales tiendan a desplazarse desde posiciones elevadas hacia otras más bajas, que las aguas que circulan por las zonas continentales erosionan, transportan y sedimentan materiales, la acción geológica de las aguas marinas, que los glaciares cubren casi un 10% de la superficie terrestre, importancia de los procesos eólicos en ambientes áridos del planeta, la actividad geológica de los seres vivos y el papel del ser humano como agente activo generador de transformaciones de la superficie terrestre.

- *La tierra es un sistema complejo en el que interaccionan las rocas, el agua el aire y la vida.*

Podemos desarrollar la idea de considerar la Tierra como un sistema formado por cuatro subsistemas; geosfera, hidrosfera, atmósfera y biosfera, que todos los procesos de la Tierra son el resultado de los flujos de energía y ciclos de materia dentro y entre los subsistemas, que la tierra intercambia energía y materia con el resto del Sistema Solar, que los subsistemas interaccionan en un amplio rango de escalas espaciales y temporales y que son dinámicos.

Bloque de Aprendizaje IV: Las personas y la salud. Promoción de la Salud.

- *Criterio de evaluación 4:* en este criterio se trata a cerca de la nutrición, la alimentación, los tipos de nutrientes y la relación con su función en el organismo, elaboración de dietas equilibradas, hábitos alimenticios saludables, trastornos en la conducta alimentaria, anatomía y fisiología de los aparatos digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor.
- *Estándares de aprendizaje:* 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 y 60. Los estándares enfatizan los contenidos y aportan la novedad de la identificación de los órganos, aparatos y sistemas implicados en la función de nutrición y relacionarlos con su contribución de dicho proceso, reconocer las enfermedades y las causas que afectan a dichos sistemas.

En este caso podemos utilizar el estándar 60 como ancla para introducir el criterio 9. Este estándar hace referencia a *conocer, explicar los componentes del aparato digestivo, circulatorio, respiratorio y excretor y su funcionamiento*. En el criterio 9 tratamos la energía interna del planeta, los modelos del interior terrestre, las manifestaciones de esa energía interna en forma de magmatismo, volcanismo y movimientos sísmicos y su relación con los procesos geológicos externos, entre otros contenidos. Creo que relacionar la forma en que el ser humano obtiene, asimila, transporta y utiliza la energía puede ser un buen símil de cómo hace lo mismo nuestro planeta, afianzando aun más el concepto de que la Tierra es un planeta dinámico que sufre cambios constantemente.

Bloque de Aprendizaje V: El relieve terrestre y su evolución.

- *Criterio de evaluación 9:* Este criterio recoge el reconocimiento sobre la superficie terrestre de los cambios que genera la energía interna, los modelos del interior de la Tierra, límites de las principales placas tectónicas, actividad sísmica y distribución planetaria, descripción de los tipos de volcanes y actividad relacionada en función del tipo de magma, así como la interpretación de la estructura interna del planeta y su dinámica.
- *Estándares de aprendizaje:* 87, 88, 89, 90 y 91. Los estándares enfatizan en la diferenciación entre proceso geológico externo e interno, el conocimiento de cómo se originan los seísmos, las erupciones y su peligrosidad.

Para el desarrollo de este criterio utilizaría otra de las ideas claves propuestas por Pedrinaci et al. en el artículo citado anteriormente. En este caso la idea es:

- *Los materiales de la Tierra se originan y modifican de forma continua.*

Podemos desarrollar la idea de que la Tierra está formada, mayoritariamente, por materiales rocosos cuyos constituyentes básicos son los minerales, que una mínima parte de los minerales conocidos son constituyentes habituales de las rocas, que los materiales se originan y modifican a través de procesos cíclicos, cómo se generan las rocas ígneas y metamórficas, meteorización y sedimentación, que las rocas sedimentarias suponen el principal archivo de la historia geológica y del desarrollo de la vida en la Tierra.

El estándar de aprendizaje 91 dice: *Valora el riesgo sísmico y, en su caso, volcánico existente en la zona en que habita y conoce las medidas de prevención que debe adoptar.* Si tenemos en cuenta que la valoración de un riesgo viene dada por el Sistema Nervioso y que es en el cerebro dónde se genera la respuesta de huida ante un peligro, creo que sirve de anclaje para la introducción del criterio de evaluación 5.

Bloque de Aprendizaje IV: Las personas y la salud. Promoción de la Salud.

- *Criterio de evaluación 5:* Este criterio incluye contenidos relacionados con la organización, función y regulación de los sistemas nervioso y endocrino.
- *Estándares de aprendizaje: 61, 62, 63, 64, 65, y 66.* Los estándares enfatizan en la descripción de los procesos implicados en la función de relación, los sistemas, aparatos y órganos implicados, tipos de receptores sensoriales y órganos de los sentidos, enfermedades que afectan al sistema nervioso, glándulas y hormonas que producen y conocer procesos cotidianos donde se pueda evidenciar la relación neuro-endocrina.
- *Criterio de evaluación 6:* Este criterio desarrolla la identificación, localización y las relaciones funcionales de los distintos huesos y músculos del aparato locomotor, el control que existe sobre los músculos por parte del sistema

nervioso, determinar las lesiones óseas y musculares y los factores de riesgo más frecuentes para la salud del aparato locomotor.

- *Estándares de aprendizaje: 67, 68 y 69.* Los estándares enfatizan en la localización de los principales músculos y huesos en el cuerpo humano y diferenciar entre los distintos tipos de músculos en función del tipo de contracción que presentan.
- *Criterio de evaluación 7.* En este criterio se aborda el tema del aparato reproductor y la reproducción humana.
- *Estándares de aprendizaje: 70, 71, 72, 73, 74 y 75.* Los estándares especifican la identificación y función de los distintos órganos del aparato reproductor femenino y masculino, la descripción de las principales etapas del ciclo menstrual, conocimientos sobre los distintos tipos de anticoncepción humana, las principales enfermedades de transmisión sexual y su prevención y las técnicas de reproducción asistida.

Este trabajo no está dedicado a la programación por lo que no he hecho un desarrollo completo de la misma incluyendo las unidades didácticas o situaciones de aprendizaje que llevaría a cabo pero si he pretendido hacer variaciones en el orden del contenido que considero que facilitan el aprendizaje de la Geología que debemos impartir durante este curso de la E.S.O.

Desde el primer abordaje que realicé de este trabajo ya sabía que no iba a poder aplicar mi propuesta en la fase de prácticas ya que me condicionaban el factor tiempo (incorporación al periodo de prácticas y duración del mismo) y que iba a tener que adaptarme a la labor que estuviese llevando a cabo mi Tutor en Prácticas con sus alumnos en el centro. Hubiera sido un desafío y hubiera podido obtener datos in situ de si mi planteamiento daba los resultados que esperaba, pero, por lo mencionado anteriormente, he realizado una propuesta para una situación de aprendizaje que es la que he puesto en práctica.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA PRÁCTICA

5.1. Introducción

El consumo de drogas durante la adolescencia es uno de los problemas que actualmente tiene mayor relevancia si tenemos en cuenta los índices de consumo y las consecuencias que se derivan del mismo.

