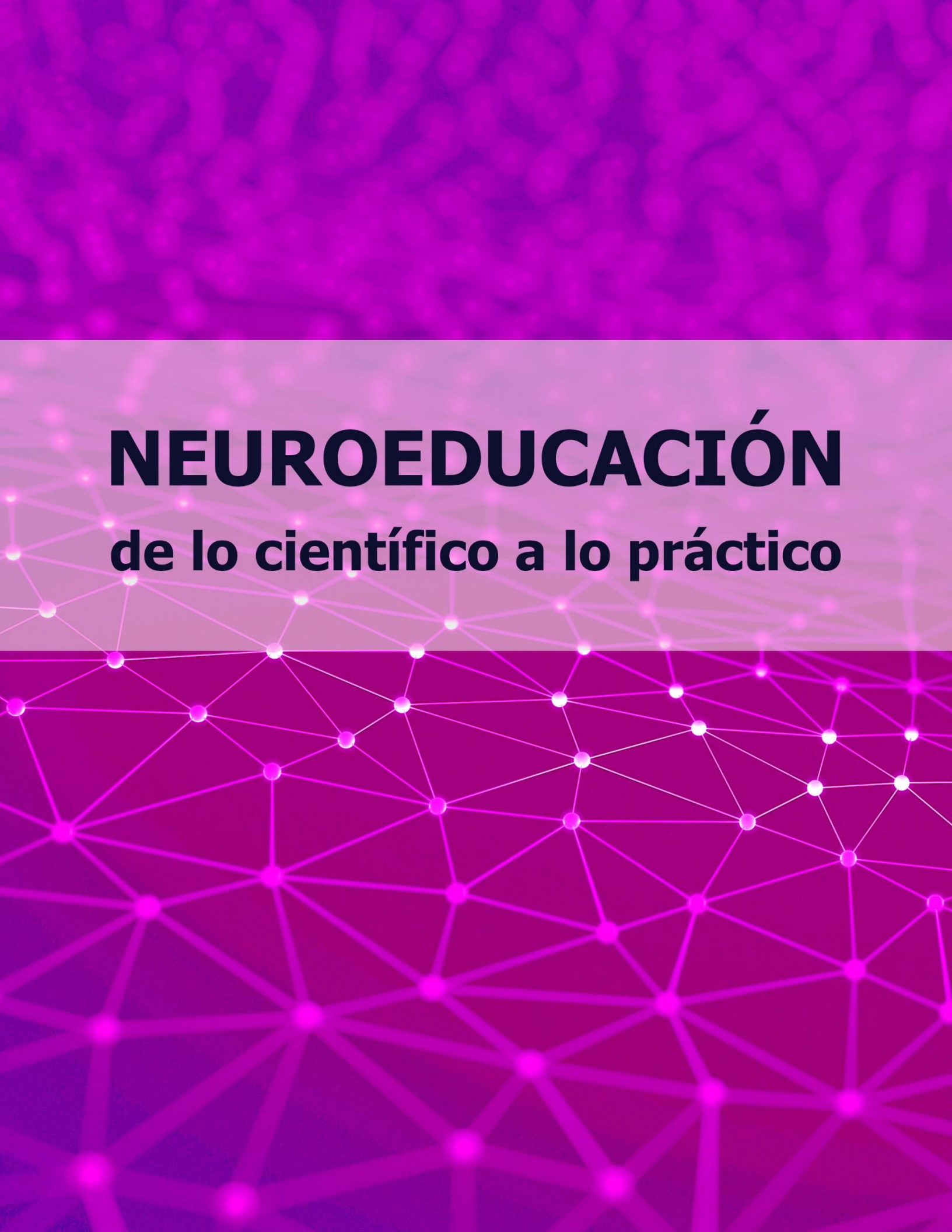




NEUROEDUCACIÓN

de lo científico a lo práctico



Neuroeducación, de lo científico a lo práctico.

© Asociación Normalista de Docentes Investigadores

Tlaquepaque s/n, Barrio Jalisco, Santa María del Oro

Durango, México.

Primera edición, 21 de marzo de 2021.

ISBN: 978-607-97907-2-1

Libro electrónico

Autores:

Alejandro Díaz-Cabriaes

Azucena Villa Ogando

Jorge Alfonso Carmona Soto

Yarimar I. Díaz Rodríguez

Yair Olvera

Fabio Muñoz Jiménez

Mario Gea

Jacqueline Gómez Rodríguez

Pedro Isaac García Ocaña

Comité Científico ANDIAC:

David Flores Corral

Samuel Villa Martínez

Myrna Liliana Carrasco Guzmán

Modesta Corral Ramos

María Araceli Salgado Monárrez

Marisa Uribe Cruz

Ma. de la Luz Barrón Silvestre

Las opiniones e información expresadas en este documento, son de la exclusiva responsabilidad del o los autores de cada capítulo, y pueden o no diferir a la visión de la organización.

ÍNDICE

La neurociencia y las teorías del aprendizaje	1
Ciencia cognitiva, neurociencia y educación	22
Paradigma Multimodal en el Neuroaprendizaje y la Neuroestimulación del Infante: Tiempo frente a la Pantalla en la Era Digital	16
El Modelo de Planeación Neurodidáctica (MOPLANE)	57
La realidad aumentada y los medios digitales basados en neurodidáctica aplicados a la educación preescolar	95
Neuroeducación en el aula: El próximo unicornio	125
Metodologías neurodidácticas	153
Nivel de conocimiento, percepción y prácticas de la ciencia Mente, Cerebro y Educación entre los maestros de matemáticas de k-12	171

Neuroeducación, de lo científico a lo práctico
ISBN : 978-607-97907-2-1

La neurociencia y las teorías del aprendizaje

Azucena Villa Ogando

Desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX, el gran médico español, Santiago Ramón y Cajal se interesó vivamente en el cerebro y se refería a las neuronas, como “... células de formas delicadas y elegantes, las misteriosas mariposas del alma, cuyo batir de alas quién sabe si esclarecerá algún día el secreto de la vida mental.” Un siglo después, la neurociencia aun intenta desentrañar los misterios del batir de alas de esas mariposas, como aspecto central para comprender cómo funciona el cerebro y de esta manera explicar los fenómenos del aprendizaje, de la conciencia y, en el sentido más amplio, la conformación de cada ser humano en su singularidad.

Aunque solemos creer que la neurociencia es una rama reciente, en realidad el interés por el cerebro y sus funciones se remonta al pasado; Blanco (2014) se remite a Alcmeón de Crotona (450 a.C) como uno de los precursores de la búsqueda del centro de las funciones mentales. Ya desde los antiguos griegos se intuía la relevancia del cerebro, como lo revela el siguiente fragmento del Corpus Hipocratium sobre la epilepsia, que es citado por Cavada (2012):

Los hombres deben saber que las alegrías, gozos, risas y diversiones, las penas, abatimientos, aflicciones y lamentaciones proceden del cerebro y de ningún otro sitio. Y así, de una forma especial, adquirimos sabiduría y conocimiento, y vemos y oímos y sabemos lo que es absurdo y lo que está bien, lo que es malo y lo que es bueno, lo que es dulce y lo que es repugnante... Y por el mismo órgano nos volvemos locos y delirantes, y miedos y terrores nos asaltan... Sufrimos todas estas cosas por el cerebro cuando no está sano... Soy de la opinión que de estas maneras el cerebro ejerce el mayor poder sobre el hombre.

Por su parte, Galeno (130-200 d.C.) se dedicó a estudiar la influencia del órgano cerebral y su relación con los músculos, sensaciones y memorias; en tanto que Vasilio, en el siglo XVI, fue capaz de establecer un método experimental para el estudio del cerebro y su influencia en el resto del cuerpo.

Este tipo de estudios fueron continuados y enriquecidos por científicos como Bouillaud, Dalton, Broca y Flourens, quienes en los siglos XVIII y XIX realizaron investigaciones que esclarecieron algunos de los misterios del cerebro; posteriormente, Broadmann y Vogt ampliaron la comprensión de la estructura y los fenómenos cerebrales, hasta llegar a Santiago Ramón y Cajal, quien es considerado el padre de la neurociencia moderna, al proponer la teoría de las neuronas, inspirándose en los estudios que había realizado anteriormente Golgi.

Como bien menciona MNCN (1991), durante cientos de años el hombre ha intentado entender el funcionamiento del cerebro, sin embargo, en ese proceso se ha encontrado con diversas limitaciones, que van desde la índole metodológica al tratar de comprender un órgano tan complejo, hasta el orden filosófico, pues al estudiar el cerebro, es el propio órgano el que se está intentando reconocer.

Después de este recorrido histórico llegamos al momento actual, en el que la neurociencia se posiciona como un elemento central de referencia para entender uno de los procesos que realiza el cerebro: el aprendizaje. Resulta curioso, cuando no incomprensible, que siendo el cerebro el órgano en el que se lleva a cabo el enigmático proceso del aprendizaje, los enseñantes sepan poco de él y su funcionamiento.

Por mucho tiempo, los maestros solamente se han enfocado en los aspectos visibles del aprendizaje, y aunque se sobreentiende que es en el cerebro donde se desarrolla el intrincado proceso de aprender, es poco lo que los docentes saben de forma explícita sobre el cómo aprenden los estudiantes y el cómo se desarrollan los procesos cognitivos del cerebro.

Al respecto, Smith y Kosslyn (2008) explican claramente esos procesos, entre los que se destacan: la percepción, la atención, la memoria y el aprendizaje, destacando el papel primordial del cerebro en el desarrollo de estos fenómenos, pero sin deslindarlo del contexto donde se desenvuelve el ser humano que percibe, que focaliza su atención en ciertos aspectos, que memoriza y que, finalmente, aprende.

La percepción es la materia prima de la cognición; sobre la base de lo que el ser humano ve, escucha, siente, huele o saborea, se sustenta el conocimiento. En este sentido,

se reafirma la primacía de lo sensorial como materia prima de lo que se aprende, pues a través de los sentidos se obtiene la información con el propósito de darle sentido, si no estuviera el cerebro como órgano que nos permite clasificar la información que percibimos, el entorno nos abrumaría en un constante flujo de estímulos que resultarían confusos e incomprensibles. Por lo tanto, los estímulos sensitivos cobran sentido y toman forma gracias a nuestro cerebro que es el encargado de interpretarlos.

En tanto que la percepción nos permite interactuar con los estímulos del contexto, es la atención el proceso encargado de discriminar en cuáles estímulos hemos de detenernos, toda vez que es un proceso voluntario de selección de la información. Al respecto, Smith y Kosslyn (2008) señalan que la atención tiene tres componentes principales, el primero se refiere a hecho de que prestamos atención a los sucesos sensoriales, un ruido, una imagen, etcétera; el segundo da la pauta para detectar señales que nos indiquen que debemos enfocar la atención en alguno de los estímulos, por ejemplo, decidir atender a la imagen y no al ruido; y el tercer componente es el que permite mantener el estado de alerta en el estímulo sensitivo elegido.

El proceso de la atención puede presentarse en dos tipos, que son la atención focalizada y la atención dividida. En el primer tipo, una persona es capaz de abstraer profundamente su atención en un solo aspecto, mientras que el segundo tipo hace alusión a la capacidad de prestar atención a varios aspectos a la vez. El tipo de atención que preste el sujeto está relacionado con la naturaleza del o los estímulos y las propias intenciones y motivaciones del individuo, toda vez que la atención es volitiva.

El aspecto de la memoria es más complejo. Aristóteles afirmaba que el intelecto residía en el corazón, y del pensamiento aristotélico heredamos la romántica idea de que nuestros recuerdos, sobre todo los más emotivos, tienen un lugar en nuestro corazón; sin embargo los estudios neurológicos han demostrado que la memoria es un proceso que tiene lugar en ese misterioso sitio que es el cerebro; los avances en las ciencias médicas ponen en evidencia que el deterioro cerebral es el responsable de enfermedades como la demencia senil y el Alzheimer, entre otras condiciones asociadas al funcionamiento neuronal.

Así, la memoria como proceso cognitivo es la responsable de nuestros recuerdos y las representaciones que tenemos sobre el mundo; la información que yace en nuestra memoria es codificada, se consolida, se recupera y, eventualmente, puede ser olvidada. Los criterios para que un recuerdo o una representación sea almacenada en la memoria son generalmente intencionales, de ahí que la memoria se puede clasificar en memoria a corto plazo, memoria a largo plazo y memoria operativa.

La memoria a corto plazo es un almacén de rápido acceso, como cuando nos aprendemos datos para un examen o un número de teléfono que debemos marcar de inmediato; sin embargo, es de corta duración debido al carácter intencional de los procesos memorísticos. La memoria a largo plazo es un tipo más persistente que se adquiere durante el transcurso de una experiencia generalmente significativa, por lo que la intencionalidad del sujeto permite que esos recuerdos sean anclados.

Smith y Kosslyn (2008) presentan de forma esquemática los tipos de memoria a largo plazo, distinguiendo la memoria declarativa y la no declarativa. El primer tipo se refiere a una memoria explícita, consciente, que podemos evocar a voluntad y que a su vez se divide en memoria episódica, semántica y prospectiva.

La memoria episódica es relativa a los acontecimientos del pasado que subyacen de forma consciente en nuestra memoria (las fiestas de cumpleaños, el funeral del abuelo, el nacimiento de alguien, la graduación del año pasado); hace referencia a episodios de nuestra historia que son almacenados y recordados en ciertos momentos.

La memoria semántica está relacionada con el conocimiento general que tenemos de los objetos, sus propiedades y su significado; por ejemplo, desde niños aprendemos para qué sirven los objetos de uso común (una escoba, una pluma, la televisión, un libro), este conocimiento persiste en nuestra memoria y nos permite funcionar de manera adecuada en el entorno, pues no se nos ocurriría emplear una escoba para hacer otra cosa que no sea barrer, excepto para lograr otros fines prácticos (alcanzar algo de difícil acceso o sacudir el techo) o con objetivos artísticos o creativos, en todo caso, el ser humano que ya sabe para qué sirve una escoba reconocerá si el uso que se le está dando es absurdo o corresponde con los significados que están en su memoria con respecto a ese objeto.

Por su parte, la memoria prospectiva es una forma interesante de memoria, pues se refiere al recuerdo de lo que hemos de hacer, por ejemplo, cuando recordamos que debemos levantarnos temprano para ir a correr con un amigo, o cuando “obligamos” a nuestra memoria a no olvidar algo importante que aún no sucede pero que deseamos que suceda; este tipo de memoria demuestra entonces que nuestro cerebro es capaz de recordar tanto lo vivido como lo que planea experimentar, lo que representa otra veta de estudio en el fascinante mundo del funcionamiento cerebral.

En relación a la memoria no declarativa, esta hace alusión a una forma no consciente de memoria, una modalidad implícita que se afianza en nuestro cerebro y da lugar a la adquisición de hábitos y conductas, se relaciona con las experiencias que dan lugar a asociaciones condicionadas; pongamos por ejemplo, el caso de un niño que se quema la mano con la estufa y ya no vuelve a jugar cerca de ella; esa experiencia se ancla en su memoria y da lugar a una conducta que persistirá debido a las asociaciones condicionadas del niño y su experiencia con la estufa caliente.

El tercer tipo de memoria, la operativa, está relacionada con la realización de operaciones cognitivas como la planificación, la resolución de problemas y el razonamiento. Cuando el individuo se enfrenta a una situación específica, recurre a su memoria para enfrentarla, así, de entre las experiencias vividas que están almacenadas en la memoria y que han construido nuevos significados al ser asociadas entre sí, planifica una estrategia razonada para resolver el problema. Finalmente, la memoria no serviría de nada si no sirviera operativamente, así que podemos afirmar que la memoria operativa es la memoria en acción al servicio del individuo que memoriza.

La memoria operativa, para funcionar, precisa del sistema ejecutivo central, mismo que tiene a su servicio al bucle fonológico y a la agenda visoespacial. Alsina y Sáiz (2003), mencionan que el bucle fonológico es el responsable de manipular la información basada en el lenguaje, es decir, de recurrir a la memoria del lenguaje, mientras que la agenda visoespacial se encarga de la creación y manipulación de imágenes. Al trabajar en conjunto el bucle fonológico y la agenda visoespacial, exploran la memoria y encuentran nuevas asociaciones que permiten ejecutar una tarea, de esta forma, la memoria entra en acción y

transforma los recuerdos conscientes o inconscientes, en elementos que le permiten al sujeto actuar en el presente e incluso proyectar el futuro.

El aprendizaje, quizá el concepto más popular en el campo educativo, es definido por Rivas (2008) como el proceso por el cual el ser humano adquiere conocimientos y formas de conducta, este autor señala que el aprendizaje es en sí mismo un proceso y un resultado, constituyéndose como un proceso permanente que implica un cambio relativamente estable. Este autor distingue dos tipos de aprendizaje, el implícito y el explícito.

El aprendizaje implícito es aquel que ocurre constantemente, a menudo sin que el sujeto tenga la intención de aprender, es un aprendizaje tácito, espontáneo e inconsciente; ejemplos de este tipo de aprendizaje son las conductas motoras, pues, aunque puede asumirse que el bebé quiere aprender a caminar o correr, estos sucesos ocurren de forma prácticamente natural.

El aprendizaje explícito, por su parte, se refiere al que se produce con plena consciencia del aprendiz, quien imprime esfuerzo personal en la actividad con el fin de aprender algo; este tipo de aprendizaje se asocia con la institución escolar, lugar donde de forma sistemática se ayuda a los estudiantes a aprender de forma explícita, intencional y consciente.

Este tipo de aprendizaje puede ser literal o significativo. El aprendizaje literal hace referencia a aquel que alude a la información verbal sobre hechos o datos, es asociativo y reproductivo; por ejemplo, la serie de datos que se memorizan y aprenden para responder un examen de preguntas que exigen una única respuesta. Este tipo de aprendizaje es de carácter cuantitativo y se emparenta con la asociación, la contigüidad, la repetición y el ejercicio.

El aprendizaje significativo es una forma más avanzada de aprendizaje, es elaborativo porque permite la construcción del significado y la comprensión. Ausubel es el creador del término de aprendizaje significativo, mismo que alude a que el aprendiz aprende significativamente cuando encuentra sentido a lo que aprende; al respecto, Rivera (2004, p. 47) enfatiza que el aprendizaje significativo se da "... cuando lo que se trata de

aprender se logra relacionar de forma sustantiva y no arbitraria con lo que ya conoce quien aprende, es decir, con aspectos relevantes y preexistentes de su estructura cognitiva.”

De esta forma se explican los procesos cognitivos involucrados en el acto de conocer, pero aun no queda claro cómo aprende el cerebro. Con esta temática, Blakemore y Frith (2007) ofrecen un interesante recorrido sobre los hallazgos de la neurociencia relacionados con la forma en que el cerebro recibe y procesa la información para dar lugar al conocimiento. Señalan que el cerebro es la máquina a través de la cual se traducen todas las formas de aprendizaje y que nuestro cerebro está diseñado para la acción permanente gracias a su plasticidad, misma que le permite adaptarse continuamente a circunstancias cambiantes, lo que sucede cada vez que aprendemos. En este sentido, las autoras otorgan gran importancia a la educación, afirmando que educar a alguien es una especie de ajardinamiento del cerebro.

De esta manera, el proceso a través del cual se enseña y se aprende, es comparado con el que lleva a cabo un jardinero al arreglar un jardín, sembrar y hacer crecer las plantas que están en él, pues cuando alguien aprende, desde las células nerviosas surgen dendritas, formándose millones de sinapsis; este proceso invisible es la base para retener información nueva y clasificarla con el fin de recuperarla más adelante a voluntad.

Los cambios entre las conexiones neuronales son responsables del aprendizaje; en el cerebro está la sede del mundo de la cognición, todo lo relacionado a la “esfera mental”, la cual engloba pensamiento, memoria, atención, aprendizaje, actitudes mentales y, de manera importante, emociones.

En las últimas décadas, el misterioso mundo del cerebro ha develado algunos de sus secretos, entre los que se encuentran los siguientes hallazgos, que son referidos por Blakemore y Frith (2007):

1. En la primera infancia se producen incrementos espectaculares en el número de conexiones entre las células cerebrales.
2. Existen periodos críticos en que la experiencia determina el desarrollo del cerebro.
3. Los entornos enriquecidos ocasionan en el cerebro la formación de más conexiones que los entornos empobrecidos.

Oates, Karmilof y Johnson (2012, p. 2), mencionan que:

Cuando nace un niño, su cerebro ya contiene los 100 billones de células cerebrales especializadas, las “neuronas” o “materia gris”, que componen el cerebro adulto. Las mayores concentraciones de ellas se encuentran en el cerebelo y la “corteza”, que forma las capas superficiales del cerebro. Lo principal de la organización del cerebro ya está en marcha, con las respectivas subdivisiones funcionales en romboencéfalo (cerebro posterior), mesencéfalo (cerebro medio) y prosencéfalo (cerebro anterior), reconocibles inclusive a partir de los 40 días de embarazo.

Como vemos, ese magnífico órgano ya está listo para aprender desde etapas muy tempranas del desarrollo, pero es importante un entorno enriquecido que provea de estímulos adecuados al cerebro infantil para que se produzcan conexiones cerebrales que den lugar a un conjunto de redes cerebrales estables.

Blakemore y Frith (2007) señalan que aprender cosas nuevas significa abrir y formar conexiones neurales para sucesos importantes y cerrar otros que ya no lo son y que solo distraerían y confundirían, es así como se da la poda sistemática de conexiones que no resultan útiles o no son activadas, de ahí que es importante la estimulación en niños pequeños a través de la interacción con otros seres humanos, por medio del lenguaje y la comunicación, para evitar que las conexiones cerebrales mueran y promover el desarrollo de nuevas conexiones.

En este sentido, las experiencias de los niños son tan importantes como el programa genético, incluso llega el momento en que las experiencias superan la relevancia de la carga genética del individuo, pues las investigaciones han demostrado que un mecanismo defectuoso de arrancada para el aprendizaje rápido no impide el aprendizaje lento, siempre y cuando el individuo se encuentre en un entorno adecuado que provea de los estímulos correctos.

Walker (2011), citado en Oates, Karmilof y Johnson (2012, p. 28), enfatiza que

La relación entre el niño y su cuidador depende de la calidad y disponibilidad de las atenciones que se reciben al principio de la vida, que es el mismo período que resulta

decisivo respecto al efecto de la carencia de hierro para la mielinización y la densidad de receptores de dopamina.

De esta forma, se hace hincapié en la existencia de ciertos periodos críticos en el desarrollo del cerebro, y por ende del aprendizaje. Rosselli (2003) habla de la importancia de la estimulación del cerebro del niño en relación con la adquisición y la progresión del lenguaje y señala, por ejemplo, que es hasta los doce años de vida que se consolida el desarrollo del lenguaje en el niño a través de la interacción comunicativa que da lugar a la formación de conexiones cerebrales que persistirán a lo largo de la vida.

Sin embargo, el hecho de que existan periodos sensibles en el desarrollo del cerebro y el aprendizaje, no significa que el individuo deje de aprender después de ellos, pues la capacidad para adquirir conocimientos nuevos se mantiene durante toda la vida, aunque como mencionan Blakemore y Frith (2007), las destrezas que se adquieren después de esos periodos sensibles son ligeramente distintas y tal vez se basan en estrategias y vías cerebrales diferentes de las que se habrían adquirido durante el periodo sensible.

Existe evidencia de que los niños nacen dotados de estructuras que les permiten aprender el lenguaje y los números, pero estas estructuras se desarrollarán o no en función del contexto, de ahí la importancia de la educación, pues las investigaciones sugieren que existe un umbral de riqueza ambiental por debajo del cual un entorno precario podría dañar el cerebro del bebé.

Blakemore y Frith (2007) mencionan que los experimentos con niños que se han realizado con los niños que han sido criados en entornos muy desfavorecidos, han demostrado que tienen más posibilidades de presentar un desarrollo social, cognitivo y emocional deteriorado que los que se desarrollan en entornos normales, sin necesidad de ser ampliamente enriquecidos en estímulos.

Existe pues una estrecha relación entre la duración del estado de privación de estímulo y el nivel de retraso intelectual del niño, aunque afortunadamente nunca es demasiado tarde para la asistencia reparadora, pues incluso los niños que han sufrido muchas privaciones pueden recuperarse en gran medida si se les procura atención y estimulación rehabilitadoras. Las autoras refieren que es posible, por ejemplo, aprender

gramática después de los trece años, aunque seguramente seremos menos eficientes para lograrlo y usaremos estrategias cerebrales distintas de las que hubiéramos usado si hubiéramos aprendido antes, durante el periodo que se considera sensible.

En este sentido, es pertinente recordar la polémica historia del caso de Genie, la niña que dio lugar al experimento prohibido que documentan Moñivas, San y Rodríguez (2002). El caso expone la historia de una niña que en 1970 salió de un aislamiento impuesto por más de once años, evidenciando así que la privación de estímulos sociales dio lugar al subdesarrollo en todas las áreas y a prácticamente una ausencia del lenguaje.

El caso despertó el interés de los científicos del lenguaje que intentaron demostrar con ella la existencia de periodos críticos para el desarrollo de la capacidad comunicativa, pero al ser éticamente imposible privar a un niño del lenguaje de forma intencional no habían podido comprobar la existencia de esos periodos sensibles. Sin embargo, el caso de la desafortunada Genie dio lugar a la investigación, en la cual se demostró que, efectivamente, un entorno carente de estímulos sociales da lugar a un escaso desarrollo intelectual y que, aunque más tarde se provea de estímulos y el individuo pueda llegar a aprender, nunca logrará hacerlo con el nivel de logro que se alcanza en el periodo correcto y con el mínimo de estímulos sociales necesarios.

En este punto es necesario detenernos en el cerebro y el desarrollo del lenguaje a través de la educación; al respecto, Fajardo (2008, p. 94) menciona que:

El cerebro es el principal órgano del cuerpo humano. Éste es responsable de muchas conexiones que hacen posible las funciones superiores, entre las cuales se puede mencionar el lenguaje. Gracias al lenguaje, los seres humanos somos capaces de desarrollar procesos de abstracción, conceptualización y representación del mundo. La importancia del lenguaje en el desarrollo mental y el aprendizaje es indiscutible, aunque existen algunas controversias entre la neurolingüística y la psicolingüística en relación al tema, como mencionan Paredes y Varo (2006, p. 107):

Una explicación de por qué el ser humano, frente a otros animales, posee “lenguaje” procede necesariamente del hecho de estar dotado de un cerebro distinto al de otras especies. Por otra parte, desde la perspectiva inversa, podríamos especular

que el cerebro humano es diferente al de otros animales como resultado del empleo del lenguaje.

Sea cual sea la perspectiva que se asuma, una cosa sí está clara: el aprendizaje del lenguaje es esencial en el desarrollo humano y el lenguaje es a su vez base del aprendizaje. El lenguaje hablado abre un mundo de posibilidades para la representación del mundo y, con esto, el aprendizaje de nuevas formas de simbolización que dan lugar a mayores conexiones cerebrales. El lenguaje hablado como base de la lectura y la escritura, da lugar a una moldeo cerebral que configura lo que se puede denominar “un nuevo cerebro” a consecuencia de la enseñanza y el aprendizaje.

Con referencia a lo anterior, Blakemore y Frith (2007) afirman que el cerebro alfabetizado es diferente del cerebro no alfabetizado, pues en cuanto uno domina los principios del alfabeto cambia su percepción global del habla, ya que nos volvemos conscientes de que es posible descomponer los sonidos de las palabras y volver a reunirlos; el código escrito supone una novedad para el cerebro, pues al estar acostumbrado a un mundo tridimensional, enfrentarse a símbolos en dos dimensiones lo “obliga” a pensar en forma diferente; se señala que existen evidencias que demuestran que el cerebro alfabetizado actúa de manera distinta incluso cuando solo se está escuchando hablar, además, el dominio del código escrito abre todo un mundo de posibilidades para el aprendizaje posterior.

La importancia de la evolución del lenguaje en el aprendizaje y, por consecuencia, en la educación es un aspecto que deben tener en cuenta los enseñantes, así como los aspectos referidos al cómo aprende el cerebro y cuáles procesos están implicados en ese aprendizaje, a fin de brindar un apoyo educativo a los estudiantes.

Ruiz (2004) explica claramente la relación entre neurociencia y educación, al dejar claro que todos los hallazgos de la neurociencia influyen tanto en la práctica como en la teoría educativa, porque ofrece explicaciones científicas acerca de las condiciones en las que el aprendizaje puede ser más efectivo, a la vez que esta información puede permitir que las estrategias instruccionales de los profesores sean más adecuadas y atiendan a las diferentes dimensiones.

En este sentido, resulta incomprensible que los profesores no conozcan la materia prima con la que trabajan, que es esencialmente el cerebro de sus alumnos, mismo que se va moldeando al participar en eventos de aprendizaje que permitan establecer nuevas conexiones cerebrales, al activar el sistema de la memoria con los estímulos adecuados y recuperar la información que ha acumulado, conectándola con la nueva información que ha llegado a través de la percepción e introducida en un proceso de atención sostenida; este proceso da lugar al aprendizaje significativo, término acuñado desde el punto de vista psicológico por David Ausubel.

La intuición y los resultados de la investigación de numerosos psicólogos han dado lugar a diversas teorías del aprendizaje a lo largo del tiempo; sus hallazgos, nacidos principalmente de numerosas observaciones y experimentos, han abierto la puerta a la teorización acerca de cómo aprenden los seres humanos. Anteriormente era imposible ver cómo funcionaba el cerebro al aprender, pero en la actualidad, los aparatos neurológicos y los estudios emanados desde el ámbito médico han dado lugar a una revolución del cerebro y del aprendizaje.

Los maestros están familiarizados con estas teorías acerca de cómo aprenden los niños, de las cuales se desprenden algunas suposiciones de cómo funciona el cerebro al aprender. Sobre este punto, Urgillés (2014) hace un recuento de los modelos educativos y su relación con el aula o con el trabajo que desempeñan los enseñantes. Así, al hablar de la pedagogía tradicional, sostiene que para ella aprender es guardar en la memoria, recordar, privilegiando los saberes de tipo declarativo.

Las teorías tradicionales asumen, de forma implícita, que el cerebro trabaja de una forma simple y supone que la memoria es sinónimo de aprendizaje; sin embargo, como ya hemos revisado, la memoria es una parte básica del aprendizaje, pero no es el aprendizaje en sí mismo. Los procesos implicados en el aprender inician con la percepción, continúan con la atención, siguen con la memoria y concluyen con el aprendizaje, cuyo tipo más elevado es el aprendizaje significativo.

Por tanto, las posturas tradicionales presentan una visión incompleta del aprendizaje, incluso ni siquiera apelan al logro de una memoria operativa, que se traduzca

en la resolución de problemas, pues solamente se limitan a una memoria de tipo declarativa que, si bien, es esencial en el aprendizaje, no presenta un aprendizaje total. En estas teorías, el cerebro es comparado con un recipiente vacío que el que enseña va llenado con los saberes que traslada de forma mecánica y simplista.

Otro de los modelos descritos por Urgillés (2014) es el conductismo, que es un estilo de educación que simplifica el proceso de enseñanza-aprendizaje a una mecánica cadena de estímulos y respuestas. El hecho de que este modelo considere la respuesta o la conducta como el resultado de un proceso de aprendizaje, nos sugiere que se considera al cerebro como una entidad relativamente compleja, que reacciona a los estímulos del medio y que genera conductas visibles.

Sin embargo, la postura conductista se queda en una visión del aprendizaje literal o por asociación, pues a través de este tipo de aprendizaje el sujeto aprende por contigüidad, contingencia, repetición y ejercicio; muchas de las actividades de tipo conductista recurren al ejercicio y a la repetición como medios para el aprendizaje. Este modelo sigue siendo hasta cierto punto incompleto en relación a la comprensión de cómo aprende el cerebro, pues ignora los aspectos volitivos de la atención y los mecanismos de la memoria para llegar a consolidarse como memoria operativa; por otra parte, en relación al aprendizaje no llega hasta el tipo de aprendizaje significativo, pues al ser generalmente mecánico no aspira a la construcción de significados ni a la comprensión.

El último de los modelos presentados por Urgillés es el constructivismo, en el que se “...estimula la libre expresión de las ideas, el saber ser, el descubrimiento o investigación autónoma, los tanteos y los errores. Importa que ellos miren, comparen, razonen, seleccionen, inventen, guarden en su memoria y lo transfieran o apliquen” (Urgillés, 2014, p. 217).

Desde esta postura se advierte una relación más estrecha con los recientes hallazgos de cómo aprenden los sujetos, pues este modelo comprende todos los procesos involucrados en la cognición, no ignora el valor de la memoria como parte básica del conocimiento, pero no se queda ahí, sino que trasciende hacia el aprendizaje de tipo significativo al preocuparse por la transferencia y/o aplicación de los conocimientos.

En este punto, es preciso detenernos a analizar algunas de las teorías que se encuentran insertadas en el enfoque constructivista, para revisar su concepto de aprendizaje y de enseñanza, y de esa manera inferir la manera en que conciben al cerebro y su funcionamiento como órgano central del aprendizaje.

Iniciamos nuestro recorrido con Jean Piaget y su teoría psicogenética, que pretendía entender cómo se dan la formación y el desarrollo del conocimiento en los seres humanos. Las preguntas que aspiraba responder estaban relacionadas con la adaptación del organismo a medio y la forma en que la filogenia desarrolló las estructuras que permiten esa adaptación; así mismo, se preguntaba cómo era posible el conocimiento y qué formas de conocimiento eran necesarias en la adaptación del individuo y cómo la ontogenia permitía la adquisición de conocimientos.

Como puede apreciarse, la preocupación de Piaget por la cognición involucra tanto elementos de orden natural o biológico como elementos de orden social o referidos al desarrollo en un entorno, asumiendo también de forma implícita que el ser humano nace dotado de “instrumentos” que le permiten conocer o adaptarse.

El mismo Piaget (1991, p. 12) menciona:

... el desarrollo mental es una construcción continua, comparable a la edificación de un gran edificio que, con cada adjunción, sería más sólido, o más bien, al montaje de un sutil mecanismo cuyas fases graduales de ajustamiento tendrían por resultado una ligereza y una movilidad mayor de las piezas, de tal modo que su equilibrio sería más estable.

Esta comparación del desarrollo mental con la construcción de un edificio es en cierta medida similar a lo que sugiere la neurociencia con relación a la forma en que se aprende, construyendo nuevas conexiones en un proceso de ajuste gradual de los saberes preexistentes con los nuevos.

Para Piaget, el aprendizaje es un proceso de etapas a las cuales corresponden ciertas estructuras cognitivas que llevan al conocimiento científico y la resolución de problemas depende del desarrollo de ciertas estructuras cognitivas, mismas que tienen una génesis a partir de cierta estructura anterior. Además, en esta teoría se supone que el aprendizaje se

lleva a cabo a través de un proceso de asimilación, acomodación y equilibrio y que, al llegar a las operaciones formales, el ser humano llega a la maduración de sus estructuras cognitivas.

Como vemos, algunas de sus bases son compatibles con los hallazgos de la neurociencia, toda vez que, según refieren Blakemore y Freith (2004), se ha comprobado que el desarrollo cerebral alcanza un punto crítico alrededor de los trece años, coincidiendo con los años aproximados en que Piaget sitúa el periodo de las operaciones formales; sin embargo es no significa que las personas no sigan aprendiendo a lo largo de la vida, pues la información nueva seguirá buscando el acomodo y el equilibrio en las estructuras mentales del que aprende, interactuando activamente con el conocimiento preexistente.

Otro autor enmarcado en el constructivismo fue Bruner, quien curiosamente al haber sido ciego de niño se interesó por el fenómeno de la percepción, misma que es base de la cognición. Bruner (1989) concede gran importancia a las estructuras cognitivas del niño en el proceso educativo, pero también insiste en la importancia de la instrucción, en la forma en que el maestro presenta al niño aquello que debe aprender, y del aprendizaje como proceso que puede acelerar el mismo desarrollo cognitivo. En este sentido, Bruner se adelanta a su tiempo al plantear esta idea de que el desarrollo cognitivo es básico para aprender, pero que a la vez el aprendizaje promueve el desarrollo cognitivo, lo que se ha demostrado con los estudios en neurociencias, que el aprendizaje depende del cerebro, pero que el funcionamiento cerebral crece exponencialmente al participar en eventos de aprendizaje.

