



Màster universitari en **Formació del Professorat d'Educació Secundària  
Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes**

## Trabajo de fin de máster

*Título: Estudio de las investigaciones actuales, relacionadas con la neurociencia aplicada a la educación.*

Apellidos: Camarasalta Padilla.

Nombre: Ana

Titulación: Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Especialidad: Tecnología

Director: *Isaac Tan Bachs*

Fecha de lectura: *22 de Junio 2017*





## Trabajo fin de máster

### Resumen (200/400 palabras)

La sociedad evoluciona y sus demandas varían en función de nuevas necesidades sociales. Los centros educativos son los lugares donde se produce la transformación de los individuos para convertirse en los ciudadanos que mejoren su futuro personal, profesional y el medioambiente.

Hoy en día, la neurociencia se está introduciendo en las aulas para formar a personas que sean capaces de aprender, ser críticos, actuar según sus emociones y dar solución a problemas con creatividad.

En el presente trabajo, se hace una breve introducción de la fisiología del cerebro para poder facilitar la comprensión de los términos utilizados durante el trabajo. Se definen tanto la neurodidáctica como los neuromitos.

Para facilitar su implementación en nuestras aulas se ha consultado y resumido estudios llevados a cabo en otros países.

En el primer estudio realizado en el país de Gales e Inglaterra, la neurociencia se introduce en las aulas a través del currículum SEAL (“*Social and Emotional Aspects of Learning*”). Una vez finalizado el mismo se exponen conclusiones que se resumen en el presente documento.

En la segunda experiencia realizada en Inglaterra, se explican e interpretan los resultados obtenidos al realizar diferentes talleres (neurociencia, técnicas de estudio,...) con alumnos agrupados aleatoriamente.

Posteriormente, se adjunta una breve explicación de lo aprendido al asistir al Seminario de Neurociencia Educativa realizado en Madrid (Marzo 2017) por el Dr. Sousa.

Finalmente, se acaba con un listado de conclusiones que dan respuesta a los interrogantes planteados inicialmente.

### Palabras clave (máximo 10)

Cerebro	Curriculum	Educación
Emoción	Neurociencia	Tecnología

La especialidad que cursa el estudiante/a tiene que ser una de las palabras clave.



*“El que se atreve a enseñar  
nunca debe dejar de aprender”*

*John Cotton Dana*

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS.</b> .....	<b>8</b>
<b>3. ESTRUCTURA DEL TRABAJO</b> .....	<b>9</b>
<b>4. ESTADO DEL ARTE.</b> .....	<b>10</b>
4.1. FISIOLÓGIA DEL CEREBRO .....	10
4.2. NEUROCIENCIA EDUCATIVA. ....	19
4.3. NEUROMITOS. ....	23
<b>5. ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS MÁS RECIENTES, RELACIONADOS CON LA NEUROCIENCIA. EFECTOS EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE.</b> .....	<b>24</b>
5.1 “GOVERNING EMOTIONS: CITIZENSHIP, NEUROSCIENCE AND THE EDUCATION OF YOUTH”. ELIZABETH A GAGEN (3 SEPTEMBER 2013) .....	24
5.2. EL IMPACTO DE LA PARTICIPACIÓN EN UN CURSO DE LA NEUROCIENCIA SOBRE LAS MEDIDAS DE MOTIVACIÓN Y RENDIMIENTO ACADÉMICO. TENDENCIAS EN LA NEUROCIENCIA Y LA EDUCACIÓN.....	33
5.3 ENCUENTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAJE. NEUROCIENCIA EN LA EDUCACIÓN. SEMINARIO 30 Y 31 DE MARZO DE 2017. DR. DAVID. A. SOUSA.....	46
<b>6. CONCLUSIONES.</b> .....	<b>59</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.</b> .....	<b>61</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración</b>	<b>Contenido</b>	<b>pp.</b>
<b>1</b>	Lóbulos cerebrales. Fuente: es.wikipedia.org	12
<b>2</b>	Fisiología del cerebro. Fuente: es.m.wikipedia.org	12
<b>3</b>	Sistema límbico. Fuente: es.m.wikipedia.org	14
<b>4</b>	Hemisferios cerebrales. Fuente: commons.wikipedia.org	14
<b>5</b>	Neurociencia educativa. Fuente: elaboración propia	21
<b>6</b>	Encuentro internacional de aprendizaje. Seminario Neurociencia en el aula. Fuente: elaboración propia	46
<b>7</b>	Aprendizaje desde ayer hasta hoy. Fuente: propia	52
<b>8</b>	Distribución del tiempo en las clases. Fuente: Propia	54
<b>9</b>	Nivel de atención durante la lección. Fuente: Dr. D. Sousa. Dibujo propia	54
<b>10</b>	Grado de concentración realizando una tarea. Fuente: DR. David A. Sousa. Dibujo propio.	58

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Contenido</b>	<b>pp.</b>
1	Funciones de los hemisferios. Fuentes: Carter (1998), Gazzaniga (1998a.1998b)	15
2	Diferencia entre cerebros masculinos y femeninos. Estudios realizados	18
3	Curriculum de secundaria SEAL. Fuente: elaboración propia.	27
4	Proyectos de la lección en el curriculum SEAL. Fuente: Elaboración propia.	28
5	Gestión emocional. Fuente: elaboración propia.	30
6	Objetivos y evaluación de los mismos. Fuente: elaboración propia.	34
7	Distribución de los alumnos en talleres de los diferentes grupos.	35
8	Resumen talleres con diferentes grupos: intervención, activo, pasivo.	35
9	Evaluación de los talleres	37
10	Pruebas para evaluar a los alumnos de cada uno de los talleres	38
11	Evaluación de las actitudes, rendimiento real, entrega de contenidos AST u ordenador.	39
12	Motivación. Creencia sobre si la neurociencia se puede incrementar.	40
13	Eficacia del esfuerzo.	41
14	Rendimiento académico.	42

## 1. Introducción

Los educadores no somos neurocientíficos, somos miembros de la única profesión a través de la cual se puede cambiar el cerebro humano cada día.

Esto debería ser suficiente motivo para concienciarnos de la responsabilidad que supone la formación de nuestros alumnos.

Los profesores intentan cambiar el cerebro de los alumnos en el aula cuando generan nuevas situaciones que dan lugar al aprendizaje, en cuanto estos alumnos llegan a casa, recuerdan la información y la almacenan. Esta información se aplicará al enfrentarse al mundo exterior.

El motivo por el cual he creído interesante realizar este TFM es que, creo básico que en el S-XXI todas las personas dedicadas a la formación tanto de niños, adolescentes como universitarios debemos conocer el funcionamiento del cerebro, su plasticidad y cómo nos afecta en los procesos de aprendizaje y enseñanza.

Si queremos tener un sistema educativo innovador, capaz de transformar los planes de estudio desde la guardería, la enseñanza primaria, la ESO, el bachillerato, los ciclos formativos o la universidad hemos de conocer los avances que se han producido y se vayan a producir en los estudios que se han realizado, se realizan y se seguirán realizando en el cerebro, sobre todo, porque nos aportarán una base científica en qué basarnos para que tengamos unas pautas a seguir y nuestros errores en el campo educativo sean los menos posibles.

Actualmente, se está desarrollando un Plan Nacional de Neurociencia que dará lugar a un nuevo currículum. Se elabora en tres fases: en la primera fase, se trabajarán aspectos de la neurotecnología (2016-17), en la segunda, la neuropsicología, funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad (2017-18), en la tercera la neurolingüística, trastornos generalizados del desarrollo y la enseñanza de idiomas (2019-20).

Debemos prepararnos para ser capaces de implementarlo en las aulas con el máximo de conocimientos.

Puesto que los alumnos cada vez están más desmotivados y sus resultados académicos empeoran, ¿debemos explorar nuevas maneras que aporten aprendizajes duraderos?.

¿Por qué no analizar los resultados obtenidos en escuelas donde se ha implantado la neurociencia con resultados satisfactorios y adaptar todo aquello que pueda satisfacer las necesidades de nuestros alumnos?

¿Por qué no intentar buscar qué emociones pueden ayudar a nuestros alumnos a adquirir nuevos conocimientos?

Si conseguimos encontrar la manera de que la gran mayoría de nuestros alumnos disfruten y sean felices en los institutos ¿podríamos encontrar un motivo consistente para seguir disfrutando con nuestro trabajo?

Mediante este trabajo, daré respuesta a todos los objetivos mencionados anteriormente.

## 2. Objetivos.

Los objetivos de este TFM son:

Objetivo principal:

- Transferir el conocimiento de las investigaciones recientes sobre la neurociencia educativa, para aplicarlo en las aulas.

Objetivos secundarios:

- Definir qué es la neurociencia educativa y para qué sirve.
- Despertar la curiosidad sobre la neurociencia de todos aquellos profesores, que como yo quieren empezar a dedicarse al mundo de la enseñanza aplicando los principios elementales de la neurociencia.
- Distinguir qué partes del cerebro están involucradas en los procesos de aprendizaje.
- Analizar los principios de neurociencia en el aprendizaje de la tecnología (aplicable también a otras asignaturas), a partir de la investigación práctica realizada en EEUU por el Dr. David. A. Sousa.
- Identificar las ventajas e inconvenientes sobre la implementación de la neurociencia en las aulas así como las necesidades para poderlo realizar.
- Recopilar información sobre neurociencia elaborada por diferentes expertos en la materia.
- Plasmar las diferencias entre los cerebros de hombres y de mujeres.
- Indicar los neuromitos más conocidos para evitar confundirlos con las evidencias científicas.
- Explicar de qué manera ha implantado algunos países la neurociencia en sus curriculums.



### 3. Estructura del trabajo

El presente TFM se ha estructurado en 7 apartados.

En el primero, se hace una breve introducción explicando los motivos en que me he basado para la realización del presente trabajo.

En el segundo describo el objetivo principal y los objetivos secundarios que se pretenden conseguir al finalizarlo.

En el tercero se resume la estructura del trabajo detallando cada uno de los temas tratados en el presente trabajo.

En el punto cuatro “estado del arte” hago una breve explicación de las partes del cerebro implicadas en el proceso de aprendizaje, para que el lector pueda consultar, en caso de necesidad, al realizar la lectura. También citaré algunas diferencias entre los cerebros de hombres y mujeres. Definiré y explicaré el origen de la neurociencia educativa, comentaré que son los neuromitos o falsas creencias relacionadas con la neurociencia describiendo sólo algunos.

En el apartado 5 haré un breve resumen sobre tres estudios-en primer lugar, un estudio relatado por Elizabeth A. Gagen realizado en Inglaterra y el País de Gales donde se implanta la neurociencia a través del curriculum. En el segundo estudio se hace una comparación de resultados obtenidos al dividir a los alumnos en tres grupos en el que se trabajarán diferentes temas. Se propondrán objetivos que se evaluarán para obtener unas conclusiones. En el tercer punto del mismo, trataré de transmitir lo que aprendí en el “*Encuentro Internacional de Neurociencia*” realizado por el Dr. David Sousa, el 30 y 31 de Mayo de 2017 en Madrid (el primer día asistí a la conferencia y el segundo a un seminario sobre neurociencia educativa) sobre cómo podemos introducir la neurociencia en el aula.

Posteriormente, propondré mis propias conclusiones.

Citaré la bibliografía consultada de diversos documentos científico-técnicos, elaborados por profesionales neurocientíficos y educadores.

Durante los meses que me he dedicado al TFM mi misión ha sido la de aprender, buscar y seleccionar la información necesaria para poder elaborar mis propias conclusiones finales.

## 4. Estado del arte.

### 4.1. Fisiología del cerebro

*Gracias a nuestro nuevo conocimiento del cerebro, apenas empezamos a vislumbrar que ahora podemos entender a los humanos, incluyéndonos a nosotros mismos, como nunca antes, y que éste es el adelanto más importante del siglo, y muy posiblemente, de toda la historia de la humanidad.*

*-Leslie A. Hart,*

*Human Brain and Human Learning*

He creído importante, para la comprensión de la neurociencia explicar las partes más internas y externas del cerebro que nos ayudarán a comprender qué áreas intervienen en los aprendizajes. Puesto que estos temas eran desconocidos por mí, he incorporado los conocimientos que aparecen en el último libro del Dr. David. A. Sousa.<sup>1</sup>

El **cerebro** junto con la médula espinal (ésta es responsable de transmitir a todo el cuerpo los impulsos nerviosos) forman parte del Sistema Nervioso Central.

Características principales del cerebro:

- Pesa algo menos de 1 $\frac{1}{2}$  kg dependiendo del peso de la persona y de si es varón o hembra. El volumen aproximado, está en torno a los 1.200 centímetros cúbicos en mujeres y algo mayor, aproximadamente 1300 centímetros cúbicos en hombres. Está protegido por el cráneo.
- Está envuelto de un líquido, denominado líquido cefalorraquídeo (también conocido como cerebroespinal) que sirve como protector contra ligeros golpes y como protección inmunológica.
- Controla la mayor parte de las funciones del cuerpo y de nuestra mente.
- Las actividades intelectuales (recuerdos, pensamientos, juegos, planificación, imaginación) se atribuyen a la parte más externa del cerebro.

Evolución del cerebro:

- Desde el nacimiento de un ser humano hasta el año de vida del mismo, sólo tiene desarrollada la médula espinal y el tronco encefálico.
- A los dos años del nacimiento de un ser humano empezamos, por la interacción del entorno que lo rodea y los estímulos que recibe a tener conexiones de las células nerviosas.
- A los 3 años el cerebro ocupa más del 75% del tamaño que tendrá como adulto, esto le permite conocer y expresar emociones, jugar, contar, iniciar el habla.

Necesidades:

Para el correcto funcionamiento del cerebro, se necesita:

- Oxígeno.
- Glucosa: al ingerir sustancias que contienen glucosa se puede mejorar el rendimiento,

---

<sup>1</sup> Sousa, D.A. (2014). *Neurociencia educativa. Mente, cerebro y educación*. (pp. 19-29). Ed. Narcea.

la memoria, la función motora, la atención y la precisión en el trabajo (Korol y Gorld,1998<sup>2</sup>; Scholey,Moss, Neave y Wesnes, 1999)

- Agua: es necesario para llevar a cabo una actividad cerebral saludable, se necesita para que las señales neuronales se puedan desplazar por el cerebro.

En las clases deberemos tener en cuenta que, para conseguir que los alumnos presten atención, el cerebro requiere de tres sistemas cerebrales que funcionan conjuntamente. No debemos olvidar que la función principal del cerebro es la supervivencia, Por tanto, se generan redes conjuntas para mantenernos vivos. Monitorizamos el ambiente para buscar algo que nos cree una amenaza.

Estos tres sistemas cerebrales son:

- Sistema de alerta.
- Sistema de orientación.
- Sistema de decisiones.

En el punto 5 del índice, explico cómo debemos aplicarlo a la enseñanza.

En la actualidad, conocemos un porcentaje muy pequeño acerca del mismo y es mucho el camino que se ha de recorrer hasta que lleguemos a tener un amplio conocimiento del mismo.

A continuación describiré las partes externas e internas del cerebro para conocer su implicación en los procesos de aprendizaje.

#### 4.1.1. Partes externas del cerebro

Las partes externas del cerebro son: los lóbulos cerebrales, la corteza motora y la corteza somatosensorial.

##### 4.1.1.1. Lóbulos cerebrales

Debemos tener muy presente, que no hay ninguna zona del cerebro humano con una única función. Todas las zonas funcionan simultánea y perfectamente coordinadas.

Analizaremos básicamente los cuatro lóbulos:

- **Lóbulo frontal**, es la parte delantera del cerebro, justamente detrás encontramos la corteza prefrontal. Es el lóbulo más grande de nuestro cerebro, está asociado a la toma de decisiones y a la cognición (razonamiento metódico de la mente, capacidad de nuestra mente) por ello, planifica, coordina, controla, razona, ejecuta conductas, emite juicios, en definitiva marca la personalidad desde la niñez. Es el área donde se produce la concentración (Geday y Gjedde,2009<sup>3</sup>; E.E Smith y Jonides, 1999<sup>4</sup>). Almacena la memoria a largo plazo.

---

<sup>2</sup> Korol, D. L., & Gold, P.E.(1998). *American Journal of clinical Nutrition*, 67, 764S-771S

<sup>3</sup> Geday, J.,Gjedde,A. (2009). *Brain and cognition*, 69, 344-352.

<sup>4</sup> Smith, M.A, Riby, L. M.,van Eekelen, J., &FosterJ.K. (2011): *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35, 770-783.

A través de las resonancias magnéticas realizadas a post-adolescentes, se demuestra que el lóbulo frontal madura hasta la primera edad adulta. Por ello, los adolescentes no son capaces de controlar los excesos de sus emociones durante la adolescencia.

- **Lóbulo parietal**, está ubicado debajo del hueso craneal, controla el dolor, tacto, habla, las percepciones sensoriales y procesa la información. Sirve de ayuda para interpretar las sensaciones tanto las provenientes de nuestro órgano de la vista como las provenientes de nuestro oído y sirve de conexión con la memoria.
- **Lóbulo temporal**: está ubicado frente al lóbulo occipital. Lo vinculamos con el reconocimiento afectivo y la memoria. Es básico para el habla y la percepción auditiva primaria, secundaria y de asociación.
- **Lóbulo occipital**: ubicado en la parte más próxima a la nuca. Es bastante pequeño, se cree que a lo largo de muchos miles de años ha permanecido su tamaño igual a diferencia del resto de lóbulos. Procesa la información visual ya que es la zona que llega la información que proviene de la retina en primer lugar (a través de los nervios ópticos).

