

## **Documento Orientador**

### **Unidad 1**

#### **Introducción a la historia de la neuropsicología de la educación**

**Jorge Eliécer Zabala Vargas**

[jorge.zabala@iberoamericana.edu.co](mailto:jorge.zabala@iberoamericana.edu.co)

*Cesión de derechos de autor a la Corporación Universitaria Iberoamericana*

#### **1.1. Historia de la Neuropsicología**

Para desarrollar las bases teóricas y los avances científicos de la neuropsicología de manera cronológica, buscando establecer la relación de los diferentes momentos, las contribuciones, las metodologías, las técnicas y las conceptualizaciones con la educación, lo más práctico es ejecutarlo de acuerdo a los períodos de desarrollo en que ésta a evolucionado. Para simplificar, según Ardila y Roselli dichos períodos pueden reseñarse de la siguiente manera:

1) Período preclásico (hasta 1861), 2) período clásico (1861-1945, aproximadamente hasta la Segunda Guerra Mundial); 3) período moderno o posterior a la Segunda Guerra Mundial (1945-1975), y 4) período contemporáneo (de 1975 a la fecha; aproximadamente, desde la introducción de las técnicas imagenológicas contemporáneas). (Ardila, A.- Rosselli, M. 2007).

##### **a) Período preclásico y clásico.**

El primer referente sobre la historia de la Neuropsicología, puede reseñarse en el

3500 A.C., en Egipto, cuna antigua de grandes aportes científicos y donde se descubrieron o se asoció la pérdida del lenguaje como una alteración cognoscitiva. Mucho tiempo después, sobre los años 400 A.C. en Grecia, Hipócrates (padre de la medicina), realizó el primer reconocimiento a la incapacidad cognitiva producida por las lesiones cerebrales y las cuales repercuten en las pérdidas verbales, determinando las primeras reseñas a lo que se conoce como Áfonos (dificultad sensorial) y Aunados (dificultad motora). Es al padre de la medicina a quién se le atribuye la afirmación:

“Los hombres deberían saber que del cerebro y sólo del cerebro provienen nuestros placeres, nuestras alegrías, la risa y las burlas así como nuestras preocupaciones, dolores y lágrimas. Por el cerebro en particular pensamos, vemos, oímos y distinguimos lo feo de lo bello, lo malo de lo bueno, lo agradable de lo desagradable...” (Hipócrates, 400 A.C.)

Sobre el año 380 A.C., Aristóteles desarrolló lo que se conoce como el “Enfoque Racionalista”, donde sitúa los procesos intelectuales y los sentimientos en el corazón, determinando lo que se conoce como “hipótesis cardíaca” en contraposición a la Hipocrática que se denominó como “hipótesis cerebral”, dependiendo del órgano desde donde se enfoca el estudio del comportamiento humano.

En el siglo II D.C., Claudio Galeno da origen desde el enfoque cerebral al que se le conocería como “localizacionismo”, teoría que sostenía que, la mente y su actividad se llevaban a cabo en el encéfalo mediante componentes independientes, proponiendo de manera primigenia la Teoría Ventricular. Durante la Edad Media, Alberto Magno en el siglo XIII, desarrolla dicha teoría ventricular, la cual fundamenta el origen de las

facultades mentales en las cavidades anatómicas denominadas ventrículos cerebrales, determinando que eran tres (3) cavidades, una anterior (la percepción), otra media (el razonamiento) y una última posterior (la memoria). Esta teoría fue sostenida por teólogos de la autoridad de Santo Tomás de Aquino y por anatomistas y científicos de la importancia de Henri de Mondeville y Leonardo Da Vinci, quien para asegurarse y utilizando la técnica de inyección a la cera perdida, consiguió realizar en el cráneo de un buey, el molde interno de los ventrículos cerebrales, aclarando por siempre el que son cuatro, dos laterales un anterior y un posterior.

Para resumir algunos logros de las teorías localizacionistas, es importante reseñar en el siglo XVII a René Descartes, quien desarrolló como axioma que la mente y el cuerpo actúan entre sí y que el punto donde estos interactúan tiene una localización específica es la glándula pineal, postulado al cual se le conoce como doctrina del interaccionismo. De otra parte y para terminar este período preclásico, vale la pena describir el trabajo desarrollado en el siglo XIX, por el fisiólogo y anatomista alemán Franz Joseph Gall quién impulsó la frenología, una pseudociencia que planteó por primera vez la localización precisa en el cerebro, de facultades como la inteligencia, la percepción y la memoria, incluso basándose en la forma del cráneo y hasta de las facciones. También el anatomista Johann Casper Spurzheim quien basó sus estudios de localización mental en el encéfalo y junto a Gall, determinaron que habían 27 facultades completamente ubicadas en la corteza cerebral. En la actualidad, dichas localizaciones y vinculaciones de la conducta de las personas con la forma de su cabeza no tiene validez alguna.

Para el período Clásico, y en paralelo al desarrollo de la frenología, surge una teoría antilocalizacionista, que plantea que el cerebro funciona de manera global y como un todo, denominada “el holismo”. Al respecto, se evidencia el trabajo desarrollado a mediados del siglo XIX por el biólogo francés Pierre Flourens, considerado el fundador de la “teoría del campo agregado”, comprobó la existencia de los hemisferios e identificó áreas de funciones primordiales como la voluntad, el juicio, la visión y la audición, dando origen al desarrollo de la neurofisiología y quién según Portellano, “Aunque no llegó a identificar las áreas asociativas del cerebro, intuyó su existencia, al afirmar que existían zonas no claramente circunscritas de la corteza que eran capaces de integrar varias funciones de una manera global.” (Portellano, 2005- pág. 13).

