

Publicado en Libro “Experiencias científicas en el diario vivir: Investigación al servicio de la humanidad” ISBN: 978-958-52274-6-0

CITAR COMO:

Estupiñan Meneses, J. A. (2021). Representaciones iconográficas :

Neuroprocesos recurrentes durante la enseñanza- aprendizaje de las ciencias naturales mediante didácticas iconográficas. In Medio Pan y un Libro (Ed.), *Experiencias Científicas en el diario vivir: Investigación al servicio de la humanidad* (Primera, pp. 172–206). Bogotá, Colombia. Retrieved from <https://reddi.net/producto/experiencias-cientificas-en-el-diario-vivir-investigacion-al-servicio-de-la-humanidad/-al-servicio-de-la-humanidad.pdf>

# **Representaciones iconográficas: Neuroprocesos recurrentes durante la enseñanza- aprendizaje de las ciencias naturales mediante didácticas iconográficas**

JULIO ANDRÉS ESTUPIÑAN MENESES<sup>1</sup>

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo de reflexión es fruto de diversas investigaciones (Estupiñan M., 2017, 2018, 2019) en el ramo de la iconografía como didáctica que pretende exponer las relaciones intrínsecas entre los procesos

---

<sup>1</sup> Doctorando en Educación UEM, Magister en Didáctica de las Ciencias UAC, Especialista en Pedagogía USABU, Diplomado en Lectura y Oralidad en Ciencias UD, Lic. Física y Matemáticas UNIVALLE, Ing. Mecánico UNAL.

didácticos cognitivo-lingüísticos del aprendizaje mediante didácticas iconográficas y los procesos naturales de la Neurodidáctica del Cerebro, con el fin último de hacer una propuesta justificada para la creación de un aula en Neurofitness en el Colegio Enrique Olaya Herrera I.E.D en el trabajo de procesos de atención y concentración mediante imágenes. De esta manera se encuentra en esta relación armoniosa entre los procesos Neurodidácticos de entrenamiento en atención y concentración, elementos sustanciales que benefician los procesos de enseñanza aprendizaje y que son de gran valor en el trabajo de didácticas de inclusión.

#### **PALABRAS CLAVE:**

Representaciones Iconográficas, Procesos cognitivo-lingüísticos, Neurodidáctica, Pensamiento Crítico, Inclusión.

#### **El Neuroproceso de transmisión de la información iconográfica**

En general se acepta que la transmisión de la información que ocurre en el cerebro se realiza a través de vía sináptica, donde participan neurotransmisores y otras sustancias mensajeras que acopladas a los receptores y tras alcanzar el umbral de excitación electroquímica, dan origen a un evento llamado potenciación a largo plazo, que produce el reforzamiento de la conexión sináptica correspondiente (Caicedo López, 2017, p.89).

Este último proceso se realiza en nuestro cerebro ante la presencia de los neurotransmisores (ver Tabla 1) que intervienen en las sinapsis químicas. Entonces, según

Coveñas & Aguilar (2010) si en la membrana sináptica se produce la despolarización, tendremos una sinapsis excitadora que permite la conexión; mientras que, si se hiperpolariza tendremos una sinapsis inhibidora que rechaza o desconecta el proceso. Este proceso se conoce como aprendizaje.

A continuación explicaremos desde la Neurociencia la configuración encontrada en investigaciones (Estupiñan M., 2017, 2018, 2019) realizadas empleando didácticas iconográficas para los procesos de enseñanza aprendizaje y su relación con las áreas cerebrales planteadas según Brodmann<sup>2</sup>. La fig. 1 resume el ciclo de estos procesos.

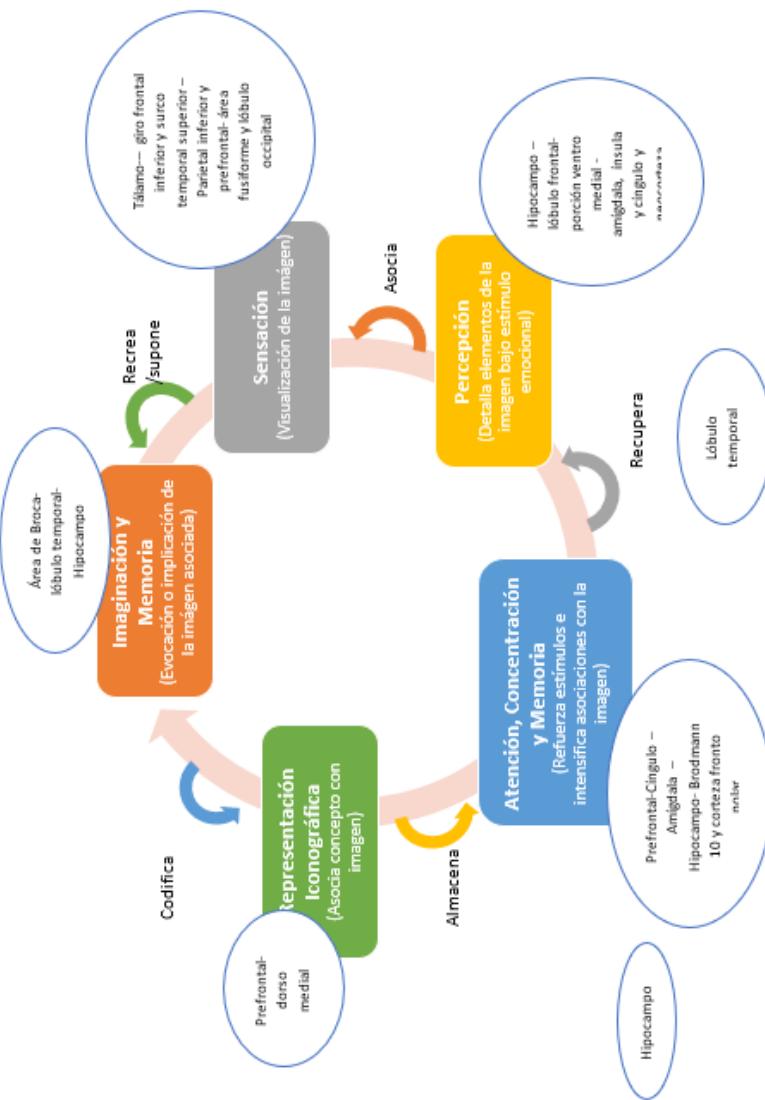
## **Configuración de Neuroprocesos recurrentes en el uso de didácticas iconográficas**

### **La Imaginación**

Somos básicamente máquinas de soñar que construyen modelos virtuales del mundo real (Llinas, 2003). La imaginación es el proceso cognitivo mediante el cual elaboramos imágenes mentales (que pueden ser reproducciones de la realidad conocida o que pueden ser modificaciones de estas) anticipadamente a la realidad; la imaginación es un proceso de creación mental (Ortiz Ocaña, 2015, p. 86). Cuando imaginamos gráficamente un concepto o un objeto, la parte más anterior del lóbulo frontal se activa (áreas 9,10,11y 12 de Brodmann).