En cuanto al desarrollo cognitivo, Bruner desarrolló una teoría de la representación según tres códigos distintos: enactiva (determinada por cierta acción habitual), icónica (mediante una imagen) y simbólica (mediante un esquema abstracto); para este autor, el lenguaje es causa directa del progreso del pensamiento, es catalizador del desarrollo mental.

Al analizar esta teoría nos encontramos grandes coincidencias con los planteamientos de la neurociencia, en relación a la importancia asignada al lenguaje, al

símbolo como elemento que se desarrolla en el cerebro gracias a la interacción social, pero que también permite que el cerebro siga desarrollándose.

Para Bruner, son tres los aspectos que propician del desarrollo mental: la acción, el pensamiento y el lenguaje, y aunque no habla de conexiones cerebrales ni de la estructura anatómica del cerebro, sus tesis apuntan a una concepción neurocientífica del aprendizaje.

Otro de los teóricos constructivistas fue Vigotsky, quien desde la teoría sociocultural intentaba ofrecer un marco explicativo unificado para los procesos psicológicos elementales y superiores así como estudiar la relación entre el proceso de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo cognitivo. Antunes (2007) hace referencia a que este autor explica que el sujeto construye la realidad a través de la interacción social en un marco histórico-cultural; es en esta construcción de la realidad que el sujeto aprende, y el aprendizaje es concebido como la internalización de formas de mediación cultural.

Vygotsky llama inteligencia práctica a los procesos cognitivos de percepción, atención, memoria y pensamiento, y dice que pertenecen a la línea de desarrollo natural; en tanto que distingue otra línea de desarrollo, la artificial, misma que implica acciones y procesos de tipo instrumental y que se caracterizan por la incorporación de signos desarrollados históricamente, los cuales cambian por completo la naturaleza y expresión de los procesos psicológicos elementales antes desarrollados, dando pie a la aparición de procesos psicológicos superiores o instrumentales.

Al revisar los planteamientos vygotskianos nos percatamos que son acordes a los planteamientos de la neurociencia, toda vez que en esta se considera que el ser humano tiene un cerebro que lo faculta para percibir, memorizar y desarrollar el pensamiento (lo que corresponde a la línea natural), pero que no basta con esas capacidades, sino que se precisa de la interacción social o cultural para lograr una orden superior de pensamiento y acción; es decir, se necesita de la acción del medio para moldear el cerebro.

En este sentido, Vygotsky concede una importancia relevante a las herramientas psicológicas que permiten la interacción o la mediación, en particular el lenguaje como instrumento de mediación semiótica que propicia la regulación de la propia actividad y de

la de los demás, y que permite un cambio cualitativo en el desarrollo de los procesos psicológicos pues tiene gran relación con el pensamiento.

Por su parte, Ausubel, padre del término “aprendizaje significativo”, plantea que el aprendizaje depende de la manera en que se enlazan la estructura cognitiva previa con la nueva información. En este sentido, Viera (2003) menciona que el aprendizaje significativo, tal como lo propone Ausubel, se logra cuando el sujeto logra encontrarle un sentido personal a lo que está aprendiendo, por lo que esta información encuentra una lógica en las estructuras cognitivas del educando.

Para Ausubel, el aprendizaje significativo debe cumplir con ciertos requisitos, entre los que se encuentran la propia disposición del alumno por aprender, acto que recuerda el aspecto volitivo de la atención como aspecto elemental del aprendizaje; también es preciso que el material que se presente sea potencialmente significativo, en este caso la selección del material corresponde al que enseña, por lo que es necesario que elija de forma adecuada a fin de activar la voluntad del alumno o la disposición para aprender; este material debe poseer un significado lógico para el que aprende y anclarse en su sistema cognitivo de forma no arbitraria, generando así un nuevo conocimiento que, por ser significativo, será útil y duradero.

Estos aspectos descritos por Ausubel tienen gran relación con la forma en que la neurociencia explica el desarrollo de los procesos cognitivos, desde la percepción hasta el aprendizaje, pasando por la atención y la memoria; por lo tanto, se puede afirmar que los preceptos de Ausubel no riñen con la forma en que se ha demostrado que aprende el cerebro.

Pese a toda la revisión anterior, el modelo constructivista aún puede y debe seguirse nutriendo por los más recientes avances en la neurociencia, incluso es preciso que esas relaciones entre las teorías psicológicas, las teorías educativas y la neurociencia sean más explícitas y claras. En esta línea, Saavedra (2001) habla de la plasticidad cerebral y de los avances de la ciencia en relación a la forma en que aprenden las personas. También enfatiza en la necesidad de que los educadores aprovechen los resultados de las investigaciones

para que sean capaces de promover aprendizajes más duraderos y con mayor significado para los aprendices.

Al referirse al papel de la experiencia previa y de la presentación de contenidos y actividades que estimulen el aprendizaje, señala:

... mientras más conexiones entre neuronas tenga el cerebro que aprende, lo que se logra con una rica experiencia, habrá mayor comprensión del nuevo material a ser aprendido, pues la nueva información puede relacionarse (el tradicional concepto de asociación) con la ya habida, y efectuar conexiones con contenidos existentes. (Saavedra, 2001, p. 143)

Como puede apreciarse, la comprensión de la forma en que aprende el cerebro permite entender que la experiencia es un aspecto central en el aprendizaje, como bien señalaron Blakemore y Frith (2004), la interacción social y la naturaleza de los estímulos que provee un ambiente enriquecido (o mínimamente normal), permite que las redes neuronales crezcan, se conecten y se fortalezcan.

Podría decirse que el cerebro no se cansa de aprender, o como lo plantea Moreno (2005, p. 585) al reseñar la obra del Stock, Fink y Earl (2004): “en un mundo rápidamente cambiante, si no puedes aprender, desaprender y reaprender estás perdido”; en su plasticidad, el cerebro se reorganiza constantemente aprendiendo, desaprendiendo y reaprendiendo. En este flujo de aprendizaje, reaprendizaje y desaprendizaje está el interjuego de los procesos cognitivos de percepción, atención y memoria en un contexto determinado. Aprendemos con ciertos fines y desaprendemos también porque lo que está almacenado en nuestro repertorio mental ya no es útil o es dañino para la nueva información o las nuevas necesidades que nos plantea el contexto.

Para finalizar con el análisis de las relaciones entre cerebro y educación, podemos detenernos a revisar a dos teóricos más modernos que encuentran puntos de coincidencia bastante explícitos con la neurociencia: Maturana y Feurstein.

En el caso de Maturana, con su teoría biológica del conocimiento, pretende entender las bases biológicas del conocimiento en general y, más específicamente, del

conocimiento humano; como parte esencial de su estudio se refiere al sistema nervioso y su aportación al expandir el dominio cognoscitivo.

Al hablar de Maturana y su teoría, Ortiz (2015), destaca la importancia que este autor le da al lenguaje, o como él prefiere decirlo, a “lenguajear”; como su predecesor Vygotsky, asigna al lenguaje un papel central en el aprendizaje y el desarrollo en general de los organismos humanos autopoieticos que están en interacción constante y que esa interacción permite un cambio constante mientras que el ser humano trata de conservar su propia organización. Un aspecto que probablemente abrirá la veta de la investigación en el ramo educativo es el de las emociones, que Maturana explora y a las que les otorga gran relevancia en el proceso cognitivo.

Por su parte, Feurstein con su teoría de la modificabilidad cognitiva estructural, revoluciona lo que creíamos sobre el cerebro y la forma en que aprende; especialmente en lo relacionado a los cerebros con déficits o problemas para el aprendizaje, pues él ha demostrado que el cerebro guarda más sorpresas y que la plasticidad cerebral es capaz de recuperar en cierta forma las funciones que se han perdido.

Feurstein, entrevistado por Noguez (2002) explica que el desarrollo humano depende tanto de aspectos biológicos, como de elementos psicológicos y socioculturales; así, su teoría toma en cuenta una doble ontogenia: la biológica y la sociocultural. La teoría de la modificabilidad cognitiva estructural supone pues, un cambio para la comprensión del cerebro y, en consecuencia, plantea una transformación en las prácticas educativas que por siglos han considerado ineducables a ciertas personas o que han creído que nuestro cerebro tiene límites.

El cerebro, ese órgano que nos permite pensar, sentir, creer, aprender, sigue guardando secretos que los hombres han querido desentrañar desde la época de los antiguos griegos; esos secretos son especialmente importantes para la educación, pues en la medida en que los educadores conozcamos los intrincados mecanismos que tienen que ver con el aprendizaje, podremos enseñar mejor.

Referencias

- Alsina, A. y Sáiz, D. (2003). Un análisis comparativo del papel del bucle fonológico versus la agenda viso-espacial en el cálculo en niños de 7-8 años. *Psicothema*, vol. 15, núm. 2, 2003, pp. 241-246. Universidad de Oviedo. Oviedo, España.
- Antunes, C. (2007). *Vigotsky en el aula... ¿Quién diría?* Argentina: Editorial Sb.
- Blanco, C. (2014). *Historia de la neurociencia: el conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Blakemore, S. y Frith, U. (2004). *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Barcelona, España: Editorial Ariel.
- Bruner, J. (1989). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza.
- Cavada, C. (2012). *Historia de la Neurociencia*. España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Fajardo, L. (2008). Aproximación a la relación entre cerebro y lenguaje. Conferencia de la celebración del día del idioma. Disponible en dialnet.unirioja.es, recuperado el 18 de noviembre de 2020.
- MNCN (Museo Nacional de Ciencias Naturales). (1991). *El cerebro. Del arte de la memoria a la neurociencia*. Madrid: Autor.
- Moñivas, A., San, C, y Rodríguez, M. *Genie: la niña salvaje. El experimento prohibido. (Un caso de maltrato familiar y profesional)*. España: Universidad de Alicante.
- Moreno, T. (2005). Aprender, desaprender y reaprender. *Revista mexicana de investigación educativa*, abril-junio 2005, Vol. 10, Núm. 25, pp. 585-592. México.
- Noguez, S. (2002). El desarrollo del potencial de aprendizaje Entrevista a Reuven Feuerstein. *Revista electrónica de investigación educativa. REDIE vol.4 no.2 .Ensenada nov. 2002*
- Oates, J., Karmiloff, A. y Johnson, M. (2012). *El cerebro en desarrollo*. Reino Unido: Cambrian Printers.
- Ortiz, A. (2015). La concepción de Maturana acerca de la conducta y el lenguaje humano. *CES Psicología*, vol. 8, núm. 2, julio-diciembre, 2015, pp. 182-199 Universidad CES Medellín, Colombia.

- Paredes, M. y Varo, C. (2006). Lenguaje y cerebro: conexiones entre neurolingüística y psicolingüística. España: Universidad de Cádiz.
- Piaget, J. (1991). Seis estudios de psicología. España: Editorial Labor.
- Rivas, M. (2008). Procesos cognitivos y aprendizaje significativo. Madrid: Subdirección General de Inspección Educativa de la Viceconsejería de Organización Educativa de la Comunidad de Madrid.
- Rivera, J. (2004). El aprendizaje significativo y la evaluación de los aprendizajes. Revista de investigación educativa, año 8, n.º 14 (2004).
- Roselli, M. (2003). Maduración cerebral y desarrollo cognoscitivo. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, vol. 1, núm. 1, enero - junio, 2003. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud. Manizales, Colombia.
- Ruiz, C. (2004). Neurociencia y educación. En Neurociencia cognitiva y educación. Perú: Imprenta peruana.
- Saavedra, M. (2001). Aprendizaje basado en el cerebro. Revista de Psicología, vol. X, núm. 1, 2001, pp. 141-150. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Smith, E. y Kosslyn, S. (2008). Procesos cognitivos, modelos y bases neurales. Madrid: Pearson Educación.
- Urgillés, G. (2014). La relación que existe entre las teorías del aprendizaje y el trabajo en el aula. Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, núm. 16, 2014, pp. 207-229, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Viera, T. (2003). El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. Universidades, núm. 26, julio-diciembre, 2003, pp. 37-43. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe. Distrito Federal, Organismo Internacional.

Ciencia cognitiva, neurociencia y educación

Jorge Alfonso Carmona Soto

Es importante resaltar la importancia que representa para la educación la neurociencia cognitiva, enmarcada dentro del paradigma de la ciencia cognitiva y que permite conocer y profundizar en el conocimiento de las relaciones entre el cerebro, la mente y el comportamiento, para lograr desarrollar mejores estilos de aprendizaje, que puedan mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los alumnos.

Para conocer y entender el tema en mención, es necesario presentar algunos de los principales antecedentes de esta nueva corriente, que constantemente vemos inmersa en los sustentos teóricos de los modelos educativos actuales, pero que, desafortunadamente, todavía nos resulta desconocida para muchos de los que nos involucramos dentro de los ambientes educativos.

Así mismo, es necesario dar a conocer un panorama general sobre las principales investigaciones que se han generado a partir del nacimiento de este paradigma y que han evolucionado de manera satisfactoria dentro de la educación, favoreciendo principalmente a los docentes, quienes de manera positiva han generado que a partir del conocimiento de la ciencia cognitiva, no solo se promuevan en los propósitos del aprendizaje contenidos específicos sobre determinado tema, sino que además se consideren las técnicas o estrategias que mejoraran de manera sorprendente el aprendizaje de tales contenidos.

Es bueno resaltar que las decisiones profesionales del docente respecto a su práctica son de gran ayuda, de cierta forma inciden principalmente y de manera directa en el ambiente de aprendizaje que se crea en el aula; de manera directa esto repercute tanto en las intenciones educativas, así como en la selección y organización de los contenidos; “diversos investigadores sostienen que sólo a través de una conciencia de las diferencias y similitudes entre educación y las neurociencias, será posible lograr una fundamentación común necesaria para una ciencia integrada de la educación, el cerebro, la mente y el aprendizaje” (Donolo, 2009).

El objetivo general es Identificar las principales aportaciones que la ciencia cognitiva realiza a través de la neurociencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, considerando diversas técnicas o estrategias que mejoran el aprendizaje de los contenidos de la educación básica.

Ciencia cognitiva

La ciencia cognitiva aparece de manera más precisa alrededor de los años cincuenta, en el primer simposio de teoría de la información, organizado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, en el que resaltan principalmente tres trabajos de investigación, el primero es desarrollado por Allan Newell y Herbert Simon, titulado: “La máquina de la teoría lógica”; el segundo trabajo fue presentado por George Miller, llevó por título: “El número mágico 7, más o menos 2”; el tercer trabajo fue presentado por Noam Chomsky y lo tituló “tres modelos del lenguaje” (Ramos, 1993).

Cada uno de los trabajos presentaron cierta influencia de la polémica conferencia ¿puede pensar una máquina?, que disertó en 1947 el famoso matemático Alan Turing, él defendió su teoría en la que aseguraba que era posible que una máquina pudiese llegar a hacer exactamente lo mismo que hace un hombre, incluida la función de pensar. Por tanto, lo que se pretendía realizar en el simposio de Massachusetts era desarrollar una teoría general de la inteligencia y de los procesos mentales que subyacen en la misma.

El desarrollo de estas ideas permitió profundizar en los estudios de la mente humana y comenzar a realizar la comparación de los procesos computacionales con el cerebro; para posteriormente “desarrollar una teoría general de la inteligencia y de los procesos mentales que subyacen a la misma” (Ramos, 1993).

Es decir, las Ciencias cognitivas se consolidan como un nuevo campo interdisciplinario que, para poder comprender la mente humana, combina la antropología, la física, las matemáticas, las neurociencias, la lingüística, las ciencias computacionales, la inteligencia artificial, antropología y filosofía; “Habitualmente, la ciencia cognitiva se define como una perspectiva multidisciplinaria acerca de la mente humana y otros sistemas

procesadores de información, cuyo fundamento es la similitud en los principios básicos subyacentes a dicho procesamiento en todos esos sistemas” (Fierro, 2011).

Así mismo, una de las tesis fundamentales de la ciencia cognitiva sostiene que el pensamiento es el resultado de representaciones mentales y procesos computacionales que operan sobre diferentes representaciones. Es decir, el proceso de pensar puede ser modelado por programas computacionales. Esta tesis se puede fundamentar a partir de que en 1947 el famoso matemático inglés Alan Turing, pronunció su polémica conferencia ¿puede pensar una máquina?, él defendió que era posible que una máquina pudiese llegar a hacer lo mismo que un hombre, incluso pensar.

Turing comenzaba su disertación proponiendo que era necesario dar definiciones del significado de los términos “máquina” y “pensar”, pero de una manera alejada de lo habitual, para poder dar respuesta a la pregunta planteada al inicio, él propone lo que hoy conocemos como el test de Turing o la máquina de Turing, que se usa para averiguar si una máquina determinada puede ser tan inteligente como un ser humano. Se dice que su trabajo fue tan brillante, que aceleró el final de la Segunda Guerra Mundial al vulnerar las comunicaciones alemanas rompiendo los códigos de las máquinas de cifrado nazis.

Una máquina de Turing puede considerarse como una cinta infinita dividida en casillas, cada una de las cuales contiene un símbolo. Sobre dicha cinta actúa un dispositivo que puede adoptar diversos estados y que, en cada instante, lee un símbolo de la casilla sobre la que está situado. En función del símbolo que ha leído y del estado en que se encuentra, realiza las tres acciones siguientes: pasa a un nuevo estado, imprime un símbolo en lugar del que acaba de leer, y se desplaza una posición hacia la izquierda, o hacia la derecha, o bien la máquina se para (Alfonseca, págs. 165-168).

Ante lo anteriormente expuesto, se puede inferir que la ciencia cognitiva intenta comprender cómo un sistema físico puede recibir, seleccionar y procesar información. Es decir, este paradigma cognitivo tiene un enfoque sobre lo mental, constituido por un conjunto de conocimientos con principios básicos, problemas y soluciones claramente

diferenciadas de otros enfoques como el biológico, el psicoanalítico o el social (Fierro, 2011).

Por lo tanto, El enfoque cognitivo supone que los objetivos de una secuencia de enseñanza, se hallan definidos por los contenidos que se aprenderán y por el nivel de aprendizaje que se pretende lograr. Por otra parte, las habilidades cognitivas a desarrollar siempre se encuentran en vinculación directa con un contenido específico.

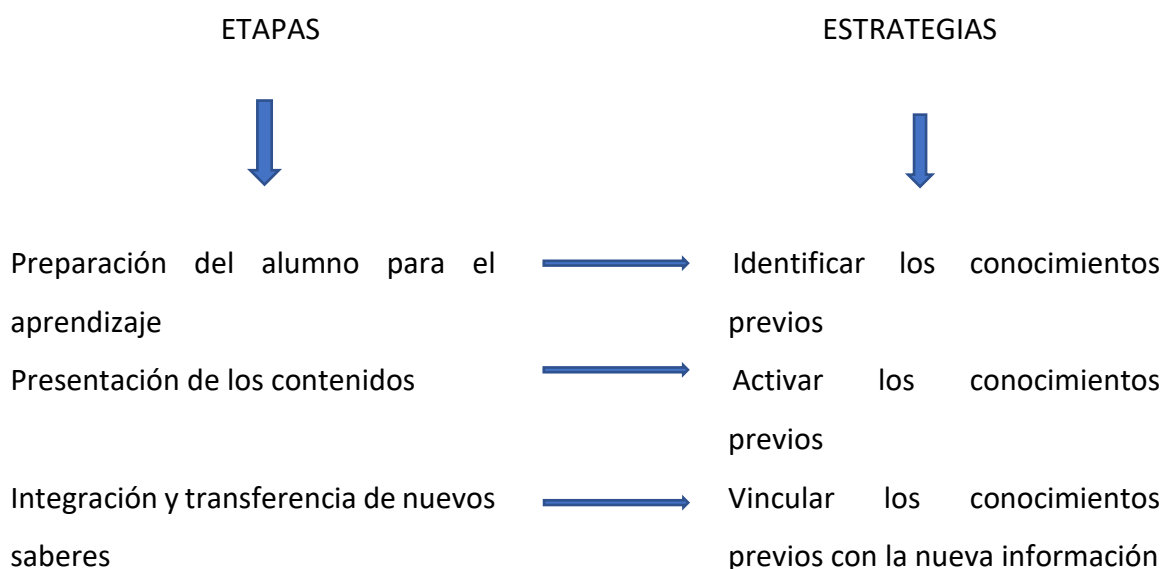
En síntesis, son tres etapas en el proceso de enseñanza, la primera pretende preparar al alumno a través de la búsqueda de saberes previos que podrían propiciar u obstaculizar el aprendizaje, la segunda, la de activar los conocimientos previos al presentar los contenidos y, finalmente, estimular la integración y la transferencia en virtud de la nueva información adquirida (Caldeiro, s/a).

En la siguiente imagen se puede apreciar con más claridad este proceso y sobre todo entender cuál es su aportación a la educación; se hace la aclaración que entender la aportación depende de la interpretación que se realice de la imagen.

La enseñanza desde una perspectiva cognitiva

Figura 1.

Representación de las etapas y estrategias de la enseñanza. Fuente: educacion.idoneos.com



Desafortunadamente son muchas las críticas que se realizan al ahora paradigma cognoscitivo, debido a su incapacidad para explicar procesos más complejos para la consideración de la constitución social de los procesos psicológicos superiores y su internalización en el proceso de desarrollo cognitivo, y, por otra, el complejo papel que desempeñaría el lenguaje que de manera determinante influye en la formación del sujeto.

Neurociencias

Para llegar a entender la importancia que tienen las neurociencias dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, es necesario realizar una delimitación conceptual de cada uno de los conceptos involucrados en dicho evento.

De tal manera que la neurociencia, es una disciplina que por lo general incluye muchas ciencias que se ocupan de estudiar, desde un punto de vista interdisciplinario, la estructura orgánica del sistema nervioso central.

Por tanto, la neurociencia ofrece un apoyo a la psicología con la finalidad de entender mejor la complejidad del funcionamiento mental. La tarea central de la neurociencia es la de intentar explicar cómo funcionan millones de células nerviosas en el encéfalo para producir la conducta y cómo a su vez estas células están influidas por el medio ambiente.

Tratando de desentrañar la manera de cómo la actividad del cerebro se relaciona con la psiquis y el comportamiento, revolucionando la manera de entender nuestras conductas y lo que es más importante aún: cómo aprende, cómo guarda información nuestro cerebro y cuáles son los procesos biológicos que facilitan el aprendizaje.

Asimismo, la tarea central de las llamadas neurociencias es la de intentar explicar cómo es que actúan millones de células nerviosas individuales en el encéfalo para producir la conducta y cómo, a su vez, estas células están influidas por el medioambiente, incluyendo la conducta de otros individuos (Jessel, et al. 1997 citado por (Donolo, 2009).

Precisamente, las neurociencias están contribuyendo a una mayor comprensión, y en ocasiones a dar respuestas a cuestiones de gran interés para los educadores; por ejemplo, hay evidencias según lo muestran las investigaciones, de que tanto un cerebro en

desarrollo como uno ya maduro se alteran estructuralmente cuando ocurren los aprendizajes (Bransford, et al., 2003, citado por (Donolo, 2009).

No debemos olvidar que la neurociencia estudia la morfología, es decir, las conexiones y las relaciones que establecen en nuestro cerebro y en el sistema nervioso, dos elementos importantes que nos definen como personas, y también nos permite ser como somos, y diferentes entre nosotros; por lo tanto, el estudio de la conducta puede llevarnos a diagnósticos y tratamientos parciales de muchas complejas conductas de aprendizaje, es decir, a tratar de entender los procesos de aprendizaje.

En investigaciones recientes relacionadas con diversas conductas de aprendizaje, se han encontrado problemas relacionados con las neurociencias en la práctica educativa, como es el Trastorno de Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH), así mismo Trastornos de la lectura, del cálculo, de la memoria y por supuesto de aprendizaje.

Quizá mucho se ha dicho de la importancia de tomar los resultados de las investigaciones en neurociencias para incorporarlas y aprovecharlas en el campo de la educación. Lo cierto es que también es necesario retomar resultados de la investigación y la práctica en educación para nutrir al ámbito de las neurociencias, sobre todo la cognitiva.

Por eso mismo, diversos investigadores sostienen que sólo a través de una conciencia de las diferencias y las similitudes entre educación y las neurociencias será posible lograr una fundamentación común necesaria para una ciencia integrada de la educación, el cerebro, la mente y el aprendizaje.

Desafortunadamente, también existen argumentos en contra que sostienen que no hay la suficiente información en los docentes, así como tampoco existe un estudio definitivo que demuestre que el aprendizaje basado en el cerebro es mejor, por lo tanto, en educación es difícil ir de la neurociencia a la clase, porque no sabemos bastante de neurociencia.

Por un lado, los autores afirman que es necesario que los docentes cuenten con cierta alfabetización científica y en neurociencia cognitiva, pues se manifiesta como una carencia marcada en su formación; los cursos deberían ser especialmente diseñados de manera que permitan la investigación y discusión sobre cómo unir e integrar la investigación y la educación, apuntando a comprender el desarrollo de las

mentes y los cerebros de los estudiantes; y descubrir cómo las conceptualizaciones del desarrollo, ofrecidas por la neurociencia cognitiva, pueden brindarle información y por lo tanto llevarlos a participar y reflexionar acerca de sus propias prácticas como docentes (Donolo, 2009).

Algunos países, entre ellos Argentina, han desarrollado importantes centros de investigación relacionados con el aprendizaje, tales como la Unidad de Neurobiología Aplicada (UNA) y el instituto de Neurología Cognitiva (INECO) los cuales realizan grandes esfuerzos por acercarse a las aulas. Estos centros realizan diversos programas destinados a comprender las bases neurobiológicas de los más complejos procesos cerebrales y promueve proyectos académicos.

Los logros de la integración entre investigación y docencia representan una tarea cuyos resultados no suelen ser inmediatos y exigen una gran constancia de propósitos y fortaleza en las convicciones. Su mayor éxito será la formación de profesionales con una actitud receptiva al cambio en una época con conocimientos en renovación permanente.

La formación de docentes, psicopedagogos, psicólogos educacionales y todos aquellos profesionales que tengan una relación directa con la educación y los aprendizajes, deben recibir conocimientos en neurociencias y quienes trabajen en neurociencias deben tener contacto con los educadores en general (Donolo, 2009).

Tal como lo menciona Gómez Cumpa (2004) en su libro “Neurociencia y Educación” la Neurociencia Cognitiva se aplica en toda área en que una persona, interactuando con su ecosistema, necesite optimizar sus funciones, entre ellas el área educativa y su proceso de enseñanza-aprendizaje. Resultado de esa aplicación será la posibilidad de optimizar las capacidades potenciales neurocognitivas de las personas, mejorando el aprendizaje significativo, el pensamiento superior, el pensamiento crítico, la autoestima y la construcción de valores.

Bajo esta premisa, se considera necesario retomar los principales fundamentos de la neurociencia cognitiva para consolidar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación, considerando que existen múltiples inteligencias en los alumnos y que el aprender a aprender en cualquier tema es el objetivo principal.

¿Por qué la necesidad de la neurociencia cognitiva en la educación?

Actualmente, se considera que debido a las necesidades de los estudiantes del siglo XXI, resulta imprescindible que los docentes comprendan cómo aprende el cerebro, el modo en que funciona, cómo percibe las sensaciones o la manera en que maneja las emociones y el comportamiento, para así intervenir de manera adecuada con estrategias dentro del aula que contribuyan a potenciar principalmente el aprendizaje.

Diversas investigaciones recientes muestran diferentes puntos de vista acerca de este importante cambio en la educación a raíz de involucrar la neurociencia en los procesos de aprendizaje; se considera que los planes de estudio recientes sí lo consideran, ya que esto se expresa en la emergencia de un modelo cognoscitivo de enseñanza, caracterizado porque el profesor construye la información activamente con los alumnos (constructivismo).

...los nuevos modelos educativos del tercer milenio están directamente relacionados con la neurociencia cognitiva, encuadrada dentro del paradigma de la ciencia cognitiva, brindando nuevas teorías, modelos y estrategias operativas para la educación, tanto presencial como a distancia. La neurociencia cognitiva tiene su potencial aplicación en diversas áreas en las que se necesite optimizar funciones, entre ellas el área educativa y su proceso de enseñanza-aprendizaje. Los resultados que se obtienen evidencian una optimización del procesamiento de la información, el desarrollo de las inteligencias múltiples en cada alumno, la generación de significados funcionales, el desarrollo de los diversos sistemas de memoria, y nos permite conocer y desarrollar los sistemas representacionales propios de cada alumno (Cumpa, 2004).

Como se puede observar, quizás el objetivo principal sería que los docentes pudieran conocer de forma más amplia al cerebro, para así poder entender cómo aprende, cómo procesa y registra la información, para que a partir de ese conocimiento se puedan mejorar las propuestas y experiencias de aprendizaje, que cotidianamente suceden en las aulas. A medida que el conocimiento relacionado al funcionamiento del cerebro humano vaya

siendo más accesible a los educadores, el proceso de aprendizaje se volverá más efectivo y significativo tanto para educador cuanto para el alumno (Campos, 2010).

No obstante el panorama que se aprecia en las aulas no corresponde al perfil del alumno que necesita la educación del siglo XXI, debido a que aún existen grandes brechas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por no desarrollar las competencias básicas con relación a la lectura, escritura y cálculo, aún y cuando egresan de la educación básica; de esta manera se hace esencial que el docente entienda cómo el cerebro desempeña varias funciones y que este conocimiento le dará una nueva oportunidad para el desarrollo integral del alumno.

De tal modo que el modelo educativo 2016 en donde se hace el planteamiento pedagógico, se especifica que es preciso reconocer que la sociedad del conocimiento exige mayores capacidades de pensamiento analítico, crítico y creativo, y para lograrlo es necesario seleccionar de manera cuidadosa los contenidos. Al mismo tiempo, significa encontrar un equilibrio entre las exigencias propias de un proyecto humanista, fundamentado en la educación integral, y un proyecto que persigue la eficacia y la vinculación de la educación con las necesidades de desarrollo del país (Secretaría de Educación Pública , 2016).

De la misma manera, el modelo educativo 2016 menciona que dentro de los principales desafíos en el diseño del currículo, es fundamental considerar tres fuentes esenciales: primeramente la filosofía de la educación, que orienta al sistema educativo nacional a partir de principios y valores fundamentales; también es importante que el logro de capacidades responda al momento histórico que viven los educandos; así como también, la incorporación de los avances que se han producido en el campo del desarrollo cognitivo, la inteligencia y el aprendizaje (P. 37).

Uno de los principales objetivos de la educación en la actualidad debería ser que las escuelas garanticen el desarrollo de todas las potencialidades cognitivas, a través de una formación integral, en la que los educandos puedan tener acceso a todos los beneficios que la educación les brinde; para lo cual sería necesaria la profesionalización de los docentes,

que les permita adaptarse a nuevas situaciones mediante un proceso permanente de formación.

...el maestro tiene un papel clave para ayudar a los estudiantes a reconocer sus sistemas de motivación y la forma como influyen en su aprendizaje. Para ello, los docentes deben aprender estrategias para reforzar la autoestima de los alumnos, la confianza en su potencial, y el desarrollo de expectativas positivas y realistas (Secretaría de Educación Pública , 2016).

Existen diversos factores que se involucran en el proceso educativo, para propiciar que el aprendizaje se pueda dar de una manera espontánea y coherente a la realidad en que vivimos. Tales factores como el ambiente de aprendizaje, son un elemento esencial para fomentar el aprendizaje cooperativo a través de estrategias relevantes en las que principalmente puedan desarrollar su propio proceso de aprendizaje, es decir, que sepan aprender a aprender.

Ante lo expuesto, queda claro que es necesario conocer y aplicar los fundamentos esenciales de la neurociencia cognitiva en la educación, el cerebro puede enseñarnos mucho sobre la forma en que las personas aprenden; diversas investigaciones acerca del cerebro han demostrado que tiene una capacidad de aprender y reaprender.

Ante estas aseveraciones, se presenta a continuación, los que a criterio de algunos autores representan los elementos esenciales en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y que son elementales para entender la importancia de la ciencia cognitiva y la neurociencia en la educación a través del análisis del concepto y de las categorías implícitas y explícitas en las que se pueden analizar.

El primer elemento es la Cognición, que representa la capacidad que permite desarrollar conocimientos, ya que se trata de la habilidad para asimilar y procesar datos, valorando y sistematizando la información a la que se accede a partir de la experiencia, la percepción u otras vías. En este elemento las categorías explícitas a las que se refiere son: Desarrollo de conocimientos, Asimilar y procesar datos, Sistematización de información. Las categorías implícitas son las capacidades y las competencias que se desarrollan a través del aprendizaje obtenido.

El segundo elemento se refiere a los procesos cognitivos, ya que es un conjunto de procesos psíquicos relacionados con el procesamiento de la información a partir de la percepción, la memoria, la representación de conceptos, el lenguaje y la función ejecutiva. Se rescatan las categorías explícitas procesos psíquicos y procesamiento de la información que son fundamentales para analizar este elemento; las categorías implícitas que se obtienen del elemento son, conocimientos y metacognición.

El tercer elemento, menciona que el proceso de aprendizaje es individual, aunque se lleva a cabo en un entorno social determinado. Para el desarrollo de este proceso, el individuo pone en marcha diversos mecanismos cognitivos que le permiten interiorizar la nueva información que se le está ofreciendo y así convertirla en conocimientos útiles.

Esto quiere decir que cada persona desarrollará un proceso de aprendizaje diferente de acuerdo a su capacidad cognitiva. Esto no implica que la posibilidad de aprendizaje ya esté determinada de nacimiento. De tal manera que para su análisis se puede realizar a través de las siguientes categorías explícitas: Entorno social, Mecanismos cognitivos, Conocimientos útiles Capacidad cognitiva y como categorías implícitas se puede analizar a través de los procesos de la información, de los comportamientos y de la comprensión de la información.

El cuarto elemento se refiere al estilo cognitivo y hace referencia a las distintas maneras en que las personas perciben la realidad de su entorno, procesan la información que obtienen mediante esa percepción, la almacenan en su memoria, la recuerdan y piensan sobre ella. En todo estilo cognitivo intervienen habilidades cognitivas y metacognitivas. La repercusión del estilo cognitivo de una persona en su experiencia de aprendizaje da lugar a su estilo de aprendizaje. En la medida en que la enseñanza tome en consideración los diferentes estilos cognitivos y de aprendizaje, se originarán consecuentemente distintos. Dentro de este elemento se analizan las categorías explícitas, de la psicología cognitiva, así como de las habilidades cognitivas y metacognitivas. En las categorías implícitas se analiza el procesamiento de la información, los conocimientos, la percepción y la inteligencia.

El último elemento se refiere a los Estilos de aprendizaje y se refiere al hecho de que, cuando queremos aprender algo, cada uno de nosotros utiliza su propio método o conjunto de estrategias. Aunque las estrategias concretas que utilizamos varían según lo que queramos aprender, cada uno de nosotros tiende a desarrollar unas preferencias globales. Esas preferencias o tendencias a utilizar más unas determinadas maneras de aprender que otras constituyen nuestro estilo de aprendizaje. En las categorías explícitas de este elemento encontramos el método o conjunto de estrategias utilizadas, además de las preferencias globales de aprendizaje que se manifiestan en cada individuo. Las categorías implícitas se manifiestan en los nuevos conocimientos adquiridos y en las competencias y habilidades que se desarrollan.

Para poder analizar cada uno de los elementos presentados es necesaria una revisión del estado del conocimiento, ya que esto permite tener elementos sustanciales para la construcción epistemológica del aprendizaje en cuestión, por esta razón, cada elemento engloba varias ideas, aunque pudiera ser una sola frase o un concepto de análisis, lo que permitiría la elaboración de constructos a partir del análisis de diferentes conceptos. En relación a las categorías implícitas se manifiestan a través de nuestras percepciones, de las situaciones que se pueden presentar en cada situación de aprendizaje, a diferencia de las categorías explícitas que son de acuerdo a los que se desarrolla en la definición de cada uno de los elementos o el concepto que se presenta.

En la actualidad, los Planes y Programas de estudio de Educación Básica promueven el dialogo como estrategia para el aprendizaje, ya que incluyen de manera sistemática la interacción social que facilita el situar el aprendizaje en un ambiente real. A partir de este planteamiento, el conocimiento es construido a partir de la experiencia, entonces el ambiente de aprendizaje debe tener mayor relevancia que la explicación o mera transmisión de la información.