Durante el siglo XIX, se desarrolló un debate entre el localizacionismo y el holismo en el que si bien hasta mediados de siglo se impuso la concepción holista, con la localización específica en el lóbulo central de las zonas que dominan el lenguaje, el localizacionismo retomó vigencia y desarrollo, dando origen a la afasiología, que es el estudio del deterioro del lenguaje por daños cerebrales. Los principales afasiólogos, como se denominó a los investigadores de la neuropsicología del lenguaje, fueron sin duda: el neurólogo francés Paul Broca quien confirmó la relación del lenguaje expresivo del ser humano y el lóbulo frontal izquierdo del cerebro, zona denominada desde entonces, como el área de Broca. El otro neurólogo reconocido de esta corriente es el neurólogo y psiquiatra alemán Karl Wernicke, quien localizó el centro del lenguaje comprensivo en la zona posterior del lóbulo temporal izquierdo, recibiendo a su patología desde entonces como afasia de Wernicke.

**b) Período moderno y contemporáneo.**

El período moderno de la neuropsicología se referencia a partir de 1945. Aunque el uso inicial del término “neuropsicología” se le atribuye a William Osler en 1913; es solo hacia 1949 con el profesor Donald Hebb que se populariza el término, ya como disciplina dados sus objetivos y contenidos. Con Hebb, según Portellano (2005) se aportan dos importantes estudios sobre la memoria, la Regla de Hebb y el concepto de Sinapsis Hebbiana, las cuales establecen las diferencias neurofisiológicas entre memoria a corto plazo como un proceso activo de duración limitada y la memoria a largo plazo.

Es en este período moderno donde la neuropsicología nace como disciplina científica, vale la pena adicionalmente destacar los trabajos de: Kart Lashley, quien a través del enfoque holístico formula las leyes de Acción en masa y de la Equipotencialidad, las cuales resultan cruciales para el desarrollo de la Neuropsicología. Con base en Lashley, también es importante el avance que el psiquiatra y neuropsicólogo polaco Kurt Goldstein aportó a la neuropsicología clínica, donde se plantea la idea que las lesiones del hemisferio izquierdo producen reacciones de ansiedad, depresión, angustia y miedo; mientras que si estas lesiones se presentan en el hemisferio derecho la reacción es de indiferencia.

Si bien es cierto los avances desarrollados por Hebb, Lashley y Goldstein entre otros, fueron fundamentales para la neuropsicología del período moderno; también es claro describir que el gran pionero de la neuropsicología y gran aportante al desarrollo

posterior de la neuropsicología, fue el psicólogo y neurólogo ruso Alexander Romanovich Luria, quien influenciado por Pavlov, Freud y Vygotsky y desde el enfoque holístico, logró decisivas contribuciones a la neuropsicología, como sus estudios experimentales sobre la afasia traumática, el funcionamiento del cerebro y la neuropsicología de la memoria, para la explicación del problema de las localizaciones cerebrales, básicos en el posterior avance del período contemporáneo de la neuropsicología, y de lo que hoy se conoce como el nuevo paradigma o proceso de transición actual.

Para el período contemporáneo, establecido desde 1975 a la fecha, es definitivo afirmar que los contenidos y logros alcanzados se han potencializado gracias a la inclusión de avances tecnológicos y de telemedicina como la tomografía axial (TAC), que revolucionó los conocimientos de la actividad cognitiva establecida hasta el momento, logrando correlaciones clínicas y fisiológicas precisas que diferencian y clasifican patologías ya conocidas.

Para los años 90, dichos avances contribuyen con diagnósticos sobre imágenes diagnósticas como la tomografía por emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética de contraste (FMRI), con la visualización de la actividad cerebral en tiempo real, es decir, en el momento de leer, hablar, dibujar, memorizar, pensar, etc. Surgen los modelos estandarizados de baterías de valoración neuropsicológica para diagnósticos inherentes al funcionamiento cerebral, dentro de las cuales se destacan la baterías de Halstead-Reitan, la batería neuropsicológica de Luria-Nebraska, la escala de memoria

de Wechsler y la prueba de Boston para el diagnóstico de afasias. De esta forma, se consolida la Neuropsicología como especialidad médica y psicológica contemporánea y se pone en auge lo procesos de rehabilitación neuropsicológica, alcanzando importantes logros en la comunidad científica del siglo XX.

Dentro de los trabajos más relevantes de este período, se encuentran los desarrollados por el profesor norteamericano Marsel Mesulam, quien planteó una red neuronal constituida por cuatro (4) regiones cerebrales de atención visoespacial (formación reticular, corteza parietal posterior, la circunvolución del cíngulo y la corteza frontal) que permiten actualmente formular cinco (5) redes de tratamiento neuropsicológico. También, es clave reseñar las aportaciones del profesor Joaquín M. Fuster, quien pasa de la concepción modular de los procesos y funciones cognitivas a la concepción de redes corticales, donde formula el que cualquier neurona cortical puede hacer parte de muchas redes que a su vez sirven a varias funciones cognitivas, y por lo tanto a múltiples preceptos de memoria, dando paso a ítem de experiencia o de conocimiento personal. En consecuencia, esta especialidad científica como toda ciencia es dinámica y cambiante con base en los avances científicos de la tecnomedicina y la inteligencia artificial. Actualmente el paradigma son las redes corticales, desplazando las concepciones modulares y mucho más lejos los centros cerebrales.