---

<sup>2</sup> Elementos tomados de : (Arango-dávila, César Augusto J, 2004), (Cabral-Paffen, 2015) y  
<https://psicologiamente.com/neurociencias/areas-brodmann>



*Fig. 1 Procesos Neurodidácticos recurrentes en la educación mediante didácticas iconográficas. Elaboración propia.*

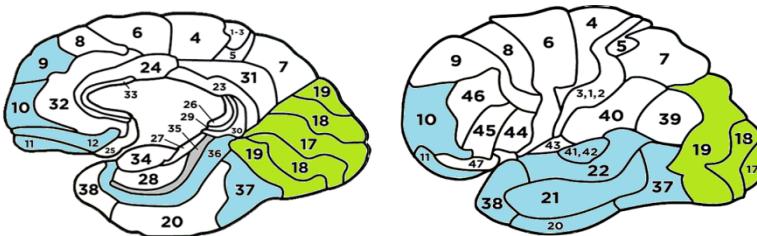
*Tabla 1. Neurotransmisores básicos empleados en el proceso de enseñanza aprendizaje. Basado en Izaguirre (2018).*

Neurotransmisores	Efecto
<i>Angiotensina II y endotelina I</i>	<i>Comunicación interneuronal (Coveñas y Aguilar, 2010, p.18)</i>
<i>Angiotensina II y Vasopresina</i>	<i>Inhibidores (Coveñas y Aguilar, 2010, p.42)</i>
<i>Acetilcolina</i>	<i>Atender y Memorizar (Coveñas y Aguilar, 2010, p.207, 201-11)</i>
<i>Serotonina</i>	<i>Estados de ánimo (Aamond y Wang, 2009, p.207; Braidot, 2010, p.28)</i>
<i>Cortisol y Corticotropina</i>	<i>Estrés (Small &amp; Vorgan, 2009, p.163; Aamond y Wang, 2009, p.73)</i>
<i>Endorfinas</i>	<i>Disminución del Dolor (Ammond y Wang, 2009, p.115)</i>
<i>Dopamina</i>	<i>Niveles de respuesta, motivación, emociones y placer (Aamond y Wang, 2009, p.137, 139-207)</i>
<i>Norepinefrina y Noradrenalina</i>	<i>Excitación (Álvarez, 2011, p.120)</i>
<i>Oxitocina</i>	<i>Confianza ((Aamod y Wang, 2009, p. 214)</i>
<i>Dopamina, Serotonina, adrenalina y noradrenalina</i>	<i>Ánimo, atención, sueño y movimiento (Aamod y Wang, 2009, p. 305)</i>
<i>Ácido gamma aminobutírico</i>	<i>Inhibidor (Aamod y Wang, 2009, p. 318)</i>
<i>Glutamato</i>	<i>Excitador (Taleisnik, 2012, p.71)</i>
<i>Somatostatina</i>	<i>Neurotrópico (Coveñas y Aguilar, 2010, p. 51)</i>

Cada vez que escuchamos una palabra, nuestra memoria semántica se acciona, la audición, los recuerdos, los sueños y las emociones interactúan en la recuperación de información asociada a la palabra, los lóbulos temporales intervienen (áreas 20,21,22,36,37,38,41 y 42 de Brodmann) y se conectan con el lóbulo prefrontal para alcanzar con éxito este objetivo. La palabra entonces se transforma en una imagen asociada: estamos imaginando

el concepto o el objeto, aunque no lo tengamos realmente presente ante nuestros sentidos (Ver fig. 2).

La memoria semántica inicia su proceso de intervención cuando encuentra en los recuerdos asociaciones básicas con la palabra, asociaciones que en el caso de las imágenes corresponden a iconemas guardados selectivamente (áreas 17, 18 y 19 de Brodmann) y que a manera de eslabones reconstruyen una imagen asociada a la palabra: decodificamos iconográficamente la información para reproducir o modificar virtualmente la realidad. En este proceso también interviene el lóbulo temporal que está asociado con la recuperación de conceptos (Carretié, 2011, p.248), mientras que la construcción de imágenes mentales está asociada también como la memoria espacial al hipocampo (Sharma, Rakoczy, & Brown-Borg, 2010).



#### Áreas prefrontales: 9, 10, 11 y 12

Formada por las áreas 9, 10, 11 y 12 de Brodmann, la región prefrontal de la corteza cerebral alberga los procesos cognitivos más complejos, es decir, el pensamiento, el razonamiento, la voluntad, la imaginación, la organización del tiempo, etc.

#### Área visual primaria: 17

La área visual primaria está formada por la región 17 de Brodmann y su función es la de "unir" en una sola la información que llega de los dos ojos.

#### Áreas visuales secundarias: 18 y 19

Formada por las áreas 18 y 19 de Brodmann, la región visual secundaria, también conocida como área psicosvisual, permite disponer de una visión en tres dimensiones, detectar variaciones en la intensidad lumínica y asociar los estímulos visuales a la memoria, es decir, almacenar recuerdos en forma de imágenes.

#### Áreas del lóbulo temporal: 20 y 21

Formada por las áreas 20 y 21 de Brodmann, la región del lóbulo temporal analiza los aspectos más complejos de la información de los sentidos, es decir, permite vincular la experimentación de sensaciones al pensamiento y al razonamiento.

#### Área psicoaddictiva: 22

La área psicoaddictiva o área 22 de Brodmann es la región de la corteza cerebral que se encarga de permitir la comprensión del lenguaje oral, es decir, procesa la información auditiva y estimula los procesos necesarios para entender lo que nos dicen.

#### Área 36 de Brodmann

El área 36 de Brodmann está relacionada con el reconocimiento de imágenes y con la memoria, especialmente con el almacenamiento de recuerdos de forma inconsciente, es decir, sin que haya una intención de recordar algo.

#### Área 37 de Brodmann

El área 37 de Brodmann está vinculada al reconocimiento de caras (almacena la información de los rostros que conocemos), la comprensión de las metáforas y otros recursos poéticos e incluso permite el desarrollo del lenguaje de signos.

#### Áreas auditivas primarias: 41 y 42

Formada por las áreas 41 y 42 de Brodmann, la región auditiva primaria es la que permite que situemos los sonidos en el espacio, es decir, que sepamos de dónde vienen los ruidos que escuchamos, y que seamos capaces de percibir pequeñas variaciones en la intensidad de estos.

*Fig. 2 - Áreas de Brodmann que intervienen en el proceso imaginativo del concepto. Elaboración propia.*

El proceso de imaginación y memoria puede ser ubicado en medio de los procesos sensoriales y representativos. No existe elemento imaginado que no contenga elementos básicos de la realidad recogidos en su experiencia sensorial o guardados en su memoria como una representación. Aunque parezca que la imaginación se aparta mucho de la realidad, se deriva de ella.

La necesidad de identificar el objeto de conocimiento obliga al cerebro a imaginar. En el proceso de identificación del aprendizaje con la didáctica iconográfica es importante partir de la imaginación donde se pueden esbozar los iconemas previos de enlace que satisfacen las necesidades particulares y significativas del estudiante y que regulan su proceso cognitivo; es importante para recrear las representaciones existentes en diferentes entornos, evaluarlas y si es necesario someterlas a nuevas modificaciones en caso de que no se adapten a las nuevas circunstancias o reafirmarlas si así se requiere, mediante su reproducción cada vez más fiel a la realidad (evolución del paradigma). Cuando la imaginación pretende justificarse, inicia el proceso de suposición o hipotetización de lo imaginado, haciendo necesaria una confirmación sensorial con el objeto de conocimiento, confirmación que puede ocurrir con un recuerdo o con la exposición directa ante el objeto.