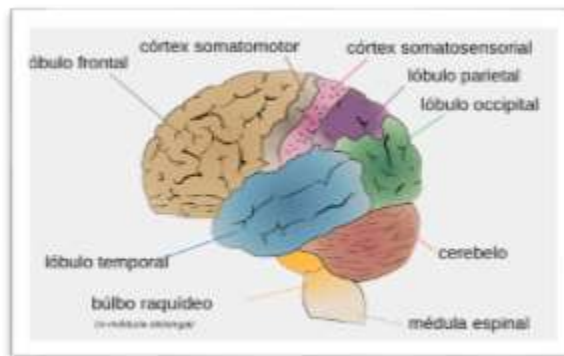


Ilustración 1. lóbulos cerebrales. Fuente: es.wikipedia.org

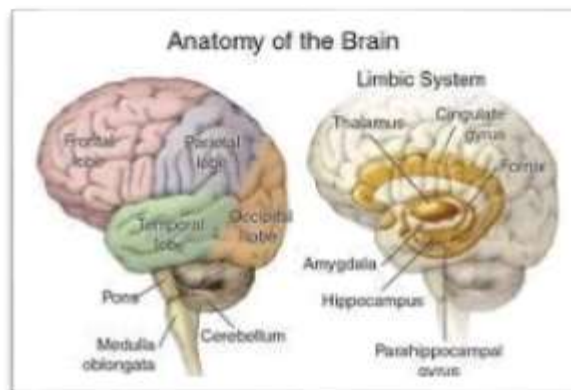


Ilustración 2. Fisiología del cerebro. Fuente: es.m.wikipedia.org

#### 4.1.1.2. Corteza motora y corteza somato sensorial.

La **corteza motora** controla el movimiento del cuerpo, junto con el cerebelo coordina el aprendizaje de las capacidades motoras.

La **corteza somatosensorial** es la responsable de procesar todas las señales de contacto que recibe de las diferentes partes del cuerpo.

## 4.1.2. Partes internas del cerebro

### 4.1.2.1. El bulbo raquídeo

Es el área más antigua y profunda del cerebro. Al cerebro llegan doce nervios y 11 de ellos terminan en el bulbo raquídeo. En esta zona se supervisan y se controlan las funciones vitales del cuerpo como por ejemplo la respiración, los latidos del corazón, etc. También están los sistemas de alerta del cerebro.

### 4.1.2.2 El sistema límbico

El sistema límbico es el responsable de generar y procesar las emociones (el placer, la ira, el disgusto, la felicidad, etc.). Los sentidos recogen información que es redirigida hacia el sistema límbico, cuando ésta información recibida tiene un componente emocional se activan los procesos cognitivos. Se cree que hay una relación entre la activación y la intensidad de la emoción percibida. Podemos aprovechar esas evidencias científicas para potenciar la curiosidad, la creatividad y motivación en el aula.

Formado por cuatro partes imprescindibles para el aprendizaje y la memoria: tálamo central, hipotálamo, hipocampo y la amígdala.

**Tálamo central:** Regula la atención y el estado de consciencia. Supervisa la información que recibe del exterior.

**Hipocampo:** Es la parte más profunda de nuestro cerebro. Es el responsable del aprendizaje y la formación de la memoria. Supervisa continuamente toda la información que almacenamos en nuestra memoria de trabajo y recupera las experiencias vividas con anterioridad.

Recientemente se ha descubierto que el hipocampo crea nuevas células (neurogénesis) incluso en la edad adulta (Balu y Lucky, 2009)<sup>5</sup> y ello tiene efectos importantes en el aprendizaje y la memoria (Deng, Aimone y Gage, 2010<sup>6</sup>; Neves, Cooke y Bliss, 2008).

También se ha descubierto que la neurogénesis se puede conseguir con una dieta adecuada (Kitamura, Mishina y Sugiyama, 2006)<sup>7</sup> y ejercicio (Pereira *et al.*, 2007)<sup>8</sup>. Se sabe que las personas que sufren un trastorno prolongado del sueño puede repercutir negativamente y disminuir la neurogénesis (Meerlo, Jacobs, Heller y McGinty, 2009)<sup>9</sup>.

**Hipotálamo:** Supervisa la información que recibe del interior. Gestiona el equilibrio, el sueño, la temperatura corporal y la ingesta de alimentos y bebidas. Si algunos de estos factores se descontrolan, afectan directamente a la concentración.

---

<sup>5</sup> Balu, D.T., & Lucky, I. (2009). *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33, 232-252.

<sup>6</sup> Deng, W., Aimone, J. B., & Gage, F. H. (2010). *Nature reviews Neuroscience*, 11(5), 339-350.

<sup>7</sup> Kitamura, T., Mishina, M., & Sugiyama, H. (2006). *Neuroscience Letters*, 392(2-3), 94-96.

<sup>8</sup> Pereira, A. C., Huddleston, D.E., Brickman, A.M., Sosunov, A.A., Hen, R., McKhann, G.M. y Small, S. A. (2007). *Proceedings of the National Academy of Science*. USA, 104, 5638-5643.

<sup>9</sup> Meerlo, P., Mistlberger, R. E., Jacobs, B. L., Heller, H. C., & McGinty, D. (2009). *Sleep Medicine Reviews*, 13, 187-194.

**Amígdala:** tiene forma de almendra, forma parte del sistema límbico y se encuentra en la parte profunda de los lóbulos temporales. Genera las emociones.

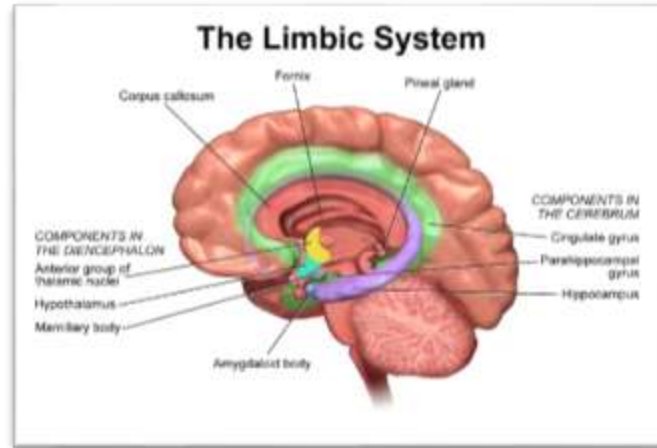


Ilustración 3. Sistema límbico. Fuente: [es.m.wikipedia.org](http://es.m.wikipedia.org)

#### 4.1.2.3. Cerebrum

Es una masa gelatinosa, es el área más grande del cerebro, ocupa el 80% del peso total del cerebro.

El *cerebrum* está dividido por dos mitades llamadas hemisferios cerebrales.

Hoy en día se sabe que los nervios de la parte derecha del cuerpo se dirigen hacia el hemisferio izquierdo y los del izquierdo hacia el derecho. Ambos hemisferios están conectados por el *corpus callosum* que los comunica y los coordina.

Esta zona del cerebro controla la memoria, el pensamiento, habla y movimiento muscular.

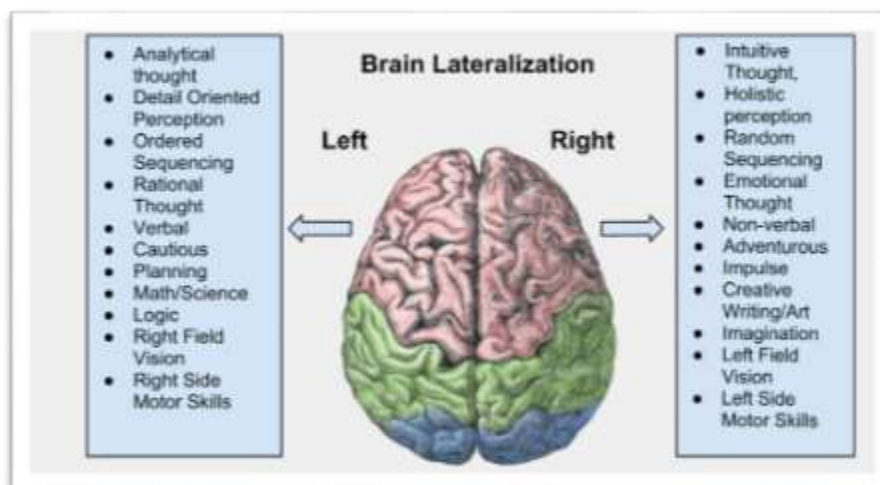


Ilustración 4. Hemisferios cerebrales. Fuente: [commons.wikipedia.org](http://commons.wikipedia.org)

FUNCIONES DE LOS HEMISFERIOS IZQUIERDO Y DERECHO		
FUNCIONES DEL HEMISFERIO IZQUIERDO	C U E R P O  C A L L O S O	FUNCIONES DEL HEMISFERIO DERECHO
Controla el lado derecho del cuerpo		Controla el lado izquierdo del cuerpo
Procesa la información recibida de manera analítica y en orden secuencial.		Procesa la información recibida de manera más holística y abstracta.
Sensible al tiempo		Sensible al espacio.
Genera el habla		Interpreta el lenguaje a través de gestos, movimientos faciales, emociones y lenguaje corporal.
Ejecuta operaciones invariables y aritméticas.		Ejecuta operaciones relacionales y matemáticas
Se especializa en reconocer palabras y números (como palabras)		Se especializa en reconocer caras, lugares, objetos y música.
Activo en la creación de recuerdos falsos		Produce recuerdos más cercanos a la realidad.
Busca explicaciones del porqué de los eventos.		Organiza los eventos en patrones especiales
Más eficaz en despertar la atención para reaccionar a estímulos externos.		Más eficaz en el procesamiento interno.
<i>Tabla 1. Funciones de los hemisferios. Fuentes: Carter (1998)<sup>10</sup>, Gazzaniga (1998, 1998b)<sup>11</sup></i>		

#### 4.1.2.4. Cerebelo

Coordina el movimiento de los músculos, la conservación del equilibrio, regula los estados emocionales de nuestras experiencias. En él se encuentra más del 50% de las neuronas del cerebro.

En la corteza se encuentra la sustancia gris y en la parte interna la blanca.

Es capaz de almacenar recuerdos relacionados con el movimiento automatizado (ejemplo: cuando nos atamos los cordones de zapatos).

Es capaz de mejorar el rendimiento, disminuyendo el esfuerzo y realizarlo con mayor exactitud.

Realiza tareas motoras que nos hacen más competentes.

Los estudios más recientes determinan que actúa como una estructura de apoyo en el procesamiento cognitivo, siendo capaz de coordinar y afinar nuestros pensamientos, emociones recuerdos y sentidos.

<sup>10</sup> Carter, R. (1998). *Mapping The mind*. Los Angeles: University of California Press.

<sup>11</sup> Gazzaniga, M. S. (1998). *The mind's past*. Berkely: University of California Press.  
Gazzaniga, M. S. (1998b). The Split brain revisited, *Scientific American*, julio, pp.48-51.



#### 4.1.2.5. Células cerebrales

En el cerebro se distinguen dos tipos de células: las nerviosas (neuronas) y las gliales.

Las células gliales, recubren las neuronas y actúan como si fuesen un pegamento cuya finalidad es la de unir neuronas entre sí e impiden el paso de las sustancias que puedan producir un daño a las neuronas.

Los estudios que se han realizado recientemente indican que las células gliales con forma de estrella forman parte del proceso de regulación del índice de señales neuronales.

Las neuronas son la base del funcionamiento del cerebro y de todo el sistema nervioso. Desde el núcleo salen unas ramificaciones llamadas dendritas. La función de las dendritas es recoger los impulsos eléctricos que reciben de otras neuronas y a través del axón consiguen transmitirlos.

El axón está rodeado por una capa de mielina que las protege de otras células y consigue aumentar la velocidad de transmisión del impulso.

Las neuronas no se conectan directamente entre sí. Entre cada dendrita y axón existe la sinapsis que las une. Cuando una neurona quiere enviar un impulso eléctrico lo hace a través del axón, hacia la sinapsis. Ello provoca la liberación de neurotransmisores (sustancias químicas) que se almacenan al final del axón que son capaces de excitar o inhibir a una neurona próxima.

Actualmente se ha descubierto que hay más de 50 neurotransmisores, los habituales son: dopamina, serotonina, acetilcolina y la epinefrina.

¿Cómo se produce el aprendizaje? Se produce en el momento en que la sinapsis cambia y con ello la influencia de una neurona con otra más próxima.

Los estudios más actuales revelan que cuanto más complicada sea la actividad que llevamos a cabo, más capacidades se necesitan para desarrollarlas y mayor número de dendritas tendrá cada neurona. Cuantas más dendritas tenga cada neurona mayor será el número de conexiones entre neuronas y debido a ello aparecerán más cantidad de lugares que nos permitan almacenar nuestros aprendizajes.

#### 4.1.2.6. Neuronas espejo

Hoy en día se están realizando diferentes estudios que nos permiten pensar que posiblemente las neuronas espejo nos puedan ayudar a decodificar las intenciones y muy probablemente a predecir un posible comportamiento de los demás, nos permiten empatizar con los demás, es decir, cuando sentimos alguna emoción como la tristeza o la alegría tras empatizar con otra persona, las neuronas espejo nos producen emociones similares a las que está padeciendo (alegría, tristeza,...) esa persona con la que nos empatizamos.

Las investigaciones recientes demuestran que las neuronas espejo juegan un papel en nuestra habilidad para desarrollar el habla articulada (Arbib, 2005)<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Arbib, M.A. (2005). *The Behavioral and Brain Sciences*, 2, 105-124.



#### 4.1.3. Diferencias existentes entre el cerebro del hombre y el de la mujer.

Hombres y mujeres nos caracterizamos por ser iguales en cuanto a derechos y obligaciones, pero desde el punto de vista biológico, nuestros sistemas nerviosos son diferentes.

Estas diferencias son debidas a la mezcla de factores neurobiológicos por la importancia de las hormonas sexuales.

El hombre tiene mayor dominancia del hemisferio cerebral izquierdo. Lo interpretamos como que los hombres tienden a ser buenos en matemáticas y operaciones de cálculo, destacando sus habilidades analíticas.

Las mujeres tienen igual dominancia el uso de ambos hemisferios. Su interpretación podría ser que las mujeres tienen más facilidad para el lenguaje ya que esta actividad requiere el uso de diferentes zonas del cerebro. Las mujeres tienen más capacidad que los hombres para leer emociones.

Las niñas desarrollan antes que los niños el hemisferio izquierdo. En el hemisferio derecho maduran antes los niños.

Los factores ambientales pueden facilitar el incremento o la disminución de las diferencias funcionales que existen en los hemisferios izquierdo y derecho entre las mujeres y los hombres.

Si atendemos al proceso evolutivo de la especie humana, las funciones del Sistema Nervioso tanto de hombres como de mujeres se fueron adaptando para garantizar la continuidad de la misma, lo que podríamos sintetizar que mujeres y hombres somos diferentes pero nos complementamos.

Deberíamos prestar mucha atención a las diferencias, entre sexos, para diseñar métodos de enseñanza adecuados a nuestros alumnos.

En la tabla que presento a continuación, se destacan algunas diferencias entre los hombres que deberemos tener en cuenta para diseñar adecuadamente los materiales que utilicemos en el aula.

	Cerebro Masculino	Cerebro Femenino	Estudios realizados
<b>Planificación, Organización e impulsos</b>	Zona corteza prefrontal (funciones ejecutivas), son más pequeñas.  Centrado en su actividad sin ver aspectos colaterales.	Zonas de la corteza prefrontal (funciones ejecutivas), son más grandes.  Desarrollan mejor la planificación, organización, también controlan mejor sus impulsos.  Ve los sucesos completos (interactuando).	Estudio de resonancia magnética Realizado por Jill Goldstein, de la Facultad de Harvard
<b>Fluidez verbal</b>		Cerebro: Mayor densidad de neuronas en algunas regiones que se relacionan con la comprensión y procesamiento del lenguaje.	Estudio realizado por la investigadora Sandra Witelson de la Universidad McMaster
<b>Orientación y Visión espacial</b>	El hipocampo (nos permite la orientación espacial) es menor en los hombres. Por ello, tienden a estimar las distancias.  La amígdala (nos permite recordar hechos emotivos). Los hombres tienen la amígdala derecha activa y debido a eso tienen memoria de la esencia.	El hipocampo (nos permite la orientación espacial) es mayor en las mujeres. Por ello, se basan en puntos concretos de referencia  Las mujeres son capaces de recordar los detalles.	Larry Cahill, investigadora de la Universidad de California,
<b>Tareas múltiples</b>	Partes de cada hemisferio hacen diferentes actividades.	Utilización de multitareas en ambos hemisferios.	Estudio Universidad de Pensilvania. 2013

Tabla 2. Diferencia entre cerebros masculinos y femeninos. Estudios realizados

Actualmente, se están realizando gran cantidad de estudios científicos para conocer en profundidad el cerebro. En los estudios científicos realizados, se aprecian diferencias funcionales, químicas y anatómicas que hacen posibles las diferencias entre los cerebros de hombres y mujeres.

## 4.2. Neurociencia educativa.

*“Sólo la colaboración entre didáctica y neurología, puede desarrollar nuevas estrategias de aprendizaje más participativas e interactivas, con las que los profesores/educadores puedan conocer mejor y hacer prosperar los talentos de sus pupilos”.*

*Campusano*

### 4.2.1 Orígenes.

Los orígenes de la Neurociencia los encontramos en miles de años atrás, ya que, por ejemplo, para curar a los enfermos se le hacían perforaciones en el cráneo. Egipto también jugó un papel importante ya que con sus embalsamientos y momificaciones se adquirió conocimiento de la anatomía humana.

Edwin Smith dejó en un papiro una cronología que se calcula que es del año 1.600 antes de Cristo. En él se describen observaciones anatómicas, evaluaciones, diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las heridas de guerra.

Ebers alrededor de 1.500 años a.C. dejó un papiro donde describe varias enfermedades como la depresión y la demencia.

Siglo V antes de Cristo. Alcmeón (griego) describió los nervios ópticos haciendo disecciones y propuso que el cerebro era el asiento del pensamiento y de las sensaciones.

Aristóteles mantenía que el centro del intelecto residía en el corazón, mientras Hipócrates llegó a la conclusión de que el cerebro era el encargado de recoger nuestras sensaciones.

El médico italiano Galeno observando el cerebro de los gladiadores, propuso que el cerebelo era el que actuaba sobre los músculos y el cerebro recibía las sensaciones y memorias. Teoría de Galeno: Los nervios son conductos que transportan los fluidos segregados por el cerebro y la médula espinal, llevándolos por todo el cuerpo.

Vesalio junto a Hervey aportaron detalles de la anatomía del cerebro e investigaron en la composición del cuerpo humano y en el funcionamiento de los diferentes sistemas que integran el organismo.