Las drogas son sustancias químicas que modifican el funcionamiento de nuestro cuerpo. Algunas son medicamentos que tomados por personas a las que no han sido recetados, provocan efectos sobre la funcionalidad del sistema nervioso. Generalmente se toman o bien tragándolas, inhalándolas o inyectándolas pasando al torrente sanguíneo y siendo llevadas a todo el organismo. Al influenciar en el sistema nervioso provocan efectos en la toma de decisiones, el comportamiento y la funcionalidad de diversos órganos (hígado, cerebro, musculatura lisa, corazón, etc.).

Uno de los pilares básicos sobre los que podemos sustentarnos para evitar este consumo es la *prevención*. Podemos considerar que la prevención es proveer de información a los adolescentes sobre la naturaleza de las sustancias que pueden encontrarse y sobre los efectos que esto tiene sobre su salud. No debemos olvidar que un comportamiento que lleva a el consumo de drogas responde a una elección personal de cada individuo y es producto de un proceso de toma de decisiones. Si tenemos en cuenta que la toma de decisiones viene determinada por la información que tenemos sobre un determinado aspecto, acción o conducta, es evidente la importancia que tiene la información sobre las drogas respecto a la decisión de consumirlas o no.

El entorno de los adolescentes, como ya vimos en otros apartados de este trabajo, es fundamental y su interés en la adquisición de información normalmente procede de su grupo de iguales y que, respecto al tema que nos ocupa, suele ser relativa a los efectos placenteros que obtienen con el consumo.

La labor de los profesores, junto con las familias, es la de aportar información veraz sobre el consumo y sus consecuencias a corto, medio y largo plazo.

5.2. Contextualización

Esta propuesta tiene como fin impartir parte de los contenidos recogidos en el currículo de 3º de la E.S.O. para la asignatura de Biología y Geología relacionados con la prevención de conductas de riesgo y la adquisición de hábitos de vida saludables.

Estos contenidos quedan recogidos en el Decreto 83/2016, de 4 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato de la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC nº136, de 15 de Julio).

En el currículo aparece recogido dentro del *Bloque de Aprendizaje IV: Las personas y la salud, promoción de la salud* y dentro de este bloque en el *Criterio de Evaluación 5* que reza:

Construir una visión global de la misión integradora y de coordinación del sistema nervioso y del sistema endocrino, relacionándolos funcionalmente, así como describir sus alteraciones más frecuentes y su cuidado, e indagar en fuentes diversas sobre los factores que repercuten negativamente en la salud, identificar las conductas de riesgo y sus consecuencias, elaborando propuesta de prevención y control, con la finalidad de contribuir a su incremento personal y social.

La normativa también recoge los siguientes *Estándares de Aprendizaje Evaluables*:

51- Detecta situaciones de riesgo para la salud relacionadas con el consumo de sustancias tóxicas y estimulantes como tabaco, alcohol, drogas, etc., contrasta sus efectos nocivos y propone medidas de prevención y control.

52- Identifica las consecuencias de seguir conductas de riesgo con la drogas, para el individuo y la sociedad.

5.3. Objetivos

- Conocer e identificar los diferentes tipos de drogas.
- Conocer los diferentes tipos de efectos que tienen sobre el sistema nervioso central.
- Conocer qué factores son los que pueden llevar al consumo.

5.4. Contenidos

- Diferencias entre sustancias depresoras, estimulantes y alucinógenos.
- Depresores del sistema nervioso. El alcohol, la marihuana, el hachis, la heroína, los fármacos: qué son y sus efectos sobre el sistema nervioso.
- Estimulantes del sistema nervioso. El tabaco, la argila, la cocaína, metanfetaminas/anfetaminas, bebidas energéticas: qué son y sus efectos sobre el sistema nervioso.
- Alucinógenos. La ketamina, el LSD, la MDMA: qué son y sus efectos sobre el sistema nervioso.

5.5. Secuenciación de actividades y temporalización

En este punto considero importante describir el tipo de alumnado con el que me encontré durante el periodo de prácticas y que pertenecían a tres grupos de 3º de la E.S.O. Los grupos de alumnos estaban compuestos por una media de 28 alumnos cada uno dentro de los cuales había alumnos repetidores y alumnos diagnosticados con TDAH (Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad). Esto me planteó el reto, no sólo de plantear una situación de aprendizaje que fuese estimulante para los alumnos, sino que además, parte de ellos requerían de una atención especial.

Recordemos que los alumnos que presentan TDA tienen dificultades en los procesos atencionales voluntarios (lo que denominamos concentración). Aquellos que además presentan hiperactividad, se caracterizan por una severa hiperactividad, impulsividad e inatención. Las características de estos individuos son, entre otras, se remueven en sus asientos, a menudo se levantan, corren o saltan en situaciones en las que es inapropiado hacerlo, precipitan las respuestas antes incluso de acabar de formular las preguntas e interrumpen o se inmiscuyen en las actividades de los otros. He mencionado precisamente estas actitudes porque son las que observaba en los alumnos que teníamos en las clases diagnosticados con este déficit.

5.5.1. Primera Sesión: Actividad Role-Playing: ¿por qué se consumen?

Esta sesión está concebida para que sea realizada durante una hora de clase.

Materiales: En esta actividad no se usa ningún material específico.

Objetivos didácticos:

- Conocer las vías por las que se puede iniciar el consumo de drogas.

Objetivos desde la neurociencia:

- Despertar la curiosidad: Al plantearles la actividad espero que sientan curiosidad y les genere expectativas por lo que van a hacer.
- Crear un ambiente relajado: Al hacer que retirasen las mesas y las sillas y adoptasen una distribución circular alrededor de la zona donde se va a llevar a cabo la actividad, espero conseguir que se encuentren relajados para que a la hora de abordar el tema no tengan miedo, dejen atrás la timidez que les pueda producir hablar sobre lo que piensan al respecto y fomentar la participación.
- Participación activa de los alumnos con TDAH: Para los alumnos diagnosticados con este déficit es importante no permanecer durante largos periodos estáticos. Los días previos a la realización de la actividad fui comunicándoles que iba a necesitar su ayuda en clase para hacer una actividad lo que hizo que estuviesen impacientes y que contribuyesen a generar aun más curiosidad en el resto de sus compañeros.

Metodología:

1) *Inicio de la actividad:* Para esta actividad se seleccionan 6 alumnos voluntarios para que salgan de la clase con el objetivo de que se preparen el caso que se les plantea. En aquellas clases que había alumnos con TDHA, el número de voluntarios variaba puesto que a ellos ya les había asignado un puesto en la representación.