## **La Sensación**

La sensación es el efecto inmediato de los estímulos en el organismo (Ortiz, 2015, p. 71), resultado de la interacción del ser humano con el objeto del conocimiento. A partir del instante en que aparece la imagen en la retina, inicia un proceso de ir y venir de información. Ese intercambio entre la imagen y nuestro centro visor en el

lóbulo occipital (áreas 17, 18 y 19 de Brodmann) ocurre en fracciones de segundos en forma repetitiva millares de veces. Según Martinez (2009, p.144-145) cada elemento de la imagen (iconos e iconemas) es comparado con el archivo de información guardado en la memoria, la amplia red del conocimiento previo, buscando una relación (la más básica posible) que nos permita interpretar dicha imagen.

Los estímulos sensoriales visuales y auditivos que van al lóbulo occipital llegan inicialmente a través del tálamo a la amígdala y de ahí a la neocorteza. La amígdala es el lugar donde almacenamos las experiencias emocionales (conscientes e inconscientes) y es necesario enfatizar que en cualquier evento de peligro que detectemos, actuemos inmediatamente, por eso tiene la ruta inicial a nuestra información visual, toda la región límbica se activa (áreas 23, 24, 29, 30, 35 y 38 de Brodmann). Mientras que la Neocorteza (áreas 5, 6, 7, 8 y 9 de Brodmann) nos permite razonar sobre esta información y tomar con más calma una decisión (ver fig. 3). Como dice Izaguirre (2018, p.53) la emoción precede a la razón, de ahí la fuerza emocional inicial de los estímulos visuales y su prioridad ante otros estímulos sensoriales. Esas experiencias previas sensoriales guardadas en la memoria a través de recuerdos serán el primer recurso informativo para la justificación de lo imaginado, para su reconstrucción o para su injerencia.

Por otro lado, la formación de células especializadas en la identificación visual de objetos y de rostros se da en la corteza visual temprana. En el proceso de identificar visualmente un objeto intervienen varios elementos tales como la ubicación espacial asociada a la corteza parietal inferior y la forma, el tamaño o el color que son asociados a la parte orbital de la corteza prefrontal. La corteza visual temprana al comunicarse con la corteza prefrontal no solo

permite el reconocimiento rápido de elementos básicos de la imagen (iconemas), sino también en la zona de periferia del objeto, donde se hace difícil percibir detalles. (Carretié, 2011, p. 133-34)

Cuando se trata por ejemplo de reconocer rostros mediante la superposición de iconos básicos, es el área fusiforme la encargada de este proceso de identificación visual. (Braidot, 2010, p. 201-2). Nuestras reacciones ante las intenciones que la expresión facial de rostros y tonos de voz proponen, se ven reguladas por la corteza prefrontal medial.

Aunque los procesos anteriores se ejecutan en su mayoría en la corteza visual primaria, se activan como se puede reconocer otras áreas corticales. Específicamente, es el lóbulo occipital quien está vinculado al procesamiento visual, y es en lóbulo occipitotemporal donde las palabras se transforman en imágenes y viceversa. Aprender cuando observamos, es una actividad cerebral en la cual la detección de mínimas representaciones del lenguaje visual establece patrones o códigos de comunicación. Durante el aprendizaje las neuronas espejo localizadas en el giro frontal inferior y en el surco temporal superior intervienen y son, como dice Izaguirre (2018) las que detectan por ejemplo en el rostro del docente y de los otros compañeros, las emociones como reacción ante un objeto de conocimiento; generando empatía o no, hacia éste. Es aquí donde las neuronas espejo se encuentran entonces especializadas en imitar lo que observan y esta imitación puede ser de agrado o de desagrado ante el suceso que se presenta, motivando o no el deseo de conocer.

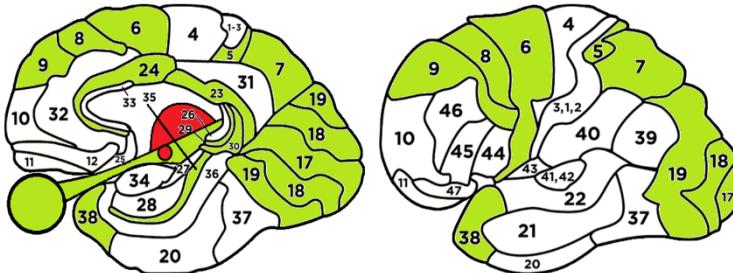
No se puede negar entonces que la imitación es una de las bases iniciales de aprendizaje, el sujeto sensorialmente

a través de sus sentidos recibe información acerca de una conducta o suceso, observa a cada paso el objetivo a perseguir, el proceso de ejecución y la conclusión de este. Guarda de esta forma un aprendizaje a partir de la experiencia de otro sujeto, mediante imágenes que servirán de conexión futura (espejos) para activar recuerdos. Así estas imágenes básicas o íconos sirven de patrones de identificación para comparar a través de similitudes o diferencias la situación, y entonces conectarla o descartarla de su proceso de aprendizaje.

De esta manera (experiencia colectiva de la imitación) la sensación percibida ante el objeto imaginado cristaliza y fundamenta los iconemas previos, asegurando el enlace inicial producido por la imaginación con el conocimiento previo, que deberá afianzarse con nuestras emociones.

## **Las Emociones**

La emoción es el regulador de la intensidad sináptica. La mayor parte de la información que el estudiante tiene como referente previo es incompleta o ambigua, se basa en gran parte en su intuición o pocas experiencias vividas o imaginadas, necesita ser afianzada. La amígdala, la ínsula y el cíngulo (áreas 23, 24, 29, 30 y 35 de Brodmann) son las encargadas de responder a las emociones, la primera a las emociones ocasionadas por los estímulos sensoriales y las otras dos en las emociones ocasionadas por estímulos internos (sentimientos, conductas, etc.) (Aamond y Wang, 2009, p.171-75, 177, 180). El lóbulo frontal también juega un papel importante en el registro consciente de las emociones, interviniendo en el control de las reacciones y comportamientos (Braido, 2010, p.212), mientras que la porción ventro medial está relacionada con las emociones y los afectos.



**Áreas sensitivas secundarias: 5 y 7**

Las áreas 5 y 7 de Brodmann conforman la región sensitiva secundaria y se encargan de recibir la información del sentido de la vista, procesarla y controlar los movimientos corporales que hacen como respuesta a estos estímulos visuales.

**Área premotora: 6**

El área 6 de Brodmann es una región del cerebro que genera un impulso para que desempeñemos un movimiento voluntario. Es decir, no produce movimientos involuntarios, pero sí que nos incita a movernos ante determinados estímulos visuales o auditivos.

**Área 8 de Brodmann**

El área 8 de Brodmann se encarga de controlar la musculatura ocular, es decir, de regular los movimientos voluntarios de los ojos.

**Áreas límbicas: 23, 24, 29, 30, 35 y 38**

Las áreas 23, 24, 29, 30, 35 y 38 de Brodmann conforman la región límbica de la corteza cerebral. Estas áreas están muy vinculadas con el desarrollo de emociones (especialmente las más básicas) y la ejecución de comportamientos instintivos.