En este sentido, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje se debe de considerar la zona de desarrollo próximo, ya que se mejora la posibilidad de aprender con el apoyo de los demás y además, la intervención del profesor debe estar dirigida. De tal manera que la capacidad de aprender del estudiante aumenta si se utilizan recursos y

materiales didácticos de apoyo apropiados (mediadores instrumentales). El ser humano aprende en interacción con los demás, pues es a través de la cultura de la sociedad que el individuo adquiere el contenido de su pensamiento y es un medio para adquirir el conocimiento.

Aportes a la educación de la ciencia cognitiva se manifiestan al lograr:

- Mejorar el dominio de las competencias
- Diseñar herramientas y propiciar situaciones que favorezcan la formación de los residuos cognitivos.
- Propiciar el genuino aprendizaje mediante la interacción dinámica con las herramientas tecnológicas.
- Crear softwares educativos para cultivar las cogniciones distribuidas
- Uso de herramientas computacionales inteligentes por parte de los alumnos.

A través del conocimiento acerca de los procesos cognitivos, encontré puntos comunes en la teoría acerca de la cognición, en donde cerebro y cuerpo son instrumentos de aprendizaje listos para explorarse y hacer reflexionar al alumno sobre su propia manera de aprender, y favorecer la construcción de su propio conocimiento. Es decir, se puede enseñar a los alumnos estrategias metacognitivas para aprender a pensar, aprender a aprender y aprender a ser, y así prevenir sus dificultades en el aprendizaje en el aula y en la vida. Considero que como docentes es importante implementar estrategias de metacognición, Partiendo del eclecticismo de Gagné, se puede promover ambientes instruccionales incorporando productos informáticos, creando nuevas formas de aprendizaje, centradas en el que aprende, al permitir un mayor grado de libertad, estimulando el recuerdo, facilitando la retroalimentación y estimulando el aprendizaje.

Indudablemente queda demostrada la importancia que tiene este nuevo paradigma en educación, la neurociencia nos aporta otra mirada fundamental como es el campo de las emociones y el funcionamiento de nuestro cerebro, de hecho, se ha convertido en una interesante aportación para entender cómo el aprendizaje resulta significativo para nuestro cerebro.

Las experiencias que se perciben a través de nuestros sentidos, logran permitir que nuestro aprendizaje sea significativo, a través de propiciar en un ambiente positivo y seguro en el aula, buscando siempre evitar situaciones y actitudes que sean dañinas para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Los modelos educativos del siglo XXI, consideran la necesidad de la ciencia cognitiva dentro de los procesos formativos de los alumnos, sobre todo en educación básica, a partir de la comprensión de cómo se aprende se puede llegar a la construcción del conocimiento.

Los avances de la neurociencia representan una gran ayuda para conocer los mecanismos cerebrales que posibilitan el aprendizaje y sobre todo a mejorar los estilos de aprendizaje a través de nuevas estrategias aplicadas a las necesidades y características de cada uno de los educandos, haciendo a un lado el sistema de enseñanza rígido y tradicional.

La creación de ambientes de aprendizaje adecuados, propician que el alumno aprenda con mayor facilidad, además de que estará atento a la información proporcionada por el docente en el aula, y sobre todo será participe de la construcción de su propio conocimiento.

Los desafíos actuales de la educación demandan prácticas educativas innovadoras, que estén asociadas a la construcción de nuevos conocimientos a través del desarrollo de las capacidades intelectuales de los educandos.

Por lo tanto, resulta necesario que los docentes estén en constante actualización sobre los nuevos paradigmas educativos, que conozca y domine las metodologías múltiples para la enseñanza, que son fundamentales dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de los nuevos modelos educativos.

Referencias

- Caldeiro, G. P. (s/a). educacion.idoneos.com. Recuperado el agosto de 2016, de educacion.idoneos.com/teorias_del_aprendizaje/enfoque_cognitivo*
- Campos, A. L. (2010). Neurociencia: Uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. La educ@cion. Revista digital , 1-14.*
- Cumpa, J. G. (2004). Neurociencia Cognitiva y Educación. Lambayeque, Perú: FACHSE.*

- Alfonseca, M. (s.f.). *La máquina de Turing*. Recuperado el agosto de 2016, de www.sinewton.org/numero/nuemro/43-44/Articulo33.pdf
- Donolo, M. L. (10 de abril de 2009). *neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje*. *Revista Digital Universitaria*, 10(4), 18.
- Fierro, M. (2011). *El desarrollo conceptual de la ciencia cognitiva, parte I*. *Revista Colombiana de Psiquiatria*, 40(3), pp. 519-533.
- Martínez, L. I. (octubre de 2006). *La ciencia cognitiva. introducción y claves para su debate filosófico*. Recuperado el agosto de 2016, de www.unav.es/gep/TesisDoctorales/TrabajoInvestigaciónIglesias.pdf
- Medina, N. (septiembre de 2008). *La Ciencia Cognitiva y el estudio de la mente*. Recuperado el agosto de 2016, de <https://dialnet.uniroja.es/descarga/articulo/2747355.pdf>
- Ramos, J. (1993). *La Ciencia Cognitiva como disciplina unificada. informatica educativa, proyecto SIIE, colombia*, 6(2), pp. 95-108.
- Secretaría de Educación Pública . (2016). *El modelo educativo 2016. el planteamiento pedagógico de la Reforma Educativa*. México: SEP.
- Sisto, V. (2006). *acerca de la inexistencia de la ciencia cognitiva*. Recuperado el agosto de 2016, de www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/viewFile/3

Paradigma Multimodal en el Neuroaprendizaje y la Neuroestimulación del Infante: Tiempo frente a la Pantalla en la Era Digital

Yarimar I. Díaz Rodríguez

Desde su nacimiento, el ser humano comienza una etapa de desarrollo que convierte a un individuo indefenso – infante – en un ser independiente. Este cambio no ocurre bruscamente, sino que es todo un proceso de maduración y habilidades que se va adquiriendo mes a mes. Aunque el desarrollo de los infantes suele variar con frecuencia y normalizadamente de unos a otros, teniendo cada uno su propio ritmo en la adquisición de los aprendizajes, existen unos aspectos generales que deben aparecer o mostrarse aproximadamente durante los mismos periodos evolutivos. De no completar estos procesos de maduración en la etapa correspondiente son indicadores de retraso en el desarrollo del infante. Los indicadores del desarrollo son las acciones que la mayoría de los niños pueden hacer a una edad determinada. Los infantes/niños alcanzan estos indicadores en la forma de jugar, aprender, hablar, comportarse y moverse (por ejemplo, gatear, caminar o saltar) (CDC, 2020). En este artículo, debemos advertir con anticipación situaciones que pueden obstaculizar el favorable desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje, con el fin de adaptar las medidas necesarias para hacer frente a los sucesos que se prevén. En el paradigma multimodal queremos fortalecer las condiciones favorables, existentes en los procesos de enseñanza – aprendizaje, en conjunto con la comunidad alrededor del infante; no obstante, debemos conocer y concretar unos detalles importantes sobre el desarrollo de los infantes.

El desarrollo del lenguaje hace que los infantes/niños se conviertan en seres comunicativos (Owens, 2008). El lenguaje gestual procede desde el primer año de la vida del infante y continua mas adelante como un lenguaje verbal emergente, para llegar al lenguaje hablado. Durante las primeras etapas de gestos, el infante sigue una secuencia similar al lenguaje hablado, donde el niño va desde movimientos de reflejos (no intencionales) a un modo intencional. Las diferentes etapas en la siguiente transición:

1. Un recién nacido aprende a brindar pistas a su cuidador cuando desea algo (sonreír, abriendo las manos o movimientos sutiles de extremidades, etc.) o cuando no (bostezo, quejidos, inmovilidad, etc.). Los cuidadores responden a esas pistas y logran que el infante comience a expresar conductas de comunicación.

2. Durante los 3 meses, el infante logra mejor manejo de los impulsos de reflejo, movimientos corporales y expresiones faciales para indicar rutinas de cuidados (hambre, sueño, molestia, etc.).

3. A los 6-7 meses, aparecen los gestos de imitación facial, movimiento de brazos y de manos para expresar placer, anticipación e inclusive disposición para jugar.

4. A los 9 meses los gestos de estimulación de desarrollo como pedir, dar y tomar juegan un papel importante en la adquisición del lenguaje, debido a que se relaciona al niño con su cuidador y su interacción con el ambiente (intencional).

5. A los 11 meses, uso de gestos intencionales durante el uso de pedidos pre-verbales para un objeto específico o una acción del adulto.

Muchos bebés manifiestan un incremento en juego vocálico justo después de que se han expuesto a alimentos molidos. Las primeras consonantes que se producen usualmente son aquellas que requieren un mayor contacto labial (Dunn Klein & Evans Morris, 2000). En un proceso de alimentación inadecuado las destrezas de habla se podrían ver afectadas. Ocurre un desarrollo paralelo entre los movimientos considerados necesarios para la producción del habla, con aquellos que intervienen en el desarrollo de destrezas de alimentación (Morris, 1985, en (Dunn Klein & Evans Morris, 2000).

Es de suma importancia no traer distracción a la mesa a la hora de comer, así como una tableta, teléfono o juguetes. Se le puede permitir al infante experimentar y aventurarse con experiencias sensoriales con las diversas texturas que va probando. La alimentación es un proceso motor que inicia con el uso de la leche materna o con el uso de leche en fórmulas donde el niño sólo presta atención al patrón motor de succionar y la voz de su madre; eventualmente ocurre el cambio hacia consistencias sólidas donde el tiempo de comer debe ser exclusivamente para comer y experimentar con las texturas nuevas. La Academia

Americana de Pediatría reafirma su recomendación de lactancia materna exclusiva durante unos seis meses, seguida de la lactancia materna, continua a medida que se introducen alimentos complementarios (Johnston, Landers, Noble, Szucs, & Viehmann, 2012). La alimentación de un infante va evolucionando desde que nace. El infante va experimentando diferentes texturas y experiencias con los alimentos que le permiten madurar sus destrezas del mecanismo oral, esto es, boca, lengua, mejillas, paladar, entre otros. Un mecanismo oral inmaduro (así como lo puede provocar el bobo o el chupete) impacta directamente el desarrollo del habla.

Los problemas de alimentación y tragado, incluyen dificultades para chupar, succionar o tragar. Un niño que no pueda coger un alimento y colocarlo en su boca, o no pueda completar un cierre labial podría considerarse con problema de alimentación. Otros síntomas de estos problemas son: evasión de alimento sólido o líquido, dificultad al chupar, al ser lactado, toser mientras come, babeo excesivo, dificultad para coordinar respiración al comer/ingerir líquidos, entre otros (American Speech-Language-Hearing Association). La función oral-motora, el tragado y la respiración son procesos importantes que se relacionan a la alimentación y al desarrollo de destrezas motoras de habla (American Speech-Language-Hearing Association). Ver Gráfica 1.

Tabla 1.

Neuroaprendizaje en infantes durante la alimentación

Edad en meses	Neuroaprendizaje relacionado con alimentación	Neuroestimulación en el habla
0-4 meses	- Se chupa los dedos - Coloca las manos en la botella durante alimentación - Reconoce la botella	0-1 meses: Demuestra vocalizaciones reflexivas como el llanto, eructos, tos, estornudos, sonidos no reflexivos. 2-3 meses: Utiliza sonidos similares a las vocales y a las consonantes posteriores.

5-6 meses	▪ Sostiene una botella independientemente con una o ambas manos	▪ Juegos vocales, producción de algunos bilabiales, produce vocalizaciones que varía diariamente y semanalmente,
	▪ Abre la boca cuando se presenta una cuchara	produce vocales con mejor resonancia oral, comienza el balbuceo
6-9 meses	▪ Se auto alimenta: e.g. galletas ▪ Ingiere líquidos de un vaso sostenido por el adulto (con derrame de líquido)	▪ Uso de sílabas CV (consonante-vocal) y reduplicadas ▪ El inventario fonético aumenta
	▪ Se acerca hacia el alimento que está en la cuchara	
9-12 meses	▪ Puede consumir pequeños pedazos de galleta suave ▪ Imita el uso de la cuchara ▪ Consistencias más solidas ▪ Acción rotatoria de la mandíbula emergente	▪ El balbuceo se fortalece ▪ Aparecen las primeras palabras ▪ Produce una entonación y prosodia variada. ▪ Alimentación más solida.

Luego de conocer aquellas posibles situaciones que podrían afectar el entorno y desarrollo de experiencias en los infantes con situaciones que obstaculizan la transformación del infante, no queda mas por decir que la era digital forma parte de este retraso si existe un mal uso. El uso excesivo de los medios de comunicación en los infantes se ha asociado con una serie de resultados de salud indeseables, como la reducción del

sueño, el aumento de la obesidad y retrasos socioemocionales y del lenguaje (AAP, 2016). Muchos profesionales de la salud y comunidades educativas han propuesto diversas investigaciones para los efectos del uso de los medios de comunicación en el desarrollo del cerebro y los resultados de salud; no obstante, no se comprenden completamente en este momento.

El neurodesarrollo en infante es una época de rápido desarrollo cerebral; las conexiones estructurales aumentan a medida que las redes cerebrales se vuelven más segregadas y especializadas (Mills et al., 2016). A su vez, se desarrolla la neurocognición, la cual son aquellos procesos mentales y conductuales que demuestra el ser humano ante situaciones la cual en su mayoría exige demanda por las funciones ejecutivas (Ver Gráfica 5). Estos desarrollos están relacionados con una amplia gama de desarrollos cognitivos y están asociados con procesos de autorregulación.

Existe la preocupación de que el uso excesivo de los medios de comunicación pueda contribuir a problemas de atención, sin embargo, la evidencia es mixta (Hawkey, 2019a). El uso de teléfonos inteligentes y la multitarea de medios (usar múltiples formas a la vez) se ha asociado con un indigente control de la atención a corto plazo, pero se desconocen las consecuencias a largo plazo (Wilmer, Sherman, & Chein, 2017). Wilmer et al. (2017) proponen en su investigación sobre teléfonos inteligente y la cognición que la retroalimentación de las redes sociales se ha asociado con activaciones en regiones cerebrales relacionadas con la recompensa y se ha demostrado que tiene una correlación débil con indicadores negativos de bienestar psicológico.

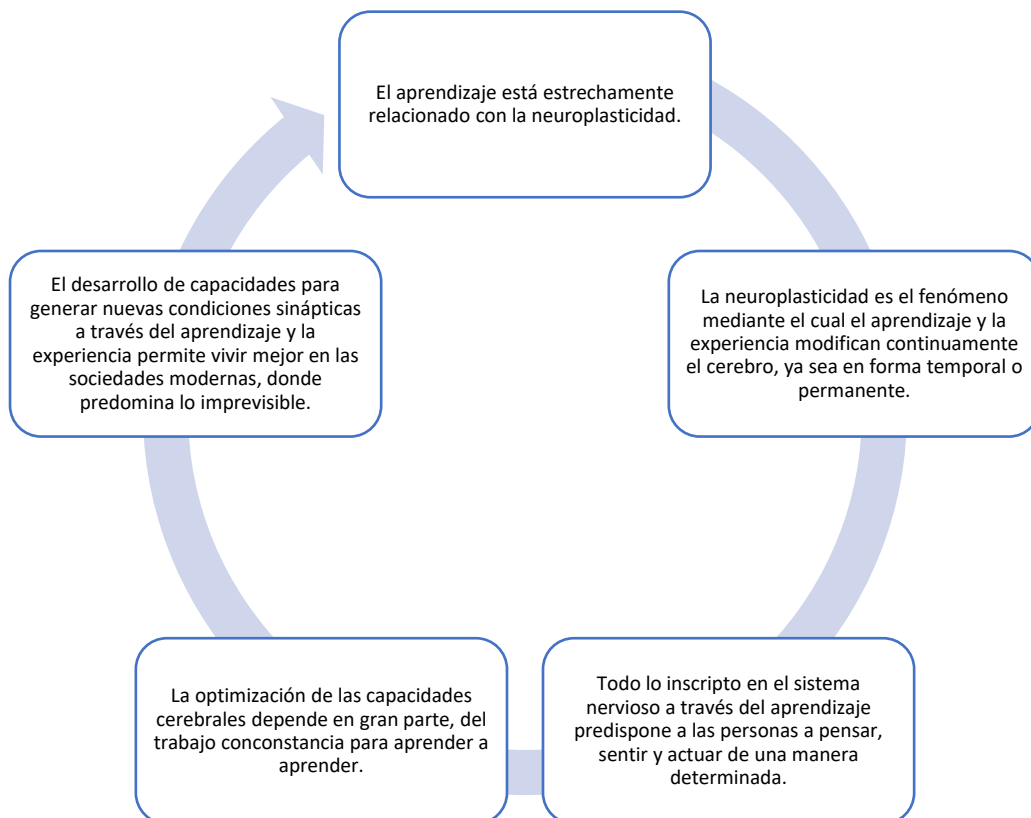
La dependencia frente a la pantalla comienza aproximadamente desde los 4 meses de edad en ocasiones, cuando el uso intensivo de teléfonos inteligentes se ha asociado con preferencias por recompensas más pequeñas e inmediatas (Hadar, Eliraz, Lazarovits, Alyagon, & Zangen, 2015). Existen hallazgos a menudo son mixtos o contradictorios, lo que probablemente esté relacionado con la falta de especificidad en las medidas autoinformadas y los diseños correlacionales. Es por ello que propongo un paradigma multimodal en el cual crear lineamientos de actividades que contribuya a en el Neuroaprendizaje y la Neuroestimulación del infante donde se evite que vean los medios

por si mismo y se enseñen las habilidades neurocognitivas (incluido las funciones ejecutivas, control de la atención y las emociones) a través de interacciones entre padres, comunidad educativa, profesionales e infantes, juegos no estructurados y sociales (Asociación Americana de Pediatría, 2016). En los niños de 3 años +, se necesita más investigación para comprender cómo los períodos específicos del desarrollo del cerebro se relacionan con el uso de los medios.

¿Qué es el Neuroaprendizaje? Del aprendizaje al neuroaprendizaje, tenemos que comprender las bases neurobiológicas del aprendizaje y fundamentales , qué significa neuroaprendizaje, lo cual es importante incorporar 5 de los conceptos que figuran en la gráfica siguiente (Braidot, 2016): Ver Gráfica 2.

Gráfica 1.

Del aprendizaje al neuroaprendizaje



Braidot, N. (2016). *Neurociencias para tu vida* (Vol. 1). Neuroaprendizaje y Neurocapacitación. Pg. 123. Buenos Aires, Argentina: Granica.

El tiempo frente pantalla (ej. Tableta, teléfonos inteligentes, computadora, televisor, entre otras) no se debe dar como mero receptor pasivo de información provocando un simple retraso en el neurodesarrollo (ej. habla y lenguaje). Los retrasos del habla y lenguaje se pueden observar cuando el infante comienza en un desfase en la aparición del habla, comprensión y/o la edad. En este retraso se muestra la dificultad en la adquisición normativa de fonemas (sonidos) y del habla según la edad; en la cual se pueden presentar un inventario fonético limitado (Ver Gráfica 3 y 4). Esta relacionado a ambientes de privación sicosocial o influencias negativas del entorno por lo que la neuroplasticidad no permite que el infante logre un neuroaprendizaje adecuado en estas destrezas del habla y lenguaje. En muchas ocasiones, el tiempo frente a la pantalla ilimitado provoca en el infante un neuroaprendizaje inadecuado al momento de comunicarse de manera únicamente gestual (infantes: 12 meses en adelante).

Tabla 2: *Orden de maduración de los sonidos en el español de Latinoamérica*

Edad estimada de maduración	Sonidos típicamente esperados
2 años – 3 años	Vocálicos /m, p, b ,k ,t, d ,n, ñ /
3 años 3,11 meses	Todos los anteriores además de fonemas, ll, ch y l
4 años con 4,11	Todos los anteriores y además g y j y sinfonos con bl, pl ,kl, gl y fl
5 años – 6 años	Todos los anteriores y s, r y sinfonos con r

Tabla 3

Inventario de adquisición de lenguaje expresivo por edad

Edad	Lenguaje expresivo esperado
12 meses	1 – 5 palabras
18 meses	10 – 50 palabras

24 meses	50 – 300 palabras
36 meses	250 – 1000 palabras

Owens, R. E. (2008). Language Development: An Introduction (S. D. Dragin Ed. 7th Ed. ed.). Boston, MA: Pearson Education, Inc.

Para lograr un neuroaprendizaje frente a la pantalla adecuado, se debe provocar que los infantes reflexionen, indaguen, relacionen los conceptos novedosos con los conocimientos previos, pero para ello se requiere que haya un *mentor de medios* quien será el mediador que escuche, reconozca y neuroestime las diferentes inteligencias. Los *mentores de medios* son bibliotecarios, maestros y otros adultos que trabajan con los infantes/niños y sus familias para ayudarlos a elegir los mejores medios para sus necesidades y motivarlos a pensar críticamente sobre el uso de la tecnología de la información en su vida diaria (L. Guernsey, 2017). El *mentor de medios* despierta en estos infantes que interactúan de forma pasiva frente a la pantalla la curiosidad, la motivación que se consigue a través de lo novedoso, relevante y emociones positivas, dando paso a las funciones ejecutiva, a la memoria y a los aprendizajes significativos que se alojaran en la memoria de largo plazo. Con una neurointervención eficaz e intensiva logran el infante puede lograr superar si existe alguno retraso o simplemente continuar el desarrollo de capacidades para generar nuevas condiciones sinápticas a través del aprendizaje y la experiencia.

¿Qué es la Neuroestimulación?

La neuroestimulación es la capacidad de demostrar nuevas técnicas de neuroaprendizaje que no solo van a potenciar los procesos de enseñanza – aprendizaje en temas específicas sino también, y esto es relevante, al desarrollo de potencial cerebral. Los cerebros de los infantes muestran gran actividad de conexiones neuronales y es justo en ese momento cuando se busca estimular el desarrollo temprano, como estimulación temprana, cuando el cerebro es más fértil. Los campos de la neuroestimulación que se pueden mayormente observar a través del ejercicio/ actividad física en el infante son el

lenguaje – con actividades propician ostensiblemente el desarrollo cerebral y la distintas inteligencias. Por ejemplo, las actividades para propiciar la neuroestimulación en el lenguaje pueden ser visual, auditivas y manipulativas; formación de conceptos (cómo clasificar objetos, conceptos de posición y conceptos de la vida diaria), comprensión del significado de objetos, acciones y verbos; lenguaje expresivo y sobre todo las funciones ejecutivas.

Las funciones ejecutivas participan en el control, la regulación y la planeación eficiente de la conducta humana, también permiten que los individuos se involucren exitosamente en conductas independientes, productivas y útiles para sí mismos (Salinas, Webb, & Devore, 2009). Son aquellas capacidades relacionadas con la gestión de las emociones, la atención (focalizada, sostenida, selectiva, dividida y alterna) y la memoria (memoria a largo plazo, corto plazo y memoria de trabajo) que nos permite el control cognitivo y conductual para planificar, inhibiendo estímulos y focalizando la atención en otros, para una toma de decisiones correctas. Son imprescindible para el aprendizaje y el desarrollo socioemocional del infante y tienen un enorme protagonismo en el neuroaprendizaje (Carignano, 2017).

Históricamente, las escenas en las películas han disminuido el tiempo promedio de toma (escena), conocido en inglés como *Average Shot Length* (ASL), significativamente haciendo cada toma de una diferencia -5 segundos. Por ejemplo, en el 1971 la película de *Willy Wonka and the Chocolate Factory* el ASL fue de 7 segundos, duración de 98 minutos con aproximadamente 844 tomas; mientras que, en el 2005, la película *Charlie and the Chocolate Factory* mostró ASL de 3 segundos, 103 minutos de duración y 2091 tomas (<http://www.cinemetrics.lv/database.php>). Los infantes no comprenden lo simbólico de las imágenes (a pesar de su exposición a distintas imágenes) (DeLoache, Pierroutsakos, Uttal, Rosengren, & Gottlieb, 1998). Las narrativas se asocian con mejores resultados en el lenguaje (Linebarger & Walker, 2015). Por lo que, para un infante es más beneficioso tener una video llamada que ver una película o un vídeo. La interacción de narrativa del infante es de intercambio utilizando pre-requisitos del lenguaje como lo son la toma de turno (ej. esperar que el sonido salga del teléfono), causa y efecto (ej. si aprieto los botones se cae la

llamada), atención (ej. imagen en movimiento y sonido) y contacto visual (ej. mirar la pantalla para ver que sucede al otro lado).

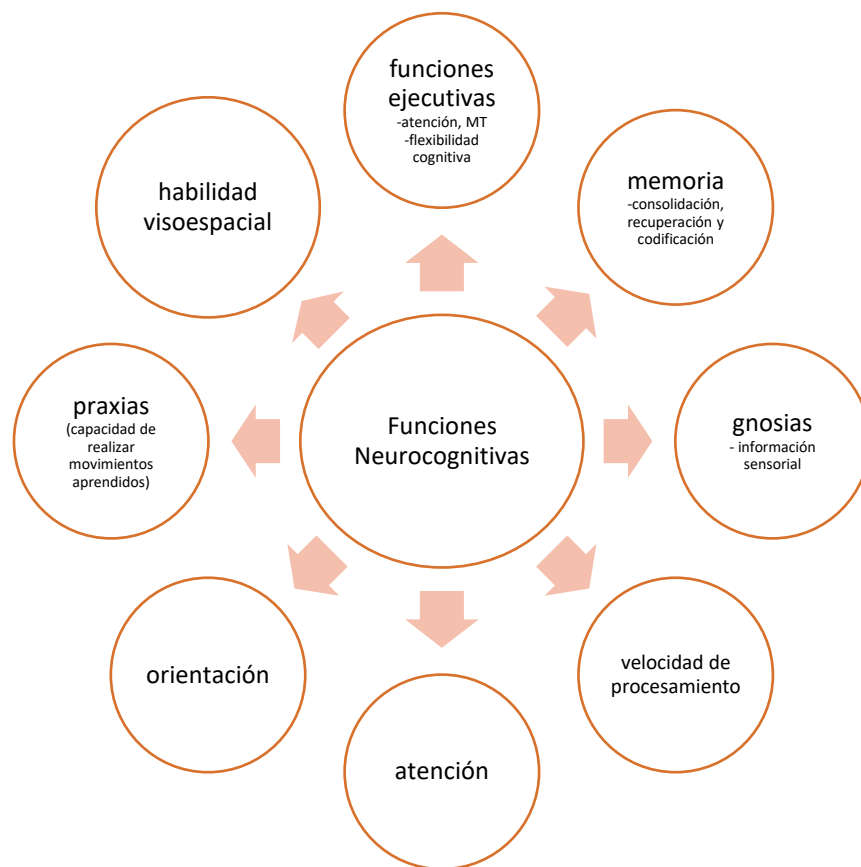
Los principales procesos cognitivos que apoyan la comunicación incluyen: atención, memoria y funciones ejecutivas (Stern et al., 2015). La atención puede ser segmentada en componentes que reflejen progresivamente un aumento en los niveles de la carga de trabajo cognitiva. La atención se define como un recurso que mejora o limita el rendimiento en función dependiendo si se aplica o se retira de una tarea (McIntire et al., 2006). En los modelos de memoria por etapas conceptualizan la memoria como una serie de fases a través de las cuales la información pasa a un almacenaje permanente (R.A Stern et al., 2015). La neurociencia cognitiva ha sustituido el concepto de memoria inmediata, con el concepto de Memoria de Trabajo (MT), esto es un espacio de capacidad limitada en el cual la información decae dentro de pocos segundos a menos que sea ensayada. La MT es considerada un espacio mental para almacenar resultados temporeros de operaciones cognitivas durante procesamiento cognitivo complejo que incluye la conducta dirigida a objetivos (Kumara, Raob, Chandramoulic, & Pillai, 2013; Salinas et al., 2009).

Las funciones ejecutivas se pueden ver observadas en el infante cuando necesita aprender a concentrarse, reflexionar y a controlar sus impulsos reconociendo sus emociones. Para ello utiliza la memoria de trabajo (esta almacena información temporal que útil para resolver alguna situación). En niños la MT es un sistema con capacidad limitada que retiene información en cortos períodos de tiempo, típicamente realizadas en actividades momentáneas (Tulsky et al., 2013). En los niños debemos cuidar la MT debido a que está asociada con los logros académicos, incluyendo las destrezas matemáticas como las habilidades de lectoescritura. Debemos tener en cuenta existen déficits en la MT en individuos que también presentan desórdenes como Trastornos de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y Trastornos Específicos del Lenguaje (TEL). ¿De qué depende que un infante/niño pueda entender en la pantalla? El infante típico es capaz de controlar sus impulsos y puede mostrar la flexibilidad cognitiva durante tiempo frente a la pantalla, para analizar las tareas desde diferentes perspectivas o el proceso inhibitorio, para dominar la impulsividad y tomar decisiones apropiadas con el sonido o el color que desea. Las destrezas

que juegan un papel importante en este neuroaprendizaje lo es la capacidad cognitiva, el control inhibitorio y la memoria de trabajo; las cuales cae en nuestras funciones neurocognitivas. Ver Gráfica 5.

Gráfica 2:

*Funciones Neurocognitivas relacionadas al neuroaprendizaje y neuroestimulación.
Paradigma Multimodal: Tiempo frente a la pantalla*



A lo largo del tiempo han surgido diversas teorías o paradigmas que tratan de explicar los factores potenciales que ocasionan impedimentos del neuroaprendizaje. Existen teorías que postulan génesis o capacidades cognitivas, sensoriales, motrices, sociales, ambientales, conductuales, neurológicas, genéticas y la propia madurez intrínseca de cada individuo. Algunas de las teorías relevantes son las siguientes:

1. Teoría del Desarrollo Cognitivo de Jean Piaget menciona cómo los niños construyen un modelo mental del mundo. Piaget describe indirectamente en la neuroestimulación cognitiva, más que el neuroaprendizaje, la cual se basa en un proceso que se produce debido a la maduración biológica y la interacción con el medio ambiente. Por ejemplo, el desarrollo motor generalizado es precursor y necesario antes que el desarrollo del habla.

2. Teoría de Arnold Geselle sostenía que el neuroaprendizaje depende de la biología y fisiología del desarrollo, y no a la inversa. En otras palabras, cada niño es único, con un código genético individual heredado con la capacidad de aprender. Geselle indica que el desarrollo del habla se produce sobre todo por maduración y el medio tiene una influencia secundaria.

3. Teoría de Lev Vygotsky pensaba que los patrones de pensamiento del individuo no se deben a factores innatos, sino que son producto de las instituciones culturales y de las actividades sociales. Vygotsky establece la jerarquía del desarrollo de funciones psíquicas en orden subyacentes y de diversa complejidad.

4. Teoría de Lashley del sistema de coordinación espacial esta trata sobre el control que ejerce el cerebro sobre el Sistema nervioso, enfatiza la función y ejecución del SN como responsable primario en la producción del habla.

5. Teoría fundamentada en base neurológica postula que la dificultad en el planeo motor es producto de la inmadurez de la corteza motora (ASHA, 2007).

6. Teoría de Procesamiento Temporal Rápido nos indica que la adquisición del neuroaprendizaje del habla está fundamentada a la capacidad de descifrar claves auditivas temporales y secuenciales en breves segundos, las cuales deben ser procesadas rápida y correctamente. Los niveles auditivos en que presentan dificultad los niños con problemas significativos del habla; son más marcados en 25db (es donde ocurre el reconocimiento auditivo de palabras familiares) en frecuencias de 250 a 6,000hz.

7. Teoría de Gardner plantea una nueva manera de entender y desarrollar la inteligencia, partiendo de la psicología de Piaget y del Procesamiento

de la Información. Gardner no cree en una inteligencia única y general, sino en una inteligencia múltiple que abarca siete dimensiones: la dimensión lingüística, la lógico- matemática, la visual-espacial, la corporal- cinestésica, la musical, intrapersonal e interpersonal (Gardner, 1983).

8. Teoría de Comunicación social expone que es el neuroaprendizaje del habla es una tarea que los niños logran trabajándola con intensidad (en carácter activo y en la que participa todo su cuerpo) además de ser compartida entre el niño y los adultos).

Las teorías expuestas nos brindan un paradigma unimodal sobre la capacidad humana universal y básica en distintas presunciones, que consiste en la posibilidad de hacer consciente los contenidos de la mente momento a momento en el infante. La importancia de estos paradigmas unimodales los vemos reflejados en estudios y leyes que afectan meramente el neuroaprendizaje del niño, y sobre todo consecuentemente la neuroestimulación. Por ejemplo, en la Academia Americana de Pediatría (AAP) (1999-2015), se había indispuerto el tiempo de pantalla para los niños menores de 2 años (Strasburger et al., 2013). ¿Qué tan probable es que los pediatras hablen con los padres sobre el tiempo frente a una pantalla? Solo el 16 por ciento de los pediatras habla con las familias sobre el uso de los medios media (V. J. Rideout, 2013). Los propios hábitos mediáticos de los pediatras influyeron en su opinión sobre las recomendaciones de la AAP (Gentile et al., 2004).

Sin duda, estamos transitando una era en la cual la extrapolación de los conocimientos de las neurociencias a las distintas profesiones se ha convertido en insoslayable. Las neurociencias cognitivas nos invitan a un cambio de paradigma unimodal, es decir de un tradicional método expositivo, como método predominante de enseñanza, el cual el infante es un mero receptor pasivo de la información (ej. El infante jugando solo en su tableta) perjudicando su motivación y aprendizaje. A un paradigma multimodal, en el cual los infantes conduzcan sus propios aprendizajes con un *mentor de medios*. Lisa Guernsey en el 2014 propone la mentoría de medios en un Ted Talk, esto significa una relación en la que una persona con más experiencia o más conocimiento sobre el tiempo

frente a la pantalla, ayuda a guiar a una persona con menos experiencia o con menos conocimientos (L. Guernsey, 2014). Todo niño necesita un mentor de medios, todos los padres y familias necesitan un mentor de medios y todo bibliotecario y educador debe ser un mentor de medios (Donohue, 2017).

En octubre de 2015, la revista *AAP Newmagazine* publicó *Beyond Turn It Off* y reconoció que “*la investigación científica y las declaraciones de políticas van a la zaga del ritmo de la innovación digital*” (Brown, Shifrin, & Hill, 2015). Las nuevas recomendaciones de la AAP se basaron en los resultados de un simposio de 2 días en mayo de 2015 con científicos destacados, investigadores, educadores y pediatras. Las recomendaciones para destacarse fueron las siguientes:

- ✓ Co-visualización
- ✓ Dormitorios sin pantallas
- ✓ Establecer límites de tiempo de pantalla
- ✓ Desalentar el tiempo frente a la pantalla para los niños menores de 18 meses (excepto para el chat de video)
- ✓ <1 hora / día de tiempo de pantalla educativo para niños mayores de 2 años
- ✓ Educar a las familias

El infante adquiere un rol activo en su desarrollo neuroaprendizaje. Los logros a menudo sutiles en el juego y las interacciones con familiares, entorno social y con el medio circundante, son importantes para producir cambios intelectuales/ cognitivos en el infante.

En este paradigma multimodal se manifiesta en el neuroaprendizaje del lenguaje en el uso de gestos, producción de sonidos, vocalizaciones, aproximaciones verbales hasta llegar al habla dirigido a la espontaneidad y funcionalidad del lenguaje oral con la importancia de la neuroestimulación en el tiempo frente a pantalla. El paradigma va dedicado al desarrollo de los niños, en la que no sólo se transmita un andamiaje unimodal, sino que se genere la posibilidad de emoción, de curiosidad, que es el mecanismo cerebral capaz de detectar lo diferente en la monotonía diaria (ej. el niño jugando o viendo videos

solo en la tableta), es el andamiaje para las funciones ejecutivas y por ende para alcanzar aprendizajes significativos.

Existen causas incipientes de los problemas en el desarrollo del infante a nivel del habla y lenguaje específicamente con detalles en la era digital. Por ejemplo, existen factores psicosociales, en este caso nos enfocamos en la relación afectiva, la calidad adulto-niño depende del adulto para responder al infante; por lo que, en la era digital en muchas ocasiones los padres simplemente deciden utilizar el tiempo frente a la pantalla – como un tranquilizante, actividad completamente pasiva. Consecuentemente viene otra causa incipiente al problema del retraso del neuroaprendizaje de los infantes, que lo son los traumas psíquicos en la niñez, donde este infante posiblemente pudiera experimentar explosiones de ira – por no tener tiempo frente a la pantalla, como también incapacidad de conciliar el sueño (Torrecillas Rivera, 2020). Todo esto con lleva a nuestra última causa incipiente a destacar sobre los ambientes e influencias desfavorables, en el cual nos hacemos la pregunta cuándo el infante se le permite el tiempo para estar frente a la pantalla, o en qué momento o lugar se le esta otorgando el privilegio. No obstante, no hay una causa única, se puede deber a una combinación de factores que inciden en el desarrollo tardío o dificultoso del habla y/o lenguaje. Ambas destrezas parten de una dimensión social y atraviesa grados de refinamiento. Requiere del dominio y uso de las estructuras orales, enlazado a destrezas auditivas y perceptuales (atención y memoria auditiva y secuencial) que son base en el desarrollo pre verbal. Depende considerablemente de las experiencias interactivas (lo logra utilizándolo) y de los propios mecanismos internos del infante.