Papeles de los personajes: Dos de ellos van a ser consumidores habituales de drogas, dos van a ser no consumidores y otros dos van a ser los vendedores. Dejo a su criterio la elección del tipo de sustancia que consuman o vendan y el papel que va a desempeñar cada uno.

Caso: Cuatro amigos se van a ir de fiesta esa noche y dos de ellos deciden ir a comprar drogas. Dejo a su criterio elegir donde se van a encontrar.

Al resto de los alumnos se les plantea la situación que vamos a ver y que es importante que observen y recojan los aspectos que les parezcan más significativos de los personajes y de lo que ocurre en la representación.

2) *Desarrollo de la actividad*: Al finalizar la representación se abre un debate para que los alumnos expresen lo que les ha parecido, lo que han observado y lo que han sentido durante la misma. El profesor puede ir introduciendo temas a debate en función de cómo vea el desarrollo del mismo. Algunos de esos temas pueden ser: si sólo nos podemos divertir consumiendo drogas, cómo afecta el consumo a los amigos y a las familias, etc.

3) *Cierre de la actividad*: Puesta en común y recopilación de los factores que influyen en el inicio del consumo de drogas.

Resultados:

Se produce la identificación de cuales son los factores que pueden influenciar en el inicio del consumo de drogas. Los alumnos llegan a las conclusiones:

- a) Se ven influenciados por otras personas: Para ellos el ver a otras personas consumiendo (amigos, familiares) les genera curiosidad. En este punto introduce la idea (desarrollada con otra actividad) de si el desconocimiento o el no tener la información adecuada puede suponer o no una diferencia a la hora de que algo nos genere curiosidad. Les hice la pregunta: ¿creéis que si conocieras sus efectos seguirías eligiendo tomarlas por curiosidad? Sus respuestas fueron variadas, desde que conocían los efectos y las tomaban hasta que si realmente tuvieran una fuente de información fiable sobre el tema, probablemente no se iniciarían en el consumo.
- b) Presión de grupo: El hecho de que el grupo de amigos con el que se mueven o estar en un grupo en un determinado momento cuando se está consumiendo es un factor que les afecta porque dicen que “se sienten

obligados”. En este punto me pareció interesante introducir el concepto de autoestima. Para ello les hice la pregunta: ¿creéis la autoestima tiene importancia a la hora de decir que no? En este punto se inició un debate interesante sobre si estar bien contigo mismo, ser consciente de lo que te gusta, de lo que eres o quien quieres ser es importante y llegaron a la conclusión de que sí es importante.

- c) Como método de escape: Con el consumo de drogas pueden escapar de la realidad que no les gusta. En este punto hubo un debate interesante relacionado con si se puede cambiar lo que no te gusta. Hablaron sobre aspecto físico, personalidad y situaciones familiares y propusieron formas en las que se podían cambiar esas realidades.
- d) Por rebeldía: Porque los “mayores dicen que está mal” y les llevan la contraria. Esta respuesta se dio únicamente en uno de los grupos y originó un debate sobre si los padres exageraban o no en cuanto a lo que hacen las drogas.

5.5.2. Segunda sesión: Actividad: Conociendo a las drogas.

Esta sesión está concebida para que se realice en dos horas de clase.

Materiales:

- Fichas plastificadas con fotos de drogas: Alcohol, tabaco, heroína, cocaína, hachis, marihuana, medicamentos, éxtasis, arguila y ketamina.
- Fichas plastificadas con palabras: Estimulante, depresor y alucinógeno.
- Pizarra y rotuladores.
- Ordenador con Microsoft PowerPoint instalado o que permita la visualización de PDF.
- Proyector.
- Contenidos visuales:

<https://youtu.be/NrhqA6Gzk7k>

<https://youtu.be/n9tnNTJye0I>

https://youtu.be/a_K5COrZ5Tw

<https://youtu.be/6bZ3ylzAFhE>

<https://youtu.be/4TCaZJyT4ds>

<https://youtu.be/BI0oTIQk2sU>

https://youtu.be/OB8HnbV8_Qw

Objetivos didácticos:

- Conocer e identificar los diferentes tipos de drogas
- Conocer las consecuencias que tiene el consumo a nivel del sistema nervioso.

Objetivos desde la neurociencia:

- Provocar la atención: Con las fichas y la visualización de vídeos pretendo que estén atentos por medio de la estimulación visual. Además, he seleccionado un material visual que considero potente ya que en él se muestran los efectos que tienen diferentes drogas sobre el organismo. En este punto también he considerado uno de los resultados de la actividad anterior en el que se mencionaba que la información que se da por parte de los padres es exagerada era importante a tener en cuenta si quería que no pensasen lo mismo a cerca de lo que yo les pretendía enseñar. Para ello adopté una postura neutra, es decir, el papel del que muestra la información sin entrar a valorar si los comportamientos de consumo son buenos o malos.
- Provocar emoción: Como he comentado en el punto anterior, el material seleccionado presenta imágenes que resultan impactantes. Tal y como mencionaba en los resultados obtenidos en la actividad anterior, los alumnos destacaban que el inicio en el consumo de drogas muchas veces estaba relacionado con la curiosidad y le hacía una pregunta al respecto. Parto de la hipótesis de que la visualización, junto con la información que les presento en el PowerPoint, les dará un punto de información que les sirva como anclaje para producirles una emoción de rechazo frente al consumo que ayude a mitigar esa curiosidad.
- Promover el trabajo en grupo: Esta actividad está pensada para realizarla en grupos de trabajo. Ya he indicado que considero fundamental que el alumnado trabaje en grupos cooperativos, en este caso, no puedo decir que en esta

actividad se cumpla puesto que no responde a la definición del concepto, entre otras cosas, porque no cumple con la necesidad de que el grupo lleve tiempo formado y la distribución de los miembros no ha sido llevada a cabo como se propone en las características que deben cumplir este tipo de grupos.

- Participación activa de los alumnos con TDHA: A estos alumnos los he nombrado “representantes” y tienen la misión de poner los resultados a los que llegan sus grupos en la pizarra.

Metodología:

1) Inicio de la actividad: Se distribuyen al alumnado en grupos de 5 miembros y se asigna a un secretario, que ha de tomar nota de las conclusiones a las que llegan, y un representante, encargado de poner los resultados de su grupo en la pizarra.

Se reparten dos sobres a cada grupo, uno contiene fichas con imágenes y otras fichas con los efectos sobre el sistema nervioso (depresores, estimulantes y alucinógenos). Cuando abren los sobres se les explica que deben asociar la imagen de cada droga con los efectos que ellos creen que tienen sobre el sistema nervioso y se les explica que significa cada término y se identifica entre todos los tipos de droga que aparece en cada imagen.