*Fig. 3 – Áreas de Brodmann que intervienen en el proceso sensorial y emocional de la visualización de la imagen. Elaboración propia.*

El lenguaje emocional se impone al lenguaje oral por restar codificado en circuitos neuronales más profundos, así como el lenguaje visual se impone al escrito y al oral por estar codificado en forma de iconemas básicos más simples que los grafemas y fonemas.

Los recuerdos de experiencias emocionalmente importantes se codifican rápidamente y se consolidan intensamente, se recuerdan mejor y son más duraderos según Izaguirre (2018, p.130), por lo anterior las emociones orientadas adecuadamente pueden servir de apoyo a la labor docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje pues regulan la

intensidad de proceso, focalizando, analizando y ejecutando no solo más rápido sino con mayor precisión.

El hipotálamo funciona como sistema de enlace entre el sistema cognitivo y el emocional formando un solo suprasistema. De esta forma los estados emocionales y afectivos tienen principal importancia en el proceso de aprendizaje, ya que pueden inhibir, distorsionar, excitar o regular este proceso. (Martínez, 2009, p. 111). Arraigada la imagen entonces en nuestra mente, se deja reconocer e interpretar.

## **El proceso de la Percepción**

La percepción según Ortiz Ocaña (2015, p.73) es la interpretación o validación de la información o estímulo como objeto significativo. Cuando a la sensación visual se vincula una emoción personal, dándole significado y orden tenemos una percepción única del objeto visualizado, es aquí donde los marcadores somáticos (iconemas en el caso gráfico) de acuerdo a (Braidot, 2009, p.148) ejercen un papel primordial en el significado del objeto, tanto al fijar la atención por estímulo en cierto elemento del objeto, como al recurrir a la memoria de forma selectiva. La percepción subjetiviza el objeto de conocimiento, haciéndolo significativo para el individuo: es su percepción de la realidad, de sus conocimientos, necesidades, motivos, etc.

La percepción en sí implica un proceso de desarrollo histórico del individuo por cuanto tiene relación directa con sus experiencias y emociones, con el desarrollo de su pensamiento crítico ante lo que le rodea. La percepción visual como dice Ortiz Ocaña (2015, p.63) se perfecciona con el tiempo, se manifiesta en un aumento de la agudeza visual, en una mayor precisión en determinar tamaños, forma y color, en una mayor facilidad para encontrar figuras simples en medio de otras más complejas, en una mayor rapidez para vincular imágenes y emociones, en el desarrollo de formas planificadas, conscientes y analíticas de ver y en la capacidad de hacer selectiva la imagen a su propia personalidad, dándole un significado único.

El hipocampo registra y da sentido a la percepción (Izaguirre, 2018, p.50), guarda los códigos seleccionados en contextos personalizados para el individuo, no se puede negar aquí el papel de la amígdala que involucra en estos contextos, el ámbito emocional. Según Alper (2008, p.28), hay tres variables que determinan el proceso de percepción: la naturaleza física de los órganos sensoriales, la naturaleza física del cerebro y el contenido de sus experiencias. En el proceso de percepción se establece entonces un dialogo entre el mundo externo e interno por medio de los sentidos que nos permite recoger fragmentos esenciales para nuestra supervivencia.

En la formación del percepto juega un papel importante la memoria que reconoce en el objeto

sensaciones a manera de elementos básicos guardados en ella, algunos los cuales hacen parte de representaciones ya reconocidas como conceptos en el proceso de aprendizaje y asignan o eslabonan con el percepto un cúmulo de elementos emocionales, creencias y afectos; disponen y valorizan el percepto haciéndole significativo al individuo. La percepción es muy selectiva y preferencial, luego a veces percibimos lo que esperamos.

Los objetos de percepción y sus marcadores somáticos deben ser claros, por cuanto en esta etapa del proceso de aprendizaje mediante las didácticas iconográficas, la subjetivación de la información juega un papel importante y se puede caer en percepciones alternativas, desviando la interpretación del concepto.

En el proceso de proveer al estudiante de objetos claros de percepción, de marcadores somáticos específicos, el papel de diagnóstico previo es prioritario (Estupiñán, 2018), por cuanto muestra al docente los elementos que enlazan al estudiante a sus propias necesidades y en el caso iconográfico a los patrones previos de atención visual, patrones que sirven de enlace para dar sentido propio (entender y hacer parte de sí mismo) a la información que recibe. En este sentido la presentación novedosa de estos objetos de percepción es un estímulo poderoso para focalizar la atención de los estudiantes.

Es de suma importancia en el proceso de aprendizaje entonces utilizar estrategias didácticas

que provean a los estudiantes de estos marcadores somáticos previos, que serán facilitadores de la atención. Sin atención como dice Izaguirre (2018) no se producirá aprendizaje por cuanto se requiere que para este proceso se trabaje sobre una conexión sináptica activa, conexión que provee la percepción que el estudiante tenga del objeto de conocimiento.

## **La Atención**

Se define la atención como la conducta a través de la cual el estudiante inicia un proceso de selección y dirección de sus procesos mentales mediante la concentración en lo que dice o hace el docente. Una vez percibimos un objeto, una parte de él se transforma en foco de nuestra atención, y no es que la atención sea siempre consciente o deseada bajo una intención, pero si está influenciada por la percepción que tenemos de las cosas, la experiencia previa, el conocimiento y la ignorancia, por sus centros de interés y desgrado, por las preocupaciones de momento (Évano, 2006), sin esa conexión que permite la percepción no se puede iniciar un verdadero proceso de atención, nos quedaríás solo en un estado de vigilia temporal. Debemos alejar el concepto de atención totalmente espacial y selectivo, del concepto de vigilancia simplemente temporal.

El sistema atencional radica en la corteza prefrontal (áreas 8, 9, 10, 11, 12 y 46 de Brodmann) del cerebro interconectado con el cíngulo anterior (áreas 23, 24, 31 y 33 de Brodmann) y la amígdala,

responsables de la motivación, libre albedrío y el procesamiento del componente emocional de los estímulos tal como lo dice Braidot (2010, p.104). Ver figura 4.

A partir del aprendizaje experiencial, el sujeto construye motivaciones a ciertos estímulos que considera preferenciales (emotivamente conectados) transformándoles en patrones repetitivos de su conducta y que marcarán una pauta prioritaria en la atención del individuo. En el caso de la formación de representaciones iconográficas, éstos muestran una tendencia específica a cierto tipo de iconemas repetitivos que se guardarán de manera selectiva y preferencial en la memoria constituyendo principales elementos de enlace visual con el objeto exterior.

Cuanto mayor sea la atención puesta en el objeto (concentración), mayor será el éxito en la codificación y consolidación de la información recibida en la memoria. La concentración es el aumento de la atención sobre un estímulo en un espacio y durante un tiempo determinado, por lo tanto, son procesos complementarios como dice Ortiz Ocaña (2015, p. 79). Esta operación del cerebro desarrolla una destreza o habilidad que se conoce como observación. Es en esta etapa donde la extracción de elementos significativos (iconemas) del objeto atendido sucede: codificamos iconográficamente la información.

El docente activa en la memoria recuerdos que el estudiante evoca, mediante un adecuado sistema

estímulo-recompensa a la motivación que el estudiante trae consigo, esto genera un determinado lapso de concentración. Las actividades de enseñanza-aprendizaje deben en esta etapa propiciar el desarrollo de habilidades de autorregulación basadas en estímulos-recompensas a largo plazo.