Perspectivas y comportamiento de los padres y cuidadores sobre el tiempo frente a la pantalla

La era digital es una de constantes cambios en la población sobre nuevos esquemas y estructuras. En la investigación de Ellis y Simmons (2014), nos representa que hay 2,7 millones de abuelos criando nietos, en donde el 10% de los niños en estadounidenses viven con un abuelo; mientras que en Latinoamérica la cifra es mayor, pero se desconoce el porcentaje actual (Ellis R. R. & Simmons, 2014). Los niños latinos pasan más tiempo viendo

la televisión en comparación con los niños blancos no latinos (Thompson, Matson, & JM., 2013). Los adultos de 50 a 64 años ven más de 43 horas de televisión a la semana; mientras que los de 65+ > ven mas de 51 horas. El 91% de las familias en el nivel de pobreza tienen acceso a Internet (V. Rideout, 2016). Esto implica que el infante promedio en comienza el tiempo frente a la pantalla a los 4 meses de edad (Nielsen, 2017).

El Paradigma Multimodal que nos estaremos enfocando se considera y parte de los intereses del infante favoreciendo la intención de la comunicación (que necesita este infante para comunicarse en su entorno) enseñanza y uso de palabras funcionales como base de su neuroaprendizaje y su mentoría de medios con una neuroestimulación adecuada. Mientras no podemos cambiar a estos adultos y decir que no utilicen el instrumento, mejor enseñemos como utilizarlo. ¿Cuán efectivo pudiera ser la mentoría de medios a través de práctica basada en evidencia? En la investigación de Rideout (2014), se le encuestó a un grupo de padres sobre la mentoría e indicaron que Sí quieren orientación de expertos sobre el consumo de medios para sus hijos. Este deseo de tutoría en los medios se expresó en un mayor porcentaje entre padres de bajos ingresos y de minorías (Rideout, 2014). Durante esta investigación de Rideout (2014-2016), se vieron 58 infantes (18-33 meses) de etnicidad: Blanco (n=8), negro (n=1), asiático (n=4), raza mixta (n=5) e hispanos (n=40). Los resultados indicaron que seis (6) familias limitaron intencionalmente el tiempo de pantalla a <2 horas por semana. Los 6 de estos niños eran blancos y de clase media a alta. No obstante, 18 niños (hispanos: n=17/18) promediaron más de 3 horas de tiempo frente a la pantalla al día (hasta 10 horas al día) resultando en 11/18 en el nivel de ingresos bajos a pobreza. De los 18 niños que promediaron más de 3 horas frente a la pantalla diario se brindó *mentoría de medios* directa a los cuidadores de los 18 niños. Por lo que, 9 de las 18 familias realizaron cambios significativos en el tiempo de pantalla (principalmente restringiendo el uso y monitoreo de contenido); y 3 de las 18 familias informaron de manera espontánea que sintieron que el lenguaje y / o el comportamiento de su hijo mejoraron debido a cambios significativos en el tiempo de pantalla (V. Rideout, 2016).

Mentor de medios para padres, maestros y cuidadores en paradigma multimodal

En el paradigma multimodal queremos fortalecer las condiciones favorables, existentes en los procesos de enseñanza – aprendizaje, en conjunto con la comunidad alrededor del infante. Ser mentores de medios para los padres, cuidadores y maestros promueve la detección precoz, la orientación al infante, la familia y la institución educativa en los niveles de aprendizaje, posibilitan un desarrollo favorable para el neuroaprendizaje y la neuroestimulación.

El paradigma presentado defiende una enseñanza multimodal, es decir, que los infantes no aprendan solamente a través de las palabras o de un ver un video en una tableta, televisión y/o computadora, sino también que ese neuroaprendizaje se transforme junto con su mentor a través de sus experiencias. Tenemos que detener los automatismos, que ocurren en como resultado de aprendizaje implícito, permitiendo que ejecutemos sin detenernos a pensar que las estamos llevando a cabo. El aprendizaje implícito no se restringe al campo de las destrezas que hemos decidido aprender; sino que abarca también todo el conocimiento que hemos adquirido sin mediación de algún tipo de intención consciente (Braidot, 2016).

Las estrategias primarias para infantes son: exposición interactiva y repetitiva a experiencias auténticas de aprendizaje en ambientes naturales. A su vez, la estimulación y el modelaje son óptimos para esta población. Primariamente enfatiza, la educación y la participación de la familia como ente de mentoría para el infante que aún se desarrolla en sus funciones ejecutivas para toma de decisiones, pensamientos de procesamiento rápido y memoria (Hawkey, 2019b). Debemos promover la interacción en el ambiente natural del infante y reconocer aspectos culturales, sociales, económicos y los valores. Algunas opciones que pueden ayudar a impactar al neuroaprendizaje y neuroestimulación en esta era digital como mentor de medios para estos infantes son las siguientes:

1. Un día de la semana de baja tecnología (o sin tecnología) (ej.Martes)
2. Cenas digitales gratuitas
3. Domingos sin pantallas
4. Mañanas libres de medios

5. No hay pantallas después de las 7 p.m.
6. Zonas domésticas libres de tecnología
7. Habitaciones para niños sin TV
8. Disminuir o eliminar la TV de fondo
9. Comidas sin medios / meriendas sin pantallas
10. Reemplazar el tiempo de pantalla sedentario por tiempo de pantalla de movimiento físico (por ejemplo, videos de yoga, gonoodle.com, juegos de baile, etc.)
11. Juego al aire libre dos veces al día
12. Compartir libros antes de acostarse y tomar una siesta.

Hawkey, E. (2019). Media Use in Childhood: Evidence- based recommendations for caregivers.

Al centrarse en aumentar otras actividades y ampliar las rutinas diarias, el tiempo frente a la pantalla puede disminuir sin que tengamos que decir "reducir el tiempo frente a la pantalla". Es más probable que los bebés y los niños pequeños aprendan de las pantallas cuando interactúan con compañeros o adultos (Barr, Zack, García y Muentener, 2008). Cuanto más verbalizaban los cuidadores mientras veían juntos, más respondían y miraban la pantalla sus bebés y niños pequeños (Barr, Zack, García y Muentener, 2008). En el 2016, La Asociación Americana de Pediatría (AAP) lanzó una página conocida como el *Media Time Calculator* y *Family Media Plan* (<https://www.healthychildren.org/English/media/Pages/default.aspx#wizard>), en la cual los cuidadores, padres y/o educadores pueden ingresar un plan de medios para obtener el tiempo recomendado de pantalla para cada infante según su edad/escala.

Entender la neuroestimulación temprana supone comprender el mundo del desarrollo humano y sus dimensiones que interactúan en un flujo holístico de posibilidades. Fred Rogers expuso: *Vivimos en un mundo en el que debemos compartir la responsabilidad. Es fácil decir "No es mi hijo, no es mi comunidad, no es mi mundo, no es mi problema". Luego están aquellos que ven la necesidad y responden. Considero a esas personas mis héroes "*. Aspiramos a lograr un neurodesarrollo típico en adaptación al ambiente para un

neurodesarrollo adecuado y promover una flexibilización cognitiva a través de esta nueva era digital. La era digital que estamos coexistiendo es de vital interés para cambiar y transformar el momento educativo dirigiendo las necesidades del infante dentro de la unidad familiar y proveer estrategias para mentoría de estos infantes y cuidadores que cada día más dependen de la tecnología – el tiempo frente a la pantalla.

Referencias

- Braidot, N. (2016). *Neurociencias para tu vida* (Vol. 1). Buenos Aires, Argentina: Granica.
- Brown, A., Shifrin, M., & Hill, D. (2015). Beyond 'turn it off': How to advise families on media use. *Journal American Academy of Pediatrics*, 36(10).
- Carignano, C. (2017). *La Nueva Escuela: Inteligencias Múltiples, Emocional y Funciones Ejecutivas*. (Psicopedagogía).
- CDC. (2020). Niños pequeños. *Desarrollo Infantil*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/childdevelopment/positiveparenting/toddlers.html>
- DeLoache, J., Pierroutsakos, S., Uttal, D., Rosengren, K., & Gottlieb, A. (1998). Grasping the Nature of Pictures. *Journal Psychological Science*. doi:<https://doi.org/10.1111%2F1467-9280.00039>
- Donohue, C. (2017). Digital Age Family Engagement: The Role of Media Mentors. *Technology and Family Engagement*.
- Dunn Klein, M., & Evans Morris, S. (2000). *Pre-Feeding Skills : A Comprehensive Resource for Mealtime Development* (2nd ed. Vol. 1): PRO-ED, INC.
- Ellis R. R., & Simmons, T. (2014). Coresident grandparents and their grandchildren: 2012. Current Population Reports. Retrieved from <http://www.census.gov/content/dam/Census/library/Publications/2014/demo/p20-576.pdf>.
- Gentile, D., Oberg, C., Sherwood, N., Story, M., Walsh, D., & Hogan, M. (2004). Well-Child Visits in the Video Age: Pediatricians and the American Academy of Pediatrics'

- Guidelines for Children's Media Use. *Journal of the American Academy of Pediatrics*, 114(5), 1235-1241. doi:<https://doi.org/10.1542/peds.2003-1121-L>
- Guernsey, L. (2014). How the iPad affects young children, and what we can do about it: Lisa Guernsey. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=P41_nyYY3Zg
- Guernsey, L. (2017). Why Media Mentorship Matters: Equity in the 21st Century. *Family engagement in the digital age: Early childhood educators as media mentors*.
- Hadar, A. A., Eliraz, D., Lazarovits, A., Alyagon, U., & Zangen, A. (2015). Using longitudinal exposure to causally link smartphone usage to changes in behavior, cognition and right prefrontal neural activity. *Brain Stimulation*. doi:<http://doi.org/10.1016/j.brs.2015.01.032>.
- Hawkey, E. (2019a). Media Use in Childhood: Evidence- based recommendations for caregivers. Retrieved from <https://www.apa.org/pi/families/resources/newsletter/2019/05/media-use-childhood>
- Hawkey, E. (2019b). Media Use in Childhood: Evidence- bbased recommendations for caregivers. Retrieved from <https://www.apa.org/pi/families/resources/newsletter/2019/05/media-use-childhood>
- Johnston, M., Landers, S., Noble, L., Szucs, K., & Viehmann, L. (2012). Breastfeeding and the Use of Human Milk. *American Journal of Food and Nutrition*, 3(129), 827-841.
- Kumara, S., Raob, S., Chandramoulic, B., & Pillai, S. (2013). Reduced contribution of executive functions in impaired working memory performance in mild traumatic brain injury patients. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 115, 1326–1332.
- Linebarger, & Walker. (2015). Infants' and Toddlers' Television Viewing and Language. *American Behavioral Scientist*, 48(5).
- McIntire , A., Langan, J., Halterman, C., Drew, A., Osternig, L., Chou, L., & Donkelaar, P. (2006). The influence of mild traumatic brain injury on the temporal distribution of attention. *Exp Brain Res*, 174, 361–366.

- Owens, R. E. (2008). *Language Development: An Introduction* (S. D. Dragin Ed. 7th Ed. ed.). Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Rideout, V. (2016). Measuring time spent with media: The Common Sense census of media use by US 8- to 18-year-olds. *Journal of Children and Media*. doi:<http://doi.org/10.1080/17482798.2016.1129808>.
- Rideout, V. J. (2013). Zero to eight: Children's media use in America 2013. *Pridobljeno*.
- Salinas, C. M., Webb, F. M., & Devore, T. T. (2009). The Epidemiology of Soccer Heading in Competitive Youth Players. *Journal of Clinical Sports Psychology*, 3, 15-33.
- Stern, R. A., Riley, D. A., Daneshvar, D. H., Nowinski, C. J., Cantu, R. C., & McKee, A. C. (2015). *Introduction to Neurogenic Communication Disorders* (8 ed.). St. Louis, Missouri: Mosby.
- Strasburger et al. (2013). Children, Adolescents and the Media: Health Effects. *Pediatric Clinics of North America*, 59(3), 533-587. doi:10.1016/j.pcl.2012.03.025
- Thompson, D., Matson, P., & JM., E. (2013). Television viewing in low-income Latino children: variation by ethnic subgroup and English proficiency. *Childhood obesity*, 9(1).
- Torrecillas Rivera, E. (2020). Traumas psíquicos: concepto, realidades... y algunos mitos. Retrieved from <https://psicologiyamente.com/clinica/trauma-psiquico-concepto-realidades-mitos>
- Wilmer, H. H., Sherman, L. E., & Chein, J. M. (2017). Smartphones and cognition: A review of research exploring the links between mobile technology habits and cognitive functioning. *Frontiers in Psychology*. doi:<http://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00605>.

El Modelo de Planeación Neurodidáctica (MOPLANE)

Alejandro Díaz-Cabriaes

La tendencia educativa nos obliga a conocer el impacto que tienen los principios neurocientíficos del aprendizaje, aplicados al diseño y ejecución de planeaciones didácticas en docentes en formación y en servicio, para lo cual es necesario que los alumnos puedan desarrollar habilidades de planeación bajo los principios de las neurociencias usando a su favor conocimientos sobre los principios de aprendizaje del cerebro, el diseño universal de aprendizaje, el aprendizaje significativo, pero sobre todo aplicando una propuesta de planeación basada en los conocimientos neuropedagógicos.

Debemos considerar que existen diferentes definiciones que sobre neuroeducación se han vertido en el ámbito académico, por ejemplo para Nouri (2016) éste término es “descrito como un campo interdisciplinar que se construye por medio de las conexiones entre neurociencia, ciencias cognitivas, psicología y educación, en un esfuerzo para crear una nueva ciencia del aprendizaje que pueda cambiar la práctica educativa” (p. 2). Desde este punto se desprende un término auxiliar que derivará en la mejor comprensión de las estrategias planteadas durante la elaboración del diseño instruccional; la neurodidáctica, que es definida como “el andamiaje fundamental de la neuropedagogía, que permite la argumentación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, desde una postura pedagógica y neurocientífica” (Calzadilla & Nass, 2017, p. 23).

Falconi, Alajo, Mendoza, Ramírez y Palma (2017) complementan este concepto estableciendo que la neurodidáctica es “una disciplina que se encarga de estudiar la optimización del proceso enseñanza – aprendizaje basado en el desarrollo del cerebro, donde se combinan el aprendizaje y la memoria que son dos procesos cerebrales que originan los cambios adaptativos de la conducta” (p. 68). Para Cuesta (Pherez, G., Vargas, S., Jeréz, 2018).

La neurodidáctica es vista como el posible camino que conduzca a los maestros y estudiantes a un entorno significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La neurodidáctica no solo contempla los conceptos o contenidos por

impartir, sino que profundiza en las habilidades personales, actitudes y aptitudes que faciliten el proceso. La neurodidáctica también se encarga de las formas en las que se presenten los contenidos, eligiendo aquellas en las que puedan resultar más fácil la asimilación, la memoria y la integración (p. 38-39)

Derivado de la aparición de estas disciplinas, se dio paso al surgimiento de diferentes teorías del aprendizaje relacionadas con el funcionamiento del cerebro, algunas de las cuales fueron mencionadas previamente en este texto, haciendo hincapié en que, a pesar de los diferentes enfoques de cada una de ellas, no se contraponen sino que se “complementan, retroalimentan y amplían entre sí” (Calle, Remolina y Velasquez, 2007, p. 49).

Lo anterior nos lleva a hablar del modelo que ha ayudado en guiar la elaboración del diseño de planeación; el llamado Diseño Universal para el Aprendizaje, el cual tiene su origen en el área de la arquitectura moderna, en una corriente denominada Diseño Universal (DU) acuñada por Ron Mace en los años 70's, quien respondiendo a las exigencias de desarrollo urbano en Estados Unidos, tuvo que realizar diseños arquitectónicos que fueran accesibles a todas las personas, con o sin necesidades especiales, sin que hubiera que diferenciar entre unos y otros, ni estructuras específicas para cada grupo. Para Mace el objetivo del DUA es la “creación de productos y entornos diseñados de modo que sean utilizables por todas las personas en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptaciones o diseños especializados” (Alba, 2018, p. 22).

Posteriormente y bajo la influencia de esta corriente arquitectónica, este concepto de DU se trasladó hacia el ámbito educativo Sánchez, Jiménez, Sancho y Moreno (2019) hablan de cuatro marcos propuestos en la literatura académica a) Diseño Universal para el Aprendizaje desarrollado por el Center for Applied Special Technology (CAST); (b) el Diseño Universal para la Instrucción propuesto por Scott, McGuire y Foley (c) el Diseño Instrutivo Universal diseñado por Silver, Bourke y Strehorn; y (d) el Diseño Universal en Educación de Burgstahler. Dicho modelo está basado en la investigación del funcionamiento del cerebro que ha identificado tres redes neuronales relacionadas con el aprendizaje; redes afectivas y el “porqué” del aprendizaje, la cual se activa proporcionando múltiples formas de

compromiso, la segunda red es la de reconocimiento en donde se activa el “qué” del aprendizaje logrando múltiples formas de representación, y por último la red estratégica basada en el “cómo” del aprendizaje para la cual se deben proporcionar múltiples formas de acción y expresión como lo mencionan Meyer & Rose citados en Cooper Martin & Wolanin (2014).

Sin embargo el trabajo realizado en el CAST para el diseño de este modelo no se basó solamente en el descubrimiento neurocientífico, sino como lo menciona Alba (2018) esta propuesta se ha logrado destacando las redes afectivas, las de reconocimiento y las estratégicas en la psicología cognitiva, especialmente las aportaciones de Vigotsky, Bruner, Bloom, Gardner y Novak; en las tecnologías de la información y la comunicación como recursos fundamentales para proporcionar acceso y posibilidades de interacción flexible con la información; y en la práctica educativa, a partir de los estudios y experiencias de los docentes en la prácticas inclusivas.

Sin embargo, es el propio CAST quien declara que existe un vacío en cuanto a estudios rigurosos que se refieran a la aplicación del DUA en el campo educativo (Sánchez, Jiménez, Sancho y Moreno-Medina, 2019) por lo cual es importante despertar el interés de los investigadores en el ámbito pedagógico para el estudio de este modelo, ya que, si bien en nuestro país se ha empezado a ver a la neurociencia como parte de la formación de docentes, su impacto es aún menor y existe escasa literatura que pueda apoyar a la formación de nuevos profesores.

En el ámbito internacional, diferentes marcos normativos han permitido que las estrategias y modelos propuestos por la neurociencia logren permear los sistemas educativos, en el caso específico del DUA, algunas disposiciones como la Declaración de Salamanca hecha por la UNESCO en 1994 permite que este tipo de modelos sea adaptado en las aulas, ya que establece que se deben atender a los niños con necesidades educativas especiales y lo publica en un documento denominado “Marco de Acción”, en el caso de Europa es de destacar el caso de la AEDNEE (Agencia Europea para el Desarrollo de las Necesidades Educativas Especiales) que centrando su trabajo en la atención de estos educandos con NEE, permite que el DUA sea aplicado en sus sistemas educativos, es

importante recalcar que la naturaleza en si misma del DUA responde a varias disposiciones que en materia de educación han establecido los diferentes organismos internacionales, como por ejemplo la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) quien destaca dos dimensiones de la igualdad en la educación: equidad, que implica asegurar que las circunstancias personales y sociales no serán un obstáculo para desarrollar el potencial educativo; y en educación inclusiva, que conlleva asegurar estándares educativos básicos para todos, principios que se cumplen bajo el modelo del DUA.

Es por esto que varios países han abrazado el modelo del DUA y lo han integrado en los sistemas educativos nacionales, tal es el caso de Chile, en donde se han “promulgado diversas leyes que exigen a los maestros a aplicar medidas docentes basadas en el diseño universal para el aprendizaje” (Sánchez et al., 2016, p. 137).

Por su parte la Fundación Educar para el Desarrollo Humano ha logrado
Diseminar los principios de la neuropsicoeducación por los lugares más recónditos del mundo, bajo el modelo integrativo que demuestra que es posible no solo trasladar las neurociencias al aula, sino que es posible convertir a millares de educadores en neuropsicoeducadores, lo que los fortalece y continuará fortaleciendo en su praxis profesional y formativa. Pese a ello, la neuropsicoeducación aún no ha incorporado totalmente a la neuropsicología educativa, razón por la cual se hace necesario un modelo que las integre (Parra-Bolaños, 2018, p. 15).

La importancia de la inclusión de modelos educativos basados en el funcionamiento del cerebro radica en que es en ese órgano biológico en donde sucede todo lo que nos hace ser “humanos”; el aprendizaje, las emociones, la motricidad, es decir todas las funciones parten del cerebro, el maestro dentro del aula realiza todos los días una modificación de ese órgano a través de las experiencias educativas, científicamente está demostrado que de manera física el cerebro cambia a partir de la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades, a través del establecimiento de sinapsis entre las neuronas y del reforzamiento de esas conexiones neuronales a partir del refuerzo cognitivo que la experiencia áulica proporciona. Es decir, no solo educamos, sino que transformamos el

cerebro, es por eso que la aplicación de los principios de la neurociencia en el ejercicio del diseño y aplicación de planeaciones didácticas que tomen en cuenta un diseño instruccional neuropedagógico, permitirá no sólo conocer las posibilidades que el DUA tiene en la formación del docente, sino en la mejora del aprendizaje dentro del aula, así como establecer estructuras neuronales permanentes o a largo plazo que vengán a modificar la práctica pedagógica.

Aprendizaje basado en el cerebro

Durante un tiempo «de aprendizaje», tus neuronas irán guardando la información, esto significará que se irán formando «nuevas conexiones» entre ellas, nuevos «contactos sinápticos», es decir, uniones que antes no existían entre neuronas para que, poco a poco, terminen de introducir todos los datos relacionados con la nueva información. Una vez terminado el proceso, habrás modificado tu arquitectura cerebral», habrás creado un nuevo «circuito neuronal» que antes no existía, Has aprendido y, cuando ya está completo el circuito, tienes integrado, automatizado dicho aprendizaje (Forés & Ligioiz, 2009, p. 46).

Desde la perspectiva neuropedagógica, el recurso principal al cual hay que apelar es el cerebro mismo, como centro de la existencia del ser humano el cual regula no solo las actividades fisiológicas de la persona, sino que en él se encuentra la dicotomía que nos da la humanidad; la existencia del cerebro... y de la mente, dos entes distintos que, si bien se complementan, tienen diferente función en la existencia humana. Es por eso por lo que es necesario que como docentes conozcamos al menos de manera básica el cómo funciona el cerebro y como aprende.

La neurodidáctica como ya lo hemos definido, no es otra cosa sino la pedagogía basada en los conocimientos neurocientíficos que es aplicada en el aula, sin embargo, es importante mencionar que dicho conocimiento se ha gestado por décadas a partir de los diferentes estudios ontogenéticos que han llevado a determinar algunos hechos relevantes en el desarrollo del individuo.

El catedrático de didáctica de la Universidad de Friburgo, Gerhard Preiss, pensaba que la pedagogía escolar y la didáctica deben estructurarse en torno al hecho de que el aprendizaje era un producto de diferentes y complejos procesos cerebrales, y por tanto la enseñanza debía avanzar de manera paralela al desarrollo del cerebro infantil. De esta manera, propuso la creación de una asignatura que vinculase la investigación neurológica junto a la pedagogía, naciendo así la llamada neurodidáctica (D'Addario, 2019, p. 10).

La neurodidáctica pues permite que el docente pueda plantear estrategias educativas que van acorde no solo al nivel escolar del niño, sino que se basen en el grado de desarrollo cerebral que éste presente. Algunas investigaciones como las realizadas por Weber y Reynolds (2004, citadas en D'Addario, 2019), hablan de la relación que existe entre los factores ambientales y el desarrollo cerebral, tomando en cuenta también los posibles eventos traumáticos que pudieran haber ocurrido durante la infancia, la anterior aseveración nos lleva a pensar que el grado de inteligencia de un niño no sólo está determinado por su genética, sino por el tipo de estructuras cognitivas que desarrolló durante la infancia a partir del ambiente en el cual se desenvolvió, ya que si bien hemos señalado que el cerebro humano no pierde la posibilidad de modificarse gracias a la neuroplasticidad, es durante la infancia que se producen las redes neuronales más fuertes, al contar con un cerebro que si bien tiene ya la cantidad de neuronas y de glía promedio de un ser humano, no ha establecido aún los andamiajes neuronales, por lo que cualquier estímulo puede desencadenar la producción de fuertes redes neuronales, ya sea con estructuras que son positivas o negativas.

Según Lillar y Erisir (2010), se realizaron algunos estudios en orfanatos rumanos, con niños que habían sufrido deprivación social, así como traumas posteriores relacionados con la pertenencia social y cultural, observando además algunos impedimentos de tipo cognitivo, por lo que se puede establecer que sin los estímulos adecuados las redes neuronales se desarrollan torcidas resultando en una desagregación social posterior.

Por lo anterior, muchos terapeutas hacen hincapié en la forma en que se les habla a los niños en su primera infancia, porque de ello dependerá el tipo de redes neuronales que se conformen y seguramente el tipo de persona que se desarrollará, para Miguel D'Addario:

Tanto los padres como los adultos que estén al cuidado de los niños durante sus primeros meses son clave en el desarrollo cerebral que vaya a tener este. Las funciones cerebrales son una parte fundamental de los procesos de aprendizaje, y su estimulación adecuada se ha demostrado clave en el éxito educativo futuro. Factores exógenos como la nutrición y los estímulos ambientales (sensitivos, verbales, afectivos y motores) modelan el desarrollo cerebral. En los primeros años de vida, las experiencias negativas pueden dejar daños permanentes que conllevan dificultades de aprendizaje (2019, p. 85).

Y es precisamente el aprendizaje lo que va a guiar al ser humano, ya sea formal o informal, la manera y lo que aprendemos determinará el futuro de cada persona. En el ámbito educativo debemos de tener muy claro que el aprendizaje debe de referirse tanto al conocimiento como a las habilidades, actitudes, valores y a la mezcla de todos ellos, considerando que para lograr el aprendizaje deseado se debe de visualizar a la educación como cualquier situación donde conceptos, teorías, habilidades para resolver problemas y competencias son adquiridas, las cuales pueden ayudar a las personas a lidiar con experiencias novedosas e inesperadas que provoquen un cambio (Clark & Estes, 2002).

Ahora bien, durante el surgimiento de la neuropedagogía se habló también del aprendizaje “compatible con el cerebro” el cual fue utilizado desde 1983 por Leslie Hart con la intención de que se gestara un movimiento en el cual los escenarios y la instrucción se ajustaran al cerebro, y no tratando de forzar al cerebro a formas de aprendizaje que no le son compatibles al no ser naturales para él. Hart basó su conceptualización en:

su observación de que, dado lo que se sabía de la investigación del cerebro, la estructura del enfoque tradicional de enseñanza y de aprendizaje era “opuesta al cerebro”. Su hipótesis era que la enseñanza compatible con el cerebro, en un ambiente sin amenazas que permitiera un uso desinhibido de la espléndida

neocorteza o “nuevo cerebro”, tendría como resultado un aprendizaje, un clima y una conducta mucho mejores (Salas, 2003, p. 158).

Dentro de este ambiente sin amenazas, en donde se produce un estado de relajación en el cual biológicamente el cerebro está dispuesto para el aprendizaje, al no tener una situación estresante en donde tenga que enfocar su atención en la supervivencia, se da un proceso natural en el cual cuando los niveles de estrés se encuentran en un nivel bajo y que se logra despertar la curiosidad y el interés de los alumnos, el estímulo logra pasar por SARA y desencadenar el proceso de aprendizaje, “cuando hay ansiedad, frustración o aburrimiento, los filtros cerebrales conducen la información al cerebro reactivo para ignorarla, rechazarla o luchar contra ella (Rojas, 2009, p. 78). Por lo tanto, el establecimiento en primer lugar de un ambiente agradable, en donde el estudiante se sienta seguro y sin fuentes de estrés es básico para el aprendizaje a largo plazo. En la mayoría de las ocasiones incluso situaciones como el saber que a partir de los aprendizajes que se están tratando se desprende una evaluación tradicional, el nivel de estrés se incrementa y los alumnos tienden a perder la atención, por lo cual es importante que se generen métodos de evaluación menos tradicionales que le resulten al estudiante menos estresantes y que le permitan, como lo establece Reuven Feuerstein, diferentes métodos de expresión mediante los cuales el alumno puede dar a conocer los aprendizajes adquiridos.

Respecto al cerebro humano y la forma en la que éste opera, es sin duda un universo que aún tiene mucho conocimiento que aportar, pero que los avances en neurociencia han dado grandes aportes para establecer las formas biológicas en las que opera este órgano, por ejemplo, hasta hace poco se hablaba de lo que el neurocientífico Paul MacLean denominó como cerebro triuno, el cual determinó que el cerebro humano se componía de un cerebro reptiliano, donde se contenían los instintos básicos de sobrevivencia de la persona, un cerebro límbico en donde se registran las emociones y por último la neocorteza, donde según MacLean residen las funciones ejecutivas superiores como la capacidad de planear, organizarse, tomar decisiones, etcétera. Sin embargo, en la actualidad algunos autores están modificando esta noción gracias a los descubrimientos en neuroimagen, que han observado que dichas funciones del cerebro no se encuentran exclusivamente en las

áreas determinadas por MacLean, sino que son un continuo dentro de las diferentes secciones del cerebro.

Posteriormente a MacLean, Ned Herrmann

elaboró un modelo de cerebro compuesto por cuatro cuadrantes, dos izquierdos y dos derechos que resultan del entrecruzamiento de los hemisferios del modelo Sperry, y de los cerebros límbico y cortical del modelo McLean. Los cuatro cuadrantes representan formas distintas de operar, de pensar, de crear, de aprender y, en suma, de convivir con el mundo, aún cuando se admite que el cerebro funciona como una totalidad integrada (Calle et al., 2007, p. 50).

En lo que se denominó como Cerebro Total de Herrmann, se ha observado que el desarrollo de esta teoría tuvo una gran influencia de las ciencias cognitivas, sobre todo de las neurociencias, teniendo como base los enfoques integradores del proceso creativo que fueron propuestos por “Amabile, Mitjans, Woodman y Schoenfeldt así como Stenberg y otros e integra el modelo de Especialización Hemisférica de Sperry, el de Gazzaniga, Leyi y otros autores así como el modelo del cerebro triuno de McLean (Pérez, s.f., p.8).

Dentro de las teorías del funcionamiento del cerebro, no podemos dejar de lado los aportes de Gardner y sus inteligencias múltiples, planteando que existen al menos siete formas distintas de percibir el mundo con su particularidades y formas específicas de entender y procesar el entorno. Para Gardner

la inteligencia es considerada como un conjunto de habilidades individuales para encontrar, resolver y enfrentar genuinos problemas. En este sentido, se refiere a la capacidad de desarrollar la autonomía, realizar operaciones y procesar información, hacer distinciones históricas entre cada una de las etapas de desarrollo por las que se ha atravesado y comprender sus raíces (Calle et al., 2007, p. 50).

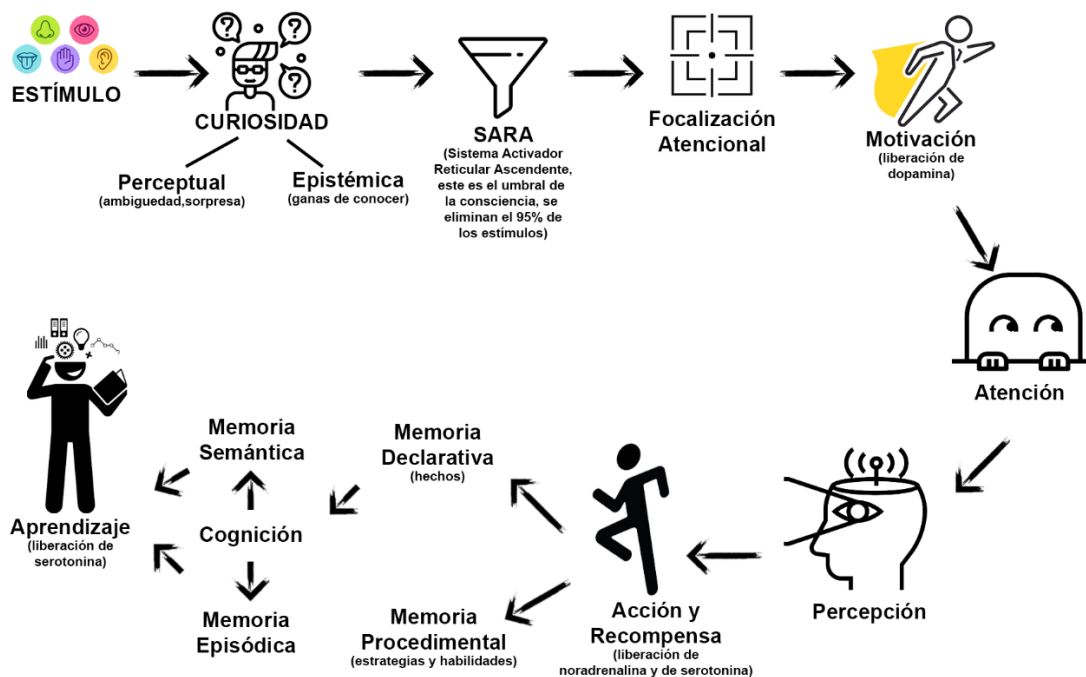
Hablemos ahora de la constitución del cerebro que se encuentra vigente en la actualidad, se han establecido que existen cuatro áreas denominadas lóbulos, en primer lugar encontramos al lóbulo frontal, encargado de las funciones más complejas del cerebro como el pensamiento o el aprendizaje, el lóbulo parietal se encarga del movimiento, de la orientación, del cálculo y del reconocimiento, el lóbulo temporal se relaciona con el habla

y con la comprensión de palabras y el lóbulo occipital se encarga del reconocimiento visual (D’Addario, 2019). Según este mismo autor, la inteligencia no radica en el peso o el tamaño del cerebro, el cual era uno de los neuromitos más arraigados, sino que está en el número de neuronas y las conexiones de las que dispone favoreciendo la conectividad con el sistema nervioso.

A continuación, encontrará un esquema acerca del funcionamiento del cerebro y cómo es que se da el aprendizaje, este esquema incluye además las diferentes aproximaciones de los teóricos de la neuroeducación que han hecho aportes y que se complementan para dar sustento a la propuesta del diseño instruccional que es el núcleo de esta investigación.

Figura 1

Esquema del neuroaprendizaje



Respecto a las funciones ejecutivas superiores por las que se caracteriza particularmente el ser humano, diremos que éstas se definen como la actividad mental en la que se ponen en juego “las áreas visuales, temporales y parietales actuando de forma

integrada con conexiones del lóbulo frontal y con el sistema límbico y la formación reticular” (MECD, 2016, p. 17).

Para Rotger (2017, p. 63), algunas de las funciones ejecutivas con las que contamos son:

- Planificar y elegir las estrategias necesarias para la consecución del objetivo.
- Organizar y administrar las tareas.
- Seleccionar las conductas necesarias.
- Ser capaces de iniciar, desarrollar y finalizar las 64 acciones necesarias.
- Inhibir las conductas automáticas.
- Supervisar si se está haciendo bien o no y tomar conciencia de los errores.
- Prever las consecuencias y las situaciones inesperadas.
- Cambiar los planes para rectificar los fallos.
- Controlar el tiempo y alcanzar la meta en el periodo previsto.