René Descartes (nació 1596 y murió 1650) dio gran importancia a la glándula pineal que se comunicaría con la mente y estudió la conducta de los animales con la teoría mecanicista (si conocemos bien la máquina, lo físico, se conocerán todas las incógnitas del cuerpo humano) pero no podía explicar con dicha teoría la conducta humana debido a su complejidad.

Flourens observó que el cerebelo influía en la coordinación motora y el cerebro en las sensaciones.

Franz Joseph Gall (1757-1828) indicó en 1809 que el cerebro no es un solo órgano sino que está formado al menos por 35 centros, cada uno de ellos tiene una función mental. Su idea era totalmente opuesta a la de Flourens.

Bell y Magendie en 1810 diferencian las fibras del cerebro y de la médula espinal hasta los músculos con las de la piel hasta el cerebro y la médula espinal.

Pierre Paul Broca (1824-1880) decantó la balanza a favor de Flourens. En 1861 describió que un paciente podía comprender el lenguaje pero no hablar por lesión en su cerebro.

Theodor Schwann (1810-1882) establece la teoría celular: todos los tejidos formados por células.

Hughlings Jackson (1835-1911) aportó que en el cerebro hay centros especializados en determinadas funciones.

Gustav Fritsch en 1870 y Eduard Hitzig demostraron que la estimulación eléctrica de una región cerebral del perro hacía mover las extremidades del mismo.

Karl Wernicke (1848-1904) sus pacientes podían hablar, pero no entender debido a una lesión en el lóbulo temporal izquierdo.

En el siglo XIX se intentó localizar las funciones del cerebro. En Alemania surge una escuela en torno a la idea de la localización cerebral en base a su citoarquitectura.

Brodman (1868-1918) describió 52 áreas en la corteza cerebral humana con funciones específicas de cada una.

Golgi propuso que las neuronas eran un retículo unidas unas a otras por las neuritas (axones y dendritas). Esto se denominó teoría reticular de Golgi opuesta a la teoría neural de Ramón y Cajal. Ambos (Golgi y Cajal) ganaron el premio Nobel en Medicina aún siendo errónea la teoría de Golgi.

Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) formuló la doctrina neural: Sistema nervioso formado por células independientes llamadas neuronas. Las dificultades del aprendizaje de las mismas fue debido a lesiones cerebrales.

Ross Harrison en 1935 demostró que las prolongaciones de las neuronas (dendritas y axón) se desarrollan del neural.

La clave de la vida (ADN) se logró explicar en 1953, obra de James Watson (1928- ) y Sir Francis Crick (1916-2004) con las aportaciones de Rosalind Franklin.

Los desarrollos actuales, como veremos más adelante, van dirigidos a cómo funcionan algunos circuitos neurales, al funcionamiento de los sistemas neurales para producir conductas, cómo interactúan las moléculas, etc.

#### 4.2.2. Definición neurociencia educativa.

La neurociencia es una ciencia experimental que a través del método científico trata de explicar el funcionamiento del cerebro. Es el área del conocimiento que nos permite conocer cómo son las moléculas, células, circuitos y redes neuronales del cerebro que forman parte en la elaboración de procesos donde participan: los sentimientos y la emoción, el razonamiento, la toma de decisiones, creatividad, conocimiento, etc.

Hace diez años se empezó trabajar con escáneres cerebrales y se consiguió profundizar más en el conocimiento de los cerebros sanos. Vieron lo que era diferente y lo que tenían en común. Escogieron las cosas que tenían en común y las comenzaron a estudiar.

Las fuentes de información fueron: la pedagogía, la psicología y la neurociencia. Al unir estas tres áreas apareció la investigación neurocientífica y actualmente es un campo reconocido a nivel mundial.

Hoy en día en muchos centros y universidades, especialmente en Canadá, Reino Unido y EEUU aplican la neurociencia educativa en sus aulas. Estos países tienen sus propios centros de investigación de neurociencia.

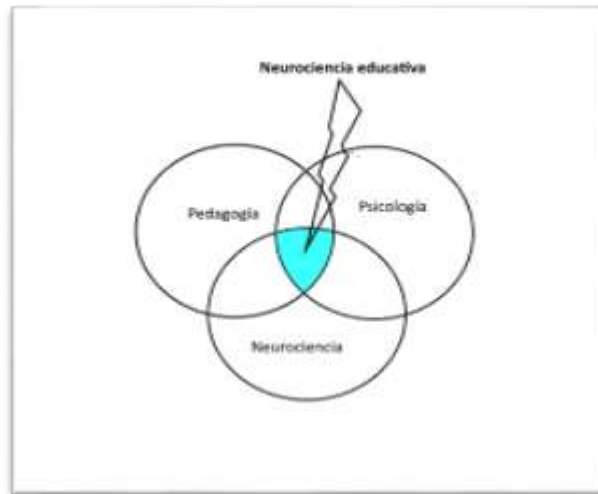


Ilustración 5: Neurociencia educativa.

Para hablar de neurociencia, deberíamos diferenciar entre dos conceptos: la mente y el cerebro.

La mente es el conjunto de capacidades psíquicas e intelectuales de la persona y depende del funcionamiento del cerebro.

La Neurociencia ha aportado bastante información sobre:

- Cómo aprende el cerebro
- Cómo afecta al desarrollo de la formación.

*“Al aprender cambian los circuitos del cerebro, de su estudio se ocupa la Neurodidáctica”.*  
(Friedrich, Gerhard y Preiss).

Gerhard Preiss fue uno de los primeros en aplicar esta disciplina, creó e impartió una asignatura basada en los estudios sobre el cerebro y la pedagogía. A esta nueva disciplina le llamó *neurodidáctica* (Cat. De Didáctica de la Univ. Fisburgo).

Según Preiss: *“El aprendizaje se basa en procesos cerebrales y los resultados cognitivos se amplían paralelamente al desarrollo del cerebro infantil”.* *“La neurodidáctica se dedica al estudio e investigación, de “las condiciones bajo las que el aprendizaje humano puede optimizarse al máximo”.*

Los recientes estudios de neuroeducación nos aportan conocimientos científicos sobre el cerebro, esto permite a los profesores tener conocimiento de cómo enseñar a los alumnos para conseguir que sus neuronas envíen impulsos y creen nuevas redes neuronales, con esto se consigue cambiar el cerebro de los alumnos para siempre.

La neuroeducación está basada en la plasticidad cerebral, es decir la capacidad que tiene el cerebro para cambiar y adaptarse a nuevos estímulos. la plasticidad cerebral existe tanto en niños como en adultos, la diferencia radica en que los niños y adolescentes tienen mayor plasticidad cerebral que los adultos.

A través de la neuroeducación sabemos que el aprendizaje y la emoción van unidos. Sólo recordamos aquella información que vinculamos con sensaciones y sentimientos que nos producen placer.

La neuroeducación afecta a los alumnos desde los primeros años, a los estudiantes universitarios, de formación profesional o de empresa, a los maestros y los profesores, sobre la forma más adecuada de enseñar.

La neuroeducación comienza a valorar factores como:

- El medio ambiente: entorno del colegio, el ruido, la luz, la temperatura, los colores de las aulas o la orientación de las mismas, la tecnología.
- El nivel social y cultural de la familia como determinantes del aprendizaje.
- la influencia de los ritmos circadianos, el sueño y su influencia en el aprendizaje.
- La distribución de los tiempos en clase para que los alumnos puedan atender.

### 4.3. Neuromitos.

***“¿Son nuestros ojos necesarios para mirar, nuestros oídos para escuchar, nuestras lenguas para degustar, nuestras narices para oler?”.***

***”La respuesta de Bach y Rita es: “Vemos con nuestros cerebros, no con nuestros ojos”.***

***(Norman Doidge, The Brain That Changes Itself 2007 p.14)***

Los Neuromitos son falsas creencias científicas de la neurociencia aplicadas a la educación. Estos mitos sobre el cerebro, aún sin tener fundamento científico, han justificado prácticas de enseñanza poco eficaces.

Fue el neurocirujano profesor Alan Crockard (nacido el 24-6-1943) quien en 1980 le dio nombre a los Neuromitos aunque lo utilizó en los años 90. En 1997 Bruer lo llevó al contexto educativo.

Veamos algunos neuromitos en los que aún hoy creen algunos educadores:

- Cerebro derecho es independiente del cerebro izquierdo. Los escáneres cerebrales de resonancia magnética muestran el cerebro como un todo.
- Las personas utilizan sólo el 10% de su cerebro. Tal creencia no es nada más que un mito. Debido a la plasticidad cerebral no nacemos con capacidad limitada, sino que varía a lo largo de la vida.
- Aprendizaje. Ciertos educadores creen que los alumnos aprenden mejor con el estilo que cree el educador que es idóneo (auditivo, visual o cinestésico-Braille). Esto no se puede afirmar neuro científicamente.
- El cerebro recuerda todas las experiencias que ha tenido a lo largo de la vida.
- Las mujeres son más multifuncionales que los hombres.

John Geake, murió el 8 de Septiembre de 2011 con 62 años, propuso dos recomendaciones:

- Antes de aplicar una técnica en un aula debemos buscar la validez científica.
- Mantenernos escépticos ante las panaceas educativas.

Si queremos que no aparezcan más neuromitos, debemos:

- Evitar falsas interpretaciones en los nuevos avances de la Neurociencia para aplicar a la formación de los alumnos.
- Utilizar vocabulario fácilmente comprensible por los neurocientíficos y los educadores.

En el año 2012 se realiza en Reino Unido y Holanda un estudio (Dekker, 2012) para analizar los conocimientos generales sobre el cerebro y los neuromitos entre una muestra de 242 profesores de primaria y secundaria. Se realizaron 32 preguntas sobre el cerebro y la influencia en el aprendizaje, 15 de las cuales eran neuromitos. Las conclusiones del estudio fueron que los profesores conocían la mitad de los neuromitos y que un 70% de los profesores contestaron correctamente las preguntas generales. En cuestiones generales, los profesores que leían revistas científicas obtenían los mejores resultados pero eran más propensos a creer en los neuromitos

## 5. Análisis de los estudios más recientes, relacionados con la neurociencia. Efectos en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

### 5.1 “Governing emotions: Citizenship, Neuroscience and the Education of Youth”. Elizabeth A Gagen (3 september 2013)

*“Las emociones han existido siempre en la educación, a pesar de no reconocerlo, éstas han sido domadas y suprimidas.”*

*Boler (1999)*

Puesto que actualmente hay mucha información e interés por aplicar la neurociencia en el aula y somos muchos los que nos preguntamos cómo deberíamos hacerlo. He creído conveniente buscar algún estudio donde se explique la implementación realizada en algún país, por lo tanto, resumiré la implantación de la neurociencia en el curriculum de los alumnos de secundaria realizada en Inglaterra y en el país de Gales.

Los individuos han cambiado a lo largo de la historia y se han ido adaptando a nuevas necesidades.

En este estudio la autora Elizabeth A. Gagen, nos explica los motivos por los cuales la sociedad de Inglaterra y País de Gales se planteó un cambio en el sistema educativo y cómo trataron de implantar un curriculum en su nuevo plan de estudios para subsanar todos aquellos errores padecidos hasta el momento, con ello, se pretendía conseguir formar a individuos con unas características determinadas.

Cuando se produce un cambio en un sistema, siempre hay personas a favor y detractores del mismo. A lo largo del estudio, la autora cita a personas que, basándose en sus conocimientos, critican este nuevo planteamiento en el curriculum.

Elizabeth A. Gagen nos explica los objetivos de la implantación de este Plan de Estudio que denominan SEAL, cómo los llevan a cabo, en qué autores se basan y al final nos da sus propias conclusiones.

Antes de empezar a profundizar, sería conveniente conocer el significado de la nomenclatura SEAL (*“Social and Emotional Aspects of Learning”*) Aspectos sociales y emocionales de la enseñanza.

A continuación, tras haber leído el estudio, explicaré de una manera resumida cómo lo llevan a cabo. Quiero remarcar que las ideas de este estudio son exclusivas de las personas que lo han realizado, mi misión es resumir todo aquello que he leído y que considero importante; posteriormente incluiré mi propio análisis.

He creído conveniente explicar este estudio porque puede ayudarnos a introducir en nuestro sistema educativo todo aquello que pueda funcionar con nuestros alumnos y desechar lo que no funciona con la finalidad de mejorar sus aprendizajes y su espíritu crítico.

Al realizar este estudio, Elizabeth A. Gagen pretende tres objetivos:

- Analizar cómo la neurología era capaz de cambiar a los individuos.
- Analizar la neurociencia como tecnología mediante la cual se puede practicar para conseguir este cambio.



- Examinar la escuela como lugar donde se lleva a cabo.

Elisabeth A Gagen, durante el estudio explica que:

- La ciudadanía se transforma para mejorar a los individuos
- La Neurociencia es la responsable de esta transformación
- La escuela debe enseñar esta tecnología
- Cambios recientes en la educación emocional se deben introducir
- Hay que analizar las críticas positivas en las emociones versus educación
- Programa “*Social and Emotional Aspects of learning*” conocido con las siglas SEAL,
- incluye: emociones, ciudadanos y neurociencia.

La autora además de realizar materiales para el SEAL, está muy interesada en diseñar posibles tecnologías intelectuales que proceden de la neurociencia y que desde su punto de vista, es posible trasladarlas a las políticas de educación e introducirlas fácilmente en el curriculum.

Divide el estudio en tres secciones:

- Examina los contextos donde se producen los cambios más recientes de educación emocional.
- Analiza las conexiones entre emociones, ciudadanía y neurociencia existentes en Programa SEAL. Explica ejemplos de lecciones del SEAL.
- Estudia cómo se produce el conocimiento y cómo se construye la subjetividad.

La parte en la que me centraré como profesora es la de explicar cómo lo llevan a cabo en las aulas.

Justifican la elaboración e introducción del SEAL por los siguientes motivos:

- La responsabilidad de formar la personalidad de los ciudadanos del futuro va más allá de la educación (Molinos 2013).
- Justifican que se introduzca en las escuelas de la siguiente manera:
- La función de la escuela es establecer y mantener las identidades ciudadanas (Collins y Coleman 2008)
- Para conseguir un estado en el que sea posible gobernar, es necesario que las escuelas desempeñen un papel fundamental en el establecimiento de normas, reglas y comportamientos que apoyen la reproducción social de la ciudadanía (Marstson y Mitchel 2004).

Los entendidos en la materia creen que el punto de partida del cambio de las generaciones futuras tiene que empezar en las escuelas porque son las responsables de educar a individuos útiles para la sociedad, que sean capaces de adaptarse a las demandas actuales de la sociedad.

En el 2005, tanto en Inglaterra como en el País de Gales deciden instaurar el SEAL en el curriculum de las escuelas primarias. Dos años más tarde, aprovechando el éxito obtenido en las escuelas de primaria deciden llevarlo a cabo en las de secundaria.

El programa SEAL se diseñó con un objetivo principal: integrar lo que llaman el *alfabetismo emocional* en el plan de estudios a través de la neurociencia.

La explicación es que a través de las emociones se puede conseguir que los alumnos sean felices, estén sanos y que cuando lleguen a la adultez sean individuos socialmente correctos.

La neurociencia juega un papel muy importante puesto que será la tecnología mediante la cual se conseguirá la *alfabetización emocional* en las aulas.

La neurociencia es la fuerza que impulsa el SEAL pero también habrá que para cambiar las circunstancias sociales y económicas.

El programa SEAL cambia las intervenciones sobre la psicología que existían hasta el momento y que dominaron sus teorías durante el siglo pasado.

En la guía de dirección (*The guidance Booklet*) del SEAL se afirma que el SEAL contribuye a conseguir “*alumnos más responsables, mejores ciudadanos y con mayor capacidad de contribuir a la sociedad*” (DfES 2007<sup>a</sup>,9).

La autora, sugiere que la introducción de la educación emocional de la conducta, en el curriculum de las escuelas inglesas, permite introducir un elemento que es imprescindible para la gobernabilidad que se puede llamar *emocionalización* de la conducta. Justifica que esta forma de conducta, se puede encontrar en las neuronas y en la sinapsis del cerebro.

Según Rose (2007) *la emocionalización de la conducta es una parte de una larga transformación de nuestra capacidad y ambición para controlar las conductas de los ciudadanos, a esto lo llama “política vital”*.

La educación emocional puede formar parte de esa política vital.

Para tratar una parte de la educación emocional que forma parte de esa política vital , en el estudio se trata el tema de la **educación geográfica** justifican que a través de ella se puede conseguir que los individuos sean mejores y se puede mejorar su forma de vida. Hablan de la educación geográfica refiriéndose a que:

- La educación es un proceso social, en el que la sociedad procura que todos sus miembros estén integrados teniendo en cuenta todas las ideologías.
- La geografía debe identificar, cuantificar y cualificar las diferencias entre las diferentes zonas geográficas de nuestro planeta.
- Por tanto definen la educación geográfica como el proceso por el cual la sociedad acepta a personas que se incorporan en nuestra geografía.

Holloway (2010) demuestra que respecto de la educación geográfica se ha elaborado un trabajo significativo, aunque algunos trabajos se centran exclusivamente en descripciones de desigualdad y estudios de reformas educativas. Holloway pone ejemplos de trabajos realizados por diferentes autores. Estos trabajos sobre niños, jóvenes y familias reflejan puntos de vista más críticos de la educación. Los ejemplos que expone son los siguientes: las diferencias entre los espacios escolares, identidades religiosas (Valins 2003), género y raza (Hyams 2000, Thomas 2011), discapacidades (Holt 2007), la clase (Ready 2007), espacios alternativos de educación (Kraftl 2006), etc.

Con el paso de los años, el número de estudios geográficos ha ido incrementándose paulatinamente, sin embargo los avances en educación emocional no han avanzado del mismo modo.

Afirma que se han realizado estudios en algunos aspectos relacionados con políticas educativas introduciendo la cultura de las emociones (Brown 2001; Hartley 2004) otros han tratado de aplicar teorías referentes al afecto y emoción en la escuela (Kenway and Youdel 2011).

Gracias a las investigaciones que realizaron se pueden establecer nuevas líneas de investigación como los intercambios culturales de Erasmus, etc.

La autora quiere introducir este debate sobre el tema para dar mayor relevancia a la educación emocional.