Sucede entonces una relación entre el sistema de estímulo-recompensa, el incentivo a los motivadores del estudiante, la motivación del estudiante y sus elementos previos selectivos (conocimientos previos) almacenados en su memoria a largo plazo (Braidot, 2009, p.55). En el caso de la didáctica iconográfica esta relación es muy importante, inicialmente en el proceso de diagnóstico del estudiante donde se identifican los iconemas previos (apropiados, significativos, selectivos y preferenciales) que tiene el educando, lo que permite identificar los patrones visuales de estímulo-recompensa personal y que son su foco de motivación visual, por cuanto tienen un vínculo emocional con él.

Como se había dicho antes, la corteza prefrontal y la cisura interhemisférica cumplen una función importante en los procesos de atención (Aamond & Wang, 2009, p.303) y un cambio en el foco de atención regulado desde la corteza prefrontal (Medina, 2010, p-46) puede cambiar todo el proceso de codificación que se realiza.

La atención entonces permite al estudiante seleccionar, del conjunto de estímulos-recompensas

que recibe su cerebro, los más importantes y relevantes, vinculados con su memoria, sus intereses y su conciencia, los mismos que son almacenados para luego recuperarlos en el momento de la reconstrucción de la realidad, imagen o situación. La atención es la que dirige y orienta los recursos cerebrales limitados hacia el estímulo-recompensa más relevante, aquel que está vinculado con lo significativo para el estudiante.

La atención es una condición previa al aprendizaje, pero no suficiente para que el estudiante aprenda, es un paso a la existencia mental del objeto como concepto (representación) y no asegura una completa fidelidad o identidad entre el objeto y la representación de este, dado que esta permeada por la percepción subjetiva del individuo, aquí hay que tener en cuenta que la mayoría de los estímulos significativos que capturan la atención del estudiante son de tipo emocional. La corteza prefrontal, la circunvolución cingulada y la amígdala liberan dopamina al detectar un hecho cargado de emotividad que centra la atención de un individuo (Izaguirre, 2018, p.109).

Bajo investigaciones actuales realizadas por Rodas (2018) son varios los investigadores (Posner y Raichle, 1994; Fan, McCandliss, Sommer, Raz & Posner, 2002; Callejas, Lupianez & Tudela, 2004) los que han identificado tres tipos de sistemas atencionales en el cerebro humano:

- Sistema Atencional Posterior, encargado de centrar la atención en el campo visual donde está situado el estímulo. Operación que realiza mediante tres mecanismos: Una operación inicial de desenganche del objeto de atención primaria, un movimiento de atención hacia el nuevo objeto de estímulo y una operación de enganche de este estímulo asociado a propiedades o elementos básicos (iconemas) de la imagen.
- Sistema Atencional Anterior, que se activa cuando a partir de las propiedades o elementos básicos de la imagen, se requiere que la detección de los estímulos visuales se discrimine a partir de su forma, color, movimiento o significado, cuando aumenta el número de elementos a seleccionar o cuando hay poca práctica de la atención.
- Sistema de Atención de vigilancia, que se encarga de mantener un estado de alerta ante la aparición espontánea de estímulos.

La atención de acuerdo con algunos investigadores (Izaguirre, 2018, p. 110-112; Carretié, 2011 y Goleman, 1996) entre otros tiene un proceso de tres etapas, que lleva la atención desde una fase inconsciente a una consciente:

- Atención exógena: que se genera de manera involuntaria y automáticamente a raíz de un estímulo inesperado, la corteza prefrontal ventral y la amígdala identifican este estímulo

por elementos básicos (imágenes en el caso visual) tanto sensoriales como emocionales (novedad, significado, etc.)

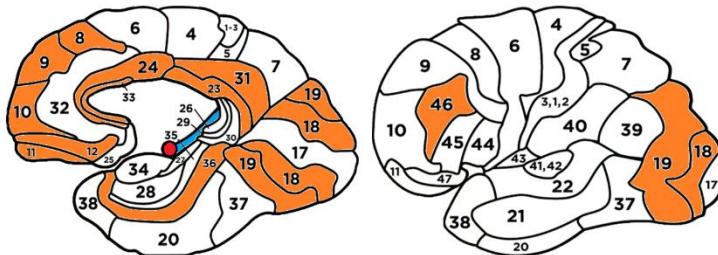
- Atención Endógena: es la que el estudiante presta voluntaria y controladamente a un estímulo. Generalmente esta atención está supeditada a las necesidades del estudiante, criterios y características seleccionadas por él. En el caso iconográfico son esos iconemas base que el estudiante tiene como predilectos en su memoria visual. El estudiante aprende adecuadamente si el tema de clase le interesa y siente placer al hacerlo (Goleman, 1996, p.104,106,109,121). Según Carretié (2011, p. 129-30, 132), son focos de atención en el estudiante solo los estímulos que no se encuentren en los modelos almacenados en la memoria del estudiante (innovadores) y los que tienen significado para el estudiante (significativos). En el caso de la iconografía estos últimos representados en íconos básicos adquieren un papel importante al ser patrones que escanean el entorno y que al ser reconocidos en una imagen capturan esa atención.
- Atención selectiva: capacidad del estudiante para manejar y seleccionar conscientemente entre los estímulos a los que voluntariamente presta atención, aquel o aquellos que serán su foco de concentración, aislando momentáneamente del resto. La mente simplifica como siempre la complejidad, en el

caso gráfico: del ícono selecciona el iconema. Hay que recordar que la atención selectiva tiene una limitada capacidad de procesamiento de la información que se observa en la escasa temporalidad de la atención y en la simplicidad del estímulo seleccionado; aplicando a este su máximo potencial.

Se debe recordar aquí que para que el proceso de codificación pase a la memoria, es decir; se reconozca como una representación (sea convincente y aceptada) requiere de todo un recorrido que incluirá aspectos de socialización, ética, estética y emociones entre otros. Cuanto más detallada y significativa sea la codificación de la información mejor será el recuerdo de esta, y si se involucran estímulos significativos de carácter personal; se intensificará más el recuerdo (Medina, 2010, p. 125,127, 129-35).

## **El papel de la Memoria**

La memoria de acuerdo con Enciso (2004, p.145) es el proceso a través del cual la información inicialmente se codifica en una forma básica (iconemas en el caso de las didácticas iconográficas), luego se almacena adecuadamente mediante un proceso de fijación, seguidamente se mantiene o conserva mediante ciertas actividades y por último se recupera para el uso de esta.



<b>Área 31 de Brodmann</b> El área 31 de Brodmann es una de las regiones principales de la corteza cerebral en la que tiene lugar la relación entre memoria y emociones. Es decir, vincula los recuerdos a emociones, tanto negativas como positivas.	<b>Área 36 de Brodmann</b> El área 36 de Brodmann está relacionada con el reconocimiento de imágenes y con la memoria, especialmente con el almacenamiento de recuerdos de forma inconsciente, es decir, sin que haya una intención de recordar algo.
<b>Área 33 de Brodmann</b> El área 33 de Brodmann sigue estando vinculada a la toma de decisiones, aunque en este caso también se encarga de procesar las emociones que sentimos, organizar los movimientos musculares que necesitamos para realizar una acción concreta y regular la experimentación de dolor.	<b>Área prefrontal dorsolateral: 46</b> El área 46 de Brodmann, también conocida como región prefrontal dorsolateral, está relacionada con el desarrollo de la capacidad de atención, es decir, ayuda a que nos podamos concentrar en tareas específicas. De igual modo, está vinculada a la memoria de trabajo, es decir, permite que cuando hemos hecho muchas veces algo, se convierta en algo casi automático.