Se les dan 10 minutos (el tiempo variará en función de lo que tarden en hacer la asociación) y los representantes pasan, de uno en uno, a poner los resultados en una tabla que el profesor ha preparado mientras ellos trabajan.

Al tener todos los resultados se proyecta una tabla con las asociaciones correctas y se pasa a la realización de una discusión donde se ponen de manifiesto las diferencias entre los grupos, los motivos por los que han colocado de esa forma las asociaciones y se resuelven las dudas que surjan.

2) Desarrollo de la actividad: Una vez que se han comprobado los resultados se pasa a una fase expositiva donde el profesor explica, apoyándose en una presentación y en el visionado del material videográfico, cuales son las drogas estimulantes, depresoras y alucinógenas, de dónde salen y los efectos que tienen sobre el organismo. Es importante destacar que el profesor debe avisar de que el material visual puede herir la sensibilidad

y que si algún alumno/na se siente mal o no quiere verlo, puede salir fuera del aula hasta que acabe el visionado.

3) *Cierre de la actividad*: Para finalizar se hace un repaso de lo que se ha estado viendo durante las sesiones y se resuelven dudas que han podido quedar.

Resultados:

Durante toda la actividad los alumnos/as se muestran muy participativos y, si bien al principio les costaba hacer preguntas, el ambiente que se creó en clase fue el adecuado como para que terminasen por perder la vergüenza y preguntar sobre todo aquello que les generaba curiosidad.

Al finalizar la actividad se les ha pasado un cuestionario (Anexo 4) dónde los alumnos han manifestado las siguientes cuestiones:

- Al ser preguntados por si habían aprendido algo sobre las drogas, la totalidad (26)⁷ del alumnado ha contestado que si.
- Al ser preguntados por lo que habían aprendido sus respuestas, mayoritariamente (17) responden que sus efectos y las consecuencias de tomarlas. Algunos (2) apuntan haber aprendido su procedencia, varios (3) que lo han aprendido todo, uno habla sobre lo difícil que es salir y otro hace referencia al por qué se consumen.
- En cuanto a qué les habían parecido las actividades y la forma de abordar el tema manifiestan en su totalidad que les “ha gustado mucho”. Varios (7) hacen hincapié en que se han divertido y les ha resultado interesante (10) y algunos destacan la “forma de darlas la profesora”. En este apartado algunos alumnos incluyen su deseo de que hubiesen sido más sesiones.
- Respecto a el apartado de comentarios sobre lo que quisieran o algo que les

7. Esta actividad se pone en práctica sobre tres grupos de tercero llevándose hasta el final en todos. El problema ha surgido a la hora de pasarles los cuestionarios finales ya que en dos de ellos no dio tiempo a pasarlos al finalizar la última clase, quedando con ellos en pasárselos otro día. El problema es salieron de excursión fuera del centro ese día en concreto y coincidió con la finalización de mi periodo de prácticas.

pareciera interesante durante las clases la mayoría refleja lo “interesante que resulta la forma de explicarlo la profesora”, “más talleres” y algunos comentarios personales referidos a mi persona todos de carácter positivo.

También quisiera comentar los resultados que he observado a lo largo de esta propuesta:

- Sus conocimientos previos a cerca del tema los tenían, sobre todo, por el efecto boca a boca entre los iguales.
- Al dejarles manifestar lo que piensan pude darme cuenta que ellos creen que es un tema que conocen bien pero que luego, al ver sus preguntas y sus reacciones, constatas que no es así.
- Muchos, después de la primera sesión, han manifestado que ahora han adquirido herramientas para saber decir que no al consumo.
- Al finalizar la primera sesión en los tres cursos, los alumnos no se levantaban después de que tocara el timbre y seguían preguntando y hablando sobre lo que habíamos tratado en el debate. Creo que con esto puedo concluir conseguí despertar su curiosidad y obtener su atención. Durante las otras sesiones se mostraban expectantes al entrar en clase y preguntaban insistentemente al verme por los pasillos lo que íbamos a hacer en la siguiente clase.
- Algunos de ellos me paraban en el recreo para consultarme alguna duda o comentarme alguna inquietud personal respecto al tema.
- Al ponerlos a trabajar por grupos pude observar que se muestran predispuestos a trabajar de esta forma.
- En cuanto a los alumnos diagnosticados con TDAH sólo puedo decir que se mostraban encantados de poder hacer cosas que no los mantuviesen sentados durante largos periodos.

5.6. Propuestas de mejora

- Uso del espacio dentro del aula: Al poner en práctica este tipo de actividades que requieren una concepción diferente de la disposición de los alumnos dentro del aula, se evidencia que los centros están concebidos para que la enseñanza de los profesores sea a través de una metodología únicamente expositiva. Los profesores que pretenden llevar a cabo metodologías que intenten fomentar la participación (disposición circular de mesas

y sillas) y la interacción entre los alumnos dentro del aula (disposición de mesas y sillas para que el alumnado trabaje en grupos cooperativos), se enfrentan a saber que han de invertir parte del tiempo que tienen para sus clases en la redistribución del mobiliario. En este caso concreto el Departamento de Biología y Geología del centro tiene una ventaja y es que tiene a su disposición el Laboratorio. En el laboratorio los alumnos están distribuidos en forma de semicírculo, lo que fomenta un ambiente de comunicación mas fluida a la hora de hacer debates y puestas en común, pero, para esta propuesta en concreto, su uso queda descartado porque las instalaciones están pensadas para albergar a 15/16 alumnos/as de forma cómoda y unos 20/21 sin dejar un espacio entre ellos que resulte cómodo. Teniendo en cuenta que los grupos de 3º de la ESO superaban, en todos los casos, los 25 alumnos, resulta evidente que la ventaja que supondría tener un espacio ya preparado con una ubicación favorecedora del debate se descarta por superar ampliamente el número de alumnos/as para los que está pensado su uso.

En este sentido, los centros de enseñanza Secundaria deberían plantearse cambiar la distribución actual del mobiliario de las clases y optar por una distribución favorecedora de la participación y la interacción del alumnado tal y como se hace en las aulas de Infantil y Primaria.

- Forma de abordar el currículo: Al poner en práctica esta propuesta una de las cosas que se hace patente es que es complicado poner en marcha actividades que requieren de una metodología diferente a la expositiva si se quieren “dar” todos los contenidos curriculares de la asignatura. Si bien ya resulta difícil hacerlo sin introducir este tipo de actividades, al hacerlo, el profesor se plantea las situaciones de aprendizaje desde una perspectiva distinta, preocupándose en desarrollar actividades que supongan que el alumno/a realmente aprenda y su puesta en práctica supone invertir más tiempo en su desarrollo durante las horas de clase. Durante el transcurso de mis prácticas pude comprobar la importancia que tiene cumplir con el contenido curricular para los centros. Todas las semanas la Jefa del Departamento debía informar a la Directiva del centro de los avances que se hacían en los currículos de todos los cursos donde se imparte la disciplina de Biología y Geología. Desde mi humilde perspectiva creo que los Centros Educativos están más preocupados en cumplir con el contenido curricular que en cómo se hace llegar esos contenidos a los alumnos. Queda en manos del profesorado la

elección y el esfuerzo de desarrollar metodologías que consideran que llevan a que se produzca un aprendizaje significativo en su alumnado.