Así mismo, quiere remarcar que el dar una mayor importancia a la *emocionalización* de la conducta en las escuelas no tiene porqué ser un problema para el ciudadano ya que a través de ella se conseguirá que en un futuro, los ciudadanos sean más efectivos.

Explicación de la implementación en las aulas del programa SEAL la realizaré a través de un cuadro explicativo (realizado por mí) para facilitar su comprensión.

<b>CURRICULUM DE SECUNDARIA SEAL</b>			
<i>The guidance Booklet afirma que el SEAL contribuye a conseguir que <b>“alumnos más responsables, mejores ciudadanos y con mayor capacidad de contribuir a la sociedad”</b> (DfES 2007<sup>a</sup>,9).</i>			
Se basa en:		Emociones	
		Ciudadanía	
		Neurociencia	
No permite cultivar		La apatía política	El alfabetismo político (Se centra en dos problemas padecidos por los jóvenes)
		Comportamiento antisocial (Faulks2006)	
Si permite cultivar		El alfabetismo emocional	
O B J E T I V O	Enseñar	Habilidades Sociales *	-Mediante lecciones de habilidades sociales -Desarrollando un clima escolar adecuado para animar y consolidar las habilidades. -Incorporando el alfabetismo social a lecciones sustanciales y específicas (DfES2007a)
		<b>Habilidades emocionales*</b> -Conciencia de sí mismo. -Control de la ira. - Control del impulso. (Forman el núcleo central del SEAL).	-Mediante lecciones de habilidades emocionales. -Desarrollando un clima escolar adecuado para animar y consolidar las habilidades. -Incorporando el alfabetismo emocional a lecciones sustanciales y específicas (DfES2007a)
IMPLANTACIÓN de las habilidades sociales y emocionales	Mediante 5 habilidades	Autoconciencia.	
		Control de sentimientos.	
		Motivación.	
		Empatía.	
		Habilidades Sociales (DfES2007a,6)	
DESARROLLO DE LAS <b>HABILIDADES EMOCIONALES**</b> (Conciencia de sí mismo, Control de la ira , Control del impulso) mediante los siguientes temas:			
Tema 1 “Enseñar a estar juntos”	Tema 2 “Persistiendo en el aprendizaje”	en el	Tema 3 “Aprendiendo sobre mí”

Tabla 3. Curriculum de secundaria SEAL.

\* Habilidades sociales y emocionales son definidas por el programa SEAL de la siguiente manera: “Son aquellas habilidades que nos capacitan para relacionarnos positivamente con otras personas, entender y controlarnos a nosotros mismos y a nuestras propias emociones, pensamientos y comportamientos (DfES 2007a, 6).

\*\* Proviene de la clasificación quintupla de Goleman sobre habilidades sociales y emocionales

PROYECTOS DE LA LECCIÓN EN EL CURRÍCULUM SEAL			
LECCIÓN PRINCIPAL PARA LA GESTIÓN EMOCIONAL.	La lección principal está dividida en pequeñas lecciones y cada una de ellas en capítulos.		
<p><b>AUTOCONCIENCIA</b> "Yo me conozco y acepto que tengo sentimientos"</p> <p>La autoconciencia es el primer paso hacia el control emocional (Goleman 1995) Habilidad específica muy importante para conseguir el control emocional. Los niños y adultos deben de ser capaces de controlar sus emociones.</p> <p>Para conseguirlo, además de las lecciones se practica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Actividad física.</li> <li>-Bailes.</li> <li>-Ejercicios de pensamiento positivo.</li> <li>-Técnicas de relajación y respiración.</li> </ul>	<p>Lección: <b>"Aprender sobre mí".</b> <i>"learn about me"</i></p>	<p>Lección: <b>"Sentimientos detectives- lo que nuestros cuerpos nos dicen".</b> <i>"Feelings detective-what our bodies tell us"</i></p>	<p>Lección: <b>Cambio del estado de ánimo.</b> <i>"Shift and mood"</i></p>
	¿Cómo se trabaja para conseguirlo?		
	<p>El esta lección, los alumnos aprenden habilidades para adquirir los componentes neurológicos de la educación emocional.</p> <p>En el capítulo: "Conócete a ti mismo" Goleman rearticula los hallazgos de Salovey y Mayer (1990) que afirman que el cambio emocional se debe a la perspicacia.</p>	<p>Punto de partida de las lecciones es pedir a los alumnos que identifiquen sus sentimientos. Al final de la lección serán capaces de: Identificar lo que siente su cuerpo con la emoción correspondiente. Profesor enseña a los alumnos el contorno de un cuerpo humano, a continuación describe sentimientos como la ira. Los alumnos explican que se sienten en su cuerpo cuando entran en cólera y por último localizan esos sentimientos en el cuerpo humano que tienen en clase. El objetivo de la lección es relacionar una emoción con su respuesta somática.</p>	<p>Objetivo: Que los alumnos entiendan que la salud depende de las emociones y conozcan las técnicas para mantenerse bien y felices.</p> <p>Los sentimientos incómodos con el tiempo se vuelven perjudiciales, pueden producir: depresión, violencia, etc.</p> <p>Se realizan acciones para cambiar estos sentimientos difíciles. Ejercicios de la lección: -Alumnos elaboran un cartel para demostrar como los sentimientos incómodos se transforman en cómodos.</p>

<p><b>CONTROL DE LA IRA</b></p> <p>“Controlando el secuestro emocional”</p> <p>SEAL: existen documentos que demuestran las ventajas terapéuticas de entender los sentimientos.</p> <p>La ira da lugar a actuar de manera inadecuada y peligrosa y puede repercutir en un futuro en la sociedad y en la economía.</p>	<p>Lecciones:</p> <p>-Se realizan ejercicios para controlar el sentimiento de ira.</p> <p>-Lecciones sobre anatomía básica del cerebro donde se describen: las tres partes básicas del cerebro y su función en circunstancias normales y en las los alumnos se sienten amenazados.</p> <p>Se explica cómo actúa la amígdala (centro de control de las emociones) frente amenazas.</p> <p>Ante una amenaza la amígdala manda señales al cerebro, éste reacciona segregando unas sustancias químicas que dan lugar al sentimiento de ira o miedo. Antes de que nos demos cuenta de lo que está pasando, nuestro cuerpo reacciona y por ello se le llama secuestro emocional.</p> <p>En el futuro, nos podemos arrepentir de las acciones realizadas durante el secuestro emocional.</p>	<p>Última lección:</p> <p><b>“Seis segundos para el enfriamiento”</b></p> <p><i>“Six seconds chills”</i></p> <p>Los estudiantes aprenden estrategias para controlar emociones perjudiciales.</p> <p>Ejercicios: se reparten cartas donde aparecen situaciones que pueden provocar enfado.</p> <p>El profesor explica que es el secuestro emocional y técnicas para relajarse mientras su cuerpo vuelve a tomar el control.</p> <p>Ideas sugeridas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Respirar despacio y profundamente.</li> <li>-Relajarse.</li> <li>-El pensamiento calma a los pensamientos.</li> </ul> <p>Los alumnos tienen que reaccionar con frialdad durante seis segundos que es lo que dura el secuestro emocional.</p>
<p><b>CONTROL DE LOS IMPULSOS</b></p> <p>“La actitud experta o maestra”</p>	<p>El control de los impulsos y el bien social.</p> <p>La actitud de maestro se consigue cuando se controlan los impulsos.</p>	<p>Lección:</p> <p><b>“Simplemente no puedo esperar”.</b></p> <p><i>“I just can’t wait”</i></p> <p>Se enseña a los alumnos a resistirse a sus impulsos y a disfrutar de la satisfacción retrasada.</p> <p>Los alumnos aprenden a identificar los impulsos y la respuesta más adecuada.</p>

Tabla 4: Proyectos de la lección en el currículum SEAL.

G E S T I Ó N  E M O C I O N A L	<b>Autoconciencia</b>	Sentimientos diarios	El estudiante describe los cambios de ánimo y a que se deben	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Base para la autogestión.</li> <li>- Localización del control.</li> <li>- Ser capaces de librarse de ese estado.</li> </ul>
		Cómo cambiar situaciones incómodas.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividad física: danza.</li> <li>- Técnicas de relajación.</li> <li>- Ejercicios de pensamiento positivo</li> </ul>
	<b>Control de la ira.</b>	Emoción extremadamente peligrosa que debe cortarse de raíz.		
		Técnicas neurológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formar al estudiante en la ciencia del cerebro.</li> <li>- Anatomía básica del cerebro.</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 segundos de preguntas que violentan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrategia para controlar los impulsos y emociones fuertes.</li> <li>- Profesor explica el "secuestro emocional" y las estrategias que deben de usar para superarlas.</li> </ul>
	<b>Control de los impulsos (autocontrol emocional)</b>	"Yo puedo"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retrasar las gratificaciones a corto plazo para obtener beneficios a largo plazo.</li> <li>- Cómo resistir los impulsos.</li> <li>- Los estudiantes piensan en sus impulsos.</li> <li>- Los estudiantes hacen técnicas de distracción.</li> <li>- Se les enseña: Control de los impulsos, visualización y respiración.</li> </ul>	

Tabla 5: Gestión emocional. Fuente: elaboración propia.

El punto de referencia del currículum SEAL es el autor Goleman (1995) "Emotional Intelligence". Este autor, empieza a desarrollar su trabajo del alfabetismo emocional en los años 80 influenciado por otros autores (Gardner 1993; Salovey y Mayer 1990), Goleman a través de su obra defiende la idea de que la aptitud emocional era determinante para tener éxito en el futuro. La visión de Goleman se lleva a cabo en el currículum SEAL haciendo uso de sus cinco habilidades (conciencia de sí mismo, habilidades sociales, motivación, empatía y control de sentimientos) que son extraídas del mapa hacia la inteligencia emocional trazado por Goleman.

Las emociones adquieren una mayor importancia y sustituyen a lo que se consideró funciones mentales más altas, los neurocientíficos sostienen que los individuos con más éxito son los que demuestran mayores habilidades sociales y emocionales y no simplemente una función cognitiva más amplia (Goleman 1995).

Autores que han realizado materiales para el programa SEAL: Goleman, LeDoux y Damasio, Elizabeth A. Gagen.

- Goleman y otros científicos cerebrales que establecieron relaciones importantes entre la política, la educación y la neurociencia (Weare 2003).
- LeDoux (1996-2002) y Damasio (1994-99). Ambos autores opinan que: *“los procesos mentales no son controlados por el neocórtex, incluso las respuestas cognoscitivas y la toma de decisiones son controladas por la amígdala, el centro emocional del cerebro”*.
- *Los tres se basan en diagramas del cerebro y descripciones de lo que ellos llaman “el cerebro entero” y “el cuerpo aprende (DfES 2007b,95).*

### **Conclusiones de la autora del estudio Elizabeth A. Gagen**

El objetivo de este estudio realizado por Elizabeth A. Gagen es demostrar que la educación emocional representa un cambio en la conducta y la ciudadanía.

El programa SEAL desarrollado en las escuelas de Gales e Inglaterra son un camino hacia la el pensamiento neurocientífico que afecta en el modo en que la subjetividad se gobierna.

Se plantea la neurociencia como una tecnología que puede cambiar los antiguos paradigmas de la enseñanza.

La escuela puede jugar un papel fundamental en la química que se produce en el cerebro.

La conducta emocional es la base para poder gobernar nuestras emociones. La educación emocional ha sustituido las prácticas antiguas donde la mente y el cuerpo se consideraban como elementos separados.

A los jóvenes se les exige cualidades emocionales tales como el control de la ira, la conciencia de si mismo, el control de los impulsos. Cada vez más se les juzga por el control que tienen de sus emociones y de esto depende su posterior éxito cuando se enfrenten a la vida.

Los detractores del SEAL creen que hay una excesiva preocupación porque la competencia emocional cree un nuevo orden social entre la élite emocional invada a la clase baja emocional (Ecclestone 2007).

Se deben de considerar las implicaciones éticas de la invasión de la neurociencia en las aulas diarias. La neurociencia puede transformar los criterios por los cuales intentamos que los individuos sean mejores.

Hay que tener en cuenta el lugar material donde se están llevando a cabo estos cambios

Los curriculums del SEAL, demuestran que las escuelas son los lugares donde las emociones han sido protegidas como una nueva metodología de gobierno.

Esta herramienta de gobierno tiene profundas implicaciones en la manera en que los adolescentes, la gente joven se prepara como futuro ciudadano. Se sugiere que es necesario trabajar más para conseguir mayores logros.

### **Conclusiones propias acerca del estudio.**

1.- Como docente, comparto que la escuela es el lugar donde se puede llevar a cabo esta transformación del individuo. Para ello, necesitamos profesores cuyo propósito principal sea



formar a alumnos críticos, con criterios propios, capaces de ser resolutivos ante problemas cotidianos.

2.- El profesor debe ser un acompañante del alumno, que le proporcione herramientas para poder tomar libremente sus decisiones futuras.

3.- Respecto al control de las emociones puede ser positivo ya que, reflexionar antes de actuar es algo que deberíamos hacer todos. Las decisiones meditadas disminuyen el porcentaje de errores cometidos.

4.- Imprescindible que los docentes tengan una buena formación y sean responsables para estar a la altura de las circunstancias.

5.- Deberíamos iniciar a aplicar neurociencia desde la infancia hasta la universidad.



## 5.2. El impacto de la participación en un curso de la neurociencia sobre las medidas de motivación y rendimiento académico. Tendencias en la neurociencia y la educación.

*“The impact of participation in a neuroscience course on motivational measures and academic performance”.*

Dommett, E., Devonshire, I., Sewter, E. & Greenfield, S. (2013)

Esta última década, la neurociencia está teniendo especial interés en la vida escolar. A pesar de existir mucha documentación sobre el tema, es laborioso encontrar información sobre la investigación, que nos ayude a aplicar estos conocimientos de neurociencia en el aula.

Para evaluar la importancia de la neurociencia en la enseñanza se presenta el siguiente estudio. Creo que nos resultaría muy útil a profesores, escuelas y organismos vinculados a la educación para aprovechar los aportes de la neurociencia a la enseñanza y al aprendizaje.

Este estudio de investigación fue realizado por el instituto para **el futuro de la mente** de la Universidad de Oxford.

Científicos, educadores y legisladores reconocen que la neurociencia junto con la psicología y la pedagogía tienen un papel fundamental en la educación.

Carol Dweck, de origen estadounidense, conocido por ser un prestigioso psicólogo, aportó pruebas sobre cómo a través de talleres, donde se trabajaba con alumnos sobre temas relacionados con el cerebro se podrían modificar resultados académicos. (Blackwell et al 2007).

El presente estudio está basado en las teorías de Dweck.

- ❖ Los principales objetivos de esta investigación fueron:
  - **Conocer** si sería posible motivar al alumnado estudiando y aprendiendo sobre el cerebro. Se les debería explicar a los alumnos sobre la plasticidad cerebral, sobre las ventajas que tiene realizar un esfuerzo para conseguir un aprendizaje y los beneficios que tiene el conseguir una adecuada formación.
  - **Demostrar** si se puede obtener un buen rendimiento escolar al ofrecer formación a los alumnos sobre el cerebro.
  - **Evaluar** si el método en que enseñamos estos conceptos varía los efectos en la motivación de los alumnos o de su rendimiento escolar.

Se realizó un experimento en cinco escuelas diferentes ubicadas en el sudoeste de Inglaterra, 383 alumnos divididos en tres grupos formaban parte de él.

Cada uno de los grupos realizó talleres con diferentes materias y metodologías en función de los objetivos propuestos.

El estudio se realizó en la etapa de transición de primaria a secundaria.

En la siguiente tabla se explica cómo se han evaluado cada objetivo.

PRINCIPALES OBJETIVOS DE ESTA INVESTIGACIÓN.		
Nº de objetivos	Tipo de objetivo	Evaluación de los objetivos
1	Poder <b>conocer</b> si sería posible motivar al alumnado estudiando y aprendiendo sobre el cerebro. Se les debería explicar a los alumnos sobre la plasticidad cerebral, sobre las ventajas que tiene realizar un esfuerzo para conseguir un aprendizaje y los beneficios que tiene el conseguir una adecuada formación.	<p>Para comprobar los dos primeros objetivos se realizó un experimento en cinco escuelas diferentes ubicadas en Gloucestershire, 383 alumnos divididos en tres grupos formaban parte de él.</p> <p>Cada uno de los grupos formó parte de diferentes talleres sobre neurociencia donde se trabajaban uno de los temas que expongo a continuación.</p>
2	<b>Demostrar</b> si se puede obtener un buen rendimiento escolar al ofrecer formación a los alumnos sobre el cerebro.	<p><b>Taller 1:</b> Formado por el <b>grupo de intervención</b>. Los alumnos participantes estudiaron y aprendieron las partes que formaban el cerebro, la plasticidad cerebral, el autocontrol de las emociones y la toma de decisiones (neurociencia).</p> <p><b>Taller 2:</b> Formado por el <b>grupo de control activo</b>. Los alumnos participantes aprendieron sobre técnicas de estudio, sin hablar del cerebro (neurociencia).</p> <p><b>Taller 3:</b> Formado por el <b>grupo de control pasivo</b>. Estos alumnos no realizaron ningún taller.</p>
3	<b>Evaluar</b> si el método en que enseñamos estos conceptos varía los efectos en la motivación de los alumnos o de su rendimiento escolar.	<p>Para evaluar el tercer objetivo se comparó dos maneras de enseñar la materia a los alumnos: Se enseñaba a los alumnos a través de talleres que se dirigían a través de las habilidades avanzadas de los maestros (ASTs), en el segundo era un ordenador el encargado de explicarles la materia a los alumnos. Evidentemente, la primera opción suponía un coste más elevado que la segunda.</p>

Tabla 6: Objetivos y evaluación de los mismos.

Se clasificaron los alumnos en tres grupos: el grupo de intervención, de control activo y pasivo.

Con los alumnos del taller 1 y 2 se hicieron dos grupos, uno de ellos se les enseñaba a través de profesores con habilidades avanzadas (ASTs) y al otro a través de un ordenador.