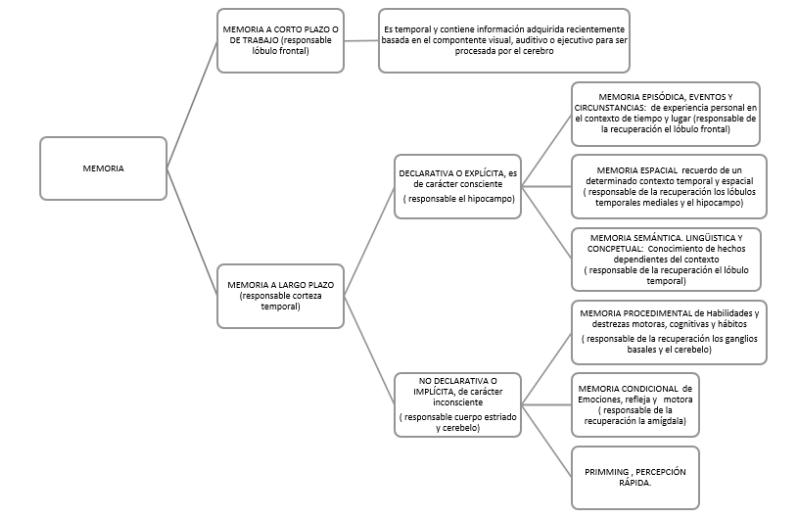
*Fig. 4 – Áreas de Brodmann que intervienen en los procesos de percepción, atención y memorización de la imagen. Elaboración propia.*

En el lóbulo frontal del cerebro es donde inicialmente encontramos algunas estructuras donde reside el control de la memoria a corto plazo, la porción lateral está vinculada con la memoria de trabajo debido a sus conexiones con el lóbulo temporal y las estructuras diencefálicas como el hipotálamo y los núcleos talámicos (Izaguirre, 2018). Recordar lo que debemos realizar a futuro vincula el área de Brodmann 10 o corteza fronto polar. Ver figura 4.

En el proceso de codificación la memoria selecciona elementos básicos que simplifiquen la información a

guardar, en el caso del proceso de representación iconográfica, requiere de una descomposición de la imagen en iconos básicos y estos a su vez en iconemas fundamentales producto del proceso de percepción y atención (Estupiñan, 2010). El aprendizaje a través de imágenes es ejecutado por las neuronas de la corteza temporal inferior codificando únicamente lo importante (selectivo) y general (asociativo), eliminando los detalles y guardando en la corteza temporal solo las características esenciales para la realización de una tarea específica (Izaguirre, 2018, p.53). En la figura 5, basada en Izaguirre (2018, p. 116) y Caicedo (2015, p. 92) podemos ver la clasificación de los tipos de memoria.

Es en el Hipocampo y la amígdala donde regulamos el almacenamiento de la información, son ellos los responsables del aprendizaje y el recuerdo. La amígdala almacena la información emocional (Goleman, 1996, p.34), mientras el Hipocampo el resto de la información en memoria consciente a largo plazo (Pizarro, 2003, p.181), contrastándola con las nuevas experiencias. En esta etapa sucede la fijación de la información o proceso de la memoria mediante el cual las estimulaciones que el estudiante recibe se plasman en forma de huellas cognitivas mnémicas (Ortiz, 2015, p. 82), en el estímulo visual en forma de iconemas. El mayor o menor éxito de la fijación depende de muchos factores entre los que se pueden mencionar la complejidad de la información su dosificación y lo significativo de la misma.



*Fig. 5 Clasificación de los diferentes tipos de Memoria. Basado en Izaguirre (2018) y Caicedo (2015)*

El caso de la Mnemotecnia da un vistazo del proceso de asociación, esta es un proceso metódico de fijación que establece un conjunto de reglas que “garantizan” el recuerdo mediante asociaciones de estímulo, que al hacer referencia a ellas traen a la mente el recuerdo (Enciso, 2004, p.145).

La conservación de la información o retención de esta requieren de un proceso que permita el mantenimiento de las huellas cognitivas ya fijadas. Diferentes estrategias del ámbito educativo pueden ser utilizadas con este fin. Se debe recordar que el proceso de conservación o retención al ser dinámico permite el constante cambio en la huella cognitiva, que sufre transformaciones bajo la influencia de otras huellas que pueden ser precedentes, previas o

evocativas o que pueden ser posteriores o implicativas.

Los procesos de codificación y decodificación de imágenes guardadas en forma iconográfica suceden en el Hipocampo, quien además es el responsable de transformar la memoria de corto plazo en memoria a largo plazo selectivamente (áreas 19, 18 y 36 de Brodmann). La amígdala interviene en la intensidad de un recuerdo (Aamond y Wang, 2009, p.246) y su efecto sobre el aprendizaje es de naturaleza implícita porque recibe información de diferentes áreas del cerebro para generar respuestas emocionales al sistema autónomo, endocrino y motor (Carretié, 2011).

“El hipocampo funciona mejor cuanto más se le exige y su crecimiento está vinculado estrechamente con las experiencias del educando que quedan representadas” Izaguirre (2018, p.51). Es por esto que las actividades educativas innovadoras, novedosas despiertan la curiosidad del estudiante, el Hipocampo es un detector natural de estas, reconoce inmediatamente cuando un conocimiento es nuevo o ya fue vivido. Cuando un conocimiento es nuevo genera un nuevo circuito neuronal una nueva sinapsis, cuando un conocimiento es ya conocido lo descarta. Además de eso, el Hipocampo trabaja la memoria a través de contextos, de esta manera; para que un hecho se memorice debe estar concatenado a una historia o a otro hecho en el contexto de la historia, y mejor aún a una experiencia. El Hipocampo suele

completar la información incompleta de un hecho mientras sucede, con información que ya posee. Esto le permite incluso anticiparse a los hechos.

Cuando una red de conocimientos es estable se guarda en la memoria. Se debe dejar claro que la información guardada en la memoria cambia con el tiempo (Soriano, Guillazo, Redolar, Torras, & Martínez, 2007, p.335) produciendo una transformación de la información guardada mediante procesos de intensificación (agregando vínculos) o de desaparición (quitando vínculos), dichos procesos incluso pueden llegar a fantasear con la realidad con el único fin de hacer más coherente el recuerdo al hacer recuperación de acontecimientos que ocurrieron (evocaciones), pudieron ocurrir o que nunca ocurrieron (implicaciones). Esto ocurre porque el cerebro tiende a tomar informaciones disimiles y conciliarlas en forma articulada e integral, armónica, sistémica, coherente y creativa para crear nuevo conocimiento y generar una representación “más real posible” del objeto de conocimiento.