## **1.2. Definición de la Neuropsicología (modelo Hynd y Obrzut).**

De acuerdo con la definición de Kolb & Whishaw, 2002; Rains, 2003) citada por

Portellano (2005, pág. 7), la Neuropsicología es una neurociencia que estudia las relaciones entre el cerebro y la conducta tanto en sujetos sanos como en los que han sufrido algún tipo de daño cerebral; su objeto de estudio son los seres humanos y las conductas estudiadas son propias de la especie, como el pensamiento, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas y formas complejas de motricidad y percepción.

Ahora bien, el citado modelo Hynd y Obrzut (1981), alcanza su importancia en el sector educativo pues aborda el concepto de neuropsicología desde el contexto pedagógico de las escuelas; este enfoque se basa en el modelo de Luria que describe el tratamiento del “cerebro en desarrollo” desde una aplicación neuropsicológica rehabilitadora, siendo el planteamiento de Hynd y Obrzut, uno de los servicios más altamente aceptados por los centros escolares en la década de los 80. De aquí se formula, con base en Manga y Ramos, tres líneas de aplicación teórica de la neuropsicología en niños, una primera denominada “Organización funcional del cerebro” según los bloques funcionales de Luria y su jerarquización primaria, secundaria y terciaria; una segunda referida a los “Modos de procesamiento de la información” partiendo de las síntesis sucesivas y simultáneas de Luria para evaluación de los procesos cognitivos; y una tercera de desarrollo de la “Especialización hemisférica cerebral” buscando mayor lateralización hemisférica de las áreas secundarias y terciarias. Manga, D., Ramos, F. (2011).

### **1.3. Luria: aportaciones a la Neuropsicología escolar.**

Para entender las aportaciones del legado de A.R. Luria, como el pionero de la neuropsicología moderna a la neuropsicología contemporánea y por ende a la



neuropsicología escolar, vale la pena definir con antelación, la concepción conocida de lo que es la neuropsicología cognitiva y que se tratará más adelante:

Se define como la ciencia que trata de comprender los distintos tipos de procesamiento a que se somete la información en el cerebro..., trata de proporcionar una explicación de los procesos mentales a partir de las relaciones entre la conducta y los sistemas de pensamiento, y no en base a la relación entre anatomía cerebral y conducta tal, como hacía la Neuropsicología clásica demasiado vinculada al modelo médico de la enfermedad. (Ellis & Young, 1988).

Luria, según Portellano (2005), propone desde la concepción holística sobre el funcionamiento del cerebro, la existencia de tres (3) unidades funcionales en el encéfalo que son responsables de la conducta en el ser humano (**Teoría de los sistemas funcionales**). Tabla 1.

**Tabla 1.** Unidades funcionales de Luria.

<b>UNIDAD FUNCIONAL</b>	<b>FUNCIONES QUE REALIZA</b>	<b>LOCALIZACIÓN ANATÓMICA</b>
Primera unidad	-Regula el tono y el estado de vigilia (despierto).. -Es fundamental para realizar la actividad mental organizada.	Núcleos de la formación reticular situados en el tronco cerebral y el tálamo.
Segunda unidad	-Obtiene, procesa y almacena información del mundo exterior.	-Lóbulo occipital. -Lóbulo parietal.

	- Cada lóbulo consta de áreas primarias receptoras, secundarias codificadoras y terciarias de integración multimodal.	-Lóbulo temporal.
Tercera unidad	-Programación, regulación y verificación de la actividad mental y de la conducta.  -Intencionalidad y propositividad.  -Iniciativa y control atencional.  -Control de las formas más complejas de conducta.	-Lóbulo frontal.

**Fuente:** *Introducción a la neuropsicología.*

A lo anterior y de manera complementaria, también a Luria se le debe la formulación de varias leyes que regulan el funcionamiento cortical, las cuales son de total vigencia a hoy, y con el desarrollo tecnológico y científico a nivel de telemedicina y de tecnología digital para la educación, son la línea de base del nuevo paradigma de la neuropsicología y por ende del desarrollo de la neuropsicología educativa.

#### **1.4. Vygotsky: Contribución de la Neuropsicología en el éxito del aprendizaje escolar**

El psicólogo ruso Lev Semiónovich Vygotsky, es uno de los más importantes teóricos de la psicología del desarrollo, contemporáneo con Luria trabajaron y compartieron juntos sus estudios; aportando un gran avance en el campo de la neuropsicología. El trabajo de Vygotsky centrado más en el campo de la psicología y la pedagogía, conlleva a la creación de la *Teoría histórico cultural o sociocultural* la cual

plantea que no hay individuos culturalmente autorregulados sin la estructura social emergiendo primero.

El objetivo del proceso educativo en la escuela, de acuerdo a la aproximación de Vygotsky y sus seguidores, es la introducción y la adquisición de los conceptos científicos de las ciencias básicas. El aprendizaje se dirige hacia la satisfacción de una necesidad cognoscitiva. (González-Solovieva-Quintanar, 2012)

Definitivamente, la literatura que actualmente se usa en la escuela al respecto, son los principios elaborados por Vygotsky y Luria. Entre las aportaciones que Vygotsky plantea a la neuropsicología de la educación desde la teoría histórico cultural y las cuales se inician en la relación y el legado de Luria, se destaca el principio de la génesis social de las funciones psicológicas superiores, el cual según González-Solovieva-Quintanar en su trabajo sobre neuropsicología y psicología histórico-cultural: Aportes en el ámbito educativo, se transcribe que: “cada forma superior de conducta aparece en escena dos veces durante su desarrollo - inicialmente como una forma colectiva de conducta, como función interpsíquica, después, como función intrapsíquica, como un medio conocido de conducta” (González-Solovieva-Quintanar, 2012).