- Necesidad de dotar al profesorado de conocimientos a cerca de cómo tiene lugar el proceso de aprendizaje: Como he venido desarrollando a lo largo de este trabajo, la neurociencia nos abre una vía de conocimiento de los procesos del aprendizaje que supone una herramienta imprescindible para que nuestra labor docente, no sólo se mida por el número de “aprobados” en nuestras clases, sino que nos brinda la oportunidad de optimizar la calidad de nuestra enseñanza. Teniendo en cuenta cómo suceden los procesos que llevan al cerebro a aprender, podemos utilizarlos para intentar asegurarnos que los conocimientos que pretendemos impartir quedan afianzados y pasan de ser datos que se memorizan y se olvidan después de realizar una prueba de evaluación, a formar parte de los conocimientos que adquieren y utilizan como herramientas a lo largo de su desarrollo como individuos. Durante el periodo de prácticas pude comprobar que pocos miembros del profesorado del centro tienen conocimientos a cerca de las propuestas que aporta la neuroeducación, el resto desconocía la terminología o le “sonaba de algo”. En este sentido creo que todos, el profesorado, los centros educativos y la administración educativa, deberían invertir esfuerzos en renovar o adquirir conocimientos sobre el proceso de aprendizaje cerebral y en dotar a los docentes de las herramientas necesarias para que aprendan estas propuestas.

6. CONCLUSIONES FINALES

La neurociencia nos demuestra cómo y por qué funcionan los métodos de los considerados buenos profesores y nos permite conocer todos estos procesos que tienen lugar durante el proceso de aprendizaje. Ese conocimiento nos lleva a poder utilizar técnicas y métodos que optimicen el proceso de aprendizaje de nuestros alumnos. De ahí que considere que es sumamente importante que el profesorado tenga acceso a la información relativa al funcionamiento del cerebro cuando aprende y conocer aquellos recursos neurodidácticos que pueden ayudarles en su labor educativa diaria.

Me gustaría destacar que uno de los conocimientos que he adquirido a lo largo de este Master es que los currículos académicos están sobrecargados de contenidos que deben impartirse en un periodo muy pequeño si tenemos en cuenta la carga en aprendizaje que eso supone para el alumnado y la dificultad que supone para el profesorado adecuar el tiempo con el contenido que hay que desarrollar y la calidad de sus situaciones de aprendizaje.

Otra cuestión que creo que es necesaria reseñar es la importancia que tienen proyectos que utilizan métodos como el HERVAT donde se unen muchos aspectos de los procesos que tienen lugar durante el aprendizaje y que deberían ser incluidos en las aulas para que el “ir a clase” sea algo ilusionante para el alumnado.

A lo largo de este trabajo he tratado numerosos aspectos sobre la neurociencia aplicada a la educación y considero que el más importante a la hora de llevarlos a la práctica es precisamente despertar la curiosidad.

En mi experiencia durante mi estancia en el centro de prácticas, trabajando con todos los cursos (desde 1º de la ESO hasta 2º de Bachiller) he podido comprobar que cuando se genera curiosidad se da la expectativa y eso lleva directamente a un estado de atención que genera una “buena predisposición” cerebral para absorber los conocimientos que establecen los currículos académicos.

Tras el desarrollo de este trabajo, el abordaje de esta propuesta práctica y de los resultados obtenidos con ella a nivel atencional, considero que es muy importante que el profesorado y los centros educativos se planteen aplicar estos conocimientos en sus

prácticas profesionales. Esto supondría un cambio en la forma en la que se abordan los currículos académicos y mucho más en el ámbito de las Ciencias Naturales. Dentro de los objetivos que tiene esta área está el que el alumnado adquiriera las destrezas del método científico, siendo uno de sus pilares el planteamiento de hipótesis. Si tenemos en cuenta que detrás de el planteamiento de una hipótesis está la curiosidad que nos lleva a plantearnos preguntas, como docentes debemos potenciar esa curiosidad.

En este punto, parafraseando a mi profesor y tutor Miguel Ángel refiriéndose a “sus niños de 1º, 2º y 3º de la ESO”: *“no debéis olvidar que siguen siendo niños”*, a lo que yo añado que no debemos olvidar que todos debemos seguir siendo niños. Una de las cualidades que tenemos cuando somos pequeños es precisamente la curiosidad y a medida que crecemos vamos perdiendo, en parte, por la forma en que hasta ahora están estructurados los currículos. Pasamos de una educación en la que se fomenta la interacción con los compañeros, con el medio que nos rodea y la curiosidad, a una enseñanza Secundaria que “mata” de alguna forma esa curiosidad para que adoptemos una forma de ser y estar en el aula que se consideraba la forma “correcta” o “ideal” en la que debían estar los alumnos/as ante las explicaciones magistrales de sus profesores. La neuroeducación nos abre la perspectiva a que esto no es óptimo, que los procesos que nos llevan a aprender llevan asociada la curiosidad, que lleva a prestar atención, que nos genera una emoción que pasa a ser un sentimiento que se ancla en nuestro cerebro. Aprovechemos esta curiosidad que muestra de forma natural nuestro cerebro para que nuestro alumnado aprenda y, con ellos y para ellos, seguir aprendiendo nosotros.

7. REFERENCIAS

Legislación

Decreto 315/2015 del 28 de agosto, por el que se establece la ordenación de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC nº169, de 31 de agosto).

Decreto 83/2016, de 4 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato de la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC nº136, de 15 de Julio).

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Artículos y libros

Adan A., Archer S.N., Hidalgo M.P., Di Milia L., Natale V. & Randler C. Circadian typology: a comprehensive review. *Chronobiol Int.* 2012 Nov;29(9):1153-75. doi: 10.3109/07420528.2012.719971.

Anderson, P. J. (2008). Towards a developmental model of executive function. En V. Anderson, R. Jacobs y P. J. Anderson (Eds.), *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective* (pp. 3-22). Nueva York: Psychology Press.

Arnett ,J.J. (2008). *Adolescencia y adultez emergente: un enfoque cultural*. Pearson Education. ISBN:978-9702610472.

Battro, Antonio (2000). *Half a Brain is Enough: The Story of Nico* (Cambridge Studies in Cognitive and Perceptual Development). ISBN: 978-0521783071.