GRUPO DE INTERVENCIÓN		GRUPO DE CONTROL ACTIVO		GRUPO PASIVO
Taller Neurociencia a ASTs	Taller de Neurociencia con computador	Taller técnicas de estudio ASTs	Taller técnicas de estudio con computador	NINGUNA INTERVENCIÓN
Nº total de alumnos: 159		Nº total de alumnos: 142		Nº total de alumnos: 82
Nº de alumnos:	Nº de alumnos:	Nº de alumnos:	Nº de alumnos:	Nº de alumnos:
89	70	68	74	82
Total alumnos participantes en el experimento				
383				

*Tabla 7: Distribución de los alumnos en talleres de los diferentes grupos.*

En los grupos de intervención y control activo se trabajaban diferentes aspectos, en los primeros sobre neurociencia y en los segundos sobre técnicas de estudio. Se planteaban diversas preguntas. Posteriormente, en los tres grupos se evaluaban los resultados.

ORGANIZACIÓN DE TALLERES EN DIFERENTES GRUPOS		
Grupo de intervención	Grupo de control activo.	Grupo de control pasivo.

<p>Motivación de los alumnos:</p> <p>A través de talleres de neurociencia, aprendiendo conceptos de neurociencia.</p> <p>Temas propuestos para aprender:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- plasticidad cerebral</li> <li>- inteligencia emocional</li> <li>- aspectos emocionales del aprendizaje</li> </ul>	<p>En este taller se trabajaba con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- técnicas de estudio, se introducían nuevas formas de enseñanza y talleres para mejorar superficialmente el aprendizaje de los alumnos.</li> <li>- Profesores motivados en el tema y el uso de técnicas desconocidas por el alumno.</li> </ul> <p>Para garantizar el éxito del experimento, se creyó conveniente que el grupo se dividiese y trabajase con diferentes temas relacionados con el estudio de habilidades.</p> <p>En estos talleres se utilizan las mismas estrategias que en el taller anteriormente descrito pero sin aportar nada sobre neurociencia.</p>	<p>Este grupo de alumnos no realizaba talleres pero se les sometía a las mismas pruebas y siempre después de realizarlas a los anteriores grupos.</p>
<p>A partir de materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Llamativos.</li> <li>- Apariencia agradable.</li> <li>- Interactivos</li> </ul>		
<p>Con la intervención de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profesor experto en la materia. ASTs</li> <li>- Con un ordenador.</li> </ul>		
<p>Talleres Neurociencia ASTs se pudo comprobar que:</p> <p>en las sesiones los alumnos interactuaban y disfrutaban aprendiendo los conceptos seleccionados sobre el cerebro relacionados con la plasticidad cerebral.</p>		
<p>Examen de los cuatro talleres que se realizaron sobre el conocimiento de la neurociencia tratando los siguientes temas:</p> <p>¿Qué hace el cerebro? ¿Cómo trabaja el cerebro? ¿Qué sucede cuando aprendemos? ¿Cómo recordamos cosas?</p>	<p>En los cuatro talleres en que se dividió el grupo de control activo, se trabajó sobre estas preguntas:</p> <p>¿Cómo podemos prepararnos para el aprendizaje? ¿Cómo las emociones afectan el aprendizaje? ¿Cómo recordamos cosas? ¿Cómo podemos mejorar nuestra memoria?</p>	

<p>Los <b>talleres de Neurociencia con ordenadores</b> para aprender fueron diseñados por neurólogos de la Universidad de Oxford.</p> <p>El software contenía una parte interactiva , audios, vídeos y el lenguaje que se usaba en ellos no era técnico.</p>		
<p>Dos tipos de talleres:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AST: los conceptos se aprendían de manera práctica y económicamente rentable</li> <li>- Con ordenadores de una manera más interactiva..</li> </ul> <p>Para comparar entre dos maneras de aprender.</p> <p>En ambas sesiones (AST y ordenador) los contenidos eran los mismos aunque de diferente manera.</p> <p>Los contenidos se trabajaron durante cuatro semanas.</p> <p>Cada sesión de taller y de evaluación duraba una hora y siempre se programaba para la misma asignatura.</p>	<p>En ambas sesiones (AST y ordenador) los contenidos eran los mismos aunque de diferente manera.</p> <p>Las sesiones de evaluación y de taller eran de una hora. Siempre se llevaba a cabo en la misma asignatura.</p>	

Tabla 8: Resumen talleres con diferentes grupos: intervención, activo, pasivo.

Para la **evaluación** de los talleres.

A partir del objetivo principal que era conocer la eficacia de la realización de los talleres se evaluaban diferentes factores mediante pruebas que expongo seguidamente.

EVALUACIÓN DE LOS TALLERES		
Objetivo	Conocer la <b>eficacia</b> de la realización de los talleres	
Factores a evaluar:	<p>Factor 1: La <b>motivación</b>. Se trabaja la motivación como la creencia de los alumnos de que tienen una inteligencia propia.</p>	<p>Factor 2 : <b>Rendimiento académico real</b> (realizando pruebas de matemáticas y comprensión).</p>

Pruebas para evaluar a los alumnos:	De cada uno de los talleres, se hicieron en cuatro fechas diferentes.
Antes de comenzar la primera intervención se reunieron y después se volvieron a reunir hasta en tres ocasiones más.	

Tabla 9: Evaluación de los talleres.

Adjunto tabla donde se ve la distribución que se ha realizado del tiempo y actividades evaluadas para el proyecto (se incluye la sincronización de los talleres de intervención y las pruebas anteriores y posteriores a la intervención).

	AÑO (n)	AÑO (n+1)
<b>Tiempo de realización</b>	Después de la primera quincena de octubre.	Fin del año (n+1)
	Desde 2 Noviembre hasta el 18 de Diciembre.	
	Finalización del plazo de invierno.	
	Fin del año (n).	
<b>Actividades evaluadas</b>	Pruebas de referencia	3ª Prueba después de la intervención.
	Intervención de los 4 talleres	
	1ª prueba después de la primera intervención	
	2ª prueba después de la intervención	

Tabla 10: Pruebas para evaluar a los alumnos de cada uno de los talleres

¿Cómo se mide la motivación y los temas relacionados con la plasticidad de la inteligencia?

Mediante la evaluación de:

- Las actitudes.
- Rendimiento académico real.
- Cómo se entregaba a los alumnos el contenido (AST u ordenador)

Mediante una prueba sobre cambios de las pupilas se evaluaron las actitudes.

Se basaron en la asignatura de matemáticas para evaluar el rendimiento académico real. Las preguntas que se formulaban eran sobre la comprensión aritmética, forma, espacio y la interpretación de datos.

Las posteriores pruebas que se llevaron a cabo cuatro veces, eran todas sobre el mismo tema pero con preguntas diferentes en cada ocasión.

¿Por qué se eligieron pruebas de matemáticas y no de otra asignatura?

Porque el rendimiento académico de los alumnos era más fácil medirlo a través de pruebas objetivas y porque en muchas asignaturas como es el caso de la tecnología está muy presente la matemática.

Otro motivo es que podían ser evaluados sin que los profesores influyesen con sus conocimientos o por su condición, o por la forma de sus pupilas que reflejan sus opiniones subjetivas (Dommett et al., 2013).

Para **evaluar cómo se entregaba a los alumnos el contenido** (AST u ordenador) se realizaron pruebas de comprensión y cuestionarios.

Se adjunta tabla para facilitar la comprensión de la evaluación de actitudes, rendimiento real y entrega de los contenidos mediante dos métodos diferentes (ASTs u ordenador).

EVALUACIÓN		
ACTITUDES	RENDIMIENTO ACADÉMICO REAL	ENTREGA DE CONTENIDOS (AST U ORDENADOR)
<p>Prueba sobre los cambios que se producen en las pupilas al tratar los siguientes temas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inteligencia fija y flexible,</li> <li>2. Importancia del éxito académico,</li> <li>3. Beneficios de realizar un esfuerzo.</li> </ol>	<p>Elaborabas por la Fundación Nacional para la Investigación Educativa (NFER)</p> <p>Siempre en las mismas asignaturas.</p> <p>Pruebas antes de empezar el experimento y posteriormente a las intervenciones.</p>	<p>Métodos diferentes.</p> <p>Pruebas de comprensión:</p> <p><b>Preguntas de respuesta múltiples:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• para evaluar si había entendido la materia explicada en el taller.</li> </ul> <p><b>Cuestionario de valoración</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A todos los AST y alumnos que habían realizado los talleres.</li> <li>• En términos de disfrute.</li> <li>• El interés y la comprensión.</li> <li>• Preguntas relacionadas con si les había gustado más o menos.</li> </ul>
<p>Alumno con notas altas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabía valorar la importancia del rendimiento académico</li> <li>• Consciente de que todo ello requería un esfuerzo que podía ser eficaz en el cambio de resultados en el aprendizaje</li> <li>• Así se podía demostrar la plasticidad cerebral (la inteligencia) es un factor variable.</li> </ul>	<p>Posteriores pruebas que se llevaron a cabo cuatro veces, eran todas sobre el mismo tema pero con preguntas diferentes en cada ocasión.</p>	

<p>Evaluación mediante escala Likert.</p> <p>(Escala Likert<sup>13</sup>. Los alumnos expresaban que estaban de acuerdo o no con una escala valoración del 0 al 6, siendo el 1 muy de acuerdo y el 6 totalmente en desacuerdo).</p>	<p>Podían ser evaluados sin que los profesores influyesen con sus conocimientos o por su condición, o por la forma de sus pupilas que reflejan sus opiniones subjetivas (Dommett et al., 2013)</p>	
---	--	--

Tabla 11: Evaluación de las actitudes, rendimiento real, entrega de contenidos AST u ordenador.

Una vez finalizado el proyecto se habla de los siguientes **hallazgos**:

El resultado del proyecto de investigación se divide en tres partes:

- El impacto de la motivación.
- La influencia en el rendimiento académico.
- Las diferencias entre el modo de entrega de los materiales.

En el grupo de intervención se estudia la diferencia entre la intervención activa y pasiva para conocer si estos cambios se producían como influencia de la neurociencia específicamente o por haber recibido cualquier otra intervención.

- **Impacto de la motivación.**

En el impacto de la motivación y del rendimiento académico no se hizo ninguna distinción respecto al modo de entrega de los materiales, es decir que con los alumnos que habían participado en el taller de neurociencia no se hace distinción de cómo habían recibido en material (AST u ordenador), se les trataba como a un único grupo (igualmente con el grupo de técnicas de estudio).

Se encontró que no había habido diferencias significativas, estadísticamente hablando entre los talleres que recibían los materiales AST o con ordenador con respecto a la motivación o el rendimiento académico.

<p style="text-align: center;"><b>MOTIVACIÓN</b></p> <p style="text-align: center;">Creencia: La inteligencia se puede incrementar.</p>			
	Grupo de intervención	Grupo de control activo	Grupo de Control pasivo
Taller realizado:	Neurociencia.	Técnicas de estudio.	No habían recibido ningún taller.

<sup>13</sup> Creada por Rensis Likert específica el nivel de acuerdo o desacuerdo respecto a la pregunta realizada.



Resultados de la evaluación	Evaluación de los dos puntos finales resultados más altos.  Conclusión: estadísticamente aumento significativo sobre:  - Las creencias  - La inteligencia, plasticidad cerebral.  Evaluación final: los mismos resultados	Después de la intervención, en la segunda prueba mejoraron notablemente su puntuación.  Pruebas finales el nivel volvió a ser como al inicio.	Primero cambios prácticamente inapreciables, después de la intervención final se volvieron a los resultados iniciales.
Conclusión:	Aumento sobre:  - Las creencias  - La inteligencia, plasticidad cerebral.	El efecto de mejora de resultados fue temporal y débil.	Ningún cambio.
<b>CONCLUSIONES FINALES:</b>			
<b>Los aprendizajes sobre el cerebro que se realizan mediante talleres de neurociencia pueden dar lugar a cambios de mayor duración en las creencias sobre la flexibilidad de la inteligencia y cómo puede incrementarse.</b>			

Tabla 12: Motivación. Creencia sobre si la neurociencia se puede incrementar.

Respecto a la creencia en la **eficacia del esfuerzo**.

El grupo de control pasivo, antes de las intervenciones, consideraban (según las estadísticas realizadas) que el esfuerzo era algo valioso, esta apreciación era superior que en el resto de grupos que recibieron algún taller. Después de la intervención se demostró, según los resultados obtenidos en la prueba final, que no había **ninguna diferencia entre los grupos**.

Los resultados fueron los siguientes: tras realizar estos talleres los alumnos aumentaron sus creencias respecto a la eficacia de realizar el esfuerzo para aprender. A pesar de ello, estadísticamente hablando los resultados no se pueden considerar puesto que fueron discretos.

<b>MOTIVACIÓN</b>	
Creencia: Eficacia del esfuerzo.	
Grupo de control pasivo	
Antes de las intervenciones	Después de las intervenciones
Creían que el esfuerzo era algo valioso apreciación superior al resto de grupos	No había diferencia entre los grupos
<b>CONCLUSIONES FINALES</b>	
Inapreciables, discretos.	

Tabla 13: Eficacia del esfuerzo.

- Respecto a la importancia del **rendimiento académico**.

Antes de empezar las intervenciones todos los grupos tenían unas ideas similares sobre la importancia del logro académico. Después de las intervenciones se mantuvieron esas ideas. Cuando pasó un tiempo, se pudo apreciar un leve cambio en las convicciones y seguidamente se volvió a las ideas iniciales.

Por tanto, podemos concluir que **ni enseñanza ni la neurociencia ni las técnicas de estudio aportaron al alumno una conciencia de la importancia del logro académico**.

MOTIVACIÓN		
Creencias: Ideas de los estudiantes sobre el logro académico, rendimiento académico.		
Antes	Inmediatamente después	Pasado un tiempo
Ideas similares	Ideas se mantienen	1º Leve cambio 2º Se vuelve a los valores iniciales.
CONCLUSIONES FINALES		
<b>Ni enseñanza ni la neurociencia ni las técnicas de estudio aportaron al alumno una conciencia de la importancia del logro académico.</b>		

Tabla 14: Rendimiento académico.

#### Impacto en el rendimiento académico

Antes de la intervención entre los grupos en el punto de referencia hubo poca diferencia respecto a su rendimiento académico en las pruebas de matemáticas, a medida que transcurría el experimento, el grupo de intervención **no mejoró** en comparación con cualquiera de los grupos de control.

- **Impacto de la modalidad de entrega de materiales en el taller**

Todos los grupos que realizaron taller AST se han combinado y todos los grupos que recibieron un taller por ordenador se han combinado (sin tener en cuenta de que este era el tema de la neurociencia o técnicas de estudio).

De los cuestionarios de comprensión se deduce que:

- Los alumnos a los que se les impartían las clases mediante el **método AST** obtuvieron **notas superiores** en todos los puntos de evaluación que a los que se les impartió las clases haciendo uso del software.
- Tanto los alumnos que se les enseñaba con el método **AST** como los que se les enseñaba por **ordenador** disminuyeron sus conocimientos a medida que el tiempo transcurrido desde que realizaron los talleres aumentaba. Es decir, la materia aprendida pasaba a ocupar la memoria a corto plazo y por ello los **aprendizajes no eran duraderos**.

#### Medidas de motivación

Al principio del estudio no había diferencia entre las creencias de los alumnos en que la inteligencia podía cambiar o la importancia por el éxito académico.

Después de la última intervención se hizo una prueba, los alumnos que habían formado por el **grupo AST** tenían **convicciones superiores** respecto a la eficacia de hacer un esfuerzo que los

alumnos de los otros grupos.

Cuestionarios comportamiento de las pupilas

Los alumnos que formaron parte de **talleres de neurociencia con el sistema AST** han demostrado tener **más interés y disfrutar más** que los que habían tenido materiales de ordenador.

Los alumnos que habían hecho talleres con AST u ordenador preferían elementos interactivos. En los talleres de ordenador, las pruebas eran más interactivas.

Los profesores y los alumnos opinaron que disfrutaron de los nuevos aprendizajes en todos los talleres. Los alumnos dijeron que disfrutaban más en los talleres de neurociencia.

## Conclusiones

- ❖ La importancia del aprendizaje sobre el cerebro para motivar a los alumnos.

**Primer objetivo** del estudio: analizar si los alumnos a los que se les enseñaba sobre el cerebro tenían algún efecto en tres medidas de motivación:

- Creencia de los alumnos respecto a dos temas: la plasticidad cerebral y su propia inteligencia.

Mediante este estudio se ha demostrado que los alumnos que han realizado talleres de neurociencia (aprendiendo sobre el cerebro) son capaces de sufrir cambios de mayor duración sobre la plasticidad cerebral y sobre la creencia del incremento de la inteligencia.

- Creencia de los alumnos respecto a la efectividad de realizar un esfuerzo.

Tanto los talleres el de neurociencia como el de técnicas de estudio tenían efectos positivos e iguales sobre la creencia de los alumnos sobre la efectividad de su propio esfuerzo.

Los datos estadísticos no fueron muy significativos pero los profesores que realizaron el estudio sugirieron que la enseñanza a los alumnos de neurociencia y talleres de estudio les beneficia y les ayuda a dar mayor importancia al esfuerzo.

Se demostró que los alumnos creían en la importancia del esfuerzo y que ello no dependía del contenido de los talleres, por tanto no dependía de un mayor conocimiento de neurociencia. Tanto la neurociencia como las técnicas de estudio mostraban el mismo cambio.

- Creencia de los alumnos respecto a la importancia del logro académico.

Al principio los alumnos modificaban sus ideas ligeramente sobre la importancia del logro escolar pero con el tiempo se volvía a los valores iniciales.

Esto mismo pasó en todos los talleres tanto de intervención como de control activo.

Con ello, podemos concluir que ni la neurociencia ni las técnicas de estudio tuvieron

ninguna influencia en que los alumnos pensasen en la importancia del logro académico,

- ❖ La repercusión de la enseñanza sobre el cerebro en el rendimiento académico de los alumnos.

El **segundo objetivo** de este estudio fue si los alumnos a los que se les enseñaba acerca del cerebro les afectaba al rendimiento académico real.

Al realizar las pruebas de evaluación (NFER en matemáticas) se demostró que no hubo impacto en el rendimiento escolar.

Debido a que este estudio se centra en un único tema resulta ser algo limitado, también se cree que se limitó a un espacio breve en el tiempo.