Por tanto y parafraseando a González-Solovieva-Quintanar, 2012, la interiorización de las funciones psíquicas de acuerdo a Vygotsky, se determinan en tres etapas descubierta en el principio de la formación de las acciones voluntarias:

Inicialmente, el adulto le ordena al niño, el cual ejecuta la orden (etapa Inter-psíquica), después, el niño habla para sí mismo (etapa extra-psíquica),

finalmente, el niño decide hacer algo en su pensamiento (etapa intrapsicológica) -dos puntos en el cerebro, los cuales se excitan, tienen la tendencia a actuar dentro de un sistema único y se convierten en un punto intra-cortical. Estas ideas de Vygotsky acerca del transcurso de la formación de las funciones psicológicas superiores, constituyen la base teórica de la enseñanza de la corrección y del desarrollo. (González-Solovieva-Quintanar, 2012).

### **1.5. Neuropsicología cognitiva y sus aportes a la neuropsicología de la educación**

De acuerdo con la definición desarrollada por (Ellis & Young, 1988), descrita en el numeral 1.3. del presente documento, la neuropsicología cognitiva basa la consecución de sus objetivos en las observaciones cuidadosas del comportamiento de personas con lesiones cerebrales y en el marco teórico de la neurociencia cognitiva. Según Benedet (1997), citado por José Antonio Portellano, para la neuropsicología cognitiva:

la actividad mental es un sistema representacional que funciona mediante un sistema computacional capaz de manipular y procesar la información, por lo que el estudio de los procesos es el elemento más importante. Se interesa más por la lógica de los procesos mentales que por el estudio de las correlaciones neuronales de dichos procesos. Los neuropsicólogos cognitivos centran su atención en el estudio de la naturaleza de las representaciones internas, mediante el análisis pormenorizado de los procesos que median en la resolución de problemas, tratando de construir un software del funcionamiento psicológico humano. (Portellano, 2005, pág.22).

Bajo estas circunstancias, la neuropsicología cognitiva se desarrolla con base en el modelo propuesto por el profesor norteamericano Jerry Fodor, denominado “Modularidad de la mente”, el cual clasifica al cerebro, como un Sistema de Procesamiento de la Información (SPI), planteando según Fodor (1983), tres (3) etapas de procesamiento:

- Procesamiento de entrada de la información que accede al encéfalo, o análisis perceptivo.
- Procesamiento central, de carácter serial que facilita el almacenamiento de la información para que pueda ser evocado con posterioridad o que permita realizar representaciones mediante imágenes de la información para el reconocimiento.
- Procesamiento de salida encargado de transformarse en algún tipo de conducta, pensamiento o acción.

Precisamente, dada la naturaleza de estudio de la neuropsicología cognitiva y dada la implementación de dicha estructura sistémica SPI sobre el tratamiento de la información desarrollada, es donde se fundamenta la base de las aportaciones a la neuropsicología educativa y al sector educativo en general de la neuropsicología cognitiva, pues en la práctica estas etapas de gestión, permiten el desarrollo de estrategias didácticas pertinentes mediante el uso de recursos de tecnologías digitales para la educación, en procura del mejoramiento en la calidad de formación cualitativa y cuantitativa de los estudiantes. Dichas estrategias, serán tratadas con detalle en la Unidad 2. Neuropsicología de la educación, principios, implicaciones y estrategias didácticas del presente curso.

## **Documento Orientador**

### **Unidad 2**

#### **Neuropsicología de la educación, principios, implicaciones y estrategias didácticas**

**Jorge Eliécer Zabala Vargas**

[jorge.zabala@iberoamericana.edu.co](mailto:jorge.zabala@iberoamericana.edu.co)

*Cesión de derechos de autor a la Corporación Universitaria Iberoamericana*

## **DESARROLLO**

### **2.1. Principios en Educación y Neurociencia.**

Cada vez que se reflexiona sobre la calidad de la educación y los procesos de enseñanza aprendizaje, implica con regularidad preguntarse: ¿de qué manera mejorar?. De igual forma, con mayor frecuencia la respuesta nos lleva a pensar en los aportes que desde las investigaciones de la neurociencia y neuropsicología han cobrado cada vez más interés en el ámbito pedagógico, dado que dichas especialidades permiten aclarar cómo aprende, recuerda y olvida el cerebro, protocolos fundamentales en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

#### **a) Cómo aprendemos desde la perspectiva cerebral.**

De acuerdo con Caicedo, H. (2012), y en la búsqueda de dicho mejoramiento de la educación, desde los años 90 con la inclusión de avances tecnológicos y de telemedicina a través de imágenes diagnósticas, se ha logrado identificar propiedades extraordinarias

como la plasticidad cerebral, la neurogénesis, el papel de las emociones en la cognición y la identificación de períodos sensibles a ciertos aprendizajes, entre otras...