- Bausela Herreras, E. (2007). Implicaciones de las conexiones corticales y subcorticales del lóbulo frontal en la conducta humana. *Psicología y Psicopedagogía*. Publicación virtual de la Facultad de Psicología y Psicopedagogía de la USAL. Año VI, N° 17. Septiembre 2007.
- Bausela Herreras, E. (2014). Funciones ejecutivas: nociones del desarrollo desde una perspectiva neuropsicológica. *Acción Psicológica*, junio 2014, vol. 11, N° 1, pp. 21-34. ISSN: 1578-908X.
- Bauermeister, J.J. (2014). *Hiperactivo, Impulsivo, Distraído ¿Me Conoces?: Guía Acerca del Déficit Atencional (TDAH) Para Padres, Maestros y Profesionales*. Tercera edición. Guilford Press. ISBN: 978-1462512362.
- Bear, M., Connors, B. & Paradiso, M. (2007). *Neuroscience: Exploring the brain*, Third Edition. EUA. Lippincott Williams & Wilkins. ISBN: 978-0781760034.
- Bianchi, E (2012). Problematizando la noción del trastorno en el TDAH e influencia del manual DSM. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*,10(2), pp. 1021-1038.
- Blair, C. & Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarden. *Child Dev .*, 78(2) , 647-63. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- Brain Waves Module 2. (2011). *Neuroscience: implications for education and lifelong learning*. The Royal Society. Feb. 2011. ISBN: 978-0-85403-880-0.
- Bowman R.E, Beck K.D & Luine V.N. (2003). Chronic stress effects on memory: sex differences in performance and monoaminergic activity. *Hormones and Behavior*. Volume 43, Issue1, January 2003. Pages 48-59. doi:10.1016/S0018-506X(02)00022-3

- Burunat, E. (2004). El desarrollo del sustrato neurobiológico de la motivación y emoción en la adolescencia: ¿un nuevo período crítico? *Infancia y Aprendizaje*, 27(1), 87-104. doi: 10.1174/021037004772902123
- Ciarrochi J., Chan A. & Bajgar J. (2001). Measuring emocional intelligence in adolescents. *Personality and individual differences* 31(7): 1105-1119. November 2001. doi: 10.1016/S0191-8869(00)00207-5
- Codina, M.J. (2015). Neuroeducación en virtudes cordiales: cómo reconciliar lo que decimos con lo que hacemos. Barcelona: Ediciones Octaedro S.L. ISSN: 1130-6149-pp.135-149. doi:10.6035/Recerca.2016.18.8
- Colcombe S.J., Kramer A.F., Erickson K.I., Scalf P., McAuley E., Cohen N.J, Webb A., Jerome G.J. & Marquez D.X, Elavsky S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2004 Mar 2;101(9):3316-21. Epub 2004 Feb 20.
- Crossman A.R. y Neary D.(2002). Neuroanatomía. Masson, S.A. ISBN: 84-458-1133-9
- Dawson, P. & Guare, R. (2010). Executive skills in children and adolescents: A practical guide to assessment and intervention. Guilford Press. ISBN: 978-160623573.
- Díaz-Aguado, M.J. (2006). Educación intercultural y aprendizaje cooperativo. Madrid: Ediciones Pirámide. ISBN: 978-8436817096
- Díaz-Aguado, M.J. (2005). Aprendizaje cooperativo. Hacia una nueva síntesis entre la eficacia docente y la educación en valores, Madrid: Santillana-UCETAM
- Fuster, M.J y Marina, J.A. (2015). Diálogo entre la neurociencia y la educación. Research Gate, January 2015.
<https://www.researchgate.net/publication/292762739>

- Galvan A., Hare T.A., Parra C.E., Penn J., Voss H., Glover G. & Casey J.(2006). Earlier Development of the Accumbens Relative To Orbitofrontal Cortex Might Underlie Risk-Taking Behavior in Adolescents. *Journal of Neuroscience* 21 June 2006, 26(25)6885-6892. doi:10.1523/JNEUROSCI.1062-06.2006
- Garcés-Vieira M.V y Suárez-Escudero J.C. (2014). Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos. *Revista CES Medicina* 2014; 28(1): 119-132.
- García Cabrera, L., Rodríguez Reyes, O. y Gala Vidal, H. (2011). “Aldosterona: nuevos conocimientos sobre sus aspectos morfofuncionales”. *Medisan*, 15(6), pp. 828-834.
- Gardner, J.K. (2009). Conceptualizing the Relations between Executive Functions and Self-Regulated Learning. *Journal of Psychology*, 143 (4), 405–426.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences* . Basic Books. ISBN: 978-0-465-02510-7.
- Giedd, J.N., Blumenthal, J., Jeffries, N.O., Castellanos, F.X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T Evans, A.C. & Rapoport, J.L. (1999). Brain development Turing childhood and adolescente: A longitudinal MRI. Study. *Nature Neuroscience*, 2,861-863.
- Gogtay, N., Giedd, J.N., Lusk, L., Hayashi, K.M., Greenstein, D., Vaituzis, C., Nugent, T.F., Herman, D.H., Classen, L., Toga, A.W., Rapoport, J.L. & Thompson,P.M. (2004). Dynamic Mapping of Human Cortical Development Turing Childhood Through Early Adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 101, 8174-8179.
- Goldberg E. (2001). *The executive brain: Frontal lobes and the civilizad mind*. NY: Oxford University Press. ISBN: 978-0195140224.
- Grandjean A.C & Grandjean NR. (2007). Dehydration and cognitive performance. *J Am Coll Nutr.* 2007 Oct;26(5 Suppl):549S-554S. PMID: 17921464.

- Gómez-Pérez E., Ostrosky-Solís F. y Próspero-García O. (2003). Desarrollo de la atención, la memoria y los procesos inhibitorios: Relación temporal con la maduración de la estructura y función cerebral. *REV NEUROL* 2003; 37 (6): 561-567
- Guerrero, R. (2016) Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad. Entre la patología y la normalidad. Editorial Planeta. 2016. ISBN: 978-84-480-2219-8.
- Herculano-Houzel, S. & Lent, R. (2005). Isotropic Fractionator: A simple, Rapid Method for the Quantification of Total Cell and Neuron Numbers in the Brain. *Journal of Neuroscience* 9 March 2005, 25 (10) 2518-2521. doi:10.1523/JNEUROSCI.4526-04.2005
- Jausovec N. & Jausovec K. (2005) Sex differences in brain activity related to general and emotional intelligence. *Brain and Cognition*, 59(3):227-86. Epub 2005 Sept 15. doi: 10.1016/j.bandc.2005.08.001
- Johnson, D., Johnson, R. & Holubec, E. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Paidós Iberica. ISBN: 9789501221442.
- Johnson, D.W. & Johnson, R. (2002). Aprender juntos y solos. Aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista. Buenos Aires. Aique. ISBN: 9789507015618
- Joseph D.L. & Newman D.A. (2010). Emotional intelligence: an integrative meta-analysis and cascading model. *J Appl Psychol*. 2010 Jan;95(1): 54-78. doi: 10.1037/a0017286
- Kim E.J, Pellman B & Kim JJ. (2015). Stress effects on the hippocampus: a critical review. *Learning and Memory*. 2015. Sept; 22(9): 411-416. doi: 10.1101/lm.037291.114