Estas funciones ejecutivas deben de ser parte integral del aprendizaje y por lo tanto deben ser también parte de la planeación didáctica desde la neuropedagogía, en este punto diremos que para poder desencadenar el proceso de aprendizaje desde la visión de la neuropedagogía contamos con la visión de Renatte y Geoffrey Caine (1997, citados en Salas, 2003) acerca de la enseñanza, quienes establecen que se deben de cumplir tres elementos interactivos que surgen de los principios de enseñanza-aprendizaje; en primer lugar se debe dar una inmersión orquestada en una experiencia compleja, la cual es lograr crear un ambiente de aprendizaje en el que el estudiante encuentre la motivación a partir de prácticas llamativas que los sumerjan completamente en la experiencia del aprendizaje; en segundo lugar se debe de tener un estado de alerta relajado, en el que como se mencionó anteriormente se minimicen las fuentes de estrés y de miedo y se torne un ambiente cargado de desafío y motivación; y tercero se debe de dar un procesamiento activo, permitiendo que el alumno, desde sus diferentes formas de representación y acción puedan

procesar la información de la manera en que les permita su propia naturaleza cognitiva, de esta manera se refuerzan las estructuras cognitivas existentes.

Una vez establecido lo necesario para la enseñanza, hablaremos acerca del aprendizaje en donde diferentes teorías permearon durante décadas a la política educativa en el mundo, encontrando que la más dominante es la correspondiente al conductismo skinneriano, que desde una visión positivista estableció por mucho tiempo la concepción del aprendizaje, tal es el caso de la definición acuñada por el propio Skinner (1969, citado por Gagné, 1987) quien consideraba que el aprendizaje básicamente era un cambio en la conducta que se manifestaba en objetivos determinados por los estímulos y las respuestas, para de esta manera crear nuevas asociaciones a partir del reforzamiento, es decir, que cualquier experiencia o adquisición de conocimiento que llevara a modificar la conducta de una u otra manera era considerada como aprendizaje por Burrhus Frederic Skinner.

Por su lado Gagné (1987), quien hace su aportación desde su perspectiva psicológica establece que el aprendizaje debe de considerarse desde la óptica del procesamiento de la información (en una postura conductista-cognoscitivista) y coincide con Skinner en que el aprendizaje se refleja en un cambio de conducta, y agrega que el aprendizaje perdura durante cierto tiempo y no depende únicamente del crecimiento biológico.

Según Ausubel (Ausubel, 1983, p.3) el “aprendizaje es significativo cuando los contenidos: Son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe”. El aprendizaje significativo sucede cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante que ya existe en la estructura cognitiva del sujeto (Gagné, 1987).

Es importante continuar analizando las aportaciones Ausubel y su noción acerca de lo que él denomina como estructura cognitiva previa, de la que hemos estado haciendo mención en ocasiones como redes neuronales, lo cual no es otra cosa que aquellos conocimientos que el individuo tiene tanto en su memoria semántica como en su memoria episódica y que son fundamentales para que a partir de ellos se establezcan los nuevos aprendizajes. Para Ausubel

Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: Son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Ausubel, 1983, p. 18).

Los aprendizajes significativos se producen cuando la nueva información relevante se conecta con un concepto adquirido previamente, denominado subsunso, el cual se encuentra ya presente en la estructura cognitiva, lo cual establece que el aprendizaje no puede darse desde cero, que siempre tiene que haber una base semántica o empírica que respalde y le dé sentido a la nueva información, sin necesidad de que en este momento entremos en juicios para determinar si el nuevo aprendizaje es correcto o no. Por ejemplo, una persona al leer por primera vez la palabra en inglés “dinner” podría deducir gracias al concepto previamente almacenado de “dinero” que ambas palabras significan lo mismo, cuando el término en inglés significa algo completamente diferente; “cena”, sin embargo, se cumple la teoría de que el aprendizaje se basa siempre en estructuras cognitivas preexistentes.

Es de esta manera y con las estrategias pedagógicas adecuadas, que se pueden lograr los 5 dominios del aprendizaje que propone Gagné: información verbal, habilidades intelectuales, habilidades psicomotoras, actitudes y estrategias cognitivas.

Para estimular el córtex prefrontal y lograr el estado de atención que derivará en el aprendizaje significativo tomemos en cuenta las consideraciones establecidas por Martín-Lobo & Rodríguez (2014):

- a) Se debe ser tolerante tanto con las formas diferentes que tienen los alumnos de aprender o trabajar un mismo ejercicio, como con las ideas diferentes o incluso alocadas que puedan exponer;
- b) Se debe estimular la imaginación, propia del hemisferio izquierdo, a la vez que se les empuja a hacer previsiones, anticipar las consecuencias de sus conductas y a elegir en consecuencia;

c) Se debe incentivar la autoevaluación del propio trabajo, detectando lo que se ha hecho bien y lo que se debe modificar, así como las razones por las que la tarea no se ha ejecutado correctamente. Desde los hallazgos de la neuropsicología, también se sabe que trabajando los lóbulos frontales (especialmente el situado en el hemisferio derecho), se puede potenciar la atención. Para ello lo más recomendable es evitar las explicaciones largas del profesor, y presentar tareas y ejercicios diferentes inusuales o poco habituales, que estimulen la curiosidad. Pero la atención está muy ligada a la memoria, o lo que es lo mismo, al sistema límbico. Es por ello que los alumnos muy “límbicos” (emocionales) tienden a bloquearse al sentirse nerviosos ante una tarea que les resulta especialmente difícil o para la que perciben que no cuentan con suficientes recursos de afrontamiento... (ante esto)... La mejor solución es, siguiendo los planteamientos de Lev Vigotsky (1978), conocer bien cuál es la zona de desarrollo próximo del estudiante, es decir, saber dónde está su zona de desarrollo (o aprendizaje) real y pontencial para establecer las metas con criterios adecuados, sin que les resulte demasiado elevadas (pág. 29).

Ahora hablemos de los aspectos esenciales que influyen el diseño instruccional que veremos más adelante y que es propuesto por Rotger (Rotger, 2017, p. 23) quien establece que en todo aprendizaje hay una conexión sináptica, que se consolidará con mayor facilidad cuando exista en el aprendizaje:

- Motivación: es decir aprendizaje significativo, acorde a la edad, intereses y estilos de aprendizaje.
- Repetición: es necesario repetir de siete a diez frecuencias diferentes para que el aprendizaje se consolide. Esto no significa repetir como loro, sino reforzar lo que estamos enseñando de formas novedosas.
- Variedad: estímulos multisensoriales.
- Contexto resonante y emoción: para que los procesos de enseñanza aprendizaje sean significativos necesitamos de entornos o contextos resonantes, como también tener en cuenta el trabajo con las emociones y el desarrollo de educación emocional como parte del aprendizaje.

En este punto queremos retomar el segundo aspecto que propone Gagné; la repetición, cuya importancia desde el conocimiento neurocientífico es explicada por Donald Hebb y los mecanismos que explican cómo la estimulación repetida de un determinado grupo de neuronas amplía el grado de respuesta en subsecuentes estímulos, resultando en el denominado Potenciación a Largo Plazo (LTP para sus siglas en inglés), que es el estado final del conocimiento cuando es almacenado en la memoria (Lillard & Erisir, 2010).

Al repetir una y otra vez, llega un momento que «cruzas la línea necesaria de repetición», y eso significaría simbólicamente que le has dado al interruptor de Aprendizaje. Igual que cuando enciendes una luz, en tu cerebro existe «un interruptor» de aprendizaje que se activa con una repetición adecuada (Forés & Lligoiz, 2009, p. 46).

La atención

Una de las fases necesarias para que el proceso neuronal de construcción de nuevas estructuras cognitivas se lleve a cabo depende en gran medida de la atención que el estudiante ponga en la actividad a realizar. Es entonces fundamental entender qué es la atención, el papel que juega dentro del funcionamiento del cerebro y cómo es que podemos mantenerla en nuestros educandos. Sin embargo, no podemos hablar de atención sin antes mencionar a la curiosidad, como el detonante para que ésta pueda darse.

Desde el punto de vista de las neurociencias, la curiosidad puede ser tanto perceptual como epistémica (D'Addario, 2019), las cuales no comparten circuitos neuronales y tienen funciones diferentes; la curiosidad perceptual es aquella que se despierta sorpresivamente y es de corta duración, cuando por ejemplo una persona va caminando y repentinamente escucha un ruido de vidrios al romperse, en ese momento la curiosidad se activa y dependiendo que le de la interpretación al hecho podemos hablar de curiosidad perceptual cuando el cerebro interpreta que no hay peligro y deshecha el estímulo, es decir no pasa el filtro del SARA, eliminando así la necesidad de seguir procesando esa información, por el contrario si el mismo hecho llama la atención del sujeto

debido a alguna característica especial, por ejemplo que es el vidrio del negocio de un amigo, el estímulo auditivo genera curiosidad epistémica al “querer saber más”, pasando el filtro del SARA y logrando la focalización atencional, lo cual a través de las vías dopaminérgicas genera la motivación, la atención y pone en juego el resto del circuito para el aprendizaje, llegando a quedar el hecho tal vez en la memoria episódica, pero que sigue siendo parte del aprendizaje adquirido.

La recomendación para situaciones en el aula es que la atención debe atraerse, no demandarse, la tan escuchada frase en las escuelas de “pongan atención”, es incompatible con el cerebro ya que no está generando ni siquiera el primer paso del proceso de aprendizaje; la curiosidad. Sin embargo, otro de los factores que afectan al logro de la atención es sin duda el estrés, ya que puede también ocurrir que el estímulo haya logrado pasar el filtro del SARA, pero si el estudiante está en un estado mental en el que el estrés pondera sobre un estado de relajación y mente abierta, el proceso de aprendizaje no logrará completarse.

Miguel D’Addario (D’Addario, 2019, p. 42) define a la atención como “la capacidad de poner la conciencia en algo concreto en un momento determinado. Aunque puede ser voluntaria, la atención es en la mayoría de los casos, involuntaria”, por su parte Marilina Rotger (Rotger, 2017) la define como:

la capacidad de la unión entre cuerpo, cerebro y mente para fijarse en uno o varios aspectos de la realidad y prescindir de los restantes; es una facultad que nos permite detectar cambios en el medio ambiente por la aparición brusca de un estímulo o por un cambio en el aspecto de un elemento ya existente (p.68).

Este fenómeno neurológico es una de las áreas de estudio que más interesa a los científicos, ya que a nivel neuroquímico cuenta con su propia estructura y funcionamiento, según Rotger (2017) esta estructura se compone de tres redes: el foco, la conciencia y la atención ejecutiva, ésta última tiene la función de controlar la toma de decisiones de orden superior. La atención es el estado neurocognitivo que precede a la percepción y a la acción, cuando las conexiones neuronales atencionales se establecen, hay una focalización atencional en la actividad, lo cual permite que los estímulos que estén en competencia

puedan procesarse en paralelo, lo que en neurociencia se denomina como “alternancia continuada de la atención” (D’Addario, 2019) desechando aquellos que no son importantes, sin duda alguna la manera en que se consigue y mantiene la atención es “rompiendo un patrón”, es decir introduciendo lo que se denomina “una vuelta de tuerca” para cambiar la situación y mantener la motivación de seguir en la actividad, este aspecto es uno de los factores esenciales de la propuesta del diseño instruccional, aunado a los denominados periodos atencionales que describiremos un poco más adelante.

Ahora bien, a nivel neuroquímico es necesario entender que la atención se logra gracias a la liberación de adrenalina y noradrenalina, aumentando la capacidad de concentración, sin embargo en la práctica hay que tener cuidado con las prácticas encaminadas a despertar la atención, ya que si se realizan actividades donde la segregación de adrenalina y noradrenalina rebasen ciertos niveles, lejos de lograr la atención se estará produciendo un estado de estrés que es contraproducente para lograr el proceso de neuroaprendizaje. Así también se debe de evitar a toda costa que se llegue a un estado de “infoxicación” que es el exceso de información y que conlleva también a generar una situación de estrés en el alumno.

En el 2001, un grupo de investigadores británicos y australianos detectó mediante imágenes de resonancia magnética funcional la zona del cerebro que se activa durante el aprendizaje basado en hechos impredecibles. Esta región va perdiendo actividad a medida que el individuo se familiariza con las tareas, pero la vuelve a recuperar en el momento que se produce otro hecho imprevisto. El estudio fue publicado en la revista Nature Neuroscience y en él se reveló también que la región cerebral que está implicada en el aprendizaje está a su vez involucrada también en la toma de decisiones basada en las emociones (D’Addario, 2019, pp.100-101).

En base a lo anterior y lo que conocemos acerca de la atención, es necesario pues que el diseño instruccional cuente no solo con periodos en los que se introduzcan elementos nuevos, sorprendivos y llamativos, que si bien continúen y contribuyan a lograr el mismo objetivo educacional, a la vez provean de elementos nuevos que mantengan la

curiosidad y la atención del estudiante, y que sean elementos nuevos, ya que la misma técnica pedagógica, por muy efectiva que sea, al repetirla constantemente se vuelve intrascendente y poco interesante para el cerebro.

Periodos atencionales

Cuando una actividad toma demasiado tiempo, el cerebro pierde la curiosidad y el interés en llevar a cabo dicha acción, lo anterior no establece que todas las actividades deben de ser superficiales y que los contenidos u objetivos a desarrollar no deben tratarse a profundidad, sino que más bien un contenido debe de ser abordado desde diferentes actividades cortas que se complementen, que sean diferentes entre si y que permitan al finalizar realizar una asociación de todos los aprendizajes recibidos, de manera que se creen estructuras cognitivas más fuertes.

Neurológicamente la duración de cada actividad parcial debe basarse en los conocimientos que tenemos sobre los llamados periodos atencionales, que pueden ser de dos tipos: “UpTime”, en donde todos los sentidos están alerta para recibir los estímulos, en este periodo no hay diálogo interno, sino que la atención se centra en ser receptor, y el “DownTime” es el estado en el cual se presenta la reflexión, el alumno tiene la posibilidad de generar asociaciones visuales y generar un diálogo interno, en esta fase son necesarios intervalos de quince minutos (Rotger, 2017).

Periodos atencionales

Nivel escolar	UpTime entre 5 y 8 minutos	DownTime	15
	UpTime entre 8 y 12 minutos	minutos	
Nivel primario	UpTime entre 12 y 15 minutos		
Nivel secundario	UpTime entre 15 y 18 minutos		
Mayores de 18 años			

(Rotger, 2017, p. 74)

Con base en lo anterior se hace la propuesta en el diseño instruccional neuropedagógico que los periodos en los que se debe cambiar la actividad deben variar entre 20 y 30 minutos dependiendo del nivel escolar y de la profundidad de la estrategia, con el fin de mantener la atención.

Cognición

Una vez que el estímulo ha logrado pasar los diferentes filtros que componen el umbral de la consciencia y que se establecen los parámetros para que el conocimiento empiece a ser almacenado en las memorias declarativa / semántica o procedimental / episódica, se produce el fenómeno de la cognición, “aprender a conocer, se refiere a la dimensión cognitiva del proceso. Combina una cultura general suficientemente amplia con la posibilidad de profundizar los conocimientos en pocas materias” (Rojas, 2009, p. 76), es este pues el proceso al que debemos de querer llegar cuando hablamos de neuropedagogía, un estado consciente del conocimiento a partir de las experiencias previas que denotan un cambio en la estructura mental.

Desde la visión de Ausubel, quien sin el conocimiento de los recientes descubrimientos en neurociencia, pudo deducir muy atinadamente la construcción de las estructuras cognitivas, afirmaba que éstas están organizadas

“de manera jerárquica en relación al nivel de abstracción, generalidad e inclusividad de las ideas, y que, la organización mental ejemplifica una pirámide que la que las ideas más inclusivas se encuentran en el ápice, e incluyen ideas progresivamente menos amplias” (Ausubel, 1983, p. 121)

Martín Lobo & Rodríguez Fernández (2014, p. 16) hablan de que la cognición se desarrolla a partir de tres bloques funcionales; en primer lugar se refieren a la activación de la corteza cerebral y a la atención; el otro bloque es el input del estímulo a través de los sentidos; y por último el tercer bloque de programación y control de la actividad.

Sin embargo para Ausubel (1983), la estructura cognitiva humana puede ser descrita mediante cinco principios básicos:

- Principio de almacenamiento de información. Indica que los sistemas naturales de procesamiento de información tienen grandes almacenes de información que gobiernan sus actividades. La memoria de largo plazo provee esta función.
- Principio de prestación y reorganización. La información almacenada en su mayoría es prestada de otros almacenes de información. Este préstamo no produce una copia exacta sino una esquematización reorganizada. Los humanos imitan, escuchan, observan o leen la información de otros para almacenarla en la memoria de largo plazo con una organización propia.
- Principio de génesis aleatoria. La información que se requiere para resolver un problema pero que está disponible, se adquiere mediante procesos aleatorios de prueba y generación. Debido a la ausencia de información relevante en la memoria de largo plazo, la información nueva se adquiere usando métodos generales(i.e., biológicos primarios)como el análisis de medios y fines.
- Principio de limitaciones reducidas para el cambio. Los cambios en el almacén de información son lentos y no aleatorios para evitar destruir su funcionalidad. Este principio es asociado a la memoria de trabajo, la cual es muy limitada en capacidad y duración, porque permite procesar poca información nueva. Si la información nueva supera las capacidades de la memoria de trabajo, el sistema experimenta sobrecarga reduciendo el aprendizaje.
- Principio de organización y vínculo ambiental. La información almacenada en la memoria de largo plazo orienta el comportamiento del sistema en el ambiente. Las limitaciones de la memoria de trabajo no aplican cuando la información es recuperada de la memoria de largo plazo (Zambrano, 2018).

Emoción y Motivación

Para el logro de los aprendizajes los estudiantes deben de haber establecido un mecanismo de interés, emoción y motivación por el tema que se esté tratando, como otro de los componentes esenciales para que el proceso de aprendizaje se lleve de manera eficiente. Tanto la emoción como la motivación deben de estar presentes en el alumno,

cabe aquí la reflexión que el docente como mediador debe de ser quien esté más motivado en enseñar para poder despertar el interés en los alumnos. Regresemos a la base de la motivación; la emoción, que según Forés y Ligoiz (2009, p. 24) son la fuente del deseo por aprender, ya que:

Los estudios demuestran que los procesos emocionales son inseparables de los cognitivos. Contextos emocionales positivos facilitan el aprendizaje y la memoria, mediante la activación del *hipocampo*; por el contrario, estímulos negativos activan la *amígdala*, dificultándolo. Esto sugiere la necesidad de generar climas emocionales positivos en el aula que favorezcan el aprendizaje y en los que se asuma el error de forma natural y se proporcionen retos adecuados (Goleman, 2006). Al respecto, se puede afirmar que los sentimientos y las emociones tienen un rol vital en el aprendizaje, la motivación permite que haya una relación entre la capacidad para prestar atención y por ende para aprender (Pherez et al., 2018, s.p.).

Para el neurólogo Antonio Damasio las emociones son patrones positivos neuronales como un conjunto de respuestas químicas, que son disparadas por el cerebro cuando un estímulo que considera emocionalmente competente entra por los sentidos, una vez que la emoción se genera dentro del cerebro, se da una respuesta fisiológica que denominamos sensación, la cual es perceptible de forma consciente por el ser humano, “la reacción del cerebro cuando se produce una emoción sucede de manera no consciente. Las emociones tienen tres componentes: neurofisiológico, conductual y cognitivo” (D’Addario, 2019, p. 99).

Es importante mencionar que las emociones se generan en el sistema límbico, el cual tiene la capacidad de evocar el pasado y mirar el presente, tiene memoria y aprendizaje y sus funciones en la mayoría están relacionada con el sentir. El sistema límbico se conforma por el tálamo encargado del placer y del dolor, al amígdala cerebral que controla los impulsos, miedos, protección y hostilidad, el hipotálamo encargado del cuidado de los demás, así como se compone también de los lóbulos olfatorios, de la región septal relacionada con la sexualidad, y por último por el hipocampo, relacionado con la memoria a largo plazo (Rotger, 2017). Dentro de este sistema límbico se generan las emociones, que

según Pail Ekman son seis de tipo primarias con las que todos los seres humanos contamos al nacer; miedo, aversión, sorpresa, alegría, ira y tristeza.

Dentro de este proceso encontramos primero a la emoción como un proceso imperceptible e inconsciente, que genera una sensación, la cual si se puede registrar de forma consciente y de ahí surgen los sentimientos, que son la parte que podemos controlar y que elegimos de qué manera sentirlos; “si aprendemos a reconocer, a través de la sensación en nuestro cuerpo, la emoción que estamos sintiendo, podremos elegir con qué sentimiento manifestarla, es decir que podremos ponerle a esa emoción un nombre” (Rotger, 2017, p. 30).

Ahora pasemos a hablar de la motivación, ese elemento tan importante para el aprendizaje y a la vez tan difícil de lograr, en este apartado hablaremos de ella desde el enfoque de las neurociencias, ya que faltan todavía que se realicen más investigaciones cuasi experimentales y experimentales para poder tener propuestas concretas de cómo motivar a los alumnos desde una base investigativa y neuropedagógica.

Durante el proceso cerebral de la motivación, se genera dopamina, un neurotransmisor que hace que seamos capaces de mantener en el tiempo y focalizar la atención, haciendo posible la existencia de la llamada memoria a largo plazo que da lugar al aprendizaje (D’Addario, 2019, p. 45).

En base a lo anterior podemos afirmar ya con base científica de la importancia de la motivación en los alumnos, como un elemento que se encuentra presente en todo el proceso de aprendizaje y que al generar dopamina ayuda también al proceso de mantener la atención y la memoria. Sin embargo, es importante mencionar el papel de la serotonina, otro neurotransmisor el cual genera ese sentimiento de satisfacción por lo realizado, cerrando así el ciclo del aprendizaje, el cual para que pueda ser logrado:

debemos proponer que nuestros estudiantes realicen y alcancen en nuestras clases lo que llamamos “circuito de recompensa”. A este circuito lo conocemos con las siglas DAS, la “D” significa dopamina, la “A” noradrenalina y la “S” serotonina. Si logramos motivar a nuestros estudiantes en una clase se activará su neurotransmisor del placer, la dopamina, que activará a su vez el neurotransmisor

de noradrenalina, preparándolos para la acción que los motivó. Luego de realizar el proceso se generará serotonina, volviéndolos al estado normal (Rotger, 2017, p. 49).

La memoria

El fin último del aprendizaje es la modificación de las estructuras cognitivas que se encuentran en la memoria a largo plazo, las cuales van a configurar el hecho de contar con un cerebro que se modifica constantemente contando con una mayor cantidad de conexiones neuronales, lo cual es sinónimo de inteligencia, haciendo la diferenciación entre memoria que es el proceso en el cual el cerebro almacena información y el aprendizaje como el proceso en el cual el cerebro se transforma neurológicamente.

Es importante mencionar la memoria sensorial, la cual es precedente al fenómeno de la atención y es la que registra las sensaciones percibidas por los sentidos, tiene la capacidad de procesar gran cantidad de información de manera simultánea, pero durante un tiempo breve, teniendo la capacidad de seleccionar los elementos del estímulo que serán transferidos a la memoria de trabajo.

Sin embargo, regularmente cuando se hace referencia a la memoria nos referimos a la memoria a largo plazo, que es en donde son almacenados recuerdos, el conocimiento del mundo, registros conceptuales y en fin todas las estructuras cognitivas que han sido aprendizajes significativos en su momento.

Una distinción dentro de la memoria a largo plazo es entre memoria declarativa y procedimental. La memoria declarativa es en la que se almacena información sobre hechos; la memoria procedimental almacena información sobre estrategias para interactuar con el entorno; la memoria procedimental está implicada en el aprendizaje de distintos tipos de habilidades. El aprendizaje de estas habilidades se adquiere de modo gradual, a través de la ejecución y la retroalimentación. El grado de adquisición de habilidades depende del tiempo empleado, así como del tipo de entrenamiento. La memoria declarativa contiene información referida al conocimiento sobre el mundo y sobre las experiencias vividas (memoria episódica) (D'Addario, 2019, p. 40).

Dentro de la memoria a largo plazo encontramos además las memorias semánticas y episódicas, la primera que hace referencia al registro de los significados de las palabras y las relaciones entre estos, teniendo la capacidad de hacer inferencias que no han sido explícitas por el estímulo, por su parte la memoria episódica es la que almacena hechos y eventos que han sido codificados de manera explícita (D'Addario, 2019).

Modelo de Planeación Neurodidáctica (Moplane)

El Modelo de Planeación Neurodidáctica (Moplane) es una propuesta de trabajo que conjunta diferentes propuestas neuropedagógicas contemporáneas, el objetivo principal es ser una guía que le permita la docente incorporar en su actividad diaria los principios del aprendizaje basado en el cerebro, generados desde los descubrimientos de la neurociencia y puestos en práctica por diferentes experiencias pedagógicas que se empiezan a gestar en el mundo.

El principal objetivo es que todos los estudiantes puedan desarrollar el aprendizaje, entendido como conocimiento, habilidades y actitudes encaminadas al desarrollo del individuo para lograr la autorregulación como expresión de la inteligencia (D'Addario, 2019), en un entorno en el que se minimicen las barreras de aprendizaje como las habilidades para ver, escuchar, hablar, moverse, leer, escribir, entender, poner atención, organizarse, comprometerse, recordar e involucrarse completamente en las actividades (Courey, Tappe, Siker y Le Page, 2013) lo cual deriva en un intento por incluir tanto a aquellos estudiantes que presenten alguna barrera de aprendizaje y a los que se desee potenciar dentro de alguna capacidad o habilidad (MECD, 2016).

Dentro de las principales características del aprendizaje basado en el cerebro se encuentra la presentación de la información al estudiante, la cual debe de ser en varios formatos, “atractiva, multisensorial, multipropósito, estructurada y organizada” (Rojas, 2009, p. 81), por lo que el estudiante deberá de tener acceso al contenido de diferentes formas, se sugiere que se segmente la información en 6 partes, cada una con elementos complementarios al tema pero presentada en diferentes formatos, el estudiante iniciará por trabajar con el formato que le parezca más atractivo y como avance la lección podrá

acceder al resto de la información desde otros formatos, lo anterior permite que el alumno tenga una primera inmersión al tema desde el formato que le parezca más atractivo, y de ahí enganchar su interés para que continúe explorando la información.

Basados en la teoría la planeación neurodidáctica debe cumplir varios principios:

- Busca mitigar las deficiencias de las escuelas, no de los estudiantes (DUA).
- Entiende que lo relevante en el proceso de aprendizaje no es la información que se procesa, sino las operaciones mentales que se requieren para su procesamiento.
- La propuesta pedagógica debe tener la posibilidad de llegar a todos los estudiantes a través de la transmisión del contenido desde varias modalidades que puedan atender a diferentes inputs sensoriales.
- Los periodos atencionales de 20 minutos que plantea el trabajo en cada segmento pueden y deben ser extendidos si es que el docente mediador considera que los estudiantes mantienen la atención y se ha generado en la actividad un proceso metacognitivo.
- Se debe ser abierto y tolerante con las múltiples formas de expresión del estudiante, incluso si parecen ilógicas, irracionales o alocadas.
- Se promueve la autoevaluación como parte del proceso de aprendizaje.
- Se promueve lo inusual, poco habitual, sorpresivo y novedoso como la forma más efectiva de despertar la curiosidad y mantener la atención y la motivación.
- Si una actividad genera estrés por mínimo que sea debe ser eliminada o ajustada inmediatamente.
- El principio de repetición (Rotger, 2017) se cumple al presentar información complementaria sobre el mismo tema en hasta 6 formatos diferentes trabajando bajo el concepto de múltiples formas de representación.
- El docente debe de ser el actor que cuente con más motivación en el aula.

Estructura del Modelo de Planeación Neurodidáctica (MOPLANE)

El formato propuesto para planear bajo los principios neurodidácticos tiene la flexibilidad necesaria para que el docente pueda modificarlo de acuerdo a sus necesidades

(Anexo B), en la primera sección se establecen los datos generales de la escuela, el tema o título de la lección, el nombre del docente, el grado y sección del grupo y la o las materias a las que atiende, éste último dato es muy importante ya que una de las posibilidades de la planeación neurodidáctica es que puede ser transversal a diferentes asignaturas, lo cual no solo eficiente el trabajo del docente sino que le da significatividad a los aprendizajes al poder ser aplicados en diferentes áreas.

La segunda sección solicita registrar el nombre y área a atender para aquellos estudiantes con necesidades educativas especiales, no con la finalidad de preparar actividades diferenciadas para ellos, sino para tomarlos en cuenta en el diseño de cada actividad/segmento, lo anterior en base a la premisa de Reuven Feuerstein quien establece que todo individuo puede ser cognitivamente modificado tanto los que tengan un funcionamiento cognitivo bajo, limitaciones físicas, lesiones cerebrales, privación cultural, necesidades educativas especiales, fracaso escolar, entre otras (Feuerstein et al., 2006), sin pensar que las expectativas de aprendizaje pueden ser las mismas para cada individuo se pueden presentar avances significativos en el desarrollo cognitivo si se le estimula de forma correcta.

El hecho de incluir a los niños con necesidades educativas especiales dentro de la estrategia neurodidáctica permitirá su integración, inclusión y trato equitativo, sin perjuicio de que en otros momentos su desarrollo cognitivo pueda ser reforzado por otras actividades y apoyos como los de las Unidades de Apoyo a la Educación Regular (USAER), esta misma visión de que los estudiantes puedan tener acceso a los contenidos sin tener que recurrir a dispositivos específicos para las personas con necesidades educativas especiales es uno de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje, el cual establece que los contenidos deben de ser accesibles para cualquier persona sin importar las limitaciones físicas o cognitivas que pudiera tener (Alba, 2018).

Posteriormente se encuentra la sección de actividad previa, la cual se basa en la propuesta pedagógica de la clase invertida que permite la aplicación de varias metodologías en la clase, lo cual es consistente con las múltiples formas de presentación, acción y expresión e implicación del DUA. La *Flipped Learning Network* (FLN, 2014) define este

método como el enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve del aprendizaje individual al aprendizaje grupal, resultando en un espacio dinámico e interactivo de aprendizaje colectivo, en el que los docentes guían a los estudiantes mientras aplican conceptos y se involucran creativamente en la materia.

La compatibilidad entre el enfoque de la clase invertida y la neuropedagogía se establece a partir de lo expresado en el pilar número 1 del modelo, en donde se especifica que la clase invertida permite que el docente reacomode la lección o unidad, para apoyar al estudiante de forma individual o grupal, creando espacios flexibles en los que los estudiantes elijan qué y cómo aprender, lo cual además está en armonía con la propuesta del DUA, además de que este enfoque requiere de una flexibilidad en las expectativas de los logros de los estudiantes (FLN, 2014), sin embargo la parte más importante es el cambio que propone este modelo de migrar de un enfoque de instrucción a una visión de aprendizaje centrado en el alumno, en el que el tiempo en clase se debe dedicar a explorar un abanico más rico de oportunidades de aprendizaje para profundizar de una manera más sencilla en los temas, buscando siempre un involucramiento y un aprendizaje tanto procedimental como conceptual (FLN, 2014).

En el caso del modelo de planeación neurodidáctica se tomará especialmente la necesidad de que el alumno revise material previo en casa, pudiendo ser bajo cualquier formato el alumno deberá de llegar a la sesión en el aula con los elementos básicos para que durante el trabajo colectivo pueda profundizar en el conocimiento a través de las estrategias planteadas en cada segmento. Es importante asegurarse que los estudiantes lleven a cabo esta actividad previa, ya que se convierte en la fase inicial para poder llevar a cabo todo el proceso. Es importante mencionar que la relación de los contenidos de la actividad invertida con los que se presentarán en clase podrán ser implícitos o explícitos.

Posteriormente se enuncian la fases de la lección basada en la neurodidáctica, iniciando con el elemento sorpresa, el cual es esa actividad curiosa, interesante, diferente y llamativa que el docente tiene que diseñar para atraer la atención del alumno, una vez que este modelo se ha aplicado varias veces es natural que el grado de sorpresa pudiera verse disminuido al tener una actividad que se espera ya en esta dinámica de trabajo, por

lo que la exigencia de ser cada vez más creativo e innovador en esta primera actividad va aumentar conforme utilice el Moplane en su aula de clase, para esta actividad no hay tiempo definido, y es completamente abierta y flexible. Como por ejemplo iniciar la clase poniendo pistas en papeletas debajo de los asientos con frases relacionadas con el tema que se va a ver, los alumnos tienen permitido ver la papeleta del compañero de adelante y del de atrás y con esos elementos adivinar el tema.

La segunda parte de la lección son los segmentos los cuales se sugiere que sean 6 (o los que el docente decida) para poder cubrir una cantidad suficiente de diferentes formatos de la información que se va a presentar, pudiendo ser videos, texto, audio, canción, juegos, rompecabezas, o cualquier soporte que considere, los estudiantes tendrán la posibilidad de elegir con cual formato desean empezar a trabajar, es importante que el docente les deje muy claro cuáles son los objetivos en cada una de los fragmentos sin limitarles la forma de presentación, es decir, el alumno sabrá qué se espera de él pero no se le especificará cómo debe de lograrlo. Una vez que el alumno ha recorrido todos los fragmentos se inicia la siguiente fase.

La tercera fase es la presentación, en esta el alumno tiene la posibilidad de expresar lo aprendido de la manera en que a él le parezca más adecuada, recordando que aprendizaje puede ser conceptual, actitudinal o procedimental, teniendo como posibilidades: exposición, panel de discusión, organizador gráfico, mapa conceptual, nube de palabras, historia o cuento, modelo o artefacto, escultura, pintura, cartel, ejemplo práctico, mímica, canción, escenificación, texto, dibujo, dioramas, línea de tiempo, juego de mesa diseñado, crucigrama, acertijo, poema, collage, diagrama de flujo, personificación, nota periodística, video instruccional, álbum de fotos, infografía, panfleto o tríptico, debate, comic, acrósticos, trivias, exhibición museográfica, glosario o cualquier forma que se le ocurra al estudiante sin importar lo alocada o disparatada que pudiera parecer, siempre y cuando refleje el aprendizaje que esperamos.

Finalmente el proceso de evaluación se da por dos vías, la que realiza el docente basado en sus observaciones y tal vez ayudado por una lista de cotejo, y la que realiza el estudiante sobre su propio desempeño, es importante que el instrumento que ambos

utilicen tenga los ítems necesarios para que el proceso de evaluación sea reflexivo y lleve a que se mejore el proceso de aprendizaje, sobre todo en el estudiante que fácilmente puede desviarse a autoevaluarse con la calificación más alta, lo cual estaría totalmente en contra de los objetivos de la autoevaluación.

Formato para el Modelo de Planeación Neurodidáctica (MOPLANE)

MODELO DE PLANEACIÓN NEURODIDÁCTICA

Alejandro Díaz-Cabriaes

Recuerde que la planeación neurodidáctica...

- Busca mitigar las deficiencias de las escuelas, no de los estudiantes (DUA).
- Entiende que lo relevante en el proceso de aprendizaje no es la información que se procesa, sino las operaciones mentales que se requieren para su procesamiento.
- La propuesta pedagógica debe tener la posibilidad de llegar a todos los estudiantes a través de la transmisión del contenido desde varias modalidades que puedan atender a diferentes inputs sensoriales.
- Los periodos atencionales de 15 minutos que plantea el trabajo en cada segmento pueden y deben ser extendidos si es que el docente mediador considera que los estudiantes mantienen la atención y se ha generado en la actividad un proceso metacognitivo.
- Se debe ser abierto y tolerante con las múltiples formas de expresión del estudiante, incluso si parecen ilógicas, irracionales o alocadas.
- Se promueve la autoevaluación como parte del proceso de aprendizaje.
- Se promueve lo inusual, poco habitual, sorpresivo y novedoso como la forma más efectiva de despertar la curiosidad y mantener la atención y la motivación.
- Si una actividad genera estrés por mínimo que sea debe ser eliminada o ajustada inmediatamente.
- El principio de repetición (Rotger, 2018) se cumple al presentar información complementaria sobre el mismo tema en hasta 6 formatos diferentes trabajando bajo el concepto de múltiples formas de representación.
- El docente debe de ser el actor que cuente con más motivación en el aula.

NOMBRE DE LA ESCUELA
MODELO DE PLANEACIÓN NEURODIDÁCTICA
(Ajuste y modifique el formato a sus necesidades)

Título o tema:

Nombre del docente:

Grado y sección del grupo:

Materia(s):

Estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (en su caso)

Nombre:	Áreas a atender
---------	-----------------

(Recuerde que NO debe planear actividades diferentes para los niños con NEE
/Modificabilidad Cognitiva Estructural - DUA/)

Objetivo de la lección (¿qué desea que sus alumnos sepan / hagan al final de la lección?):

ACTIVIDAD PREVIA */clase invertida/*

Es la actividad que el alumno debe realizar previo a la clase y que debe darle al estudiante elementos iniciales sin profundizar en el tema, puede ser ver un video, un juego, un webquest, etc.