Teniendo en cuenta que los talleres de neurociencia influyen en las creencias sobre la inteligencia, otras investigaciones demuestran que a largo plazo se consigue una mejora del rendimiento escolar.

Esto fue demostrado en un trabajo de investigación de Blackwell et al., (2007), además también demostró que los alumnos que creían que tenían una inteligencia flexible eran capaces de superar a sus compañeros.

- ❖ Diferencias de los modos de entrega de contenidos.

El tercer objetivo era evaluar si el mismo contenido entregado en AST u ordenador podía producir cambios en la motivación de los alumnos o en el rendimiento escolar.

Se demostró que el mismo contenido era mejor asimilado si se explicaba mediante AST que con ordenador.

#### RECOMENDACIONES DEL EQUIPO DE INVESTIGADORES

- ❖ Los escuelas e institutos deben de realizar talleres de neurociencia para que los alumnos mejoren sus creencias sobre la inteligencia (plasticidad cerebral)
- ❖ Las investigaciones anteriores deberían de llevarse a cabo en la enseñanza de la neurociencia para poder establecer el efecto sobre el rendimiento escolar pero utilizando varios temas y realizando el anterior estudio en un plazo superior de tiempo.
- ❖ Se podrían realizar en un futuro investigaciones realizando talleres de neurociencia en etapas claves de la educación como pueden ser los cambios de ciclo.

#### Conclusiones personales.

1.- Tal y como recomiendan los científicos a lo largo del estudio de esta investigación, creo que sería conveniente que dicho estudio durase más de 20 meses para tener resultados más fiables.

2.- Si según el estudio, los aprendizajes que se realizan mediante neurociencia se almacenan en

la memoria a largo plazo merece la pena aplicarlo en las aulas para tener aprendizajes más duraderos.

3.- Respecto a las técnicas de entrega de los materiales (ASTs u ordenador) creo que la variedad de metodologías de entrega, puede ayudar a que el alumno muestre mayor interés y así facilite su aprendizaje.

3.- Pienso que si los talleres los hubieran impartido docentes y no estudiantes de psicología los resultados hubieran sido mejores.

4.- En mi opinión, estos resultados pueden ser muy diferentes si se realizan con niños, adolescentes o universitarios.

5.- Todas estas experiencias realizadas en aulas de otros países pueden adaptarse en España, incluyendo las modificaciones, conforme a la idiosincrasia de nuestro entorno, para adaptarnos a las necesidades de los alumnos, debido a que los procesos y metodologías difieren en esta fase.

### 5.3 Encuentro internacional de aprendizaje. Neurociencia en la educación. Seminario 30 y 31 de marzo de 2017. Dr. David. A. Sousa.

Los días 30 y 31 de Marzo de 2017 asistí al encuentro internacional de aprendizaje realizado en Madrid e impartido por el Dr. David. A. Sousa.



*Ilustración 6: Encuentro internacional de aprendizaje. Seminario Neurociencia en el aula.*

El Dr. David A. Sousa es licenciado en química por el Colegio estatal de Massachusetts en Bridgewater, una maestría en enseñanza científica de la Universidad de Harvard y doctorado en la universidad de Rutgers. Es asesor internacional en neurociencia aplicada a la educación. Es especialista en educación a nivel internacional realiza talleres de estudio sobre ciencias de la educación e investigaciones cerebrales en escuelas de primaria, secundaria y en la universidad, en centenares de escuelas. Se dedica también a impartir Conferencias en congresos nacionales de educación y es asesor de escuelas locales y regionales en EEUU, Canadá y Europa.<sup>14</sup>

A través de los estudios más recientes, que ha realizado el Dr. David. A. Sousa en EEUU junto con un gran grupo de profesionales, han proporcionado herramientas para la aplicación de la neurociencia en las aulas. Dado que todo lo que nos ha explicado ha sido previamente llevado a cabo en aulas de EEUU con resultados satisfactorios, creo conveniente explicar en mi TFM todo lo aprendido durante este seminario.

Con ello, espero que todos aquellos que no han podido asistir a dicho encuentro tengan las mismas herramientas que yo para aplicarlo en las aulas, impartiendo la asignatura de tecnología o cualquier otra.

Debemos tener conciencia de que según profesionales como el Dr. David A. Sousa las escuelas en las que la neurociencia es un elemento clave, los alumnos adquieren competencias ejecutivas, capacidad de control y de gestión de las emociones.

Los profesores deben de ser conscientes, en todo momento, de que todo acto de aprendizaje supone una modificación del cerebro.

Lo que ha generado mayor impacto del medio ambiente en la enseñanza y en el aprendizaje en

<sup>14</sup> Información extraída del libro David A. Sousa. "Cómo aprende el cerebro". Corwin Press, Inc, 2002.

los últimos años, ha sido la tecnología.

La tecnología está recableando el cerebro.

¿Cómo cambia el cerebro? El cerebro cambia a través de cuatro áreas diferentes: La atención, la memoria, Las habilidades del pensamiento y las habilidades sociales.

La tecnología (móviles, tabletas, ordenadores, etc...) se debe de utilizar para mejorar el aprendizaje de los alumnos en las diferentes áreas pero debemos de tener en cuenta las desventajas que supone el no utilizar las tecnologías de manera inteligente.

La implantación de la neurociencia en las aulas ayuda a los alumnos con necesidades especiales y con altas capacidades. Con su aplicación en las aulas los aprendizajes mejoran ya que los alumnos están motivados y desarrollan la creatividad. Los adolescentes de hoy en día serán los responsables de solucionar los problemas del mundo, tendrán que ser capaces de encontrar formas diferentes para solucionar los problemas del mundo.

Los puntos que explicaré son los siguientes:

La atención, humor, toca-habla-camina, juegos, música, novedad, grupos de aprendizaje cooperativo, grupos individuales, grupos pequeños, equipos, grupo clase, clase invertida, cierre, memoria, distribución del tiempo en las clases, hablar, reflexionar, ciclo del sueño, las artes, errores.

Tanto en el aprendizaje cooperativo, el trabajo en grupo y la clase invertida incluiré todos aquellos conceptos que me parecen importantes y que he aprendido en el actual máster.

#### + La **atención**.

Respecto a la atención, los estudios recientes basados en la neurociencia realizados en EEUU (Dr. David A. Sousa) determinan que los estudiantes tienen dificultades y poca práctica en la atención. Para aprender es necesario mantener la atención y la tecnología va tan rápida que les obliga a tomar decisiones en tiempos demasiado breves, aproximadamente de 8 segundos y esto es demasiado rápido. La consecuencia de esto es que los cerebros de los estudiantes se recablean para tomar decisiones rápidas. En el momento que tienen que tomar una decisión que requiere más tiempo para pensar, los alumnos tienen verdaderos problemas para atender durante periodos de tiempo más largos.

Para conseguir una atención, el cerebro necesita que tres sistemas cerebrales trabajen de forma conjunta. Estos sistemas son los siguientes:

- Sistema de alerta.
- Sistema de orientación
- Sistema de decisiones.

La principal misión del cerebro es la supervivencia. Para mantenernos vivos se generan redes conjuntas. El cerebro monitoriza el medio ambiente y busca algo que no le suponga una amenaza. La supervivencia es lo más importante para el cerebro y es el sistema de alerta el que recibe esta amenaza y otras posibles.

El cerebro elige algo que considera que no le representa una amenaza, después éste busca más información y es cuando entra en funcionamiento el sistema de información. Este sistema es el que te orienta para recopilar más información y una vez lo ha conseguido es cuando el sistema de decisión actúa para tomar una decisión. Estas decisiones se toman en el lóbulo frontal del cerebro.

### Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:

Cuando un profesor da una señal a los alumnos es porque espera que estos se orienten hacia él por ejemplo mediante una palmada), la reacción de los alumnos será la de mirar al profesor. El profesor deberá explicar a los alumnos cuál es el objetivo de la lección y lo deberá hacer de la manera más convincente para atraer su atención.

Por ejemplo, podrá poner en el proyector algo llamativo y el profesor deberá de transmitir esa pasión por enseñar lo que estén estudiando.

### + El juego, las técnicas de aprendizaje colaborativo (AC) , el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

Éstas son metodologías que favorecen el aprendizaje de los alumnos. Haciendo uso de estas metodologías conseguimos que los alumnos aprendan la materia creando preguntas y respuestas, ellos trabajan y los profesores dirigen la enseñanza y los aprendizajes.

### Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:

Realizar juegos de preguntas entre alumnos, como parte del nuevo aprendizaje y para repasar materias. Mediante un test se les demuestra a los alumnos todo lo que han aprendido realizando estos juegos. La finalidad de hacer un examen es enseñar a los alumnos lo que han aprendido.

### + Levántate y camina.

El caminar mejora el procedimiento del nuevo aprendizaje y el acceso a la memoria a largo plazo. Esto se debe al factor neurotrófico. En 1999 se descubrió que había una molécula que estaba sólo en el cerebro y su función era la de alimentar a la neurona, lo que hace es protegerla de las amenazas exteriores. Al hacer ejercicio, la concentración de esta molécula aumenta y el cerebro trabaja con mayor eficiencia. Aumenta la cantidad de factor neurotrófico y aprenden más.

Cuando los alumnos se mueven, activan zonas situadas en la parte superior del cerebro que es donde se almacenan la memoria a largo plazo. Cuando los alumnos tienen dificultades para adquirir un aprendizaje, ya sea porque tienen dificultades habitualmente (dislexia, etc) o puntualmente al entrar en movimiento se facilita el aprendizaje. El doctor David a. Sosa a esta técnica de aprendizaje le llamo: **Toca-habla-muévete**. Al decir toca, se aconseja que se toque al alumno en lugares seguros como son el hombro y el codo, se pasea con él por el aula, a través de preguntas adecuadas lo reconducimos para que llegue a la respuesta correcta. Cuando realizamos esta técnica estamos actuando en el lóbulo central del cerebro. Funciona con chicos y chicas.

Las evidencias sobre esto se han descubierto mediante el uso de escáneres de resonancia electromagnética. Se han tomado treinta muestras de personas de la misma edad y género realizando una misma actividad. Se elimina lo que nos hace únicos y se toman los elementos comunes.

El resultado es el siguiente: se aprecia que con el movimiento, aumenta el nivel de oxígeno y con ello, su actividad cerebral.

Una prueba realizada por los investigadores y explicada en el seminario por el Dr. Sousa fue que se les dijo a las personas que formaban parte de un estudio que explicasen algo que les había



ocurrido recientemente. Mientras movían su mano derecha, el lóbulo izquierdo del cerebro presentaba actividad (lóbulos actúan inversamente). Descubrieron que al mover las manos se activaban en el cerebelo dos secciones de memoria a largo plazo y si además se caminaba se activaban 6 áreas del cerebro. En los niños el resultado fue que se activaban diez áreas del cerebro.

#### **Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

El profesor explica la materia y posteriormente permite a los alumnos que se muevan por el aula, en el momento que el profesor de la orden, éstos ponen en común los temas tratados en el aula. Mientras tanto, el profesor se pasea por el aula escuchando como se lleva a cabo este intercambio de información. Posteriormente aclarará las dudas surgidas a los alumnos.

Como profesores podemos pensar que esto nos puede llevar a una situación de descontrol en el aula. Mientras los alumnos se mueven, el profesor debe de motorizar el aula, contra más cerca esté el profesor de los alumnos mejor seguirán las instrucciones los niños.

Si los alumnos ven como el profesor está preocupado por el éxito de los alumnos, éstos se motiva y aprenden.

Si se analizan resultados de estadísticas realizadas en EEUU donde se les pregunta a los alumnos cuál es la cualidad que les gustaría que tuviesen sus profesores. De 1960 al 2008 los alumnos querían que el profesor fuese justo con ellos. A partir del 2009 al 2016 querían que el profesor les tuviese en cuenta y que se preocupase por su éxito. Por tanto, se pasa de una preocupación racional (justicia) a una emocional (preocupación)

#### **+ El humor**

El humor ayuda a aprender. Es importante, diferenciar entre el humor y el sarcasmo (del latín sarcasmus). El origen de palabra sarcasmo proviene de los griegos, etimológicamente, al utilizar este concepto, se referían a comer la carne del hueso.

La risa nos aporta los siguientes beneficios:

- Fisiológicos: al reírnos se produce un aumento de oxígeno y estimula las endorfinas.
- Psicológicas: al reírnos creamos un ambiente de aprendizaje positivo.
- Sociales: ambiente más agradable y cómodo para todos. Deben de estar a gusto aunque provengan de diferentes culturas.

#### **Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

Hacer uso del sentido del humor en clase porque la risa nos hace sentir a gusto y nos permite disfrutar.

#### **+ Introducir música en el aula.**

El *hipocampus* es el responsable del aprendizaje y la formación de la memoria.

Hay muchos niños que les va bien escuchar música y no les produce distracción en el trabajo que realizan. La música es emocional, hay partes del cerebro, en el hipocampo, que son responsables, que ayudan a recordar nuevos conocimientos. El hipocampo, está situado en la parte más profunda del cerebro, por su tamaño y su forma se le conoce como caballito de mar.

Por tanto, si la música estimula el hipocampo, que es la parte emocional del cerebro. Podemos concluir que los nuevos conocimientos se aprenden con la música.

**Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

Como profesores debemos de seleccionar el tempo de la música adecuado para la actividad que están realizando los estudiantes.

- Animar 80 beats /minuto.
- Pensar 60 beats /minuto.
- Relajar 40 beats /minuto.

Si queremos animar a los alumnos utilizaremos música a 80 bits/min. Es recomendable utilizar música clásica (sin letra) a ser posible de algún autor desconocido por los alumnos para evitar que la tarareen. Si tararean o cantan la letra de una canción puede interferir en el aprendizaje. Con niños podríamos utilizar música de Richard Watner.

Si por el contrario, nuestra intención es que los niños piensen sobre alguna actividad a realizar durante un rato (10 minutos) deberían de escuchar música de 60 bits/min.

Si nuestra intención es la de calmar a los alumnos recurriremos a música de 40 beats/min. Si en las áreas comunes de las escuelas los estudiantes escuchan música de los 40 beats/min., conseguiremos calmar a los estudiantes y reducir enfrentamientos entre ellos, etc. Una recomendación sería que antes de iniciar un examen o cuando están nerviosos, les pusiésemos a los alumnos la melodía del Machu Picchu. Con esto conseguiremos que su sistema emocional se reinicie, su memoria de trabajo se limpie y esto les permitirá concentrarse. Esta música hace que los alumnos reduzcan la concentración de la hormona (corticoides) que produce el estrés.

**+ La novedad.**

La novedad es un factor que debemos de introducir en las aulas. Los estudiantes están acostumbrados a eventos que cambian rápidamente. Por ello, hay que buscar un estímulo que cambie esta situación. El estímulo es la novedad, lo inesperado. Para el cerebro, la novedad es todo aquello inesperado que percibe y que no encaja en su medio ambiente actual.

Una manera de conseguir la novedad es mediante la agrupación.

Los estudiantes pueden intercambiar conocimientos y aprender los unos de los otros.

**Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

Es recomendable que el profesor utilice diferentes combinaciones de grupo:

- Grupos de aprendizaje cooperativo (informal, formal).
- Grupos individuales.
- Grupos pequeños.
- Equipos.
- Grupo clase entera.

Hacer un cambio de combinación cada 20 ó 30 minutos.

Se recomienda llevar a cabo actividades del tipo:

- ABP
- Debates.
- Análisis de objetos.
- Puzzles, etc.

### + Descansos. "Tiempo de tarea"

Para conseguir que los alumnos se centren en la tarea hay que ofrecer descansos, tienen que tener momentos de desconexión para después seguir aprendiendo.

### + Efectos de la tecnología en las aulas. ¿Afecta la tecnología en la atención de las aulas?

Cuando hablamos de tecnología nos referimos a los teléfonos móviles, las tablets, twitter, juegos con consolas, etc.

Aunque no existen evidencias científicas, el Dr. Sousa y otros investigadores se preguntan de en qué modo afecta la tecnología en la atención de las aulas. Según el DR. Sousa todavía la tecnología no está afectando, esto se debe a la plasticidad cerebral. Lo que cambia son las demandas de atención. Al tener más opciones, los alumnos no son constantes, van de una tecnología a otra en espacios breves de tiempo.

La tecnología está recableando el cerebro, afectando:

- La atención.
- La memoria.
- Habilidades del pensamiento.

Habilidades sociales. Muchos de los estudiantes pasan más tiempo con dispositivos digitales que con personas. Deberíamos de hacer una reflexión para saber si es eso lo que queremos. Las tecnologías deben de servir para ayudar a los alumnos en el aprendizaje.

### + Cierre.

El cierre es el tiempo en el que el alumno es capaz de procesar mentalmente un nuevo aprendizaje, es la oportunidad para saber lo que ha aprendido durante la sesión y de encontrarle un sentido y relevancia para aumentar la probabilidad de retener los conceptos trabajados en el aula.

### Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:

Se puede utilizar el cierre:

- A principio.
- Al medio y/o
- Al final de la lección.

Si la lección de un día es la continuación de otro, es importante que os alumnos sepan lo que han aprendido (memoria temprana).

Debemos de hacerles preguntas como:

- ¿Cuál fue el concepto más importante que aprendimos ayer? En ese momento la memoria a largo plazo se encarga de que esos aprendizajes se dirijan hacia la memoria de trabajo y así conseguir el aprendizaje. Es conveniente, para realizar una evaluación formativa, para a mitad de la lección.

- ¿Qué habéis aprendido hoy?

- ¿Qué es importante de lo que he aprendido?

Una ejemplo metodología a seguir, sería pedir a los alumnos que después de 20 minutos de haber iniciado la sesión, se levanten y compartan la información aprendida con sus compañeros. Hablar y compartir información es muy importante para el aprendizaje.

Una vez finaliza la lección les podemos decir a los alumnos: ¿Hay algo que pueda explicar mejor?. Tenemos que darles la oportunidad de preguntar con libertad, sin hacerles sentir culpables de nada.