- Kim J.J & Diamond D.M. (2002).The stressed hippocampus, synaptic plasticity and lost memories. *Nat.m Rev, Neurosci.* 2002. Jun;3(6):453-62. PMID: 12042880 doi:10.1038/nrn849
- Kolb, B., Mohamed, A., & Gibb, R.(2010). La búsqueda de los factores que subyacen a la plasticidad cerebral en el cerebro normal y en el dañado, *Revista de Trastornos de la Comunicación.* doi: 10.1016 / j . jcomdis.2011.04.007
- Luque Rojas, M.J. (2016.) *Neuroeducación. Cerebro y mente en el aula. Innovación y mejora de procesos educativos y enseñanza.* Research Foundations of the Social Sciences. ISBN: 978-1-943697-07-6
- McGaugh J.L., McIntyre C.K. & Power A.E. (2002).Amygdala modulation of memory consolidation: interaction with other brain systems. *Neurobiol Learn Mem.* 2002 Nov;78(3):539-52.PMID: 12559833.
- Milner B., Squire L.R., & Kandel E.R. (1998). *Cognitive Neuroscience and the Study of Memory.* *Neuron*, Vol. 20, 445–468, March, 1998. PMID: 9539121.
- Mora, Francisco. (2017). *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama.* Alianza Editorial. ISBN: 978-84-9104-780-3.
- Morris, M. (2014). *Neuroeducación en el Aula: Neuronas Espejo y la Empatía Docente.* ISSN 2312-9115;2014(2) Vol.III:9-18
- Nisbett, R. E. & Wilson, T. D. (1977) Telling more than we can know: verbal reports on mental processes. *Psychological Review* 84, 231-259.
- Ortiz Alonso, T. (2018). *Neurociencia en la escuela: HERVAT. Investigación neuroeducativa para la mejora del aprendizaje.* Ediciones S.M. ISBN: 9788467593600

- Ortiz-Pérez A. y Moreno-García I. (2015). Perfil electroencefalográfico de niños con TDAH. Revista de psicología clínica con Niños y Adolescentes. Vol.2. N°2.- Julio2015-pp 129-134. ISSN: 2340-8340.
- Pedrinaci, E. “Los conocimientos geológicos en la ESO: Un análisis del nuevo curriculum”. Alambique nº33, pp. 49-58.
- Pedrinaci, E. (1994). “La historia de la Geología como herramienta didáctica”. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, (2.2 y 2.3). pp. 332-339.
- Pedrinaci, E. (1998). “Procesos geológicos internos: entre el fijismo y la Tierra como sistema”. Alambique 18.
- Pedrinaci, E. (2001). “Cómo funciona la tierra, una perspectiva sistémica”. Revista Alambiquenº.27.
- Pedrinaci, E. (2012). “Un bachillerato científicamente analfabeto”. El País. Noviembre 2012.
https://elpais.com/sociedad/2012/11/11/actualidad/1352669940_513267.html
- Pedrinaci, E y otros. (2013) “Alfabetización en Ciencias de la Tierra”. Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra (21.2). pp.117-129.
- Pedrinaci, E. (2014) . La Geología en la Educación Secundaria Obligatoria: Situación actual y perspectivas. Macia 14. Revista de la sociedad Española de Mineralogía. pp. 32-37.
- Pedrinaci, E. (2016.) Qué debe saber todo ciudadano a cerca del planeta en el que habita. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Núm.83. pp. 7-12. enero 2016.
- Pliego Prenda, N. (2011). “El aprendizaje cooperativo y sus ventajas en la educación intercultural”. Hekademos, Revista Educativa Digital, Abril 2011, número 8.

- Pere Pujolás G., Riera O. Y Pedragosa, J.S. (2005). UVIC. Facultad de Educación, Laboratorio de Psicopedagogía. 2005/2006. APRENDER JUNTOS ALUMNOS DIFERENTES (I). El qué y el cómo del aprendizaje cooperativo en el aula.
- Rampersaud G.C., Pereira M.A., Girard B.L., Adams J. & Metz J.D. (2005). Breakfast habits, nutritional status, body weight, and academic performance in children and adolescents. *J Am Diet Assoc.* 2005 May;105(5):743-60; quiz 761-2. PMID: 15883552. DOI: 10.1016/j.jada.2005.02.007
- Roehrig G.R., Michlin, M., Schmitt, L., MacNabb, C. & Dubinsky J.M. (2012). Teaching Neuroscience to Science Teachers: Facilitating the Translation of Inquiry-Based Teaching Instruction to the Classroom. *CBE-Life Sciences Education*. Vol. 11, 413-424, Winter 2012.
- Roosendaal B. (2002). Stress and memory: opposing effects of glucocorticoids on memory consolidation and memory retrieval. *Neurobiology of Learning and Memory*. 78(3):578-95 · December 2002. doi: 10.1006/nlme.2002.4080 ·
- Saiz Fernández, L.C.(2013). Atentos al déficit de atención (TDAH). Entre la naturaleza incierta y la prescripción hiperactiva. *Boletín de Información Farmacoterapéutica de Navarra*. Vol.21, nº 5. Nov-Dic 2013. www.bit.navarra.es
- Salguero Barrero, D.(2015). Emoción y aprendizaje: ¿cómo condicionan las emociones el proceso de aprendizaje? *Revista De Ciencia Ibagué*. Tolima. Colombia Nº 3. pp. 1-60 ISSN: 2346-2728
- Shammi P. & Stuss D.T. (1999). Humour appreciation: a role of the right frontal lobe. *Brain*, Volume 122, Issue4, 1 April 1999, Pages 657-666. doi:10.1093/brain/122.4.657
- Silva, J.R. (2008). Neuroanatomía funcional de las emociones. En Slachevsky, A., Manes, F., Labos, E., & Fuentes, P. *Tratado de Neuropsicología y Neuropsiquiatría Clínica*. Capítulo 17. pp. 377-384. ISBN: 978-9875700871.