FASES DE LA LECCIÓN NEURODIDÁCTICA

1. Elemento sorpresa (sin tiempo definido).
2. Aproximación al contenido segmentado (hasta 20 minutos por segmento, seguido de periodos de receso o transición de un segmento a otro).
3. Presentación de aprendizajes (individual hasta 3 minutos, por equipo hasta 15 minutos).
4. Evaluación y autoevaluación (Hasta 20 minutos).

PLANEACIÓN DE LA LECCIÓN

1. **ELEMENTO SORPRESA** /*Curiosidad perceptual o epistémica*/
¿Cómo hará la transición de la actividad previa y la nueva?, ¿Qué hará/dirá para atraer la atención del alumno al tema? Recuerde que debe de ser un elemento inesperado, sorpresivo que capte la atención y del alumno y que posteriormente pueda ser relacionado con el tema de forma deductiva.



2. **SEGMENTACIÓN** /*Chunk learning*/ . Deberá partir el contenido de su lección en varias partes, se recomiendan 6 partes que se atiendan en no más de 20 minutos /*periodos atencionales*/ (si la actividad es en equipo se puede dividir en máximo 4 segmentos), cada sección deberá de presentar el contenido de una forma diferente /*DUA, múltiples formas de presentación*/, el alumno o equipo elegirá la parte y formato con el que quiera trabajar primero, una vez terminada la actividad deberá seguir con otra parte y otro formato hasta cubrir todos los segmentos de la lección /*DUA, múltiples formas de acción y expresión*/. Los segmentos no tienen un orden específico para ser vistos en clase, depende del orden en el que los estudiantes o equipos los elijan.

Segmento 1

El contenido será entregado a los estudiantes a través de	Acciones del maestro	Acciones del estudiante
☐ Video ☐ Audio / canción ☐ Texto impreso ☐ Texto electrónico ☐ Juego ☐ Webquest ☐ Rompecabezas ☐ Crucigrama ☐ Reto / Proyecto ☐ Otro (escríbalo)		

Segmento 2

El contenido será entregado a los estudiantes a través de	Acciones del maestro	Acciones del estudiante
☐ Video ☐ Audio / canción ☐ Texto impreso ☐ Texto electrónico ☐ Juego ☐ Webquest ☐ Rompecabezas ☐ Crucigrama ☐ Reto / Proyecto ☐ Otro (escríbalo)		

Segmento 3

El contenido será entregado a los estudiantes a través de	Acciones del maestro	Acciones del estudiante
☐ Video ☐ Audio / canción ☐ Texto impreso ☐ Texto electrónico ☐ Juego ☐ Webquest ☐ Rompecabezas ☐ Crucigrama ☐ Reto / Proyecto ☐ Otro (escríbalo)		

Segmento 4

El contenido será entregado a los estudiantes a través de	Acciones del maestro	Acciones del estudiante
☐ Video ☐ Audio / canción ☐ Texto impreso ☐ Texto electrónico ☐ Juego ☐ Webquest ☐ Rompecabezas ☐ Crucigrama ☐ Reto / Proyecto ☐ Otro (escribalo)		

Segmento 5

El contenido será entregado a los estudiantes a través de	Acciones del maestro	Acciones del estudiante
☐ Video ☐ Audio / canción ☐ Texto impreso ☐ Texto electrónico ☐ Juego ☐ Webquest ☐ Rompecabezas ☐ Crucigrama ☐ Reto / Proyecto ☐ Otro (escribalo)		

Segmento 6

El contenido será entregado a los estudiantes a través de	Acciones del maestro	Acciones del estudiante
☐ Video ☐ Audio / canción ☐ Texto impreso ☐ Texto electrónico ☐ Juego ☐ Webquest ☐ Rompecabezas ☐ Crucigrama ☐ Reto / Proyecto ☐ Otro (escribalo)		

3. **PRESENTACIÓN** El estudiante o equipos presentan lo aprendido en periodos de no más de 3 minutos si es de forma individual y máximo 10 minutos si es en equipo de la manera que elija */DUA, múltiples formas de implicación/*.

Formas posibles de presentación: exposición, panel de discusión, organizador gráfico, mapa conceptual, nube de palabras, historia o cuento, modelo o artefacto, escultura , pintura, cartel, ejemplo práctico, mímica, canción, escenificación, texto, dibujo, dioramas, línea de tiempo, juego de mesa diseñado, crucigrama, acertijo, poema, collage, diagrama de flujo, personificación, nota periodística, video instruccional, álbum de fotos, infografía, panfleto o tríptico, debate, comic, acrósticos, trivias, exhibición museográfica, glosario o cualquier forma que se le ocurra al estudiante.

4. **EVALUACIÓN** Deberá definir y dar a conocer los aspectos que evaluará, recuerde que no sólo es importante el conocimiento sino el aprendizaje holístico; no sólo es contenido sino habilidades, actitudes y desarrollo socioemocional. Cada aspecto se evaluará por parte del docente y por el estudiante en forma de autoevaluación. Se recomienda realizar una retroalimentación al estudiante de forma individual y privada cuando sea necesario que el estudiante comprenda aspectos de mejora.

Referencias

- Alba, C. (2018). Diseño Universal para el Aprendizaje; un Modelo Didáctico para Proporcionar Oportunidades de Aprender a Todos los Estudiantes. *Padres y maestros*, 21–27.
- Ausubel, D. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Calle, M. G., Remolina, N., & Velasquez, B. M. (2007). Determinación del perfil de dominancia cerebral o formas de pensamiento de los estudiantes de primer semestre del programa de bacteriología y laboratorio clínico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. *Nova*, 5(7), 48–56.
- Calzadilla, O. O., & Nass, J. L. C. (2017). La integración de las neurociencias en la formación inicial de docentes. *Mendive*, 15(1), 20–38.
- Clark, R., & Estes, F. (2002). *Turning research into results: a guide to selecting the performance solutions*. CEP Press.
- Cooper, E., & Wolanin, N. (2014). *Evaluation of the Universal Design for Learning Projects*.
- Courey, S. J., Tappe, P., SikerJody, & LePage, P. (2013). Improved Lesson Planning With Universal Design for Learning (UDL). *Teacher Education and Special Education.*, 1(36), 7–27.

- D'Addario, M. (2019). *Educación y Neurociencia* (1a ed.). Safe Creative.
- Falconi, A., Alajo, A., Cueva, M., Mendoza, R., Ramírez, S., & Palma, E. (2017). Las neurociencias, una visión de su aplicación en la educación. *Órbita pedagógica*, 4(1), 61–73.
- Feuerstein, R., Feuerstein, R., Falik, L., & Rand, Y. (2006). *The Feuerstein Instrumental Enrichment Program* (I. Publications (ed.)).
- FLN. (2014). *The four pillars of F-L-I-P*.
- Forés, A., & Ligioiz, M. (2009). *Descubrir la Neurodidáctica: aprender desde, en y para la vida* (S. L. Carrera Edició (ed.)).
- Gagné, R. (1987). *Las condiciones del aprendizaje*. Interamericana.
- Lillard, A. S., & Erisir, A. (2010). Old dogs learning new tricks: Neuroplasticity beyond the juvenile period. *Developmental Review*, 31(4), 207–239.
- Martín-Lobo, P., & Rodríguez, A. (2014). La intervención desde la base neuropsicológica y metodologías que favorecen el rendimiento escolar. En P. Martín-Lobo (Ed.), *Procesos y Programas de Neuropsicología Educativa* (pp. 14–32). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- MECD. (2016). *Procesos y programas de neuropsicología educativa*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España.
- Nouri, A. (2016). The basic principles of research in neuroeducation studies. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 59–66.
- Parra-Bolaños, N. (2018). Orígenes y fundación de la Neuropsicoeducación y su impacto a nivel interancional en la docencia. En *Neuroeducación: Trazos derivados de investigaciones iniciales* (pp. 7–19). Corporación Universitaria Adventista.
- Pérez, W. (s/f). Teorías y modelos que explican el funcionamiento cerebral: procesos de percepción, memoria y aprendizaje. En *Departamento de Programas Audiovisuales, Facultad de Química UNAM*.
- Pherez, G., Vargas, S., Jeréz, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 18(34), 149–166. <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2018.1/a10>
- Rojas, M. (2009). *De la enseñanza basada en los procesos mentales al neuroaprendizaje: evidencias biológicas*. Universidad José Antonio Páez.
- Rotger, M. (2017). *Neurociencias y neuroaprendizajes: las emociones y el aprendizaje. Nivelar estados emocionales y crear un aula con cerebro*. Brujas.
- Salas, R. (2003). ¿La educación necesita realmente de la neurociencia? *Estudios Pedagógicos*, 29, 157–151.

- Sánchez, S., Castro, L., Casas, J. A., & Vallejos, V. (2016). Análisis Factorial de las Percepciones Docentes sobre Diseño Universal de Aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 10(2), 135–149.
- Sánchez, Sergio, Jiménez, D., Sancho, P., & Moreno-Medina, I. (2019). Validación de instrumento para medir las percepciones de los docentes sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 13(1), 89–103.
- Zambrano, J. (2018). *Enseñar considerando la carga mental del aprendizaje: la teoría de la carga cognitiva*. Universidad de Los Hemisferios, Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui.
https://www.academia.edu/36477157/Enseñar_considerando_la_carga_menal_del_aprendizaje_La_teoría_de_la_carga_cognitiva

La realidad aumentada y los medios digitales basados en neurodidáctica aplicados a la educación preescolar

Yair Olvera

Mario Gea

En los últimos años, se ha tratado de cambiar el panorama educativo teniendo como uno de sus ejes principales el mejoramiento en la atención y calidad de la educación básica. Aunque se ha avanzado significativamente con relación al acceso a la escuela en dicho nivel, la calidad de la educación no ha acompañado este ascenso (Campos, 2010). Los niños aún salen de preescolar sin haber adquirido las competencias y habilidades básicas, como identificar números, letras, colores y formas, así como habilidades motrices y sociales. Es claro que la calidad de la educación está relacionada en gran medida con la calidad del educador. Pero no está de más desarrollar nuevas prácticas pedagógicas que ayuden a la innovación y transformación de la educación a favor del desarrollo de los niños.

Las Neurociencias aportan a la transformación de los paradigmas tradicionales de enseñanza aprendizaje dentro de la educación. Su propósito general según Kandel, Schwartz y Jessell (1997) es entender cómo el encéfalo produce la marcada individualidad de la acción humana; mientras que Beiras (1998) hace referencia a campos científicos y áreas de conocimiento diversas, que, bajo distintas perspectivas de enfoque, abordan los niveles de conocimiento vigentes sobre el sistema nervioso. En general, la neurociencia contribuye a la comprensión de la inteligencia humana y como evoluciona a lo largo de la vida, considerando que la eficiencia cerebral se correlaciona positivamente con la inteligencia (Deary et al., 2010).

Dentro de la educación, los estudios de las neurociencias se centran en el análisis de las competencias que el cerebro tiene, para así explicar como se produce el aprendizaje a través de las funciones cognitivas implicadas en todo proceso de aprendizaje (Paniagua, 2013). Todas las habilidades y capacidades adquiridas son fruto de un cerebro en constante aprendizaje y desarrollo, lo que ayuda a que el proceso de aprendizaje sea más efectivo y significativo (Campos, 2010). Esto conduce al establecimiento de un nuevo campo de

investigación dedicado a unir la neurociencia y la educación, que puede ayudar a mejorar los enfoques ineficaces de la enseñanza (Howard-Jones, 2014).

Es a través de la neurodidáctica, que analiza las competencias que el cerebro tiene, que se llega a la comprensión de la diversidad personal en el proceso de aprendizaje. Aunque todas las personas tienen la misma estructura orgánica, no existen dos que piensen, decidan o actúen de la misma forma (Paniagua, 2013). Esta comprensión de la diversidad basada en el conocimiento del funcionamiento cerebral, tiene un gran valor en las nuevas propuestas de que buscan establecer un cambio paradigmático en la educación (Guillen et al., 2015).

La neurodidáctica tiene como gran aliado a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para lograr sus objetivos. Las nuevas generaciones están completamente inmersas en las tecnologías digitales, tomando de ellas toda clase de información, por lo que son muchas las ventajas y posibilidades que las TIC proporcionan para el aprendizaje, logrando complementar las metodologías tradicionales que se ven en los salones de clases (Cabero & Barroso, 2015). Esto abre la puerta para que muchas tecnologías innovadoras se puedan utilizar en los alumnos dentro del proceso de analizar y comprender la información.

Entre las nuevas tecnologías destaca la Realidad Aumentada (RA). Esta herramienta puede mejorar la visión de un usuario sobre algún producto con información virtual que es sensible al estado actual del mundo real circundante (Reinhart & Patrón, 2003). Además, ofrece un gran potencial para involucrar a los alumnos y mejorar el proceso de construcción del conocimiento. Sin embargo, muy poco trabajo se ha sometido a una evaluación formal, por lo que no es claro como pueden mejorar el proceso de aprendizaje (Di Serio et al., 2013).

Debido a la importancia en la educación básica, el presente trabajo explica en qué medida un recurso didáctico basado en juegos mentales y digitales en un entorno de realidad aumentada, en conjunto con la neurodidáctica, motivan el desarrollo de habilidades cognitivas para adquirir los conocimientos requeridos. En específico, se toma como base el nivel preescolar, ya que en esta etapa es donde mayor retención de información se adquiere por parte de los niños, pues el desarrollo neurológico está

caracterizado por una mayor plasticidad y un acelerado crecimiento. Es por ello que resulta conveniente una investigación donde se establezca una propuesta implementada en el proceso de enseñanza aprendizaje usando medios tecnológicos adaptados al entorno de desarrollo de los niños.

La neurodidáctica en la educación básica

La neurodidáctica relaciona las habilidades académicas del alumno con el cerebro y su funcionamiento, con el objetivo de brindar respuestas desde la práctica educativa diaria en el aula. Este enfoque también promueve la inclusión y desarrollo de otras competencias académicas, como el arte, la música o la pintura, que desarrollan grandes áreas cerebrales (Paniagua, 2013). Es decir, procura fomentar un aprendizaje desde la estimulación del cerebro, esto implica motivar al alumno no solo al rendimiento académico, sino a la construcción de sinapsis con la finalidad de generar conexiones estimulantes para lograr un aprendizaje significativo (García & Laz, 2019).

Las claves para lograr un aprendizaje efectivo usando la neurodidáctica pasan por tener en cuenta las formas en las que el cerebro aprende, ya que según Mora (2013) solo se puede aprender aquello que se ama, por lo que intervienen elementos como emoción, empatía, habilidades de comunicación social, curiosidad, atención, juego, entre otros. Las neuronas en el cerebro de un niño realizan muchas más conexiones que en el cerebro de los adultos, por lo que sus conexiones neuronales las llevan a cabo a un ritmo muy rápido conforme van absorbiendo diferentes aspectos de su entorno. Sousa (2014) menciona que cuanto más rico sea el ambiente mayor será el número de interconexiones que se realizarán. A una edad temprana, las experiencias dan forma al cerebro y diseñan la arquitectura neuronal que influyen en los próximos contextos y espacios en los que se desenvuelve el niño, por lo que el aprendizaje se da con mayor rapidez y es más significativo (Sarlé et al., 2014).

A partir de estos conocimientos se pueden desarrollar diversos espacios enfocados al aprendizaje, innovando estrategias o propuestas didácticas para que los alumnos al ser el centro de su aprendizaje y relacionándolo con situaciones que propicien la curiosidad, emoción y demanden atención, sean más fáciles de aprender y recordar. Esta

transformación hace que las actividades educativas sean más atractivas, diferentes y armónicas para los alumnos.

En la educación básica aún son pocos los planes de estudios que se formulan basados en la neurodidáctica. En las aulas donde ya se implementa, ha potencializado las prácticas pedagógicas, proporcionando espacios dinámicos y diversos a los niños para construir su aprendizaje. Por ejemplo, existen estudios para conocer los cambios que produce la formación musical en los niños y como se procesa la música en relación a las etapas psicoevolutivas del niño, propiciando la relación e influencia de la educación musical en la adquisición de habilidades lingüísticas (Olcina-Sempere, 2018). Esto demuestra que los modelos pedagógicos deben basarse en actividades que generen interés y movilicen las emociones de los alumnos, ya que permite una mejor dinámica del aprendizaje. Las fórmulas de las que se sirve la neurodidáctica para potenciar el aprendizaje en el aula son (Tapia et al., 2018): 1) Invertir el modo tradicional de la clase, 2) Aprendizaje cooperativo, 3) Uso frecuente de las TICS, 4) Flexibilidad de métodos, agrupación y horarios. Esta visión conlleva a que los docentes colaboren con los neurocientíficos para construir el perfil de un nuevo profesional que, considerando la complejidad característica del sistema nervioso, aspire a efectuar una práctica pedagógica y didáctica más eficiente (Calzadila Pérez, 2017).

Uso de las TIC en la neurodidáctica

El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha tenido un fuerte impacto en la sociedad actual, llegando a cambiar los mecanismos de acceso, desarrollo y difusión de la información. En el sector educativo han aparecido nuevos métodos y herramientas tecnológicas cuyo uso está creciendo de forma exponencial, por lo que las instituciones educativas están creando ventajas competitivas para sí mismas a través de las alternativas que ofrecen a los estudiantes, como elegir qué y dónde aprender (Oliver, 2003). El uso de las TIC también está estrechamente ligado con el desarrollo de habilidades como: creatividad, razonamiento lógico, pensamiento crítico, resolución de problemas, toma de decisiones, creación de redes, etc. (Ivanova, 2016). De ahí su importancia como una herramienta que permita al profesor brindar de mejor manera los

aprendizajes y conocimientos a los alumnos (Annetta, 2008). Prácticamente cualquier TIC se puede convertir en un medio de enseñanza si cumple o ayuda a cumplir los objetivos de aprendizaje.

Las estrategias didácticas y los enfoques pedagógicos que permiten el desarrollo de las habilidades, son actividades en las que el docente debe de poner esfuerzo y dedicación para llevar a cabo el proceso de enseñanza (Rivas, 2009). Carballo y Portero (2018) mencionan que la atención es la puerta de entrada al aprendizaje y condiciona de forma crítica los procesos de aprendizaje y memoria. Por lo que la acción del maestro y los recursos didácticos que utilice en el proceso de enseñanza aprendizaje debe provocar al cerebro para que se desplace hacia la curiosidad. Lo que puede producir que en un futuro los escenarios de formación sean cada vez más producto de la combinación de los escenarios analógicos-reales y los digitales-virtuales, que juntos aportan nuevas realidades para analizar y comprender la información, como es el caso de la realidad aumentada (Barroso-Osuna et al., 2020).

Para alcanzar un buen proceso de enseñanza aprendizaje, deben emplearse recursos innovadores como las TIC y la neurodidáctica, que permitan mejorar la productividad y eficiencia del conocimiento en el aula de clases. La interdisciplinariedad entre estos dos recursos permite obtener resultados eficaces al momento de explicar los nuevos contenidos y así adquirir aprendizajes significativos (Contreras, 2016). El estudio de las funciones del cerebro facilita la interacción docente - estudiante al relacionar las formas de aprendizaje con la aplicación de estrategias innovadoras que despierten el interés de los educandos (Mendoza & Martínez, 2020).

Cada vez es más fácil ofrecer al estudiante una diversidad de medios a través de los cuales puede interaccionar con la información, siendo el más rico para el aprendizaje el multimedia. Ya que ofrece al estudiante y al profesor una diversidad de objetos de aprendizaje, para poder interaccionar con la información, y ello es cada vez más fácil por la existencia de una amplitud de tecnologías que se movilizan en este lenguaje, y porque gracias a la digitalización se favorece la producción de recursos transmedia (Barroso-Osuna et al., 2020). Ello favorece la creación de entornos altamente atractivos para los

estudiantes, que faciliten captar y retener la atención de los estudiantes, atención que es la puerta de entrada al aprendizaje y condiciona de forma crítica los procesos de aprendizaje y memoria (Carballo & Portero, 2018).

La realidad aumentada como medio de enseñanza aprendizaje

Las nuevas tecnologías poco a poco se abren paso dentro de los sectores educativos debido a la variedad de usos y aplicaciones que son atractivas para los alumnos y profesores, además de que llega a la mente del usuario, creando experiencias que van más allá de lo ofrecido tradicionalmente. La innovación en las plataformas, dispositivos y herramientas de producción de contenido, permite que tanto la realidad aumentada como la realidad virtual evolucionen desde una tecnología de nicho que se disfruta principalmente dentro de las comunidades de videojuegos al ámbito de las experiencias diarias (Tussyadiah et al., 2017).

Carmigniani y Furht (2011) definen a la Realidad Aumentada (RA) como una vista directa o indirecta en tiempo real de un entorno físico del mundo real que se ha mejorado/aumentado mediante la adición de información virtual generada por computadora. Consiste básicamente en la sobreimpresión de imágenes sintéticas sobre las que el usuario ve el mundo real, obteniendo así un entorno híbrido entre lo real y lo virtual en el que la persona visualiza e interactúa con la información digital superpuesta a la imagen del entorno real que está observando (Martí, 2011). Todo esto con la ayuda de una pantalla (de ordenador, televisor o de teléfono móvil) en la que la información recogida de la realidad (por ejemplo, a través de una webcam o de la cámara de un móvil) sea combinada con la información digital deseada (una imagen, una animación, un modelo en 3D, etc.). Teniendo como ventaja el poder agregar información multimedia a la realidad, sin salir del entorno físico.

La progresiva implantación de las nuevas tecnologías en las aulas, sumada al incremento sin precedentes de los dispositivos móviles en el conjunto de la población, sitúa a la realidad aumentada en una posición destacada. En el ámbito educativo, constituye una plataforma tecnológica especialmente eficaz en todo lo relacionado con la forma en que los alumnos perciben la realidad física, puesto que permite desglosarla en sus distintas

dimensiones, con objeto de facilitar la captación de sus diversas particularidades, en ocasiones imperceptibles para los sentidos. Las posibilidades aplicativas de la realidad aumentada, respecto a la elaboración de materiales didácticos y actividades de aprendizaje, son múltiples y heterogéneas en prácticamente todas las disciplinas (De Pedro Carracedo & Méndez, 2012).

En años recientes, diversas instituciones educativas han desarrollado en sus programas y grupos de estudio aplicaciones de realidad aumentada en formato de juegos, los cuales buscan involucrar a sus alumnos, de educación primaria y secundaria principalmente, en situaciones que combinan experiencias del mundo real con información adicional que se les presenta en sus dispositivos móviles. Como ejemplo de videojuegos están: *Magic Book*, *Environmental Detectives*, y *Mystery @ The Museum* (Basogain et al., 2007). Destacando *Magic Book*, en donde el alumno lee un libro real a través de un visualizador de mano y ve sobre las páginas reales contenidos virtuales. Cabe señalar que, aunque no es educativo, el videojuego más popular basado en realidad aumentada a la fecha es *Pokémon Go*.

En lo que se refiere a la edad infantil, el uso de estas metodologías activas y participativas, permiten crear un ambiente cálido, acogedor y seguro, donde los alumnos puedan expresar sus ideas y conocimientos con total libertad (Díaz & Asencio, 2018). Por lo que se han planteado aplicaciones basadas en realidad aumentada que tienen como finalidad identificar los animales de diferentes ecosistemas, las partes del cuerpo humano, los países de todo el mundo, y campañas sociales sobre la niñez. Los niños en esta etapa conviven de forma activa, espontanea, sin miedos y con el interés de descubrir y dominar todo lo que tienen a su alcance utilizando este tipo de herramientas (Fernández Santín & Feliu Torruella, 2017).

Del lado de los alumnos, la implementación de actividades y aplicaciones escolares basadas en realidad aumentada genera gran interés al conocer el cambio en el paradigma de aprendizaje (Montecé-Mosquera, 2017). Klopfer et al. (2005) mencionan que convertir el aprendizaje en un juego, un reto o una aventura, permite adquirir confianza, responsabilidad, comunicación y relación entre los participantes, además de proporcionar

destrezas como el pensamiento crítico, la colaboración, el intercambio de información, entre muchos otros.

No se trata de implantar esta tecnología de forma radical sino emplearla como complemento de las herramientas tradicionales, puesto que una de las posibilidades que ofrece es la de dotar a los libros o cualquier material impreso (apuntes, ejercicios, notas, etc.) de contenido virtual (objetos 3D, imágenes, videos, etc.), dado que las nuevas generaciones digitales emplean la tecnología de una forma natural e innata, emplear nuevos mecanismos que susciten su interés y despierten su curiosidad se hace imprescindible (Arribas et al., 2014). Es por ello que la realidad aumentada está llegando cada vez más a usuarios jóvenes, a medida que sus padres y maestros toman conciencia de su potencial para la educación (Radu, 2012).

Gamificación en la educación básica

Cuando las palabras divertido e interactivo se mencionan en la misma oración. Las nuevas generaciones las asocian inmediatamente a videojuegos. Los videojuegos son entornos virtuales altamente interactivos en los que los usuarios pasan horas jugando todos los días sin quejarse (Alshanbari, 2013). Existen varias experiencias de videojuegos aplicados a niños, por ejemplo: *Dragon Box* para aprender matemáticas básicas, *Minicraft* para hacer construcciones por medio de bloques, o *Naraba World* para resolver misterios y acertijos. Los usos más importantes de los videojuegos en las aulas son aquellos que se diseñaron y desarrollaron, desde un principio, para tener un componente educativo. En estos casos, el juego está diseñado para enseñar un contenido educativo específico y se introduce para fomentar la motivación de los estudiantes. Los videojuegos educativos permiten complementar, y en ocasiones sustituir, recursos de carácter más tradicional.

Es importante destacar como los videojuegos influyen en los procesos de aprendizaje de los niños, así como sus efectos en el proceso educativo en general (De Aguilera & Mendiz, 2003). El uso de videojuegos educativos es un elemento atractivo y motivador para la población escolar, ya que el aprendizaje está implícito a través de conceptos ocultos en los desafíos y actividades del propio videojuego, así como la aplicación de técnicas de aprendizaje colaborativo que permitan al alumno desarrollar sus habilidades

sociales a medida que aprenden y obtienen un aprendizaje más efectivo. Se han desarrollado y probado juegos educativos en diversas áreas, incluidos matemáticas, geología y biología, arrojando hasta un 40% de aumento en el aprendizaje con respecto a las clases regulares (Mayo, 2009).

La aplicación de todos estos principios de diseño a otros procesos o actividades humanas no lúdicas, se llama gamificación, y consiste en utilizar técnicas de diseño del mundo de los videojuegos para conducir al usuario a través de acciones predefinidas y manteniendo una alta motivación, en este caso aplicadas al proceso formativo de niños. La gamificación en la educación básica conlleva una máxima responsabilidad por el objetivo a alcanzar y por el destinatario del proceso, unos jóvenes cerebros en formación, fácilmente maleables y motivados si los procesos se desarrollan de forma adecuada, pero profundamente opacos y desmotivados cuando no son capaces de entender lo que se pretende de ellos (Parente, 2016). El uso de estrategias gamificadoras puede contribuir al aumento del interés, motivación e implicación del alumnado, ya que potencian una mayor interacción. Como argumentan Díaz-Martínez y Lizárraga-Celaya (2015), los juegos consiguen atraer, despertar el interés y motivar a los estudiantes, convirtiendo los procesos de aprendizaje en juegos divertidos.

A nivel emocional, la gamificación puede producir un sinnúmero de emociones, entre ellas la motivación y la implicación, ya que los alumnos se sienten desmotivados y carentes de interés como resultado del uso de metodologías tradicionales que no favorecen su aprendizaje (Prensky, 2003). A nivel cognitivo, el uso de la gamificación puede contribuir a desarrollar el pensamiento crítico del alumnado cuando se enfrentan a la resolución de un problema para poder pasar al siguiente nivel del juego (Kapp, 2012). A nivel social, la gamificación puede potenciar que los estudiantes desarrollen también competencias de carácter general, pero sin duda esenciales, como son la habilidad de argumentar, trabajar en equipo, cooperar y competir entre ellos sin frustrarse (Oliva, 2016).

Por ello, el aprendizaje basado en la gamificación debe ser considerado dentro de las aulas, a través de divertidas tareas individuales y grupales, adquiriendo competencias curriculares, desarrollando un pensamiento investigador, socializando las experiencias

vividas, es decir experimentando con diferentes modelos, metodologías, herramientas y experiencias educativas que ofrecen los videojuegos (Cabero & Aguaded, 2014).

La motivación y las emociones en la gamificación

La concepción de que el juego es solamente una actividad de entretenimiento para el tiempo de ocio va cambiando a medida que se comprueba que su uso en actividades docentes favorece la adquisición de determinadas habilidades, competencias y contenidos. Al ser la gamificación una forma de utilización de los juegos y de sus elementos en los procesos de enseñanza aprendizaje, la convierte en una propuesta atractiva y motivadora para los alumnos (Cornellà et al., 2020). La gamificación se relaciona con la motivación, ya que convierte en juego cosas que en principio no lo son a fin de motivar y divertir a las personas al mismo tiempo que aprenden (Reig & Vílchez, 2013). Cortizo et al. (2011) manifiestan que la gamificación contribuye a fidelizar a los usuarios mediante retos o recompensas, a convertir tareas aburridas en divertidas y motivantes y a fomentar la participación, aspectos que pueden transferirse al campo educativo. Para lograr el éxito, los juegos deben ser atractivos para despertar el interés del alumnado, ofrecer recompensas que permitan implicarlos en el proceso, y flexibles para utilizarse de forma individual y colectiva en el aula (Ferrer, 2012).

El estado afectivo o emocional de un alumno influye en su desempeño durante el proceso de aprendizaje. Un alumno fomenta su memorización y comprensión cuando se siente comprometido, emocionado y motivado (Landowska, 2014). El aprendizaje afectivo es un término usado para describir los fenómenos de influencia de estados emocionales en la cognición humana y el aprendizaje (Zatarain, 2018). Así pues, si se requieren utilizar técnicas de gamificación, se necesita conocer las claves de la motivación para diseñar juegos que enganchen a los distintos tipos de jugadores. De este modo, las técnicas de gamificación están irrumpiendo con fuerza en las organizaciones con el fin de potenciar la motivación y compromiso de empleados y clientes (Valderrama, 2015).

En este contexto, los fundamentos de la gamificación según Werbach y Hunter (2012), son las dinámicas, las mecánicas y los componentes. Las dinámicas son el concepto, la estructura implícita del juego; las mecánicas son los procesos que provocan el desarrollo

del juego; y los componentes son las implementaciones específicas de las dinámicas y mecánicas: avatares, insignias, puntos colecciones, rankings, niveles, equipos, entre otros. Gilbert (2005) expone siete pasos con sugerencias prácticas importantes para la motivación inicial, la motivación de logros y los procesos de evaluación, que son imprescindibles para el aprendizaje:

- Paso 1. ¡Qué curioso!: Su objetivo es estimular la amígdala, generar emoción en el niño además de ser un reto que activa diferentes regiones del cerebro. Trabaja sobre las emociones y genera curiosidad.
- Paso 2. Esto me interesa: Aquí se genera interés en el niño, haciendo que entienda la tarea y cuál es el significado de lo que está haciendo, empezando por evaluaciones iniciales para conocer los grados de motivación y lo que se conoce acerca del tema sin perder los objetivos iniciales.
- Paso 3. Acepto el reto: En esta parte es importante entender que la formulación del reto no esté fuera del alcance de los niños, porque puede ser desmotivante ver que no completan la tarea, tampoco puede ser una tarea rutinaria y poco motivante, sino más bien un reto progresivo y gradual para que se mantengan activos.
- Paso 4. Soy el prota: En esta sección se tiene un cambio de paradigma educativo, ya que ahora se enseña de una forma activa e involucrando al sujeto, por lo que se obtienen resultados más eficaces, además de lograr autonomía, creatividad y perseverancia.
- Paso 5. Progreso: Es importante hacerle saber al niño que va evolucionando la información a la que anteriormente poseía su cerebro. En este paso se migra la información de la memoria de trabajo a las memorias significativas a largo plazo, ya que el cerebro aprende por asociación.
- Paso 6. Esto merece la pena: Es una retroalimentación al proceso de aprendizaje del niño, haciendo una evaluación a la mitad del proceso para poder plantear metas y estrategias. Se trabaja en la metacognición (qué y cómo está aprendiendo).

- Paso 7. Soy útil: Es importante recalcar la importancia de la recompensa para el cerebro. El cerebro aprende a través de la interacción y la imitación, es aquí donde entran en juego las neuronas espejo, responsables de la empatía y que se encargan de la intencionalidad de las cosas, por ello es importante el trabajo cooperativo.

Con lo anterior, se pueden establecer como beneficios de la gamificación en la educación a la motivación, la inmersión para posibilitar la anticipación y planificación de situaciones; el compromiso y la socialización a través de la interactividad y la interacción; así como de la variedad de elementos que intervienen, lo que hace la actividad educativa más motivante y estimulante para los alumnos (Ortiz, 2018).

Diseño y desarrollo de recursos didácticos

Para crear una app o videojuego, lo más importante es tener los conceptos claros desde el inicio y generar una gran idea de lo que se desea hacer. La idea es diseñar, desarrollar y aplicar una aplicación para dispositivo móvil basada en realidad aumentada y neurodidáctica, así como un videojuego en 2D y material impreso, para conocer en que medida impacta este tipo de recursos tecnológicos en la motivación del desarrollo de habilidades cognitivas y la adquisición de conocimientos requeridos a nivel preescolar. El propósito es demostrar que, con el uso de técnicas y medios actuales en el entorno de desarrollo de los niños, se logra que el aprendizaje adquirido se realice de la mejor manera, además de que los niños se divierten mientras aprenden, teniendo motivación adicional. El videojuego está integrado por 4 juegos:

- Figuras: unir puntos para formar una figura preestablecida.
- Vocales: memorama para relacionar la letra con una figura que empieza con esa vocal.
- Números: unir el número con la imagen que contiene la misma cantidad de objetos.
- Colores: colorear una figura de acuerdo a las indicaciones dadas en el audio.

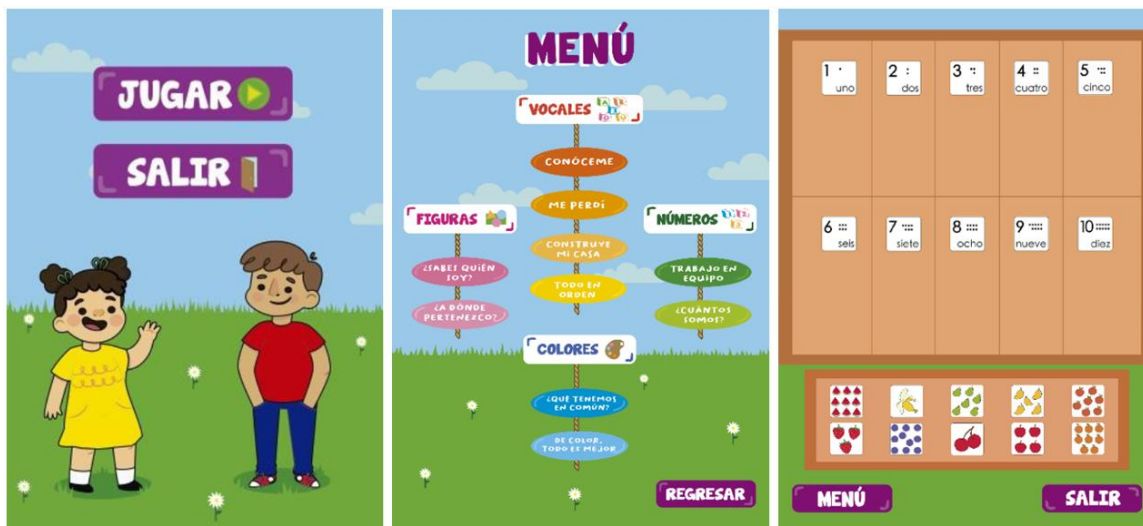
El recurso didáctico está basado en una combinación de juegos físicos y virtuales. La parte física consiste esencialmente en tarjetas con imágenes necesarias para los juegos. Mientras que la parte digital es un videojuego en 2D que el niño puede jugar en la computadora, tableta o celular. Ambos recursos se unen por medio de la aplicación basada en realidad aumentada, la cual utiliza las tarjetas físicas como targets o imágenes de referencia preestablecidas para que el dispositivo móvil proyecte la experiencia interactiva digital sobre ellas.