La memoria ejecuta un papel importante en el proceso de aprendizaje pues a ella se debe recurrir en el momento de construir una representación de la realidad, en este proceso se debe saber relacionar informaciones diferentes en primer lugar con las ideas previas (evocar) activando la corteza prefrontal inferior izquierda, aspecto donde actúa la memoria declarativa o explícita y en segundo lugar con las posibilidades de estas en la construcción de algo

nuevo, en el saber hacer (implicar), aspecto íntimamente relacionado con la memoria no declarativa o implícita. De esta manera el trabajo realizado por el aprendizaje garantizará un recuerdo a largo plazo. Se debe dejar presente que este salto a la memoria de largo plazo comienza con los episodios simples en la memoria a corto plazo que inicialmente se captan a través de los sentidos.

Como se dijo anteriormente, al encontrarse los recuerdos supeditados a los contextos temporales y espaciales no son tan precisos y pueden ser modificados, con el correr del tiempo los recuerdos almacenados se debilitan perdiéndose algunos detalles que el cerebro trata de sustituir con experiencias fragmentadas, incompletas, inferencias y conjeturas de otros recuerdos y los recuerdos pasan de ser claros y detallados a ser más generales y abstractos. Es en este plano de abstracción que se encuentran los iconemas o estructuras simples que componen los recuerdos gráficos de un ícono o forma básica de guardar una imagen en la memoria, por esto se suele decir que una imagen vale más que mil palabras por cuanto, un recuerdo en forma gráfica permanece por más tiempo en la memoria que otro tipo de recuerdos.

En el proceso de educación el estudiante requiere de la continua movilización de los conocimientos adquiridos con el fin de incrementar la duración de un recuerdo (repetición, aplicación a otros contextos, etc.) y evitar que el cerebro lo relegue a planos

secundarios. Si durante la infancia el estudiante ha empleado el mecanismo de potenciación de la memoria mediante repetición es probable que su hemisferio izquierdo está más activado, y si su mecanismo ha sido la novedad y la aplicación entonces la potenciación de su hemisferio derecho será mayor durante toda su vida.

Iconográficamente el hemisferio izquierdo al ser analítico es el encargado de abstraer elementos fundamentales de la imagen (iconos) y diseccionar la imagen icónica en sus formas básicas y simples (iconemas), mientras el hemisferio derecho se encargaría de comparar, apreciar, complejizar estas imágenes básicas en forma holística. El hipocampo es el encargado de transformar esta memoria de corto plazo a una memoria a largo plazo (Medina, 2010 p. 116-19, 122).

Al trabajar con la didáctica iconográfica en la memoria declarativa se desarrollan procesos de codificación, almacenamiento y recuperación de la información en los cuales el papel de los iconemas es esencial; y aunque parece que esta didáctica solo hace alusión al sentido de la vista, los procesos de imaginación, sensación, percepción, atención, memoria y representación involucran todos los sentidos y más aún las emociones del individuo.

La recuperación de la información almacenada en la memoria se facilita cuando se simulan o imitan las mismas condiciones en las cuales fue codificada esta,

cuanto más reales sean estas situaciones (ejemplos, aplicaciones, etc.) más fácil será la recuperación.

## **El proceso de Representación**

Cuando se habla de funciones complejas de asociación con el fin de incorporar conceptos al proceso de aprendizaje, es el lóbulo frontal el encargado del proceso de representación (Braidot, 2010, p.90).

Las representaciones implican información debidamente codificada e incorporada a la memoria mediante todo un proceso, dicho proceso forma un circuito neuronal específico, de intensidad específica que reacciona o se activa al recibir la información de entrada correspondiente. Su constante uso solidifica estas estructuras neuronales, mientras que su desuso las lleva a una desconexión sináptica.

Es en el proceso de representación donde ocurre la modificación de las intensidades sinápticas de transferencia existentes en el cerebro. Se puede hablar de la representación como resultado del proceso de aprendizaje, por cuanto para que suceda hay una modificación del conocimiento previo se hacen nuevos enlaces o se eliminan enlaces. En el momento en que la información almacenada se fortalece o se remodela gracias al cambio de intensidad sináptica debido a la nueva información, podemos decir que estamos haciendo aprendizaje (Oyuela et al., 2004), se construye una representación de la realidad. En el

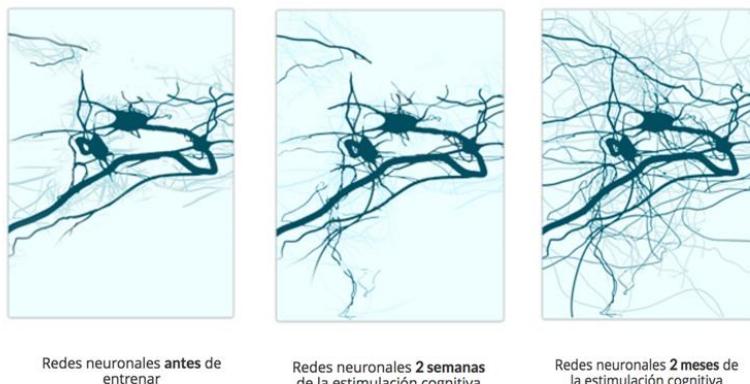
caso del método iconográfico las nuevas imágenes se enlazan con las imágenes previas fortaleciendo o remodelando iconemas para la construcción de nuevos iconos representativos de la realidad.

Hay que entender que la plasticidad de la corteza cerebral que representa un proceso de aprendizaje según (Izaguirre, 2018, p.109) se conceptualiza como el cambio en las representaciones corticales que están en función de la experiencia (aplicación del concepto). (ver fig. 6) Para reconocer que se ha aprendido un concepto, que se ha transformado en una representación para el sujeto, debe saber aplicarlo a un contexto. Dicho cambio cortical se da en función a la atención sobre los estímulos a aprender, por lo tanto, al verificar el contraste entre un mapa neuronal atencional de un individuo inicial y final, se debe apreciar un cambio radical, para afirmar neurológicamente que el individuo ha iniciado un proceso adecuado de aprendizaje. Sin atención selectiva no se puede dar ese paso inicial a la plasticidad, por lo tanto, a mayor atención mayor retención.

En el proceso de representar la realidad el docente debe reforzar el aprendizaje mediante objetos, imágenes, emociones, ejemplos y otros recursos que le permitan al estudiante ver la utilidad de lo aprendido. En todos los aspectos la consolidación del aprendizaje mediante la visualización de los contenidos es esencial, se intensifica si otros sentidos intervienen y

se fija en el proceso emocional de la elación entre los individuos.

Se hace por lo tanto necesario y obligatorio durante todo el proceso de aprendizaje mediante las didácticas iconográficas, la intervención de los procesos de socialización de las representaciones en el proceso de aprendizaje de estas. La corteza prefrontal dorso medial es la encargada de codificar la información social para convertirla en memoria y la no social en el hipocampo (Tirapu, García, Rios, & Ardila, 2012, p.375). Debemos recordar según Dale (1969; citado por Ortiz Ocaña 2015, p.52) que un estudiante aprende un 5% en las lecciones, un 10% en lo que lee, un 20% en lo que escucha y observa, un 30% en las demostraciones, un 50% en la socialización, un 75 % en las prácticas y un 90% en lo debate, expresa y hace enseñando a otros. De ahí la importancia de los procesos de socialización en el aprendizaje.