La plasticidad cerebral o neuroplasticidad es la propiedad que se refiere a la portentosa capacidad del cerebro de cambiar, adaptarse y responder a diferentes experiencias y ambientes cognitivos. Es la que da la capacidad de aprender durante toda la vida. Según esto, el cerebro cambia permanentemente con la experiencia y, por tal razón, la escuela y los educadores deben ser gestores de cambios significativos en el cerebro de sus estudiantes. Conocer cómo esto ocurre y cual es el mecanismo fundamental para una mejor enseñanza (Caicedo, H., 2012, pág. 2)

En este sentido, es importante reseñar el trabajo desarrollado por las investigadoras en Neurociencia, Sarah-Jayne Blakemore y Uta Frith, citadas por el profesor Humberto Caicedo en 2012, quienes describen:

¿Cómo aprendemos? Lo que el cerebro humano hace mejor es aprender, es modificado por el aprendizaje debido a que éste con cada estimulación y experiencia se realambra; utilizarlo de forma no habitual estimula la formación de conexiones neuronales. Al cerebro le estimulan los cambios, lo desconocido excita las redes neuronales, por esa razón los ambientes fluidos y variados despiertan la curiosidad favoreciendo el aprendizaje. El proceso cerebral de aprender y recordar está relacionado con los transmisores y receptores neuronales que posibilitan por igual en la adaptabilidad del cerebro a los

estímulos externos. La flexibilidad de las comunicaciones entre neuronas (*sinapsis*) es la que permite que nuestro cerebro recuerde la información importante y olvide la insignificante. (Blakemore y Frith, 2008, pág. 22).

Por tanto, y de acuerdo con Velásquez, B. - Remolina, N. - Calle, M. (2009), los cambios en el cerebro por procesos de enseñanza aprendizaje se realizan a través de las función de las redes neuronales y de su práctica, pues lo que no se pierden. A diferencia de los ordenadores no se puede aprender una destreza nueva y conservarla para siempre si no se practica, hemos visto que el cerebro se adapta continuamente a su entorno, es lo que nos enseñan las investigaciones sobre la plasticidad del mismo, pues mientras más aprendamos sobre sus funciones y posibilidades mayores logros alcanzaremos en los procesos de aprendizaje.

### **b) Modalidades de aprendizaje del cerebro y su relación con las inteligencias múltiples**

Después de tratar cómo aprende el cerebro e identificar que la sinapsis es responsable o es quién aprueba que las células nerviosas se intercomunican entre sí, a través de los axones y dendritas, transformando una señal eléctrica en otra química y convirtiendo dichas señales en emociones que llegan a cada ser humano por lo que percibe de su entorno a través de los sentidos; y que ésta información sensorial dada su práctica como proceso se desarrolle por medio de una fuente orgánica, sea ésta los oídos (*auditiva*), los ojos (*visual-verbal y visual-icónica*) o las manos y pies (*kinestésica*), es lo que actualmente podemos considerar como modalidades de aprendizaje desde a perspectiva cerebral.



Con base en Souza, D. (2014), en neurociencia educativa, mente, cerebro y educación, se puede establecer que:

- El **aprendizaje auditivo** se produce cuando la información *se escucha*. Algunas fuentes de información auditiva son: clases magistrales, películas, seminarios, trabajo en grupo reducido, debates o cualquier situación en la que el individuo *escuche* información. De hecho, esto representa buena parte del trabajo que se realiza en cualquier aula.
- El **aprendizaje visual-verbal** se produce cuando la información *se lee*. Algunas fuentes de información visual-verbal son: libros, folletos, información escrita en la pizarra o en la pizarra digital, presentaciones de power point o cualquier situación en la que el individuo lea.
- El **aprendizaje kinestésico** se produce cuando la información *se manipula*. Algunas fuentes de información kinestésica son: ejercicios de laboratorio, tomar apuntes, realizar una investigación o cualquier situación en la que el individuo esté haciendo algo con material.
- El **aprendizaje visual-icónico** se produce cuando la información es *vista*, pero las palabras no ocupan un lugar central en la presentación de dicha información. Algunas fuentes de información visual-icónica son: las gráficas, las tablas, las curvas, las fotos, las demostraciones, las películas o cualquier situación en la que el individuo vea información que se presente bajo el aspecto de una imagen o una gráfica. (Souza, D., págs. 126-127, 2014)

En cuanto a la relación de las modalidades de aprendizaje con el desarrollo de

inteligencias múltiples, vale la pena describir que la inteligencia ya no se limita, como tradicionalmente se pensaba, a la capacidad de razonamiento lógico o a la manipulación de palabras o números como desde hace más de 100 años se ha medido el coeficiente intelectual, sino que constituye la habilidad para resolver problemas y elaborar productos valiosos.

Howard Gardner, creador de la teoría de las inteligencias múltiples, establece que "...la investigación cognitiva demuestra que los estudiantes poseen diferentes habilidades para aprender, recordar, actuar y comprender" (Gardner, H., pág.11, 1991). De hecho, hoy se define inteligencia múltiple, como "la capacidad o destreza para resolver problemas cotidianos, para generar nuevos problemas, para crear productos y para ofrecer servicios dentro del propio ámbito cultural" (Gardner, H., 1997). Hasta 1997 dichas habilidades se habían dividido en ocho tipos: Lingüística (o verbal), Lógico-matemática, Viso-espacial, Motora (o kinestésica), Musical (o rítmica), Intrapersonal (o individual), Interpersonal (o social), y la Naturalista. Hacia 1999, Gardner afirma que existen al menos ocho inteligencias o capacidades, agregando la inteligencia Existencial (o trascendente) a esta lista y el mismo Gardner acepta que pueden todavía agregarse más y que, aún cuando éstas están genéticamente determinadas, pueden desarrollarse y mejorarse a través de la práctica y el aprendizaje.

El objetivo de la teoría de las inteligencias múltiples es "...elaborar un enfoque del conocimiento que sirviera por igual para evaluar todas las actividades que han sido valoradas por diversas sociedades a lo largo de la historia de la humanidad". (Sternberg,

1992 citado en Almaguer, 1998, pp. 39). En consecuencia, se denota la relación que las inteligencias múltiples mantienen desde lo sensorial con las modalidades de aprendizaje del cerebro y su desarrollo en la práctica en los entornos del ser humano.