- Slavin, R.E. (2002). *Aprendizaje cooperativo. Teoría, investigación y práctica*. Aique. ISBN: 9789507015663.
- Spear, L.P. (2007). The developing brain and adolescent-typical behavior patterns: An evolutionary approach. En Walker, E., Bossert, J., y Romer, D. (Eds.), *Adolescent Psychopathology and the Developing Brain: Integrating Brain and Prevention Science*. Oxford: Oxford University Press.
- St Claire-Thompson, H.L. & Gathercole, S.E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and workingmemory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. Vol. 59, 2006. pp. 745-759. doi:10.1080/17470210500162854
- Stelzer, F. y Cervigni, M. (2011). Desempeño académico y funciones ejecutivas en infancia y adolescencia. Una revisión de la literatura. *Revista de Investigación en Educación*. Vol.9, n.1, 2011, pp.148-56. ISSN: 1697-5200.
- Tara, H. (2005). Nutrition and Student Performance at school. *Journal of School Health*. doi:10.1111/j.1746-1561.2005.tb06674.x
- Tara, H. (2005). Physical Activity and Student Performance at School. *Journal of School Health*. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2005.00026.x>
- Tirapu Ustárróz , J. (2012). *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*. Editorial Viguera. ISBN: 9788492931132.
- Tokuhama-Espinosa, T.(2010). *Mind, Brain and Education Science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. ISBN: 978-0-392-70607-9.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2011). *What Mind, Brain and Education (MBE) Can Do for teaching*. Johns Hopkins University. School of Education. Vol IX nº 1, Winter 2011.

- Tudela Alonso, L.M., Gómez Gómez, A.I y Cantero Lleó M.J. (2017). Una propuesta en neurociencia y aula invertida para el trabajo en ámbito: un legado que cuidar. El Bucio, Nº 22. Revista digital del CEP Tenerife Sur. Sept. 2017. ISSN: 1988-8104.
- Trujillo Sáez, F. y Ariza Pérez, M.A. (2006). Experiencias Educativas en Aprendizaje Cooperativo. Grupo Editorial Universitario. ISBN: 84-8491-616-2.
- Ujma, P.P, Konrad, B.N., Genzel, L., Bleifuss, A., Simor, P., Pótári, A., ... Dresler, M. (2014). Sleep Spindles and Intelligence: Evidence for a Sexual Dimorphism. *Journal of Neuroscience* 3. December 2014, 34(49) 16358-16368. Doi: 10.1523/JNEUROSCI.1857-14.2014.
- VanCleave D.S. (2016). Contributions of Neuroscience to a New Empathy Epistemology: Implications for Developmental Training. *Advances in Social Work*, Fall 2016, 17(2). Pp. 369-389. doi: 10.18060/21087.
- Zalla, T., Pradat-Diehl, P. & Sirigu A. (2003). Perception of action boundaries in patients with frontal lobe damage. *Neuropsychologia*. Volume 41, Issue 12, 2003, Pages 1619-1627. doi: 10.1016/S0028-3932(03)00098-8.

8. ANEXOS

Anexo 1: Alumnos realizando el Role-play



Anexo 2: Alumnos durante la segunda sesión.



Anexo 3: Tabla realizada por los alumnos durante la segunda sesión.

Grupo	ESTIMULANTES	DEPRESORES	ALUCINÓGENOS
2	Psiti	Ketamina, heroína, tabaco, cachimba	Maria, nachis, trippie.
2	Alcohol, cocaína, extasis (pastillas)	Alcohol, tabaco, heroína, cachimba/pipa/shisha, Ketamina	Alcohol, trippies, nachis, hierba
M: 3	Marihuana, Nachis, pastillas, cocaína	Tabaco, alcohol, Ketamina, Argile	trippies, heroína
	Cocaína, heroína, nachis, marihuana, alcohol, cachimba	cachimba, ketamina, tabaco, alcohol, Pastillas	trippies, pastillas, cachimba, extasis, ketamina, heroína, cocaína
8	Alcohol, chocolate, tabaco, cachimba, heroína y coca	Ketamina, alcohol, trippie	Maria, trippies, ...

Anexo 4: Cuestionarios contestados por los alumnos

Aus

CUESTIONARIO

PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Has aprendido algo sobre las drogas?	¿Algo? Básicamente <u>todo</u>
¿Qué has aprendido?	Yo no tenía conocimiento alguno sobre las drogas, sabía que la cocaína, maría y heroína eran drogas, pero nada más. SRACIAS .
¿Qué te han parecido las actividades y la forma de abordar el tema?	Me ha encantado todo el taller y tu manera de explicar las clases.
Si quieres, puedes añadir un comentario sobre lo que quieras o algo que te haya parecido interesante durante estas clases.	Se te quiere mucho! Espero que nunca dejes de hacer lo que te gusta Un besazo! 

CUESTIONARIO

PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Has aprendido algo sobre las drogas?	Si
¿Qué has aprendido?	que es facil meterse pero muy dificil salir
¿Qué te han parecido las actividades y la forma de abordar el tema?	Muy divertida
Si quieres, puedes añadir un comentario sobre lo que quieras o algo que te haya parecido interesante durante estas clases.	

CUESTIONARIO

PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Has aprendido algo sobre las drogas?	SI
¿Qué has aprendido?	He aprendido las diferentes reacciones que puede tener tu organismo ingiriendo o pinchando sustancias externas.
¿Qué te han parecido las actividades y la forma de abordar el tema?	Realmente interesante por la forma de expresión de la profesora.
Si quieres, puedes añadir un comentario sobre lo que quieras o algo que te haya parecido interesante durante estas clases.	Me pareció interesante los núcleos de las reacciones de sus diferentes drogas OJALA' VUELVAS 

CUESTIONARIO

Joel Martín

PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Has aprendido algo sobre las drogas?	Si, este taller me ha servido de mucho.
¿Qué has aprendido?	He visto los efectos de muchas drogas, de donde vienen, que tipo de droga es...
¿Qué te han parecido las actividades y la forma de abordar el tema?	PERFECTA
Si quieres, puedes añadir un comentario sobre lo que quieras o algo que te haya parecido interesante durante estas clases.	<p>Querría decir gracias. Se necesitan más charlas de estas.</p>  <p>Gracias.</p>

9. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría agradecer a mi tutor Miguel Ángel Negrín Medina no sólo su labor tutorizando este Trabajo Fin de Master sino por haberme dado un ejemplo práctico de lo que es ser un buen profesor.

A los profesores Raquel Dominguez Medina y Amador Guarro por todo lo que he aprendido en sus asignaturas y que he llevado a la práctica.

A los profesores M^a Candelaria Martín Luis y a Ramón Casillas Ruiz por haber hecho que vea la Geología desde otra perspectiva.

A mis compañeros por las risas cuando más estresados estábamos.

Al Departamento de Biología y Geología del centro I.E.S. El Chapatal, en especial a mi tutora de centro Carmen María Méndez González y a la profesora Elena Herráiz Requejo por “dejarme hacer” y compartir conmigo todos sus conocimientos y estrategias para realizar su labor en el aula. Espero poder contar siempre con personas como vosotras en mi futura labor docente.

Por último, pero no menos importante, agradecer a todos los alumnos a los que les he dado clases en el periodo de prácticas por haberme mostrado tanto cariño y haber estado dispuestos a “absorber” aquello que pretendía enseñarles.