*Fig. 6 - Neuroplasticidad de las redes neuronales durante el proceso de aprendizaje. (Imagen tomada de: <https://www.cognifit.com/es/plasticidad-cerebral>)*

## **Conclusiones Básicas y Recomendaciones**

Las didácticas que parten de la naturaleza humana, de sus procesos biológicos naturales evolutivos, de la interacción con otros, de sus emociones y de otros aspectos integradas de manera sistémica responden de manera adecuada a los procesos de enseñanza – aprendizaje por cuanto involucran los aspectos neuro formativos inherentes en el cerebro. Es de esta forma que este tipo de didácticas permite el empleo de los recursos adquiridos en el diario vivir que por tanto son realmente significativos para el proceso de enseñanza -aprendizaje.

Didácticas como la iconográfica no solo plantean formas más naturales de aprender, formas más significativas para el proceso de formación del individuo, sino que además pueden ser un recurso especial para la educación inclusiva en situaciones con dificultades de aprendizaje o limitaciones fisiológicas (discapacidad auditiva).

La configuración recurrente de los procesos en el cerebro empleados mediante didácticas iconográficas (sensoriales) nos muestra un mapa direccional de los procesos de formación, que puede ser extensivo a didácticas emocionales, o didácticas basadas en valores o en el mapa humano que puede visualizar lo que somos.

Hemos encontrado en los procesos recurrentes neurocientíficos de aprendizaje del cerebro un flujo natural de formación que puede ser adaptado a las diversas didácticas de enseñanza en forma análoga.

Recomendamos emplear los recursos naturales de aprendizaje del cerebro para facilitar así mismo los procesos de enseñanza.

### **Referencias:**

- Aamond, S., & Wang, S. (2009). *Entra en tu Cerebro*. (E. B.S.A., Ed.) (primera ed). Barcelona.
- Alper, M. (2008). Dios está en el cerebro: una interpretación científica de la espiritualidad humana y de Dios. Bogotá, Colombia.: Editorial Norma.
- Arango-dávila, César Augusto J, H. J. P. (2004). Primera parte : Bloques funcionales, *XXXIII*(1), 102–125.
- Braidot, N. (2009). *Neuromarketing: ¿porqué tus clientes se acuestan con otros si dicen que les gustas tu?* (E. G. 2000, Ed.). Barcelona.
- Braidot, N. (2010). *Neuromanagement. Como utilizar el cerebro en la coducción exitosa de las organizaciones.* (E. G. S.A., Ed.). Buenos Aires.
- Cabrales-Paffen, A. (2015). Neuropsicología y la localización de las funciones cerebrales superiores en estudios de resonancia magnética funcional con tareas Neuropsychology and the localization of superior brain functions in fMRI with task studies. *Acta Neurol Colomb*, *31*(1), 92–100.
- Caicedo López, H. (2017). *Neuroaprendizaje, una propuesta educativa.* (E. de la U, Ed.) (segunda). Bogotá, Colombia.

- Carretié, L. (2011). Anatomía de la mente : emoción, cognición y cerebro. Madrid : Pirámide, 2011. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11162/66412>
- Coveñas, R., & Aguilar, L. (2010). *Avances en Neurociencias. Neuropéptidos: investigación básica y clínica.* (U. P. de C. Aplicadas, Ed.) (primera ed). Lima.
- Enciso, O. (2004). *Aprendiz y Maestro con programación Neurolingüística.* (E. A. Á. y Cia., Ed.) (primera ed). Bogotá, Colombia.
- Estupiñan M., J. A. (2017). Iconografía física de la celosía y el diseño de estructuras: representaciones tecnológicas transformadoras de la visión socio-ambiental. In D. creatividad y tecnología SAS (Ed.), *DOKUMA Compilado de experiencias e investigaciones en innovación educativa. Congreso internacional desafíos de la innovación educativa.* (primera ed, pp. 251–258). Bogotá, Colombia.: Makingof.com.co. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/1tCMQqR8Eb4X4E9fyEL-t92gf713p3Zvh/view>
- Estupiñan M., J. A. (2018). La adquisición de competencias cognitivo-lingüísticas en ciencias mediante representaciones sociales iconográficas . *Revista Internacional Magisterio, Educación y Pedagogía.*, 92, 52–57.
- Estupiñan M., J. A. (2019). Desarrollo de habilidades en pensamiento Crítico y Científico mediante representaciones iconográficas. *Revista Científica, Número Esp*(2019), 379–387.

- Retrieved from  
[https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/  
revcie/article/view/14633/14658](https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/14633/14658)
- Évano, C. (2006). *La Gestión Mental. Otra forma de ver y escuchar la pedagogía.* (E. Graó, Ed.). Barcelona.
- Goleman, D. (1996). *La inteligencia Emocional.* (E. Kairós, Ed.) (primera ed). México.
- Izaguirre, M. H. (2018). *Neuroproceso de la enseñanza y del aprendizaje.* (Alfaomega, Ed.) (primera ed). Bogotá, Colombia.
- Llinas, R. (2003). *El cerebro y el mito del yo. El papel de las neuronas en el pensamiento y comportamiento humanos.* (E. Norma, Ed.). Bogotá, Colombia.
- Lopez, I. M., Rodillo, E., & Kleinstuber, K. (2008). NEUROBIOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO ATENCIÓN. *Revista Médico Clinica CONDES*, 19(5), 511–524.
- Martinez, M. (2009). *La nueva Ciencia: su desafío, lógica y método.* (S. A. de C. V. Editorial Trillas, Ed.) (primera ed). México.
- Medina, J. (2010). *Los 12 principios del cerebro.* (E. Norma, Ed.). Bogotá, Colombia.
- Ortiz Ocaña, A. (2015). *Neuroeducación: ¿Cómo aprende el cerebro y como deberían enseñar los docentes?* (E. de la U, Ed.) (primera ed). Bogotá, Colombia.
- Oyuela, R., Lareo, L., Muñoz, L., Morales, L., Echeverry, S., Uribe, A., ... Acuña, A. (2004). Efecto en el Aprendizaje y la Memoria Espacial de un Peptido Sintético en ratas. Estudio preliminar.

- Psicología Desde El Caribe*, 1–14. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21301302>
- Pizarro, B. (2003). *Neurociencia y Educación. Aula abierta*. (E. La Muralla, Ed.). Madrid.
- Rodas, J. E. (2018). *Conocimiento neurocientífico acerca del síndrome de déficit atencional de docentes de primer año de enseñanza básica de un colegio particular de la comuna de la reina, y uso de estrategias metodológicas para generar una propuesta de educación más incluyente*. Universidad Finis Terrae. Santiago de Chile.
- Sharma, S., Rakoczy, S., & Brown-Borg, H. (2010). Assessment of spatial memory in mice. *Life Sciences*, 87(17–18), 521–536. <http://doi.org/10.1016/j.lfs.2010.09.004>
- Small, G., & Vorgan, G. (2009). *El cerebro digital. Cómo las nuevas tecnologías están cambiando nuestra mente*. (Urano, Ed.). Barcelona.
- Soriano, C., Guillazo, G., Redolar, D. A., Torras, M., & Martínez, A. V. (2007). *Fundamentos de neurociencia*. (E. UOC, Ed.).
- Taleisnik, S. (2012). *Neurogénesis*. (E. G. Editor, Ed.). Cordova, Argentina.
- Tirapu, J., García, A., Rios, M., & Ardila, A. (2012). *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*. (E. Viguera, Ed.) (primera ed).