## **2.2. Implicaciones en educación y neurociencia**

En cuanto a las implicaciones en educación y neurociencia se considera de vital importancia tratar los períodos críticos para aprender, por ende la intervención neuropsicológica en la educación y la prevención en el aula.

### **a) Períodos críticos para aprender**

Desde el contexto pedagógico y su relación con la neurociencia, los períodos críticos para aprender hacen referencia a periodos temporales en el desarrollo del niño, uno en los primeros tres (3) años de vida, denominado *período crítico* como tal, y otro que se extiende hasta los diez (10) años de formación y el cual se denomina como *período sensible*. Según Jensen, E. (2004), en el período crítico específicamente pueden producirse la adquisición de ciertas destrezas, habilidades, conductas, capacidades desde su entorno familiar o de acompañamiento especializado antes de su etapa escolar inicial. Se cree que pasado este tiempo es difícil adquirir ciertas habilidades de desarrollo, como por ejemplo el habla, la audición, las habilidades sociales, entre otras.

Para el período sensible, el cual puede considerarse como un período temporal más amplio para la adquisición de determinadas habilidades, pues contempla la etapa preescolar del niño y su educación básica primaria, es un período determinado por la

capacidad de neuroplasticidad del cerebro, esta capacidad puede ser dañada a causa de accidentes, sustancias nocivas, maltrato intrafamiliar, etc. Al tratarse de un cerebro que está en proceso de adquisición y aprendizaje, su afectación puede y suele ser mayor que en el cerebro adulto, que ya no tiene que adquirir determinadas habilidades o por lo menos las habilidades son más de carácter competitivo. De esta forma, de acuerdo con lo desarrollado por Jensen, E. (2004), la construcción del cerebro no es un proceso continuo, homogéneo y sincrónico consigo mismo y con el tiempo, es un desarrollo asincrónico, tiene tiempos diferentes para cada una de las habilidades y competencias que se adquieren a lo largo de la vida.

Por tanto, es importante describir que:

“El mejor modo de desarrollar el cerebro es a través de la resolución de problemas desafiantes. Eso impulsa el establecimiento de conexiones dendríticas que son la base neurofisiológica del aprendizaje, y a la vez estas condiciones estimulan la formación de nuevos circuitos neuronales. Dice que esto es “la clave para volverse más inteligente: desarrollar más conexiones sinápticas entre las células cerebrales y no perder las existentes” (Jensen, E., 2004, pág.33).

Con esto, el sociólogo Eric A. Jensen, adicionalmente señala que:

“Aunque en los primeros años hay mayor predisposición para la expansión de las ramificaciones de cada uno de los hemisferios según las edades (hemisferio derecho de 4 a 7 años e izquierdo de 9 a 12) este es un proceso que no se detiene y en cualquier edad se pueden y conviene procurarse nuevas interconexiones neuronales. Las actividades que retan al cerebro a aprender propician la salud

del mismo y la preparación para enfrentar las más variadas situaciones en la vida y con menores niveles de estrés, ya que el proceso mismo de encarar la nueva situación, más que los resultados de la acción es lo que tonifica la actividad cerebral. (Jensen, E., 2004,pág.34).

### **b) Intervención neuropsicológica en la educación**

Con base en los programas desarrollados sobre Procesos y programas de neuropsicología educativa del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) de España, es importante reseñar en primera instancia, que:

La neuropsicología escolar y educativa se aplica en el ámbito escolar para evaluar, diagnosticar y aplicar programas de intervención; en la actualidad existen procedimientos nuevos de evaluación e intervención neuropsicológica infantil del modelo conceptual de Luria que podemos conocer mejor a través de los estudios de neuroimagen de los procesos del cerebro en desarrollo (Manga y Ramos, 2011).

Para el efecto y dada su importancia, es importante de igual manera, describir tal cual lo que el MECD plantea en cuanto al modelo de procesamiento de la información de Luria, como un referente clave al formular los programas de intervención que se pueden aplicar. En consecuencia, Luria (1973, 1980), propone tres bloques funcionales para explicar el funcionamiento cerebral:

a) Primer bloque de activación óptima de la corteza cerebral, necesaria para la atención y el desarrollo madurativo, cuya estructura más importante es la

formación reticular ascendente y descendente y con conexiones con el córtex frontal. La atención y la concentración facilitan el proceso de aprendizaje y favorecen la activación de los bloques funcionales siguientes para aprender con efectividad.

b) Segundo bloque del input, o de la entrada de la información por los sentidos, elaboración y almacenamiento de la información en el cerebro, en el que participan las regiones del lóbulo occipital, temporal y parietal para realizar los procesos visuales, auditivos y táctiles. De ahí la importancia de aplicar metodologías para el aprendizaje de nuevos conocimientos que se apoyen en la sensorialidad visual, auditiva, táctil y manipulativa.

c) Tercer bloque de programación y control de la actividad, situado en las regiones frontales. Los campos terciarios de la región frontal se relacionan con las formas más integradas de la actividad orientada a un fin y Luria (1983) considera que esas regiones cerebrales tienen amplias conexiones con diferentes sectores de la corteza y con las estructuras subcorticales. Solís y Quijano (2014), explican cómo Luria concebía los lóbulos frontales responsables de la inhibición a estímulos irrelevantes, de la perseveración de la conducta al fin propuesto, de la direccionalidad y selectividad de procesos, de la estabilidad de la actividad voluntaria, la capacidad para concentrarse en las instrucciones, para el control y para la regulación interna del lenguaje; procesos que están afectados, por ejemplo, en casos de hiperactividad.