Al estar orientado a niños de preescolar, el videojuego es sencillo y sin tantas distracciones para que los alumnos se enfoquen en las actividades. Básicamente, consiste en las animaciones 2D de un niño y una niña que van orientando a los usuarios para que seleccionen y pasen de un juego a otro, así como ayudándoles en cada una de las actividades. Todo esto por medio de textos y audios para que el niño se motive a continuar y terminar los juegos.

Los personajes y todos los dibujos necesarios para el videojuego son creadas en *Adobe Illustrator*, software de gráficos vectoriales que permite crear todo tipo de ilustraciones, como logotipos, iconos o carteles. Los gráficos vectoriales están compuestos de líneas y curvas definidas por objetos matemáticos denominados vectores, que describen una imagen de acuerdo con sus características geométricas. Esto permite moverlos o modificarlos con libertad sin perder detalle ni claridad porque son independientes de la resolución, además de mantener los bordes nítidos cuando se les cambia el tamaño. Una vez realizadas todas las ilustraciones, se pasan al motor de videojuegos *Unity*, software que proporciona las herramientas de desarrollo y creación de simuladores o escenarios virtuales, ya sean en 2D o 3D. Aquí se realiza todo el desarrollo de los escenarios para los juegos. También se realiza la programación de los personajes y objetos para que tengan capacidad de movimiento, se agrega la música de fondo, y se colocan las rutinas para marcar cuando una actividad es correcta o incorrecta. En la Figura 1 se muestran pantallas del videojuego.

Figura 1.

Funcionamiento del videojuego 2D



La funcionalidad del videojuego es sencilla, dos botones para iniciar o salir del videojuego y un menú para seleccionar cuál de los 4 juegos se va a utilizar. En cada juego solo existe un escenario donde acontecen todas las actividades. Además, se van mostrando estrellas y trofeos cada vez que se realiza una acción correcta o se completa el juego.

Una vez realizado el videojuego en 2D, se procede a crear la aplicación basada en realidad aumentada. Lo primero es obtener las imágenes de referencia para poder realizar los modelos 3D de las ilustraciones impresas en las tarjetas, así como información al respecto de cada una de ellas para crear un elemento auditivo que permita ser reproducido mediante la interacción de las tarjetas con la aplicación. Al hablar de modelado o diseño 3D se refiere a la creación tridimensional de piezas, objetos o estructuras, empleadas generalmente en ingeniería y arquitectura, o a la creación de imágenes en 3D relacionadas con el mundo multimedia y la animación 3D. Los pasos básicos para lograr un objeto 3D son: modelado, mapeado UV, texturizado, iluminación y render, por medio del software *Maya* y *Photoshop*.

El modelado consiste en dar forma a los objetos individuales, tomando como base una imagen de referencia. El mapeado UV representa las coordenadas de la textura en el modelo, que a la vista 3D coinciden con la posición de los vértices, pero que tienen un movimiento independiente en su forma desplegada. El texturizado se realiza para aumentar el detalle y el realismo de los modelos mediante la incorporación de texturas, se trata de una imagen que se coloca en las caras del polígono. La iluminación o sombreado define como se comportarán las caras de un polígono cuando es iluminado por una fuerte luz. El render genera una imagen desde un modelo, es decir, es el cálculo complejo desarrollado por un ordenador destinado a generar una imagen 3D.

Terminados todos los modelos 3D, se procede a realizar la aplicación de realidad aumentada denominada “Edu-Peques”. Para la inclusión de los modelos en realidad aumentada, se utiliza nuevamente el software *Unity*, ya que también sirve para el desarrollo de aplicaciones móviles, y el software *Vuforia Engine* que permite generar targets para el reconocimiento digital de imágenes por medio de patrones en la misma. El proceso consiste en elegir una imagen de fondo, que en este caso son las tarjetas, y sobre ella incrustar el modelo 3D. Cada vez que la cámara del dispositivo móvil detecte la imagen, o la mayoría de los parámetros de la imagen, el modelo 3D aparecerá en la pantalla. En la Figura 2 se muestra el target de una tarjeta y su modelo correspondiente sobre de ella, que al ser leídos por la cámara en realidad aumentada reproduce la información audiovisual. Cabe señalar que el usuario puede acercar o alejar la cámara para ver detalles del lugar representado, así como girarlo en 360°.

Figura 2.

*Aplicación móvil de realidad
aumentada*



Este procedimiento se realiza con las demás tarjetas y modelos 3D. También se realizan scripts para poder insertar audio con información acerca de cada imagen. El sonido con la información adicional se activa al momento en que aparece el modelo 3D, aunque el usuario puede pausarlo, quitarlo o volverlo a reproducir. Finalmente, se integran todos los targets y modelos 3D en una sola aplicación y se exporta para su uso en dispositivos con el sistema operativo Android.

Implementación de la aplicación basada en realidad aumentada

Como en cualquier proyecto, los procesos de medición y evaluación buscan identificar los efectos, impactos y eficiencia en el desarrollo del videojuego 2D y la aplicación de realidad aumentada. Si no se mide y evalúa no hay retroalimentación, no se conocen los resultados, ni se identifican las debilidades y fortalezas. Para demostrar la eficiencia de los recursos didácticos, se implementaron a un pequeño grupo de 10 niños de preescolar haciendo uso de los 7 pasos de la Neurodidáctica planteados por Gilbert (2005):

- Paso 1. ¡Qué curioso!: Primero, se mostraron diferentes vídeos sobre los temas a tratar, para así estimular la amígdala y generar emoción al niño. Se formularon también preguntas orales sobre temas semejantes.
- Paso 2. Esto me interesa: Después, se entregó una evaluación a los niños para generar interés, así como para que entendieran la tarea y conocieran el significado de lo que están haciendo. Con ello el aplicador pudo conocer los grados de motivación de los niños, sin perder los objetivos iniciales.
- Paso 3. Acepto el reto: Al término de la evaluación, se mostró el juego de memorama a los niños, explicando su función y la parte del reto con el propósito de que no estuviera fuera de sus conocimientos, ya que sería desmotivante ver que no completaran la tarea.
- Paso 4. Soy el protagonista: Aquí, el niño interactuó individualmente con el memorama y un nuevo juego digital para que experimentara y aprendiera por sí solo, logrando un dominio considerable de los juegos y de sus actividades.
- Paso 5. Progreso: Como el aprendizaje del niño va evolucionando, se le aplicó el juego de las vocales con realidad aumentada, para así reforzar sus

conocimientos y migrar la información de la memoria de trabajo a las memorias significativas a largo plazo.

- Paso 6. Esto merece la pena: Tras varios minutos jugando, se retroalimentó el proceso de aprendizaje del niño, haciéndole una evaluación a la mitad del proceso para poder plantear metas y estrategias.
- Paso 7. Soy útil: Al final, los niños trabajaron en equipo para resolver otro juego digital, a través de la interacción y la imitación basándose en la realidad aumentada, las neuronas espejo hicieron su trabajo.

Llevando los 7 pasos que maneja la aplicación de neurodidáctica, se observó que la educación puede ejecutarse mediante las emociones y el funcionamiento del cerebro del niño. Asimismo, la implementación de nuevas técnicas adaptadas al entorno del infante favorece su desempeño, haciendo que su aprendizaje sea favorable y eficaz. En la Figura 3 se muestra una secuencia de fotos del empleo de los recursos físicos y digitales basados en los 7 pasos de la neurodidáctica en los niños.

Figura 3

Implementación de los recursos basados en la neurodidáctica.



La implementación de las metodologías y los recursos fue exitosa, ya que todos los alumnos comprendieron rápidamente los procedimientos y lograron completar los juegos tanto de manera individual como grupal. La aplicación de realidad aumentada fue muy llamativa y del agrado de los niños. El tener en sus manos y utilizar un medio innovador que nunca habían visto en las aulas de clase, los motivo a esforzarse para completar correctamente todas las actividades y ver que era lo que seguía. Es evidente que a esa edad no tienen conocimiento de lo que es la realidad aumentada, pero al utilizar la aplicación algunos mencionaron que lo habían visto en el juego de *Pokémon Go* con familiares. Por lo que generó una buena impresión el poder utilizar ese tipo de tecnologías en temas escolares, pidiendo más juegos en otras áreas como educación física e inglés.

Esta alternativa de aprendizaje basada en la neurodidáctica y en la realidad aumentada, convierte al alumno en protagonista de su aprendizaje mediante retos y acciones que van fomentando su autonomía y creatividad, y al profesor en un gestor y guía del mismo. Tradicionalmente se ha puesto un énfasis específico en el resultado del aprendizaje, por ejemplo, en los exámenes normalizados. Desde la perspectiva neurodidáctica, lo importante es el proceso y no tanto el resultado. EL aprendizaje se facilita a través de los retos, la curiosidad y lo inesperado. Esa es la razón por la que el uso de juegos o la utilización de tecnologías digitales con objetivos de aprendizaje definidos son tan útiles, porque la incertidumbre asociada al juego y la retroalimentación generada durante el mismo activan el sistema de recompensa cerebral del alumno motivándolo y facilitando así su aprendizaje. En la Tabla 1 se mencionan las diferencias entre el uso de los recursos didácticos propuestos y los recursos tradicionales de acuerdo a lo observado en ambos métodos.

Tabla 1.

Comparación métodos tradicionales contra métodos neurodidáctica.

	Método tradicional	Método neurodidáctica
Comunicación	El educador presenta su clase de forma grupal sin una comunicación continua, para que al final, este observe si el progreso fue el deseado para el niño.	El educador está siempre presente pero únicamente para que el niño sea instruido con una comunicación clara y asertiva. De modo que el infante sea el protagonista de su aprendizaje.
Contenidos	Los métodos utilizados son en su mayor parte autoritarios y con fin directivo. Estos contenidos poseen un carácter secuencial.	Se utilizan métodos con un carácter más dinámico, en un entorno natural y la vida en sociedad, en los cuales se fomenta, sobre todo, la participación, el razonamiento propio y reflexión.
Organización	La enseñanza se basa en la competencia e individualidad.	El trabajo en equipo, es una herramienta principal para que el alumno pueda aprender de otros.
Aprendizaje	En el proceso de enseñanza, el maestro es el elemento central y condición del éxito de la educación. En la adquisición de conocimientos no se controla el proceso de aprendizaje del alumno.	Se considera muy importante el aprendizaje activo, ya que el proceso de enseñanza tiene como elemento central al alumno. El papel que tiene es más espontáneo o libre y tiene carácter orientativo. El profesor intenta despertar la curiosidad del niño y que sea el niño quien aprenda razonando.

evaluación	En la evaluación lo importante es el resultado, no se tiene en cuenta el proceso o se le da muy poca importancia.	Se considera tanto o más importante el proceso que el resultado. El docente evalúa continuamente al alumno y está pendiente de todo el proceso y el desarrollo.
------------	---	---

Parte importante de la implementación de estas nuevas herramientas didácticas son los profesores. Motivo por el cual, se realizó una encuesta a 37 profesores que laboran en una escuela de educación preescolar para saber cual es su opinión sobre utilizar estas técnicas de enseñanza aprendizaje, ya que muchos de ellos desconocen estos temas y tendrían que ser capacitados para poderlos implementar en las aulas de clases. Las preguntas y respuestas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Cuestionario a profesores sobre los procedimientos de neurodidáctica.

	Si (%)	No (%)
¿Considera importante enseñar con base a las emociones?	97.3	2.7
¿Cree indispensable el utilizar la motivación con un formato audiovisual y/o gamificación para un mejor resultado en el proceso enseñanza aprendizaje?	91.9	8.1
¿El juego es parte importante de la enseñanza?	81.8	18.9
¿Es importante la retroalimentación en el aprendizaje del estudiante?	100	0
¿Cree que los estudiantes aprenden con base a sus estilos de aprendizaje?	94.6	5.4

¿Sabe qué son las "neuronas espejo"?	45.9	54.1
¿Cree que por medio de las neuronas espejo, los educandos puedan aprovechar aplicándoles un recurso tecnológico?	86.5	13.5
Con base a su práctica, ¿la capacidad mental es heredada y no puede ser cambiada?	73	27
¿Considera que esta nueva aplicación de Neurodidáctica beneficia el aprendizaje del alumnado?	100	0
¿Ha aplicado la Neurodidáctica en su desempeño laboral?	78.4	21.6

Mediante estas preguntas y comentarios extra que escribieron los profesores de preescolar, se comprueba que el juego es una parte fundamental en el aprendizaje, sobre todo en este nivel educativo, pues a esa edad es donde los niños aprenden más rápidamente mediante nuevas estrategias, el intercambio de experiencias y la convivencia, además de desarrollar habilidades cognitivas mediante la motivación a través del juego y la realidad aumentada como nuevo medio de enseñanza a aprendizaje. Los profesores también consideran que es favorable que los alumnos vayan trabajando con recursos digitales en la escuela, ya que la mayoría de las veces solo los usan como entretenimiento en casa, por lo que es mejor sacar provecho de ellos dentro de la educación.

La estrategia metodológica implementada durante el desarrollo del videojuego 2D y la aplicación móvil de realidad aumentada, cumple con atraer a los estudiantes para que aprendan de sus conocimientos y habilidades, además de aumentar su interés y desarrollar procesos de pensamiento, rompiendo el estereotipo de que en la escuela no se puede aprender de manera divertida.

Discusión

El uso de videojuegos y aplicaciones para dispositivos móviles en las aulas escolares ha sido un tema de discusión en los últimos años. Los partidarios mencionan que a los alumnos se les debe enseñar con cosas que les resulten atractivas. Se ha comprobado que,

con el avance de la tecnología los métodos tradicionales han perdido fuerza e interés, por lo que es necesario utilizar computadoras, teléfonos celulares y consolas de videojuegos para acercar a los niños y adolescentes a temas didácticos. Los detractores mencionan que los videojuegos y aplicaciones móviles pueden generar problemas de violencia, adicción, aislamiento y sexismo, por lo que desvían la atención de temas educativos prioritarios, y generan conductas agresivas o patológicas. La realidad es que las opiniones de los jugadores sobre los videojuegos son sumamente variadas, desde la curiosidad, pasando por la divertida indiferencia, hasta la fascinación; aunque la opinión general es de aceptación (De Aguilera & Mendiz, 2003).

Es difícil pensar que los papás o mamás les proporcionen videojuegos o aplicaciones móviles a los niños a una edad temprana, aunque si les permiten la televisión como parte de su entretenimiento y distracción. Los especialistas de la salud advierten sobre los efectos negativos de pasar largas horas sentados frente a la pantalla del ordenador, aislados de la realidad. Sin embargo, los videojuegos también pueden ayudar a los niños en su desarrollo intelectual y emocional, además de que al estar en un mundo cada vez más virtual, los niños deben aprender a desenvolverse y a manejarse en este nuevo escenario.

Los videojuegos o aplicaciones digitales tienen gran influencia en los niños en etapa preescolar, aunque si no se trabaja con responsabilidad puede resultar nocivo en los procesos de aprendizaje. En primer lugar, no es aconsejable el uso de herramientas digitales en horas de la tarde ya que pueden entorpecer el sueño del niño. Otro aspecto importante a tener en cuenta es que el maestro no debe abusar del uso de estas herramientas en clase, si bien es cierto hacen más motivante el proceso de aprendizaje del niño, es necesario enseñar el uso adecuado y moderado de éstas. A nivel familiar no es recomendable que el niño trabaje solo con dispositivos que le permitan acceder a videojuegos o aplicaciones digitales, ya que puede perderse la intencionalidad del juego, el cual vela por fomentar las dimensiones del desarrollo del ser humano (Castrillón & Moreno, 2019).

Bajo esta perspectiva, Carr (2011) ha expuesto que el tiempo que los niños y jóvenes pasan expuestos a estas tecnologías, incluido el Internet, está repercutiendo para modificar su cerebro, por una parte, haciendo que los jóvenes sean cada vez más capaces y eficaces

realizando varias tareas al mismo tiempo, aunque ello suponga una fuerte carga cognitiva, es decir tienen una fuerte capacidad multitarea, pero perdiendo su capacidad de concentración y de situarse ante determinadas situaciones, y de resultarles difícil la exposición a determinados medios como los libros y el escribir textos largos.

Lo cierto es que las personas no pueden ignorar los cambios que se producen en la sociedad y el impacto que generan en la forma de impartir la docencia, con los docentes utilizando las TIC como estrategia didáctica. Esta nueva condición puede ser una alternativa para romper con la monotonía y el aburrimiento que caracteriza a ciertos espacios escolares que tienen poca congruencia con lo que sucede fuera de ellos. Green & McNeese (2007) sugieren que la renuencia de los profesores a incorporar juegos digitales en el plan de estudios es incongruente con la afluencia de los niños que están creciendo con estos juegos. Los juegos digitales siguen siendo una opción para mejorar los planes de estudio educativos con el fin de atraer y mantener la atención y aumentar el conocimiento retenido (Wiggins, 2016).

Conclusiones

En la actualidad, los niños se encuentran muy adentrados en la tecnología y en cosas digitales que les llama la atención, por lo que es indispensable llegar a ellos por estos medios para generar algún aprendizaje positivo. Motivo por el cual, se propone la implementación de videojuegos y aplicaciones móviles de realidad aumentada basadas en los fundamentos de la neurodidáctica para alumnos de preescolar. Esta es una edad importante, ya que es cuando se generan los conocimientos básicos, por lo que la neurodidáctica convierte al niño en el actor principal de su propio aprendizaje por medio de juegos, retos y dinámicas que van fomentando su creatividad y autonomía. Con estos contenidos el aprendizaje se vincula a contextos reales que tiene un significado para el alumno y que despierta la motivación y atención necesaria para adquirir los conocimientos establecidos. El entorno de la gamificación ayuda a aumentar la motivación en los niños, así como el desarrollo cognitivo, las emociones y los procesos de socialización que se generan a lo largo del proceso. La gamificación puede hacer de la educación una actividad inmersiva, que provoque en los

alumnos una sensación de dedicación absoluta, ya que es una actividad más compleja que aplicar un juego.

Mediante los recursos físicos y digitales propuestos, como tarjetas con ilustraciones, videojuegos y aplicaciones móviles de realidad aumentada, se desarrolló una metodología basada en la neurodidáctica para que los niños de preescolar aprendan de una forma divertida. Los resultados fueron positivos, ya que los niños comprendieron rápidamente los juegos y el empleo de la realidad aumentada, logrando completarlos todos de manera individual y grupal. Los profesores también son pieza clave de esta propuesta, por lo que se les consultó sobre la viabilidad de los recursos basados en la neurodidáctica, respondiendo con beneplácito y con el compromiso de implementarlos en sus clases. Por lo que es un método de enseñanza aprendizaje con un futuro prometedor en todas las escuelas y en todos los niveles.

Referencias

- Alshanbari, H. (2013). Video games in education. In *HASSACC-Human and Social Sciences at the Common Conference* (No. 1).
- Annetta, L. A. (2008). Video games in education: Why they should be used and how they are being used. *Theory into practice*, 47(3), 229-239.
<https://doi.org/10.1080/00405840802153940>.
- Arribas, J. C., Gutiérrez, S. M., Gil, M. C., & Santos, A. C. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 17(2), 241-274.
- Barroso-Osuna, J., Cabero-Almenara, J., & Valencia Ortiz, R. (2020). Visiones desde la Neurociencia-Neurodidáctica para la incorporación de las TIC en los escenarios educativos. <https://doi.org/10.14198/ambos.2020.1.2>.
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Online Educa Madrid*, 7, 24-29.

- Beiras, A. (1998). Estado actual de las neurociencias. *L. Doval y MA Santos R. (Eds.). Educación y Neurociencia, 21, 31.*
- Cabero, J., & Aguaded, J. I. (2014). *Tecnologías y medios para la educación en la e-sociedad.* Madrid: Alianza Editorial.
- Cabero, J. & Barroso, J. (2015). *Nuevos retos en tecnología educativa.* Madrid: Síntesis.
- Calzadila Pérez, O. O. (2017). La integración de las neurociencias en la formación inicial de docentes para las carreras de la educación inicial y básica: caso Cuba. *Actualidades Investigativas en Educación, 17(2), 415-441.*
<http://dx.doi.org/10.15517/aie.v17i2.28709>.
- Campos, A. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La educación. Revista digital, 143, 1-14.*
- Carballo, a. & Portero, M. (2018). *10 ideas clave. Neurociencia y educación. Aportaciones para el aula.* Barcelona: Graó.
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented reality: an overview. In *Handbook of augmented reality* (pp. 3-46). NY: Springer.
- Carr, N. (2011). *¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes? Superficiales.* España: Santillana Ediciones Generales, SL.
- Castrillón, M. M. C., & Moreno, J. O. (2019). Los videojuegos en el proceso de aprendizaje de los niños de preescolar. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP, 12(2), 113-138.* <https://doi.org/10.15332/25005421.5010>.
- Contreras Oré, F. A. (2016). El aprendizaje significativo y su relación con otras estrategias. *Horizonte De La Ciencia, 6(10), 130-140.*
- Cornellà, P., Estebanell, M., & Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 28(1), 5-19.*

- Cortizo Pérez, J. C., Carrero García, F. M., Monsalve Piqueras, B., Velasco Collado, A., Díaz del Dedo, L. I., & Pérez Martín, J. (2011). Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos. *VIII Jornadas internacionales de Innovación Universitaria "Retos y oportunidades del desarrollo de los nuevos títulos en educación superior"*. Universidad Europea de Madrid.
- Deary, I. J., Penke, L., & Johnson, W. (2010). The neuroscience of human intelligence differences. *Nature reviews neuroscience*, 11(3), 201-211.
<https://doi.org/10.1038/nrn2793>.
- De Aguilera, M., & Mendiz, A. (2003). Video games and education: (Education in the Face of a "Parallel School"). *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 1-10.
<https://doi.org/10.1145/950566.950583>.
- De Pedro Carracedo, J., & Méndez, C. L. M. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *Rev. Iberoam. de Tecnol. del Aprendiz.*, 7(2), 102-108.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- Díaz, V. M., & Asencio, V. P. M. (2018). Trabajar el cuerpo humano con realidad aumentada en educación infantil. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (9).
- Díaz-Martínez, S., & Lizárraga-Celaya, C. (2015). Un acercamiento a un plan de ludificación para un curso de física computacional en Educación Superior. *Reposital: Material Educativo*, 1, 1-16.
- Fernández Santín, M., & Feliu Torruella, M. (2017). Reggio Emilia: An Essential Tool to Develop Critical Thinking in Early Childhood. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 6(1), 50-56.
- Ferrer, E. M. (2012). Gamificación y e-Learning: un ejemplo con el juego del pasapalabra. In *EFQUEL Innovation Forum* (Vol. 137).

- García, A. M. R., & Laz, E. M. S. A. (2019). Neurodidáctica y competencias emocionales de estudiantes de educación general básica. *CIENCIAMATRIA*, 5(1), 16-29. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i1.237>.
- Green, M., & McNeese, M. N. (2007). Using edutainment software to enhance online learning. *International Journal on E-learning*, 6(1), 5-16.
- Guillen, J. C., Pardo, F., I. Miravalles, A. F., Hernández, T., & Trinidad, C. (2015). Principis neurodidàctics per a l'aprenentatge. *Temps d'Educació*, (49), 49-67.
- Goleman, D. (2013). *Focus: desarrollar la atención para alcanzar la excelencia*. Barcelona: Kairos.
- Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817-824. <https://doi.org/10.1038/nrn3817>.
- Ivanova, O. (2016). Translation and ICT competence in the globalized world. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 231, 129-134. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.09.081>.
- Kandel, E. R., Jessell, T. M., & Schwartz, J. H. (1997). *Neurociencia y conducta* (No. 577.25 KAN).
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Klopfer, E., Perry, J., Squire, K., & Jan, M. F. (2005). Collaborative learning through augmented reality role playing. In *Proceedings of the 2005 conference on Computer support for collaborative learning: learning 2005: the next 10 years!* (pp. 311-315). International Society of the Learning Sciences.
- Landowska, A. (October, 2014). Affective learning manifesto -10 Years Later. In R. Ørngreen y K. T. Levinsen (Eds.), *Proceedings of the 13th European Conference on e-Learning ECEL-2014* (pp. 281-288)

- Luckin, R., & Fraser, D. S. (2011). Limitless or pointless? An evaluation of augmented reality technology in the school and home. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3(5), 510-524. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2011.042102>.
- Martí, J. (2011): Publicidad expandida mediante realidad aumentada. *MK Marketing y Ventas*, 267 (Abril), 30-37.
- Mayo, M. J. (2009). Video games: A route to large-scale STEM education?. *Science*, 323(5910), 79-82. <https://doi.org/10.1126/science.1166900>.
- Mendoza, L. R. M., & Martínez, M. E. M. (2020). TIC y neuroeducación como recurso de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 5(2), 85-96.
- Montecé-Mosquera, F., Verdesoto-Arguello, A., Montecé-Mosquera, C., & Caicedo-Camposano, C. (2017). Impacto de la realidad aumentada en la educación del siglo XXI. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(25), 129-137.
- Olcina-Sempere, G., Palomar-García, M. Á., & Rivera, C. Á. (2018). The neurodidactics of musical expression and perception in children of pre-school and primary school. *Transylvanian Review*, 1(1).
- Oliva, H. A. (2016). La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario. *Realidad y Reflexión*, 2016, Año. 16, núm. 44, p. 108-118.
- Oliver, R. (2003). The role of ICT in higher education for the 21st century: ICT as a change agent for education. Paper presented at the *Higher Education for the 21st Century Conference*, Curtin University.
- Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773>

- Paniagua, M. (2013). Neurodidáctica: una nueva forma de hacer educación. *Fides et Ratio- Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 6(6), 72-77.
- Parente, D. (2016). Gamificación en la educación. *Gamificación en aulas universitarias*, 11.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21-21. <https://doi.org/10.1145/950566.950596>.
- Radu, I. (2012). Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality. In *2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)* (pp. 313-314). IEEE.
- Reig, D., & Vilches, L. F. (2013). *Los jóvenes en la era de la hiperconectividad: tendencias, claves y miradas*. Fundación Telefónica.
- Reinhart, G., & Patron, C. (2003). Integrating augmented reality in the assembly domain- fundamentals, benefits and applications. *CIRP Annals*, 52(1), 5-8. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)60517-4](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)60517-4).
- Rivas, J. C. (2009). Neurodidáctica y estimulación del potencial innovador para la competitividad en el tercer milenio. *Educación y desarrollo social*, 3(2), 28-35.
- Sarlé, P., Ivaldi, E., & Hernández, L. (2014). *Arte, educación y primera infancia: sentidos y experiencias*. Madrid: OEI.
- Sousa, D. A. (Ed.). (2014). *Neurociencia educativa: Mente, cerebro y educación* (Vol. 131). Narcea Ediciones.
- Tapia, A. A. F., Anchatuña, A. L. A., Cueva, M. C., Poma, R. M. M., Jiménez, S. F. R., & Corrales, E. N. P. (2018). Las neurociencias. Una visión de su aplicación en la educación. *Open Journal Systems en Revista: Revista de Entrenamiento*, 4(1), 61-74.
- Tussyadiah, I. P., Wang, D., Jung, T. H., & Tom Dieck, M. C. (2018). Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism. *Tourism Management*, 66, 140-154. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.12.003>.

- Valderrama, B. (2015). Los secretos de la gamificación: 10 motivos para jugar. *Capital humano*, 295, 73-78.
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Philadelphia, PA: Wharton Digital Press.
- Wiggins, B. E. (2016). An overview and study on the use of games, simulations, and gamification in higher education. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 6(1), 18-29. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2016010102>.
- Zatarain Cabada, R. (2018). Reconocimiento afectivo y gamificación aplicados al aprendizaje de lógica algorítmica y programación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(3), 115-125. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.3.1636>.

Neuroeducación en el aula: El próximo unicornio

Fabio Muñoz Jiménez

“Todos somos genios, pero si juzgas a un pez por su habilidad para trepar árboles, vivirá toda su vida pensando que es un inútil”. Albert Einstein.

La neuroeducación constituye un enfoque integrador que tiene como objetivo mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje valiéndose de las investigaciones científicas sobre el cerebro. Cada cerebro está organizado de manera única, todos tenemos el mismo conjunto de sistemas y sin embargo, todos somos diferentes. Algunas de estas diferencias son una consecuencia de nuestra herencia genética. Otras son consecuencia de experiencias y entornos diferentes. Las diferencias se expresan en términos de estilos de aprendizaje, diferentes talentos e inteligencias, etc. Es entonces importante apreciar que los estudiantes son diferentes y que necesitan elegir, mientras están seguros que están expuestos a una multiplicidad de esquemas de aprendizaje. Sobre esta base, la neuroeducación investiga las condiciones bajo las que el aprendizaje humano puede optimizarse al máximo .

Esta disciplina, que se puede decir, aún está en plena construcción, sugiere una forma de intersección entre las neurociencias y las ciencias de la educación. Algunas de las investigaciones más prometedoras de la neuroeducación se están realizando en el área de los trastornos específicos del aprendizaje, por ejemplo, dislexia, disgrafía, trastornos específicos del desarrollo del lenguaje, entre otros; así el estudio del cerebro dañado en el niño es un tema central para la neuroeducación. En la actualidad muchos autores proponen que el origen de dichos trastornos tiene sus bases en alteraciones de determinados circuitos cerebrales .

Los teóricos de la neuroeducación insisten en mostrar la importancia de afrontar tempranamente y tratar en forma adecuada a los niños que sufren de estas dificultades. Si estos niños no pueden aprovechar óptimamente la estimulación que se les brinda

naturalmente todos los días, necesitan en forma urgente una evaluación, diagnóstico y tratamiento, así como un ambiente pedagógico especialmente favorable.

Durante mucho tiempo los resultados de la investigación del cerebro se habían quedado fuera de la problemática pedagógica-didáctica. En última instancia, el aprendizaje tiene lugar en el cerebro; todo proceso de aprendizaje va acompañado de un cambio en los circuitos cerebrales. Es por eso que la neuroeducación representa el fundamento científico más sólido sobre el que deberían edificarse las teorías pedagógicas y didácticas en la actualidad.

La neuroeducación intenta configurar el aprendizaje de la forma que mejor encaja en el desarrollo del cerebro. A la luz de los nuevos conocimientos de la investigación y de la clínica en neurociencias en torno a la enseñanza- aprendizaje, resulta evidente que muchos supuestos educativos son totalmente elementales.

Los neurocientíficos describen el cerebro como un sistema activo que, con una base segura en conocimientos previos, llega al mundo e inmediatamente comienza a hacer innumerables preguntas al entorno. Desde el nacimiento, los niños se dedican afanosamente a descubrir lo que acontece a su alrededor. Durante mucho tiempo se ha dado por cierto que la "potencia del aprendizaje" estaba genéticamente preprogramada. Pero experimentos por medio de modelo de laboratorio con animales han demostrado que el patrimonio hereditario fija tan sólo el equipamiento básico del plan de ejecución neuronal . La corriente de información de los órganos de los sentidos y las constantes interacciones activas con el medio circundante determinan después qué aprender y qué talentos individuales desarrollaremos.

Los resultados de los estudios en neurociencias hoy nos permiten saber que el cerebro conjuga el pensar, el sentir y el actuar en un todo. A los niños, en preescolar y primaria, hay que transmitirles los conocimientos necesarios de manera que se adecuen a la forma de trabajar de sus cerebros. Pero esto sólo se logra cuando maestros y profesores conocen "verdaderamente" el desarrollo neuropsicológico de los procesos de aprendizaje. La investigación cerebral y las ciencias de la educación deben pues, intentar trabajar en estrecha colaboración.

Curiosidad, interés, alegría y motivación son los presupuestos básicos para enseñar y para aprender algo. Estudiando el funcionamiento cerebral constatamos ampliamente que toda persona podría aprender desde el nacimiento hasta el final de su vida. Por tanto, la neuroeducación no sólo implica ayudar a desarrollar nuevos métodos de aprendizaje que tengan en cuenta al cerebro en desarrollo, sino también mostrar que una cualidad esencial del ser humano es la predisposición y la disposición para aprender. Entonces, en definitiva, la neuroeducación agregará una nueva dimensión al proceso educativo.

El desafío actual consiste en desaprender para aprender. Ya que, gracias a las neurociencias, sabemos que existe la neuroplasticidad, la que nos permite a través de experiencias estimular las actividades cerebrales y formar nuevas redes neuronales. Esto, entre otras cosas, puede disminuir el riesgo de un alzheimer. Es decir, nuestro cerebro puede aprender, regenerar y crear nuevas neuronas toda la vida; algo que les permite creer a la gente adulta que puede seguir aprendiendo. Por eso es más difícil sacar una vieja creencia que incorporar una nueva información. Es por esto que el desafío es enfrentarnos al cambio y querer cambiar, y creer que ese cambio va a permitir incorporar nuevos aprendizajes. Pero la mayoría de los profesores se resiste al cambio manteniendo sus antiguas prácticas.

Tenemos la información disponible de las neurociencias que nos respalda con nuevas estrategias didácticas, para que tengamos la convicción de que lo que hacemos dentro del salón de clase es lo que más impacta a los estudiantes, y con eso podemos continuar aprendiendo y experimentando desde la neuroeducación, sin temor a equivocarnos, porque los resultados los podemos ver inmediatamente, desde la relación con los estudiantes y en el rendimiento académico.

La historia de Gillian

Gillian es una niña de siete años y no puede sentarse en la escuela. Se levanta continuamente, se distrae, vuela con los pensamientos y no sigue las lecciones. Sus profesores se preocupan, la castigan, la regañan, premian las pocas veces que está atenta pero nada, Gillian no sabe sentarse y no puede estar atenta. Cuando llega a casa su mamá

también la castiga. Su mamá piensa que no puede fingir nada ante el comportamiento de la niña. Así que Gillian no sólo recibe malas notas y castigo en la escuela, sino que también los recibe en su casa, como si no fuera ya un castigo y una humillación el maltrato y los gritos ante todos los compañeros.

Un día la madre de Gillian es llamada a la escuela. La señora, triste como quien espera malas noticias, toma a la niña de la mano y se va a la escuela. En la sala de entrevistas los profesores hablan de enfermedad, de un trastorno evidente de la niña. Todavía no hay hiperactividad, o tal vez alguien le daría un medicamento a la pequeña Gillian. Durante la entrevista llega un viejo profesor que conocía a la niña y su historia. Pide a todos los adultos, madre y colegas, que lo sigan a una habitación contigua desde donde todavía se puede ver a la niña. Al irse le dice a la niña que tenga un poco de paciencia que volverán enseguida y le enciende una vieja radio con música de fondo. Como la niña se encuentra sola en la habitación inmediatamente se levanta y comienza a moverse hacia arriba y abajo persiguiendo con los pies y el corazón la música en el aire. El viejo profesor sonríe mientras los colegas y la madre lo miran confundidos. Él se nota compasivo y dice: *"Ven a Gillian no está enferma, Gillian es bailarina!"*.

Le recomienda a la madre que la lleve a una clase de baile y a sus colegas que la hagan bailar de vez en cuando.

La niña va a su primera lección y cuando llega a casa solo le dice a la mamá: *"Todos son como yo, allí nadie puede sentarse!"*.

En 1981, después de una hermosa carrera de bailarina, después de abrir su propia academia de baile, después de recibir reconocimientos internacionales por su arte Gillian fue la coreógrafa del musical *Cats*.

Gillian Lynne era esa niña; nació en Kent, Inglaterra en 1926. Demostró desde muy pequeña un especial talento para la danza y llegó a ser una famosa bailarina de ballet.

El descubrimiento del talento de Gillian para la danza constituye una anécdota famosa, que ha sido utilizada como ejemplo en numerosas ocasiones por psicólogos y orientadores de todo el mundo. La pequeña no conseguía alcanzar resultados aceptables en la escuela, que llegó a escribir a sus padres una carta alertando sobre un posible

trastorno de aprendizaje de la niña. Su madre la llevó a esa cita en la escuela y el resto es historia.

Gillian recibió, entre otros premios, la Orden del Imperio Británico en 1997 y el premio *Queen Elizabeth II Coronation Award*, otorgado por la *Royal Academy of Dance*, en 2001.

Un abrazo a todos los niños diferentes

Este capítulo es un homenaje a Gillian Lynne y a todos los niños diferentes como ella, deseando que encuentren en su camino a los adultos capaces de acogerlos por lo que son y no por lo que les falta.