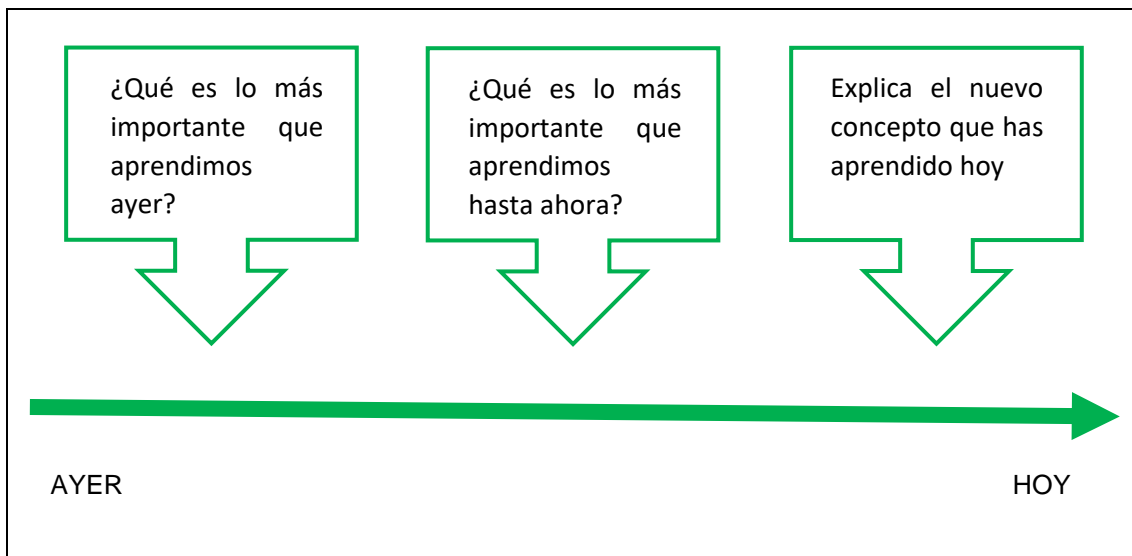


Ilustración 7: Aprendizaje desde ayer hasta hoy.

#### + Cambios en el desarrollo de la memoria.

Cuando hacemos preguntas a los alumnos tenemos que darles un tiempo de 5 ó 10 segundos para que procesen la información. El silencio, en este caso es positivo.

Existen dos tipos de memoria:

- La memoria de trabajo inmediata, a corto plazo, operativa o *working memory* (término utilizado en inglés) se refiere al almacenamiento temporal de la información. La memoria de trabajo está limitada por dos factores: la cantidad de información y el tiempo de almacenaje. Algunos expertos en la materia definen esta memoria de trabajo como:

*La memoria de trabajo es “un sistema de almacenamiento temporal bajo control atencional que forma la base de nuestra capacidad para el pensamiento complejo.”*  
 Baddeley (2007).

*La memoria de trabajo es “un sistema cuya función es mantener, durante un corto espacio de tiempo, una porción limitada de información mientras se manipula o se utiliza para realizar operaciones cognitivas complejas (...)”*  
 Ruiz-Vargas (2010).

- La memoria a largo plazo es la responsable de almacenar información durante períodos de más de seis meses, sin límite de capacidad y tiempo.

El psicólogo estadounidense **George Armitage Miller** (1960) fue conocido por sus hallazgos en el campo de la psicología cognitiva.

Realizó el siguiente estudio: seleccionó aleatoriamente, un grupo de individuos de todas las edades para estudiar si existía un límite o no de almacenaje en la memoria de trabajo. Las conclusiones a las que llegó fueron las siguientes:

- Las unidades (U) que albergaba la memoria de trabajo dependían de la edad.
- La media de unidades de trabajo en alumnos cuyas edades estaban comprendidas entre los 5 y 12 años era de 5U.
- La media de unidades de trabajo en alumnos cuya edad era superior a 14 años era de 7 a 9U.

En el año 2007, un grupo de psicólogos de Washington y Missouri estudiaron si la tecnología podía modificar la memoria de trabajo. Una vez hechos los estudios se publicaron. Repitieron las investigaciones alrededor del mundo y encontraron que las unidades que albergaba la memoria de trabajo disminuyó en los jóvenes de 3-4 unidades. Por tanto, la influencia de la tecnología es considerable.

En el hipocampo, la amígdala alberga la parte emocional del cerebro y funciona con la parte racional del cerebro. Decide si guarda la información aprendida, porque tiene sentido, la entiende y es relevante, o la descarta. Si decide descartarla, inmediatamente la olvida. Es importante conseguir que los conocimientos emocionen al alumno, sólo recordamos lo que nos emociona.

#### + Tiempo.

La principal función del cerebro es la supervivencia, éste almacena lo necesario para su futura supervivencia.

Se debe de explicar al alumno porque es significativo para ellos lo que se va a explicar

**RELEVANCIA +SIGNIFICADO= ALMACENAJE MEMORIA A LARGO PLAZO.**

#### Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:

Aplicar el principio: "MENOS ES MÁS"  
Debemos de limitar la cantidad de información en una lección. Enseñar destrezas para llegar al aprendizaje.

#### + Niveles de atención en el aula.

Es importante saber el nivel de atención según el tiempo que dura la sesión.

Al iniciar la sesión de una hora, durante los primeros 20 minutos el profesor introduce el nuevo aprendizaje puesto los alumnos estarán en un momento de máxima atención, pasado este tiempo entrarán en un período donde no serán capaces de prestar atención y por ello podemos plantear ejercicios prácticos o actividades relacionadas con lo aprendido. A los 40 minutos de haber comenzado la sesión, los alumnos pasarán por el segundo período de máxima retención donde deberemos de hacer un cierre con la finalidad escrita en apartados anteriores.

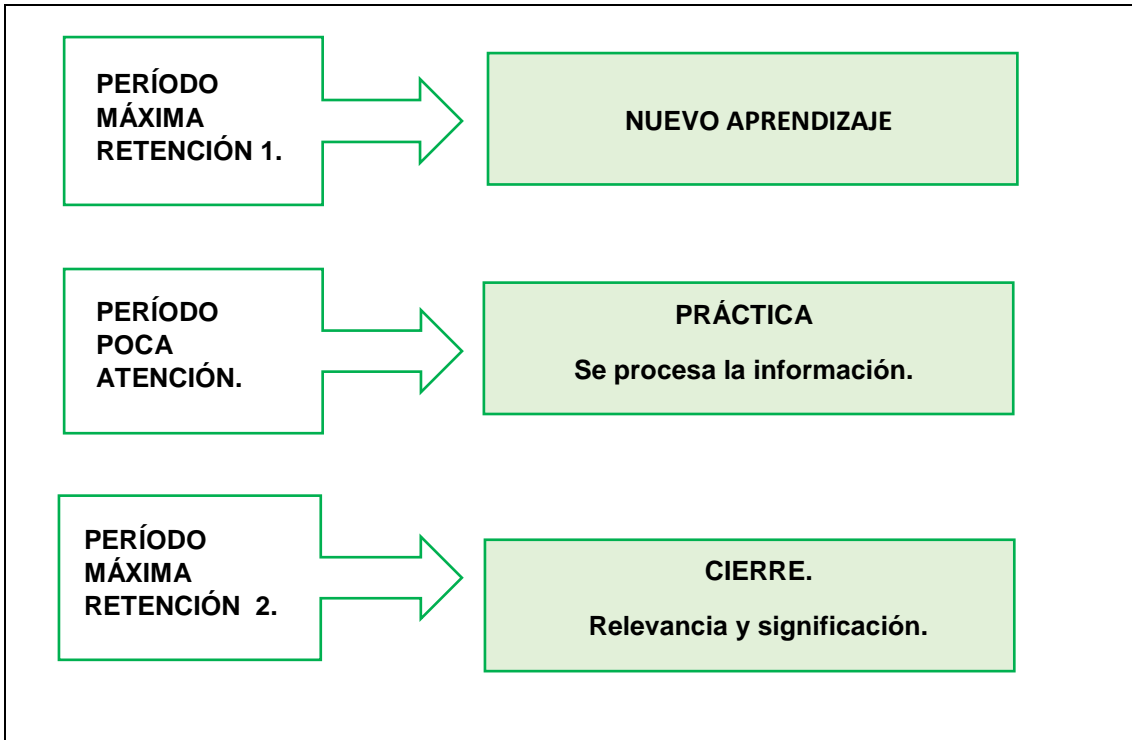


Ilustración 8: Distribución del tiempo en las clases.

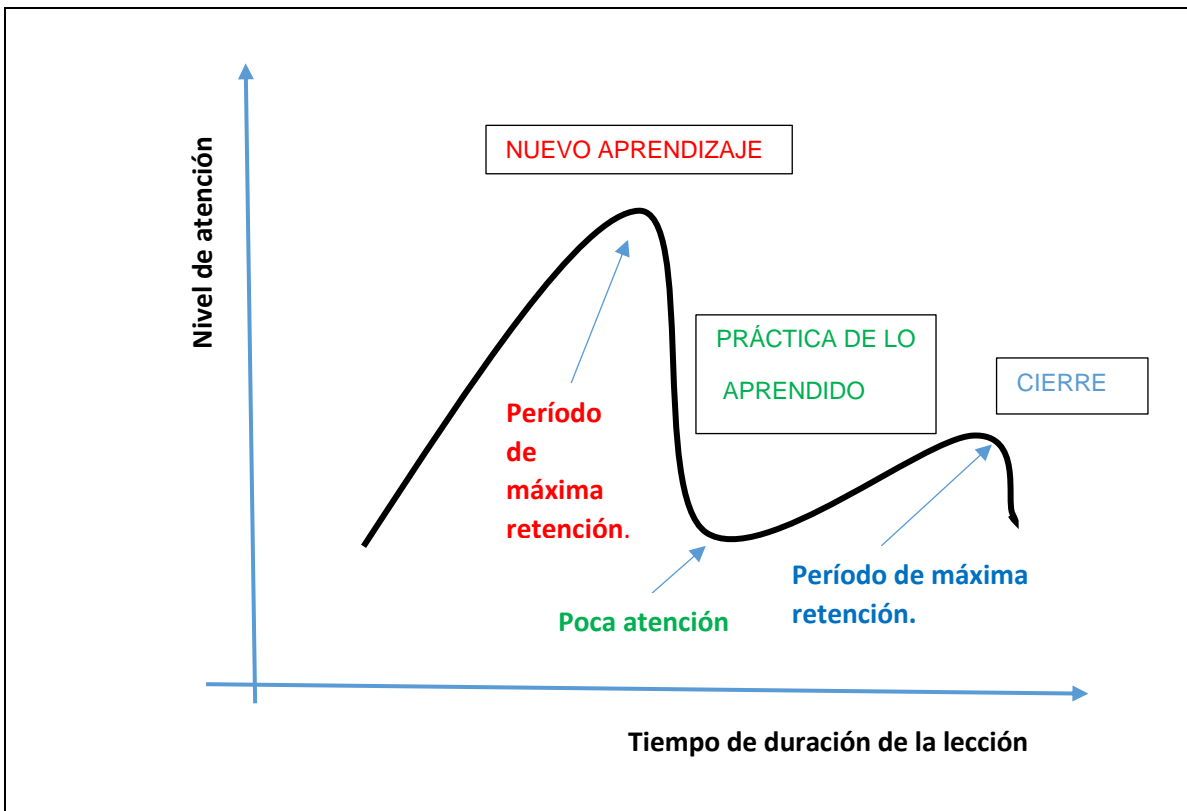


Ilustración 9: Nivel de atención durante la lección. Fuente: Dr. D. Sousa.

Los períodos destinados al nuevo aprendizaje deben de durar poco tiempo (20 minutos).

Es importante hacer una revisión y un cierre para que los alumnos trabajen y procesen la información.

Se recomienda hacer uno o dos repasos por lección en las asignaturas como la tecnología, o una vez por semana dependiendo de la dificultad del contenido.

Demasiada información frena el proceso cognitivo, el lóbulo frontal se desconecta y la única solución posible es seleccionar únicamente la información necesaria.

Tenemos que encontrar la información suficiente para que satisfaga una necesidad e ignorar el resto.

#### **Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

Encontrar un método que evite la sobrecarga de información.

#### **+ Clases invertidas o *Flipped classroom*.**

Siempre que se aplique esta metodología se debe tener en cuenta que necesitamos comprobar si los alumnos han trabajado de manera adecuada en casa. Esta metodología es útil para determinados proyectos.

#### **+ Aula de tecnología.**

Después de los primeros 20 minutos de aula taller, los alumnos comienzan a acusar el cansancio y empiezan a cometer más errores. También deberemos de tener en cuenta que el cansancio de los alumnos depende del día de la semana y de los meses del año. Por tanto, hay que tener en cuenta los ciclos diarios, semanales y mensuales para gestionar el trabajo en el aula-taller.

#### **+ Hablar.**

Hablar es una de las estrategias de memoria más productiva. Esto lo demuestra el Dr. Sousa con los resultados obtenidos en los escáneres cerebrales. Cuando una persona habla, se activan más partes del cerebro que cuando está callada.

En el lóbulo frontal es donde se sitúa nuestra personalidad. Esa parte del cerebro está muy implicada en el almacenaje a largo plazo.

#### **Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

Los alumnos deberían de conversar en clase a cerca de sus aprendizajes.  
Animar a los estudiantes a hablar con adultos y entre ellos sobre lo que se está aprendiendo.

#### **+ Internet.**

Los estudiantes de hoy en día han crecido en la era digital, esto les ha permitido dominar la tecnología.

No debemos olvidar que cuando un niño empieza a hablar su madre o su padre con sus expresiones y sus gestos consiguen enseñarle a comunicarse.

Por ello, hay que enseñarles a los estudiantes que además de internet existen otras maneras de aprender, tienen que ser capaces de discernir entre informaciones veraces o erróneas. No piensan sobre el contenido que se les pide, se limitan a consultar en internet. La información tiene que proceder de nuestro cerebro. Hay que enseñar a los alumnos destrezas para que sean capaces de aprender y dar solución a los problemas. El esfuerzo de pensar se debe de hacer en clase.

El profesor deberá seleccionar las páginas webs de consulta del alumno hasta que el alumno sea capaz de seleccionarlas por sí mismo.

Debemos de fomentar un espíritu crítico de los alumnos.

### **Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

- + Fomentar que los alumnos elaboren su propio pensamiento antes de consultar internet.
- + Utilizar estrategias para que los alumnos sean capaces de resolver problemas con acceso limitado a internet y sin él.

### **+ Desarrollo de las habilidades sociales. El impacto de los medios sociales.**

Muchas de las interacciones sociales que se producen entre estudiantes son a través de dispositivos digitales en lugar de personas.

El número de accidentes aumenta por el uso de móviles (<https://www.xataka.com/automovil/este-video-muestra-como-adolescentes-distraidos-con-su-movil-tienen-accidentes-de-trafico>)

### **+ El sueño**

Las horas de sueño de los adolescentes ha disminuido como consecuencia del uso de móviles, etc. Este fenómeno es conocido en EEUU como “vampirismo”. La causa principal es el uso inadecuado de *gadgets*.

Horas de sueño necesarias en función de la edad:

- Menores de 6 años más de 12 horas de sueño.
- De 6 a 12 años de sueño necesita de 9 a 10 horas de sueño.
- A partir de los 12 años de 8 a 9 horas de sueño.

La pérdida de sueño conduce a una mala atención, falta de memoria, irritabilidad y estrés.

Con el estrés se libera una hormona llamada cortisol. Si no se duerme, aumenta su concentración y debido a ello se produce el insomnio.

### **+ Ciclo del sueño.**

La duración del ciclo del sueño es de 8 horas

Cuando dormimos, el cerebro está un 20% más activo que cuando estamos despiertos. Es el momento en que se almacena todo lo aprendido durante el día en la memoria de largo plazo. El cerebro hace una selección de la información, se deshace de la que no es relevante enviándola al cerebelo.

El cerebro apaga las funciones del cerebelo cuando duermes.



El ciclo del sueño está compuesto por cinco períodos.

En el período REM se produce un movimiento rápido de los ojos, empezamos a soñar. En esta fase el hipocampo y la amígdala absorben lo que el alumno ha aprendido y quiere conservar, se crean unas redes neuronales poderosas en el cerebro de los estudiantes.

Si los alumnos duermen una media de 5,5 horas están perdiendo dos períodos de recordar y de llevar los conocimientos a la memoria de largo plazo. Esto supone que sólo tienen tres oportunidades en lugar de cinco para almacenar lo que han aprendido.

Cuando duermes se libera la hormona de la melatonina, si duermes cinco horas la melatonina está activa porque el cuerpo no la ha podido liberar todavía, se necesitan más horas de sueño para que sea posible. ¿Cómo podemos resolver esta situación?. Puesto que los adolescentes tienen problemas para conciliar el sueño y suelen dormir menos de cinco horas, no liberan esta hormona, la solución es hacer educación física a primera hora de la semana.

#### **Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

- Restringir el tiempo de uso de tecnología por las noches.
- Recordar a los alumnos que duerman lo suficiente. El sueño no se recupera.

#### **+ La creatividad.**

La creatividad es la habilidad de solucionar o buscar soluciones para problemas abiertos, es decir, es la solución de problemas con varias soluciones.

La inteligencia es la capacidad de solucionar un problema con una única solución.

El cerebro trata por separado la creatividad y la inteligencia pero debemos de unir ambas destrezas.

Los profesores debemos de formar a individuos capaces de solucionar los problemas del mundo que son difíciles, necesitamos formar a alumnos creativos.

A medida que los alumnos van ascendiendo de curso se sienten cada vez menos creativos. Sólo un 10% de alumnos que llegan a bachillerato se sienten creativos.

El ABP (aprendizaje basado en proyectos) genera creatividad.

#### **+ Las artes.**

Para aumentar la motivación del estudiante y desarrollar la creatividad los estudiantes deben de trabajar en diferentes asignaturas introduciendo las artes.

Las artes aumentan la creatividad porque desarrollan:

- Habilidades especiales
- Atención
- Sistemas de memoria
- La persistencia.

En EEUU en el año 2006 después de introducir más ciencia, tecnología y matemáticas no se apreció una mejora en las evaluaciones de los alumnos. Hace cuatro años se introdujo en el programa STEAM (EEUU) las artes y ahora hay un incremento en los logros

**Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

Integrar actividades artísticas en todas las áreas curriculares para estimular la creatividad.