En el modelo de Luria (1973, 1980), los bloques segundo y tercero se organizan jerárquicamente en áreas primarias, secundarias y terciarias y las terciarias no tienen

una modalidad sensorial propia y son supramodales. (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España, 2015)

**c) Prevención en el aula**

Actualmente en especialidades como la neuropsicología donde las funciones cerebrales tienen implicación, se pueden realizar importantes aportaciones al campo de la educación desde su metodología de investigación y trabajo. Con base en los programas desarrollados sobre Procesos y programas de neuropsicología educativa del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España, la profesora de neuropsicología Pilar Martín-Lobo (2015), describe que:

El cerebro y las funciones cerebrales tienen una fuerte implicación en los procesos de aprendizaje durante la etapa escolar. Esta implicación es doble. Por un lado, ayuda a comprender los procesos de aprendizaje e instrucción; por otro, ayuda a niños con alteraciones neuropsicológicas durante su etapa educativa. La neuropsicología de la educación necesita modelos teóricos contrastados, instrumentos y programas para su aplicación en el aula. (Martín-Lobo, 2015).

Precisamente, de los programas, modelos e instrumentos desarrollados para su aplicación en el aula planteados por el MECD es que se denota no sólo la intervención de la neuropsicología en la educación, ya descrita, sino y además las estrategias de prevención en el aula. Dicha prevención puede analizarse desde dos grandes aspectos, el uno a desarrollar un seguimiento constante en el entorno familiar y en el entorno escolar para detectar potenciales problemas en el desarrollo del niño, que puedan definir

estrategias de prevención en el aula. El otro aspecto de prevención debe ser anterior al primero, que es la cualificación de los profesores sobre neuropsicología de la educación para precisamente identificar en el aula los problemas a resolver con cada niño, pues el objetivo en definitiva es el mejoramiento de los procesos de formación y de enseñanza aprendizaje desde la primera infancia.

Dentro de las más comunes implicaciones de la neuropsicología en la educación para determinar estrategias de prevención, según (Martín-Lobo, P. 2015), se encuentran el desarrollo de procesos y programas en:

- Habilidades visuales y perceptivas, las cuales deben garantizar una lectura eficaz.
- Desarrollo auditivo para el lenguaje, la lectura y el aprendizaje de idiomas.
- Desarrollos neuromotores y de movimientos rítmicos relacionados con el aprendizaje.
- Desarrollo de la lateralidad, mejora del esquema corporal y organización espaciotemporal. Intervención en dificultades de aprendizaje.
- Desarrollos neuropsicológicos para fortalecer los diferentes tipos de memoria y su aplicación al aprendizaje escolar.
- Habilidades superiores de pensamiento y de estrategias de aprendizaje.
- Desarrollos neuropsicológicos para la lectura.
- Desarrollo de inteligencias múltiples.
- Desarrollo de las funciones ejecutivas.
- Habilidades para dificultades de aprendizaje y trastornos del desarrollo.



- Habilidades para la dislexia desde la base neuropsicológica.
- Habilidades para la discalculia desde la base neuropsicológica

Desde el aspecto de cualificación de los profesores para la prevención en el aula, es indispensable que estos se cualifiquen en:

- Las distintas formas de déficit cognitivo y patologías relacionadas con la disfunción neuropsicológica.
- La comprensión de cómo las funciones neurocognitivas se ven afectadas por patologías diversas en un cerebro en desarrollo.
- La identificación del nivel y calidad de aquellas funciones preservadas, así como la comprensión y manejo de los principales problemas del desarrollo y del aprendizaje en atención educativa.
- La adecuación de los planes metodológicos y estrategias para el aula de aquellos alumnos que necesitan una atención más personalizada o específica, así como llevar a cabo, junto con psicólogos escolares, otros profesionales y padres de alumnos, y de manera interdisciplinar las acciones necesarias de intervención con la mayor eficacia posible que atiendan a las singulares necesidades educativas de los estudiantes de hoy.

### **2.3. Estrategias didácticas basadas en neuroeducación.**

Cuando se trata de describir estrategias didácticas basada en neuroeducación, vale la pena tener en cuenta el trabajo desarrollado por el profesor de origen catalán Joaquín M. Fuster, quien pasa de la concepción modular de los procesos y funciones cognitivas a la

concepción de redes corticales; sus planteamientos en cuanto a prácticas de enseñanza aprendizaje desde dicha concepción ha permitido desarrollar exponencialmente las estrategias didácticas desde la perspectiva de la neuroeducación en España. Al respecto, el MECD ha desarrollado muchas investigaciones que se han realizado, con el objetivo de saber el modo de procesar la información por parte de los estudiantes. Para ello, se han aprovechado los últimos recursos en tecnología digital aplicados a la educación y neuro-psicológicamente hablando, se buscó conocer el cómo se está produciendo dicho aprendizaje en las escuelas españolas; para ello, a través de diversos estudios, se está comprobando como la incidencia de las estrategias de aprendizaje en el rendimiento académico es importante. Inicialmente, se inició el trabajo mediante la aplicación del instrumento denominado Escala de Estrategias de Aprendizaje (ACRA), (Román y Gallego, 1994). El ACRA es un instrumento de autoinforme, publicado en castellano, el cual está inspirado en los principios cognitivos de procesamiento de la información, que utiliza cuatro (4) escalas de evaluación sobre el uso que habitualmente hacen los estudiantes en sus procesos de aprendizaje, estas son: - Siete estrategias de adquisición de la información. - Trece estrategias de codificación de la información. - Cuatro estrategias de recuperación de información. - Nueve estrategias de apoyo al procesamiento.