**+ Honrar los errores**

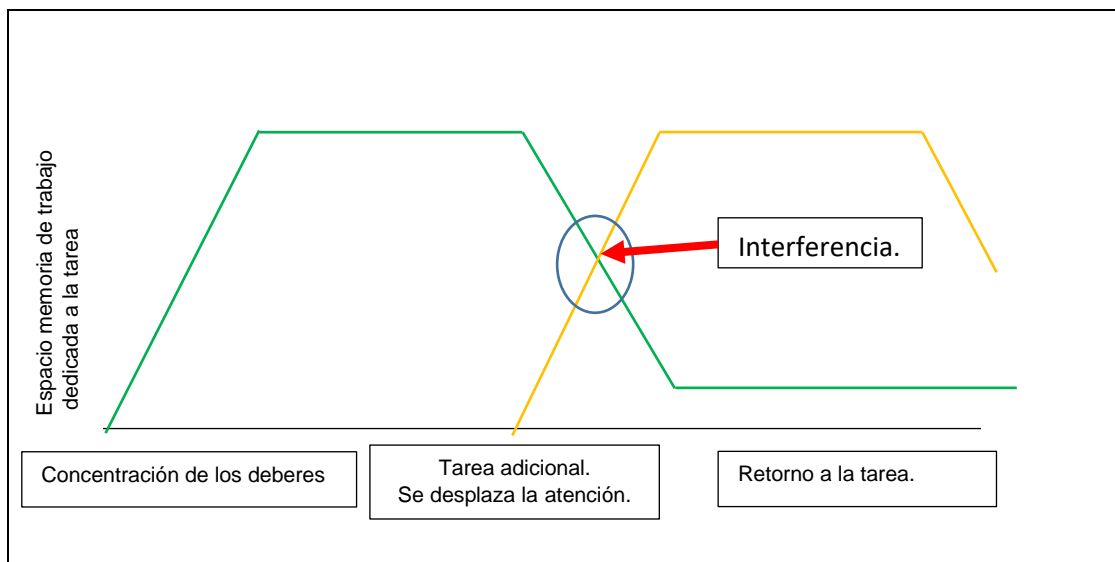
Debemos de entender los errores como parte del proceso de aprendizaje. Honrar al alumno si aprende después de equivocarse.

**+ Multitareas.**

El cerebro no está preparado a hacer multitareas. Científicamente, se dice que se está realizando de multitarea, cuando las mismas áreas del cerebro completan dos tareas diferentes simultáneas es decir, cuando el lóbulo central trabaja haciendo dos cosas a la vez con nuestro cuerpo.

El cerebro no puede realizar con éxito dos o más tareas cognitivas simultáneamente.

Al realizar multitarea se alternan tareas, esto implica una pérdida de información.



*Ilustración 10. Grado de concentración realizando una tarea. Fuente: DR. David A. Sousa.*

Algunos estudios concluyen que si se interrumpe a una persona mientras está realizando una tarea puede tardar más del 50% en terminarla y puede llegar a cometer un 50% más de errores que si trabaja sin interrupciones (Medina, 2008)

**Aplicación en las aulas-Recomendaciones para el profesor:**

Se recomienda completar un tema o proyecto principal antes de iniciar otro.

## 6. Conclusiones.

Los profesores intentamos modificar el cerebro en el aula cuando tratamos de generar nuevas situaciones en la clase.

Posteriormente, cuando los alumnos llegan a casa, recuerdan la información y la almacenan.

Al realizar este TFM, he tenido la oportunidad de hacer una breve incursión en el aprendizaje de alumnos de Tecnología de secundaria, basado en la neurociencia.

Mi intención ha sido la de transferir el conocimiento de las investigaciones a profesores noveles para facilitar su implantación en las aulas.

Al realizar esta labor, me ha posibilitado conseguir aquellos objetivos planteados al inicio del trabajo.

Soy consciente de que estamos ante una nueva manera de plantear el aprendizaje en las aulas y esto puede provocarnos inseguridad. La manera de combatirlo sería pensar que los alumnos necesitan un cambio, nuevas metodologías que hagan que sus aprendizajes sean útiles y duraderos.

Nuestra misión es formar individuos capaces de afrontar un futuro incierto, de vivir en un mundo cambiante con nuevas demandas. Los alumnos deben de ser capaces de encontrar una solución creativa a sus problemas.

Como profesores deberemos buscar los medios para conseguirlo. La neurociencia nos da esas herramientas para que los alumnos aprendan a través de sus emociones, consigan aprendizajes duraderos y capacidad para afrontar nuevos retos resolviéndolos con creatividad.

La responsabilidad de tener ante nosotros a los ciudadanos del futuro hace de nuestro trabajo sea un reto cada día.

Una manera de empezar a introducir la neurociencia en el aula es buscar experiencias positivas en otros países, donde han realizado estudios con sus alumnos y cuyos resultados han sido satisfactorios.

Una vez analizados los diferentes estudios podemos adaptarlos a las necesidades y características de nuestro sistema educativo. Hoy en día tenemos muchos recursos para su implantación.

Utilizar diferentes metodologías de enseñanza como puede ser el trabajo por proyectos, las actividades cooperativas formales e informales, juegos, etc. junto con clases expositivas, haciendo uso de las nuevas tecnologías de manera responsable, nos da unas herramientas de trabajo que hace unos años eran imposibles de pensar. Puede ser una manera eficaz para trabajar tanto la atención a la diversidad como al resto de alumnos de clase.

Tras haber asistido al seminario de neurociencia educativa del Dr. Sousa he podido aprender y explicar en el TFM, pequeñas cosas que podemos trabajar con nuestros alumnos de manera sencilla. Debemos de ser conscientes de que gestionar las emociones en el aula es importante para conseguir un aprendizaje.

Como profesores nos enfrentamos día a día al reto de conseguir la máxima atención de nuestros alumnos durante largos períodos de tiempo. Tenemos que estimular sus cerebros y su cuerpo realizando actividades variadas, introduciendo la música, provocando el movimiento, etc.

Hay personas que creen que la neurociencia forma a individuos fríos, capaces de controlar sus sentimientos. Otros piensan que estamos formando a individuos manipulables a través de sus emociones.

Desde mi punto de vista, nuestra misión como profesores es formar a personas críticas, con criterios propios. Enseñarles a formar sus propias opiniones, respetar sus creencias si son fundamentadas aunque no sean las mismas que las nuestras y todo ello consiguiendo la máxima atención de nuestros alumnos a través de sus emociones.

Aprender a darnos cuenta que nuestras creencias no son siempre las correctas, que podemos equivocarnos y rectificar si es necesario. Ser personas humildes nos ayudará a no dejar de aprender a lo largo de nuestras vidas.

No sólo es importante que los alumnos consigan logros académicos. También debemos de enseñar valores, el significado de lo que aprenden y a motivarse por ellos mismos.

La neurodidáctica abarca todos los aspectos necesarios para formar a ciudadanos responsables y felices.

Hoy en día vemos como los casos de acoso escolar aumentan, los padres y profesores debemos plantearnos que algo falla en la sociedad, los niños y adolescentes tienen que trabajar más sus emociones, sus valores.

Una manera de lograr un buen rendimiento académico y personal podría ser realizando clases enriquecedoras y plurales. Donde se introduzca el factor novedad para que los alumnos mejoren su atención día a día.

Debemos ser capaces de fomentar el trabajo en equipo, los alumnos, se deben ayudar unos a otros para que juntos consigan la meta que se proponen.

No hay alumnos listos ni tontos, simplemente hay alumnos con diferentes habilidades y si potenciamos cada una de ellas conseguiremos que todos los miembros del grupo compartan conocimientos y motivación.

Nuestra misión es acompañarlos en su camino para que sean personas con valores y cultura capaces de tener su propio criterio para enfrentarse a los retos del futuro.

Este TFM es sólo una pequeña muestra de que en algunos países ya se está aplicando en las aulas de primaria, secundaria y universitarias en todas las materias. Las herramientas que necesitamos para ello son sencillas y fáciles de aplicar. Trabajando en equipo neurocientíficos y profesores podemos conseguir mejores resultados en las clases.

Al salir cada día del aula, podríamos preguntarnos si hemos sido capaces de despertar las emociones de nuestros alumnos y si nuestros alumnos han cumplido con los objetivos de aprendizaje que nos planteamos para dicha sesión...

## 7. Bibliografía.

- Arbib, M.A. (2005). From Monkey-like action recognition to human language: An evolutionary framework for neurolinguistics, *The Behavioral and Brain Sciences*, 2, 105-124.
- Abdullah, M. (2008) 'Children's implicit theories of intelligence: Its relationships with self-efficacy, goal orientations, and self-regulated learning.' *The international journal of learning*, 15(2), 47-56.
- Armstrong, T. (2012). *El poder de la neurodiversidad*. Paidós Ibérica.
- Balu, D.T., & Lucky, I. (2009). Adult Hippocampal neurogenesis: Regulation functional implications, and contributions to disease pathology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33, 232-252
- Blackwell, L.S., Trzesniewski, K.H. & Dweck, C.S. (2007) 'Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: a longitudinal study and an intervention.' *Child development*, 78(1), 246-263.
- Booth, T. y Ainscow, M. (2015). *Guía para la educación inclusiva. Desarrollando el aprendizaje y la participación en los centros escolares*. Madrid: FUHEM/OEI.
- Bueno, D. y Torrens, R. (2017). *Neurociència per educadors*. Barcelona.
- Campusano, L. I. (2006). Neurodidáctica: Aprender Desarrollando El Cerebro. En: *Revista Entorno Empresarial.com*.
- Carter, R. (1998). *Mapping The mind*. Los Angeles : University of California Press.
- Dekker, S., Lee, C.L., Howard-Jones, P., Jolles, J. (2012): "Neuromyths in education: prevalence and predictors of misconceptions among teachers", *Frontiers in Psychology*.
- Della Chiesa, B. et al. (2007). *Understanding the brain: the birth of a learning science*. OECD.
- Deng, W., Aimone, J. B., & Gage, F. H. (2010). New neurons and new memories: How does adult hippocampal neurogenesis affect learning and memory? *Nature reviews Neuroscience*, 11(5), 339-350.
- Dommett, E., Devonshire, I., Sewter, E. & Greenfield S. (2013) 'The impact of participation in a neuroscience course on motivational measures and academic performance.' *Trends in neuroscience and education*. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tine.2013.05.002>
- Dweck, C.S. & Leggett, E.L. (1988) 'A social cognitive approach to motivation and personality.' *Psychological review*, 95 (2), 256-273.
- Dweck, C.S. & Sorich, L. (1999) 'Mastery-oriented thinking.' In C.R. Snyder (ed), *Coping*. New York: Oxford University Press.
- Dweck, C.S. (1999) *Self-theories: their role in motivation, personality, and development*. Philadelphia: Psychology Press.
- Eccles, J.S., Wigfield, A., Midgley, C., Reuman, D., Maciver, D. & Feldlaufer, H. (1993) 'Negative effects of traditional middle schools on students' motivation.' *Elementary school journal*, 93(5), 553-574.
- Eccles, J.S., Vida, M.N. & Barber, B. (2004) 'The relation of early adolescents' college plans and both academic ability and task-value beliefs to subsequent college enrolment.' *Journal of*

early adolescence, 24(1), 63-77.

- Echeita, G. y Ainscow, M. (2011): "La educación inclusiva como derecho. Marco de referencia y pautas de acción para el desarrollo de una revolución pendiente". *Tejuelo* 12, 26-46.
- Eleanor J., Dommett, I.M., Devonshire, E., Sewter, S. y Greenfield, A. (2013). The impact of participation in a neuroscience course on motivational measures and academic performance. *Trends in Neuroscience and Education*. Ed: Elsevier.
- Evangelou, M., Taggart, B., Sylva, K., Melhuish, E., Sammons P. & Siraj-Blatchford, I. (2008) *What makes a successful transition from primary to secondary school?* London: DCSF. Available from: [http://www.ioe.ac.uk/successful\\_transition\\_from\\_primary\\_to\\_secondary\\_report.pdf](http://www.ioe.ac.uk/successful_transition_from_primary_to_secondary_report.pdf)
- Flórez, J. (2015). Discapacidad Intelectual y neurociencia. *Revista Síndrome de Down* 2015; 32: 2-14
- Flórez, J. (2016): "Neurodiversidad, discapacidad e inteligencias múltiples". *Revista Síndrome de Down* 33, 59-64.
- Friedrich, Gerhard y Preiss (2003). "Neurodidáctica", *Revista Mente y cerebro*: 4 – Esquizofrenia.
- Gazzaniga, M. S. (1998). *The mind's past*. Berkely: University of California Press.
- Gazzaniga, M. S. (1998b). The Split brain revisited, *Scientific American*, julio, pp.48-51.
- Geake, J. G. (2008): "Neuromythologies in education", *Educational Research*, 50.
- Geday, J., Gjedde, A. (2009). Attention, emotion and deactivation of default activity in inferior medial prefrontal cortex. *Brain and cognition*, 69, 344-352
- Goswami, U. (2006): "Neuroscience and education: From research to practice?", *Nature Reviews Neuroscience*, 7.
- Guillén, J. C. (2016). "Las claves de la neuroeducación": <http://www.niuco.es/2016/03/03/las-claves-de-la-neuroeducacion/>
- Gutman, L.M. & Midgley, C. (2000) 'The role of protective factors in supporting the academic achievement of poor African American students during the middle school transition.' *Journal of youth and adolescence*, 29(2), 223-248.
- Hattie J. (2015): "The applicability of visible learning to higher education". *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology* 1(1), 79-91.
- Henderson, V.L. & Dweck, C.S. (1990) 'Achievement and motivation in adolescence: a new model and data.' In S.F.G. Elliott (ed), *At the threshold: the developing adolescent*. Cambridge, MA: Harvard University.
- Henry, L. (2011). *The development of working memory in children*. Sage.
- Hong, Y.Y., Chiu, C.Y., Dweck, C.S., Lin, D.M.S. & Wan, W. (1999) 'Implicit theories, attributions, and coping: a meaning system approach.' *Journal of personality and social psychology*, 77(3), 588-599.
- Howard, P. (2011). *Investigación neuroeducativa*, La Muralla.
- Kitamura, T., Mishina, M., & Sugiyama, H (2006). Dietary restriction increases hippocampal neurogenesis by molecular mechanisms independent of NMDA receptors. *Neuroscience Letters*, 392(2-3), 94-96.

- Korol, D. L., & Gold, P.E. (1998). Glucose, memory, and aging. *American Journal of clinical Nutrition*, 67, 764S-771S
- Lagemann, E.C. (2000). *An elusive science: the troubling history of education research*. Chicago: University of Chicago Press.
- Márquez, A. (2015). "La inclusión educativa: Análisis de una lucha": <http://siesporelmaestronuncaaprendo.blogspot.com/es/>
- Meerlo, P., Mistlberger, R. E., Jacobs, B. L., Heller, H. C., & McGinty, D. (2009). New neurons in the adult brain: The role of sleep and the consequences of sleep loss. *Sleep Medicine Reviews*, 13, 187-194.
- Midgley, C., Feldlaufer, H. & Eccles, J.S. (1989) 'Student teacher relations and attitudes toward mathematics before and after the transition to junior-high school.' *Child development*, 60(4), 981-992.
- Montemayor, R., Adams, G.R. & Gullotta, T.P. (1990). *From childhood to adolescence: a transitional period*. Newbury Park, CA: Sage.
- Mora, F. (2005). *El Reloj de la Sabiduría. Tiempos y Espacios en el Cerebro humano*. Alianza Ensayo. Alianza Editorial. Madrid.
- Mora, F. (2007). *Neurocultura. Una cultura basada en el cerebro*. Alianza Ensayo. Alianza Editorial. Madrid.
- Muntaner, J. (2000). "La igualdad de oportunidades en la escuela de la diversidad". Profesorado. *Revista de Curriculum y Formación del Profesorado* 4 (1), 1-19.
- Muntaner, J. (2014). "Prácticas inclusivas en el aula ordinaria". *Revista nacional e internacional de educación inclusiva* 7(1), 63-79.
- Navarro, J; Fernández, M<sup>a</sup>.T<sup>a</sup>; Soto, F.J. y Tortosa F. (Coords.) (2012). *Respuestas flexibles en contextos educativos diversos*. Murcia: Consejería de Educación, Formación y Empleo.
- Pereira. A.C, Huddleston, D.E., Brickman, A.M., Sosunov, A.A., Hen, R., McKhann, G. M., Small, S. A. (2007). An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 104, 5638-5643.
- Reaño, E. (2015). "Neurodiversidad: Más allá de la inclusión educativa". <http://www.puntodeencuentro.pe/columnistas/ernesto-neurodiversidad>.
- Rodríguez, R. (2016): "La construcción de ambientes de aprendizajes desde los principios de la neurociencia cognitiva". *Revista nacional e internacional de educación inclusiva* 9(2), 245-263.
- Ruíz-Vargas, J. M. (2010). *Manual de psicología de la memoria*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Seeger, C. et al. (2000). "Functional magnetic resonance imaging evidence for right-hemisphere involvement in processing of unusual semantic relationships", *Neuropsychology*, 14.
- Simmons, R.G., Burgeson, R., Carltonford, S. & Blyth, D.A. (1987) 'The impact of cumulative change in early adolescence.' *Child development*, 58(5), 1220-1234.
- Smith, M.A, Riby, L. M., van Eekelen, J., & Foster J.K. (2011). Glucose enhancement of human memory: A comprehensive research review of the glucose memory facilitation effect. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35, 770-783
- Sousa, D.A. (2002). *Cómo aprende el cerebro*. Ed: Corwing.
- Sousa, D.A. (2014). *Neurociencia educativa. Mente, cerebro y educación*. Ed: Narcea.



Stallen M., Sanfey A. G. (2015): "Cooperation in the brain: neuroscientific contributions to theory and policy". *Current Opinion in Behavioral Sciences* 3, 117-121.

Tokuhama-Espinosa y Tracey (2011). *Mind, brain and education science*. Norton & Company.

The Royal Society (2011). Brain waves. *Neuroscience: implications for education and lifelong learning*.

Wigfield, A., Byrnes, J.P. & Eccles, J.S. (2006). 'Development during early and middle adolescence.' In P. Alexander & P. Winne (eds), *Handbook of educational psychology* (2nd ed.). New York: Macmillan Publishing.