**a) Aportes de la neuropsicología educativa a la convivencia escolar.**

Para buscar describir desde el campo de la neuropsicología educativa los ambientes adecuados de convivencia escolar en comunidades educativas, necesariamente se debe abordar el desarrollo de la inteligencia emocional planteada por el psicólogo

estadounidense Daniel Goleman, la cual abarca el desarrollo de las inteligencias intrapersonal e interpersonal en una clara relación entre las emociones y el aprendizaje de cada integrante para consigo mismo y en la comunicación y trato para con los demás.

No cabe duda:

La inteligencia Emocional defiende la idea central de que las competencias emocionales son un factor crucial a la hora de explicar el funcionamiento del sujeto en todas las áreas de la vida. La neurociencia contribuye a mejorar la situación emocional y el comportamiento y convivencia dentro del aula. Las áreas cerebrales encargadas del procesamiento de las emociones constituyen el “cerebro emocional”, el sistema límbico (Mikolajczak, 2006).

Al respecto, vale la pena reseñar en Salovey y Mayer (1990), quienes señalan cinco (5) capacidades que constituyen la competencia emocional y que están muy relacionadas con la convivencia en el aula y el desarrollo de la Neuropsicología de la Educación. Estas capacidades son: Reconocer las propias emociones; Saber manejar las propias emociones; Utilizar el potencial existente; Saber ponerse en el lugar de los demás, y Crear relaciones sociales o facilidad de establecer relaciones interpersonales.

Estudios desarrollados en la primera década del siglo XXI, muestran como un buen desarrollo emocional por parte de los docentes resulta imprescindible, tanto por su propio bienestar personal, como para que puedan llevar a cabo su labor docente de forma efectiva (Sutton, 2003). De igual manera, la inteligencia emocional de los profesores afecta a los procesos de aprendizaje, a la salud mental y física, a la calidad de las relaciones sociales y al rendimiento académico y laboral (Brackett y Caruso, 2007).

**b) Relación entre la Pedagogía y la Neuroeducación.**

La descripción realizada en los contenidos temáticos estudiados hasta el momento, de alguna manera es la relación de lo que se entiende hoy como pedagogía basada en el cerebro, se sustenta en principios derivados de resultados relevantes de la investigación sobre el cerebro, constituyéndose en los fundamentos teóricos del nuevo paradigma de la neuropsicología ya descrita y se convierten en la base para el diseño de estrategias pedagógicas y en consecuencia en el punto de partida para la adopción de metodologías que puedan ser utilizadas en la práctica.

La Neuroeducación define un nuevo sistema o proceso de enseñanza-aprendizaje desde los conocimientos que la neurociencia aplicada ofrece; al respecto, Caicedo (2012) agrega que “la neuroeducación es aún una ciencia naciente, en ocasiones algunos de los resultados parecen algo obvios y bastante conocidos por la pedagogía clásica. Sin embargo, hay estudios que abren nuevas líneas de investigación neurocientífica para su aplicación en educación” (Caicedo, H., 2012, pág. 68). Por tanto y, como lo desarrolla el profesor Francisco Mora de la Universidad Complutense de Madrid, la Neuroeducación se dirige a la construcción de puentes entre la Neurociencia básica y sus aplicaciones en educación para armonizar las metodologías de enseñanza de profesores con las técnicas de aprendizaje de los alumnos. Evidentemente, existe un importante abismo entre los conocimientos pseudocientíficos y sus posibilidades en un sistema educativo real que solo bien conoce el profesor que día a día permanece en contacto directo con los alumnos en su aula. Nace, el concepto de “neuroeducador”. En este sentido las organizaciones educativas deben asumir e implementar nuevos modelos

pedagógicos, didácticos y curriculares, así como nuevas teorías y estrategias de enseñanza y aprendizaje.

**c) El Neuroaprendizaje y la Neurodidáctica.**

En este aparte, los dos términos se tratan de acuerdo a definiciones válidas para la temática trabajada. El *neuroaprendizaje* es por definición:

Un proceso continuo que reconoce al individuo, comprende la multiplicidad de sus habilidades, visiona sus recursos, y por tanto, gestiona el máximo desarrollo de las potencialidades de la persona. el contexto de aprendizaje desde la perspectiva cerebral establece el éxito en la red de gestores, en las poderosas conexiones, en los sistemas cooperativos definiendo al sistema intrapersonal e interpersonal como el responsable, mientras los roles de facilitación del aprendizaje, se distribuyen en una red conceptualizada como tribal. (Blanco, J. 2012).

La *neurodidáctica*, es una rama de la pedagogía basada en las neurociencias, que otorga una nueva orientación a la educación que tiene como propósito diseñar estrategias didácticas y metodológicas más eficientes que promuevan un mayor desarrollo cerebral o mayor aprendizaje en los términos que los educadores puedan interpretar (Paniagua, 2013, pág. 17).

De otra parte, Forés y Ligoiz (2009) llaman a la Neurodidáctica como la aplicación de conocimientos acerca de cómo funciona el cerebro y cómo intervienen los procesos neurobiológicos en el aprendizaje, para ayudar a que éste sea más eficaz y óptimo. Para estos autores la Neurodidáctica es la convergencia entre la neurología y metodologías de

aprendizaje unidas. Es poner la neurociencia al servicio de lo cotidiano (Forés y Ligoiz, 2009, pág. 56).