Intencionalidad de este Capítulo

1. Investigar el tema de ¿Cómo funciona el cerebro humano?

El cerebro es el órgano que nos hace pensar, sentir, desear y actuar. Es el asiento de múltiples y diferentes acciones tanto conscientes como no conscientes, que nos permite responder a un mundo en continuo cambio y que demanda respuestas rápidas y precisas. Por demás está decir, es un órgano que está muy involucrado en nuestro proceso de aprendizaje. Es por ello que, en primera instancia se hace necesario conocer ¿cómo es que funciona nuestro cerebro?

La idea es analizar las implicaciones de una nueva perspectiva de la educación apoyándose en la neurociencias, como un hito que hará repensar muchas de las prácticas educativas que estamos realizando.

En el cerebro encontramos la respuesta para la transformación y es aquí donde debe ocurrir este cambio. Las neurociencias, que estudian al sistema nervioso y el cerebro desde aspectos estructurales y funcionales, han posibilitado una mayor comprensión acerca del proceso de aprendizaje.

Ya se han abierto las puertas de las escuelas al conductismo, al constructivismo, al paradigma socio-cognitivo y a nuevas metodologías provenientes de diferentes líneas de pensamiento. Sin embargo, muchas de estas ya están sobrepasadas y no corresponden al perfil de alumno que frecuenta la escuela del Siglo XXI.

Entonces, la propuesta de este capítulo, va en el sentido de aportar nuevos conocimientos al docente, por medio de la neuroeducación, con el propósito de proveerle de suficiente fundamento para innovar y transformar su práctica pedagógica.

2. Comprender los mecanismos que gobiernan la enseñanza y aprendizaje como son la emoción, el interés, la atención, el pensamiento y la memoria.

Las emociones matizan el funcionamiento del cerebro: un docente emocionalmente inteligente y un clima favorable en el aula son factores esenciales para el aprendizaje.

El hecho de considerar las inteligencias múltiples al esquematizar nuestro trabajo, al proponer diferentes aprendizajes o al programar las actividades que llevaremos a cabo en el aula, permitirá que nuestros alumnos utilicen diferentes recursos (provenientes de sus múltiples inteligencias) para el aprendizaje y el desarrollo de capacidades.

Muchas veces, los educadores, planifican y realizan sus clases explorando sólo algunos estilos de aprendizaje como el visual, el auditivo, el lingüístico o el lógico. Pero tenemos que considerar que los alumnos tienen la capacidad de aprender de manera reflexiva, impulsiva, analítica, global, conceptual, perceptiva, motora, emocional, intrapersonal e interpersonal. Esto implica que el docente necesita mayor información acerca de la historia de vida de sus alumnos, si quiere aportar de manera significativa y asertiva al proceso de desarrollo desde su práctica pedagógica.

El arte estimula un enorme grupo de habilidades y procesos mentales, permite el desarrollo de capacidades cognitivas y emocionales, además de estimular el desarrollo de competencias humanas. El sueño es esencial para el aprendizaje. La falta de sueño puede disminuir los sistemas atencionales, las destrezas motoras, la motivación, las habilidades de pensamiento, la memoria, la capacidad de planificación y ejecución.

Es de fundamental importancia que el educador no solo propicie verdaderas oportunidades de entendimiento de la propuesta de aprendizaje, sino también que se asegure de que el alumno la está incorporando de manera adecuada.

¿Qué es la neuroeducación?

La neuroeducación es una disciplina que está en auge en la actualidad, reúne los conocimientos pedagógicos con las neurociencias (ciencia que estudia el sistema nervioso,

su estructura y bioquímica). Por esa razón, es bueno contar con un análisis claro de lo que es la neuroeducación y los beneficios que reporta en la escuela. Conocer a fondo en qué consiste la neuroeducación aumentará el conocimiento de todos.

Los conocimientos relacionados a esta disciplina no deberían limitarse a los profesionales. La adquisición de información relacionada con este tema puede ser de mucho provecho para cualquier persona.

La neuroeducación consiste en aportar estrategias y tecnologías educativas centradas en el funcionamiento del cerebro fusionando los conocimientos sobre neurociencia, psicología y educación, con el objetivo de optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por tanto la neuroeducación cognitiva promueve la integración de la neuropsicología en la educación.

El ser humano siempre se ha esforzado por entender las razones detrás del comportamiento de la sociedad, de comprender la complejidad. Por ese motivo, no es de extrañar que se hayan creado estas disciplinas recientemente.

La complejidad aquí está presente en los profesionales que ven el tema de la neuropedagogía y estos son precisamente los psicólogos educativos, los pedagogos y los psicopedagogos. Estos especialistas se encargan de la detección de problemas que impiden los procesos de aprendizaje y enseñanza.

Gracias a estos especialistas, se ha detectado que los programas deben tener el objetivo de intervenir a favor de la optimización del rendimiento de los estudiantes.

La neuroeducación tiene muchas ventajas, pero no es perfecta. Por eso, es posible hallar desventajas en la aplicación y la difusión de esta disciplina. A pesar de que muchos especialistas están a favor de su implementación, existen otros que no lo consideran relevante.

Lo cierto es que el cerebro posee un funcionamiento bastante complejo (de nuevo la siempre presente complejidad), que pretende comprenderse con la neuroeducación. Esto podría traer beneficios a nivel personal, escolar y laboral. Sin embargo, es posible que los inconvenientes con la neuroeducación intervengan de forma directa en la vida de la persona.

Por esa razón, cada individuo debe analizar con detenimiento las ventajas y desventajas de la neuroeducación.

Ventajas

La neuroeducación podría facilitar enormemente los procesos de aprendizaje de los adolescentes.

El incremento de la atención en los niños es posible con la ayuda de las técnicas creativas propuestas por la neuroeducación.

La comprensión del funcionamiento que tiene el cerebro puede minimizar o mitigar los traumas.

El grado de prevención que proporciona la neuroeducación contra enfermedades, como el autismo o el alzheimer, es de provecho.

La neuroeducación toma en cuenta y aprovecha las diferencias entre el cerebro de cada ser humano.

Desventajas

La neuroeducación aplicada de forma incorrecta podría reducir la motivación de las personas.

El recuerdo de decepciones o traumas que fueron reprimidos por el subconsciente puede aparecer.

Los resultados que ha otorgado la neuroeducación no son del todo concluyentes o certeros.

El estudio del cerebro en la escuela

Actualmente, las investigaciones que están relacionadas con esta disciplina siguen efectuándose fuera de los institutos educativos. Sin embargo, el propósito de los impulsores de la neuroeducación es que esta pueda llegar a los salones de clases. La comprensión del funcionamiento cerebral es la mayor aspiración de la neuroeducación.

Sin embargo, aún existen muchos inconvenientes culturales y técnicos que impiden la difusión de esta nueva disciplina. En el futuro, se espera que la neuroeducación logre involucrar a los profesionales encargados de la enseñanza. Eso incluye a los que imparten educación universitaria, preescolar, primaria y secundaria.

De la misma manera, esta llamada ciencia pretende llegar a involucrar a los psicólogos y a los padres. Así, la implementación de nuevas estrategias proporcionará beneficios para todos los miembros de la sociedad. Los estudios que se han llevado a cabo hasta ahora han permitido la obtención de descubrimientos que llevan al progreso.

¿Cómo aplicar la neuroeducación en el aula?

Todo proceso de aprendizaje lleva su tiempo. Es preciso que el niño realice los ejercicios (deberes escolares) con constancia durante un tiempo prudencial. No necesariamente esto debe indicar deberes de forma constante pero sí periódicos, poco servirá que el niño pase el sábado y el domingo sin ninguna actividad porque esta es la razón por la que comenzar la semana cuesta mucho más para ellos. Por esto es conveniente pensar en un aprendizaje más extenso en el tiempo, no tan intenso pero sí durante los 7 días de la semana.

Hay que tener en cuenta los cambios climáticos de cada lugar o comunidad. En muchas partes del mundo, los niños están acostumbrados a despertar muy temprano y luego realizar un pequeño descanso después del almuerzo. Es importante que, si queremos incluir la neurociencia al ámbito de la educación, este tipo de modificación se tengan en consideración así como también los cambios climáticos (nevadas intensas, inundaciones o sequías) donde cada pueblo o región va modificando su día a día en función del clima donde habita. De este modo la educación podrá ser más efectiva puesto que estaría en armonía con la estética y las costumbres y con el reloj biológico de cada niño.

Utilizar el aprendizaje natural

Qué más estético que lograr la conexión del aprendizaje basándose en conocimientos previos. Es conveniente que cada programa de estudio se adapte a una región determinada y no ya a un programa pensado a nivel país, puesto que cada niño tienen vivencias, experiencias y percepciones diferentes de la realidad.

Sería conveniente explotar el potencial estético que cada uno posee para la creación de un programa que se adapte a cada región o ciudad particular.

Tener en cuenta los horarios del aprendizaje

Aquí volvemos a tratar con la complejidad. Es sabido que el reloj biológico de los adolescentes se activa por las noches. Por esta razón enviar a un adolescente a las 7 de la mañana a clases, equivale a despertar a un adulto a las 4 de la mañana. Siguiendo con este ejemplo se ha podido determinar que a partir de las 23 horas los adolescentes comienzan a producir melatonina, hormona del sueño y esta producción se detiene a las 8 de la mañana. Por esta razón, antes de esta hora no sería prudente comenzar con su enseñanza escolar.

Neuroeducación y aprendizaje de las matemáticas

Cada pensamiento que consideramos y cada cálculo que realizamos es resultado de la activación de circuitos neuronales especializados que están implantados en nuestra bastante compleja corteza cerebral.

Las construcciones matemáticas se originan en la actividad coherente de los circuitos cerebrales y de los millones de otros cerebros que nos precedieron, de donde proceden las herramientas aritméticas actuales.

¿Cuántas veces hemos escuchado: “Soy malo para las matemáticas”, “No sirvo para los números”, “Nunca entendí esas operaciones”?

Todas esas creencias se han asentado progresivamente en la mente de muchas personas y recalcan la importancia que tienen las afirmaciones previas y la inteligencia emocional en el aprendizaje.

Tenemos la facilidad de bloquearnos a nosotros mismos con ideas que se nos vienen enseñando a lo largo de la vida desde el nacimiento y que vamos transmitiendo de generación en generación. Este rechazo guarda una relación directa, con una enseñanza basada en infinidad de cálculos mecánicos que limitan el proceso intelectual creativo del niño y en una representación de la terminología incomprensible para él.

¿Tiene el niño capacidad innata para los cálculos?

Los niños pequeños tienen conceptos sobre estimaciones y operaciones aritméticas básicas, aún sin hablar, distinguen numéricamente entre unos pocos objetos, en forma similar a como lo hacen algunos animales como los chimpancés. El sentido de la cantidad es una característica innata que compartimos con los primates, mientras que el

pensamiento numérico simbólico y verbalizado, es una característica adquirida que aparece con el aprendizaje y es exclusivo del ser humano.

Gracias a los estudios de la neurociencia se ha podido constatar que el error en la escuela es enseñarles a los niños que la matemática es muy complicada. Si basáramos las matemáticas en intuiciones, que ya están presentes en el cerebro del niño, podríamos ayudar a que las disfruten.

Hoy sabemos que las matemáticas no son solamente verdad, sino también belleza, y algunos de los más grandes matemáticos han destacado con frecuencia el valor estético en su propio trabajo. Muchos han derivado el placer estético de la investigación matemática señalando la incomparable belleza y la elegancia de los teoremas, pruebas y teorías. Como señaló el matemático y físico francés Henri Poincaré: *“La belleza matemática es un verdadero sentimiento estético que todos los auténticos matemáticos reconocen”*. Otros han ido más lejos, reconociendo la belleza matemática, no sólo como un fenómeno bien conocido, sino como una de las principales motivaciones que operan detrás de la formulación de las pruebas matemáticas y como criterio para la elección de un teorema matemático frente a otro.

Entonces, debemos procurar facilitar en las aulas procesos de resolución alternativos que fomenten los razonamientos creativos. Tenemos que tener más sentido de la estética para enseñar las matemáticas.

¿Qué dice la neuroeducación sobre las matemáticas?

No hay buenos ni malos estudiantes: el cerebro ha demostrado tener una increíble capacidad de aprender y reaprender y por eso no debemos pronosticar el éxito o fracaso de nadie. Acompañar es fundamental, para que no se sienta un fracaso.

Lo que se recomienda es que tanto en casa como en el aula, se planifiquen experiencias multisensoriales, intentando emplear diferentes recursos para presentar la información de forma atractiva y lograr favorecer el aprendizaje. Las experiencias que nos permiten percibir el mundo a través de nuestros sentidos admiten que el aprendizaje sea mucho más significativo.

Un cerebro motivado siempre va a absorber el aprendizaje que se le quiere hacer llegar. En todo proceso de enseñanza-aprendizaje las emociones son las protagonistas, puesto que el estado emocional condiciona fuertemente el funcionamiento del cerebro.

El estado de ánimo del niño puede modular las funciones cerebrales superiores (lenguaje, toma de decisiones, memoria, percepción, atención) determinando la adquisición de nuevos conocimientos.

La mejor forma para prevenir y combatir las opiniones negativas de los alumnos sobre las operaciones numéricas es vincular su aprendizaje a situaciones concretas de la vida real, y no a conceptos abstractos.

La mayoría de los niños están encantados de aprender matemáticas cuando se vincula su conocimiento a situaciones cotidianas y se resaltan sus aspectos divertidos.

Los números poseen un significado para nosotros, como lo tienen las palabras, y en los dos casos aprovechamos nuestras capacidades innatas para ir desarrollando esta comprensión.

La estética y la complejidad estarán omnipresentes en la neuroeducación. El cerebro regula el funcionamiento corporal, permite el aprendizaje de nuevos conceptos, hasta de nuevos idiomas y almacena y evoca los recuerdos que tenemos.

“Lo cierto es que no sabemos qué clase de máquina es. Es mucho más lo que queda por aprender que lo que ya sabemos”. Richard F. Thompson, Neurocientífico.

Plasticidad cerebral

Hasta hace poco creíamos que la plenitud cerebral era un proceso que acontecía exclusivamente a la edad de 23 años, momento que se ha considerado tradicionalmente como el éxtasis de nuestro cociente intelectual (CI), todo ello debido, en gran parte, a nuestra creencia sobre el poder, a veces desmesurado, de nuestra carga genética. Además, hemos obviado por mucho tiempo el concepto de neuroplasticidad.

Actualmente, gracias al acercamiento entre la ciencia y la educación, los profesionales educativos tienen la oportunidad de profundizar en los avances de la neurociencia. Gracias a estos acercamientos, sabemos que la plasticidad cerebral o neuronal hace referencia al modo en que nuestro sistema nervioso cambia a partir de su

interacción con el entorno. Es decir, la capacidad que tiene el cerebro de modificarse a sí mismo como respuesta a los estímulos del medio ambiente, creando y ampliando las conexiones neuronales, al mismo tiempo que elimina las conexiones poco activas o inactivas.

Este descubrimiento determina, además, que la importancia de un cerebro sano no reside en la cantidad de neuronas que posee sino en la cantidad de conexiones sinápticas que se producen entre ellas.

Al mismo tiempo, sabemos que las citadas conexiones no aparecen únicamente en los primeros años sino durante toda la vida, con lo que nuestros esquemas respecto al proceso de aprendizaje pueden variar bastante en base a esta información.

Tenemos entonces que la plasticidad cerebral es la capacidad que tiene la estructura cerebral para modificarse con el aprendizaje, y depende fundamentalmente de dos factores: la edad y la experiencia vivida.

Influencia de la edad en la plasticidad cerebral

La plasticidad cerebral es máxima en los primeros años del neurodesarrollo, cuando se adquieren los aprendizajes imprescindibles para la adaptación al medio (desplazamiento, comunicación, interacción social). Pero no es infinita, ya que está ligada a períodos críticos durante los cuales el cerebro está óptimamente preparado para adquirir una nueva función.

La mayoría de los niños aprenden a percibir su entorno, a andar, a hablar y relacionarse de forma espontánea. No precisan de una enseñanza activa, basta un medio que le permita desplazarse, oír, contemplar como los demás se relacionan, para que aprenda estas habilidades. Cuando su cerebro tenga maduras las estructuras necesarias para soportar cada una de estas funciones, simplemente las incorporará.

Influencia de la experiencia en la plasticidad cerebral

El aprendizaje es una cualidad humana presente durante toda nuestra vida, aunque nuestra capacidad de aprender disminuye con la edad. Las habilidades prescindibles para nuestra supervivencia como especie no se adquieren espontáneamente, sino que requieren un esfuerzo activo para su aprendizaje. Pueden aprenderse a cualquier edad, siempre que estén maduras las estructuras cerebrales necesarias para realizarlas.

Eso sí, si no se enseñan no se aprenderán, ya que además de unas capacidades básicas, requieren enseñanza activa, esfuerzo, y mejoran con la práctica y la experiencia.

Períodos críticos

Hacen referencia al momento en el que las estructuras cerebrales están maduras y pueden adquirir una función.

Se llaman críticos porque si no se adquiere una determinada habilidad en el momento óptimo de madurez cerebral luego será mucho más difícil y a veces imposible aprenderla.

Por ejemplo: nacemos con la capacidad de diferenciar todos los fonemas humanos, pero a los pocos meses sólo distinguimos los de nuestra lengua materna. Los orientales adultos tienen dificultad para distinguir la erre de la ele o los hispanohablantes para distinguir todas las vocales del francés.

Así, la detección y atención precoz de los problemas del neurodesarrollo aumentarán las probabilidades de mejora de las capacidades del niño al trabajar para desarrollarlas al máximo y que interaccione de forma efectiva y gratificante con su entorno.

El aprendizaje humano es un proceso muy complejo que se prolonga durante toda la vida.

Aunque nuestro cerebro es un órgano asombroso cuyo dinamismo nos permite adaptarnos a múltiples medios y situaciones, su plasticidad está limitada por la edad y la experiencia.

Sólo un análisis detallado de cada caso nos permitirá ofrecer la atención terapéutica más adecuada en el momento más pertinente, con objetivos claros y honrados.

El cerebro necesita emocionarse para aprender

En el año 2010 un equipo de investigadores del Massachusetts Institute of Technology (MIT), colocaron a un universitario de 19 años un sensor electrodérmico en la muñeca para medir la actividad eléctrica de su cerebro las 24 horas durante siete días. El experimento arrojó un resultado inesperado: la actividad cerebral del estudiante cuando atendía en una clase magistral era la misma que cuando veía la televisión; prácticamente

nula. Los científicos pudieron probar así que el modelo pedagógico basado en un alumno como receptor pasivo no funciona.

“El cerebro necesita emocionarse para aprender”, explica José Ramón Gamo, neuropsicólogo infantil y director del Máster en Neurodidáctica de la Universidad Rey Juan Carlos. En los últimos años, han aparecido diferentes corrientes que quieren transformar el modelo educativo y una de ellas es la neuroeducación.

En diferentes investigaciones científicas del *MIT*, se ha concluido que para la adquisición de información novedosa el cerebro tiende a procesar los datos desde el hemisferio derecho (más relacionado con la intuición, la creatividad y las imágenes).

Por ello, la neuroeducación propone un cambio en la metodología de enseñanza para sustituir las clases magistrales por soportes visuales como mapas conceptuales o vídeos con diferentes apoyos informativos como gráficos interactivos que requieran la participación del alumno. Otra de las apuestas es el trabajo colaborativo. El cerebro es un órgano social que aprende haciendo cosas con otras personas.

El principal problema es que las escuelas no están tomando la decisión sobre hacia dónde quieren innovar, a lo que se suma que nadie les acompaña en la implementación de las nuevas metodologías. Las direcciones de los centros están enfocadas en los métodos tradicionales basados en clases magistrales, memorización y exámenes escritos.

“Sin emoción no hay aprendizaje”, frase acuñada por el doctor español en Medicina y Neurociencia Francisco Mora; hace referencia a que las emociones sí importan y que estas son el pilar fundamental para estimular la motivación y consolidar la memoria.

Uno de los principales objetivos de la educación debe ser crear ambientes emocionalmente positivos y colaborativos, lo que ayudará a fortalecer la enseñanza asociando la alegría, bienestar y felicidad en los procesos propios del cerebro para aprender. Partiendo desde una perspectiva anatómica-molecular, el aprendizaje es un proceso que acontece en el cerebro, este ocurre en la sinapsis, permitiendo el paso de neurotransmisores que comunican información por la corteza cerebral, a través de los potenciales de acción, lo que genera y consolida nuevas redes neuronales y con ello, la plasticidad.

Adquirimos experiencia durante toda nuestra vida, pero con el transcurso del tiempo sólo algunas perduran en nuestros recuerdos: las emociones son el principal factor de que esto ocurra. El aprendizaje asociado a los sentimientos positivos, como la alegría y el amor, o los negativos como el miedo y la tristeza, son los que permanecerán en el tiempo, por eso el aprendizaje se produce cuando los estudiantes quieren aprender y no cuando se les quiere enseñar. Por otra parte, la actitud y el trato que entregan los profesionales de la educación, los padres o cuidadores harán que el aprendizaje perdure en el tiempo siendo esos ambientes positivos o motivadores los que nos predisponen a aprender. Por el contrario, los ambientes agresivos como el miedo a una clase porque el profesor eleva la voz o castiga con más trabajo por tener bajas calificaciones, el maltrato, la falta de cariño y el abandono familiar, generan estrés negativo que, si es permanente, se transformará en un factor que impedirá la comunicación efectiva entre las neuronas, impidiendo la consolidación del aprendizaje para toda la vida.

Por ello es fundamental articular los esfuerzos tanto de las familias, los cuidadores y la escuela con el fin de potenciar estos y otros aspectos los que se deben hacer visibles fortaleciendo la educación y a través de una escuela abierta, comunicativa y afectiva lograr entrelazar el desarrollo de la inteligencia emocional y la potenciación de las funciones ejecutivas en la educación.

Es por esto que los educadores y padres de familia, deben ser conscientes del impacto de sus prácticas y conductas, ya que, para transformar la educación debemos sentir para aprender y enseñar, haciendo referencia a que solo aprendemos lo que nos motiva, amamos o emociona. Por ello, nuestras actividades pedagógicas deben considerar la simulación experiencial, intereses personales, estimulación sensorial, la práctica, sociabilización, contexto y otros determinantes neurocognitivos del aprendizaje o variables que se deben tener en cuenta al planificar una clase neuroeducativa; y desde la neuroeducación, promover un aprendizaje activo, cooperativo y colaborativo, siendo la emoción el motor que mueve el aprendizaje.

Atención

La atención es la función mental que regula el flujo de la información. Puede ser consciente o inconsciente.

En la consciente, la atención es focal y lineal, de contenido limitado por la capacidad para focalizar solo de 2 a 7 ítems a la vez.

En la inconsciente, no se compromete conscientemente la atención, no es lineal y no está limitada su capacidad (ejemplo: oír un nombre a distancia en una fiesta, mientras conscientemente se focaliza la atención en una conversación).

¿Cómo se desarrolla la atención?

La atención es una estructura multidimensional compuesta de fenómenos como: el examinar estratégico, la exclusión de estímulos secundarios, la atención sostenida, la atención dividida, la inhibición de la acción impulsiva, y la selección y supervisión de respuesta.

Antes de los 5 años, los rasgos más destacados de un nuevo estímulo son los que capturan la atención del niño. Entre los 5 y 7 años, ocurre un cambio, la atención está sometida a procesos internos, como la estrategia de la búsqueda selectiva.

Cuando los niños maduran, se vuelven más sistemáticos, flexibles y menos egocéntricos. En lo esencial, los niños mayores saben cuándo y cómo atender. Los más pequeños, carecen de estrategias cognitivas para el análisis que la tarea requiere.

A pesar de las frecuentes referencias al déficit de atención en la psiquiatría de niños y adolescentes, sorprendentemente poco se conoce acerca de su desarrollo normal.

El diagnóstico del déficit de atención puede ser problemático en los niños menores de 5 años, ya que, hasta los niños normales muestran variaciones en el nivel de actividad, la capacidad para sostener la atención y la inhibición motora entre los 4 o 5 años.

Memoria

La memoria permite a la mente influenciarse a través de la experiencia. La memoria implícita opera a temprana edad, no requiere atención focal para codificar y cuando recuerda, no comunica la sensación subjetiva de querer recordar.

La memoria implícita abarca emociones, comportamientos, percepciones y posiblemente memoria somática.

Los modelos mentales permiten a la mente abstraer generalizaciones de muchas experiencias, generando un esquema para cada tipo de acontecimiento.

Estos modelos mentales o esquemas son también una parte de la memoria implícita, ya que preparan a la mente para responder de una cierta manera.

La memoria explícita surge más tarde que la memoria implícita, después del segundo año de vida, requiere focalización, atención consciente para codificar y comunicar una sensación.

¿Cómo se desarrolla la Memoria?

La memoria se une indisolublemente a otros procesos cognitivos como: atención, percepción, categorización, esquematización, conciencia y metamemoria (valora el origen y la exactitud de la memoria).

El desarrollo de la memoria va unido al desarrollo cognitivo. Los estímulos sensoriales son codificados en los registros sensoriales, los procesos atencionales examinan esa información codificada, y una pequeña porción se almacena en la memoria a corto plazo.

Mediante procesos activos tales como: clasificación y ensayo, la información de la memoria a corto plazo puede ser depositada en la memoria a largo plazo. Sin la intervención de estos procesos, esta información se deterioraría en 30 segundos e imposibilitaría su recuperación posterior.

Los psicólogos cognitivos han descrito dos formas de recuperación de la información: directa e indirecta.

La recuperación directa incluye los recuerdos libres (escasean en los niños) y el reconocimiento (aumenta en los niños). En la recuperación indirecta intervienen procesos y representaciones que comunican un patrón general de acción.

La recuperación de la información puede conceptualizarse como la reactivación de una red neuronal de configuración similar a la actividad de codificación de la información.

La memoria es reconstructiva, no reproductiva. El tener acceso a las representaciones almacenadas depende del recuerdo. De este modo, la inhabilidad de los niños pequeños para recordar aspectos de una experiencia directa, puede significar que esta nunca fue codificada por la inmadurez de las estrategias de recuperación.

¿Qué estrategias utiliza la memoria?

Las inmaduras estrategias de memoria limitan la habilidad de los niños para codificar y almacenar la memoria y recuperarla de forma adecuada. Al desarrollarse las estrategias de memoria, se mejora la codificación, el almacenamiento y la recuperación.

Las estrategias de ensayo ayudan a mover ítems de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo. Las estrategias de organización: agrupar, establecer asociación de conexiones que faciliten el almacenamiento. Las estrategias de elaboración aumentan el almacenamiento porque añaden significado a los ítems presentados.

Las estrategias llegan a ser más complejas, flexibles y específicas con la maduración y permite a los niños buscar en la memoria de manera más inteligente, eficaz, flexible, sistemática y exhaustiva.

Algunas estrategias de memoria pueden ser aprendidas, sin embargo, todos los niños dependen de técnicas que han adquirido espontáneamente en el curso de su desarrollo.

¿Qué conocimientos posee la memoria?

Codificar y almacenar es construir, recuperar es reconstruir. La memoria está organizada, en parte, por esquemas o conceptos que son el flujo entre la organización y la reorganización.

La red neuronal de representaciones transporta significados que son fundamentales para la esquematización. De este modo, la recuperación puede implicar la reactivación de la memoria y la inferencia cognitiva, facilitando llenar los espacios que bloquean la recuperación.

Las primeras influencias indirectas mediadas por la recuperación, implican el aprendizaje conductual independiente de conocimiento consciente de la primera

experiencia. Preparan al cerebro para responder de una forma particular y afecta a la velocidad de aprendizaje de una tarea.

El recuerdo indirecto característico de la infancia y la niñez es conocido como memoria primitiva o temprana, memoria de procedimiento, memoria no declarativa, o memoria implícita, términos que se usan sinónimamente.

La memoria implícita es multifacética: abraza el aprendizaje conductual, el aprendizaje emocional, los modelos mentales y las primeras influencias.

¿Cuál es la maduración de la memoria?

Un cerebro maduro contiene más de 20 billones de neuronas, pero al nacer, el número es todavía mayor. Las conexiones sinápticas son creadas de acuerdo con la información genética y se mantienen, fortalecen, o eliminan como resultado de la presencia o ausencia del estímulo medioambiental.

Las neuronas están interconectadas en distribuciones paralelas conocidas como las redes nerviosas. Los procesos cognitivos derivan del proceso paralelo que ocurre como función de las propiedades estructurales y funcionales de estas redes nerviosas.

Se piensa que una representación mental se crea a partir de un modelo de activación de red neuronal. Un proceso puede ser considerado como una actividad neuronal que actúa en las representaciones, transformándolas, creando nuevas conexiones, o extrayendo los rasgos comunes de las diferentes representaciones. El término de estructuras cognitivas se refiere a las complejas funciones que han repetido modelos de acción, como la atención focal o la memoria a largo plazo.

La metacognición es la capacidad de pensar sobre el pensar

Se desarrolla después de los 3 años y abarca la noción de distinguir entre apariencia y realidad, las cosas no siempre están cuando uno quiere.

Esta capacidad muestra que las representaciones que una persona piensa sobre un evento puede ser diferentes de las que piensen otros. Y que hay cambios de representación, teniendo en cuenta que lo que piensa una persona hoy, puede ser diferente de lo que pueda pensar mañana.

Una forma de metacognición, la metamemoria, permite al niño entender su propia memoria. La metamemoria expresa el conocimiento sobre cómo trabaja la memoria, como es supervisada y regulada. La metamemoria abarca: la valoración del estado de la memoria actual, la selección de estrategias, y la evaluación de los progresos hacia las metas cognitivas.

¿Qué capacidades tiene la memoria?

Si los recursos de energía asignados al procesamiento de la información estuvieran limitados, entonces el funcionamiento de intencionalidad, los procesos no automatizados limitarían los recursos disponibles para otros procesos cognitivos.

Pero el desarrollo cognitivo refuerza la capacidad de memoria liberando recursos que pueden ser utilizados en otras actividades mnemónicas. Por ejemplo, cuando las estrategias llegan a ser automatizadas, aumenta la capacidad para almacenar y la eficacia para recuperar.

La automatización de la metamemoria junto con la manera que las estructuras de conocimiento mantienen la base para el almacenamiento y la recuperación, contribuye a la singularidad del desarrollo de memoria de cada niño.

El pleno desarrollo de la memoria, depende de la interacción entre estrategias, conocimiento, metamemoria, y capacidad.

Narrativa y memoria autobiográfica

Los niños empiezan a contar la historia de sus experiencias durante su tercer año de vida. La memoria autobiográfica se expresa a menudo, en forma de historia revelando los hallazgos que la memoria autobiográfica y la capacidad narrativa entrelazan. Una narración es un discurso en que el narrador se da cuenta del interés y las expectativas del oyente mientras recuenta una secuencia temporal de sucesos, e incorpora las intenciones de la característica en la historia.

Una función del proceso narrativo es la facilitación de relación personal. Algunos padres ayudan a sus niños a construir historias; una falta de exposición a la construcción compartida y charla de memoria puede llevar a un deterioro de la memoria narrativa.

La autoreflexión, la interacción social y el lenguaje se interseccionan en la facilitación de la memoria autobiográfica.

2. Cuerpo y cerebro

¿Cómo beneficia el juego a los niños y qué sustancias segrega el cerebro?

Jugar es un placer. Es diversión, entretenimiento. Es un aprendizaje. ¿Algo más? Sí. El juego aporta una infinidad de beneficios a los niños, a todos los niveles (físicos, mentales, sociales...). Pero además, activa el cerebro. Lo mantiene en forma.

Si pudiéramos mirar a través de la pequeña cabecita de un niño, veríamos la cantidad de actividad que se genera en su cerebro cada vez que juegan. El culpable de esto, o más bien la culpable, es la química. El juego genera una serie de hormonas que trabajan en el cerebro de los niños. Cada vez que un niño juega, estas son las sustancias que se activan en el cerebro:

La serotonina: gracias a ella se reduce el estrés. También es la encargada de equilibrar y regular el estado de ánimo.

La acetilcolina: es la sustancia que favorece la concentración, la memoria y por supuesto, el aprendizaje.

Las endorfinas y encefalinas: encargadas de reducir la tensión neuronal. Es decir, la que transmite al niño calma y felicidad. Es el mejor momento de creatividad del niño.

La dopamina: motiva la actividad física, la que consigue que los músculos reaccionen ante el juego. También participa en la estimulación de la imaginación, la creación de imágenes y seres fantásticos.

¿Por qué es importante dejar que los niños jueguen?

El juego abre las puertas de la imaginación y la creatividad de los niños, les mantiene en forma, les ayuda a generar estrategias y a resolver conflictos y les enseña a crear normas y respetarlas. El juego es la mejor asignatura para los niños. Estas son sus grandísimas ventajas:

Es desestresante. El juego libera de la presión de los estudios o los deberes.

Es el mejor vehículo de aprendizaje para los niños.

Ayuda a establecer lazos sociales.

Potencia y desarrolla el universo interno del niño.

Jugar, sin más. Jugar al escondite, a los bolos, con los muñecos, con la pelota, o simplemente con la imaginación. Deja que tus hijos sueñen, imaginen, jueguen con otros niños. Estarán aprendiendo y mucho, de la mejor forma posible: divirtiéndose.

¿Por qué el juego es tan importante para los niños?

El juego es una actividad que se realiza generalmente para divertirse o entretenerse y en la que se ejercita alguna capacidad o destreza, por eso, es una de las mejores herramientas para favorecer el aprendizaje.

Cuando el juego se desarrolla entre padres e hijos se crea un lazo afectivo y de comunicación extraordinariamente importante para las dos partes.

Beneficios de los juegos para los niños

Hay muchos tipos de juegos pero todos tienen la finalidad de buscar la diversión, además resultan muy beneficiosos y varían según la edad de los niños y su nivel de maduración y va evolucionando con su crecimiento.

En la etapa infantil el juego es una manera de expresarse y de aprender a relacionarse con los demás y, por tanto, para los niños es una manera de aprender comportamientos sociales y de conocerse a ellos mismos.

Si el juego se realiza con una actividad física, (correr, saltar), será ideal para que los pequeños, fundamentalmente en la etapa infantil, vayan desarrollando y aprendiendo a coordinar el movimiento de las diferentes partes del cuerpo y por eso será una ayuda esencial para su desarrollo físico posterior.

A través del juego también hay un desarrollo intelectual. Los pequeños tendrán nuevas experiencias con las que aprenderán a resolver, según sus conocimientos, las situaciones a las que se enfrenten. Aprenderán de los errores y se alegrarán de los aciertos y todo mientras se divierten y potencian su autoestima

Ventajas para los niños según el tipo de juego

Juegos didácticos: permiten educar y aumentar la capacidad de adquirir conocimientos en los niños de corta edad.

Juegos de fantasía: permiten disfrazarse, hacer teatros, dramatizar, etc. y resultan muy divertidos para los niños de todas las edades fomentando su creatividad e imaginación.

Juegos de construcciones: permiten a los niños adquirir una visión espacial. Aprenden conceptos como proporción, equilibrio, simetría, tamaño y favorece sin duda su imaginación y creatividad. Suelen ser muy entretenidos para todos.

Juegos de mesa: fomentan la cooperación y las habilidades sociales, ya que la mayoría de ellos están diseñados para jugar en parejas o en grupos. Son ideales para trabajar la memoria, aprender estrategias y ampliar vocabulario.

Es evidente que el juego en los niños es imprescindible para un desarrollo sano y feliz.

“El juego es fuente permanente de aprendizaje”. Carlos Coello Vila.

Importancia del sueño en el aprendizaje

El sueño es un tema que preocupa mucho a la sociedad, más aún cuanto cada vez se le asocia más a las funciones cerebrales superiores.

Hoy conocemos que todo el proceso del estado de sueño está muy estrechamente ligado y es interdependiente del tiempo que el individuo está despierto, es decir, está en el estado y actividad de vigilia, los días anterior y posterior a la noche de sueño.

Ya Cervantes señalaba que la carencia de sueño tiene graves consecuencias y afecta de una forma principal al “cerebro” y por lo tanto a la actividad y salud mental. Y concluye que el no dormir y el dormir son los principales causantes, respectivamente, de la locura y la curación de Don Quijote. Hoy día son numerosos los hallazgos de la neurociencia que corroboran estas afirmaciones de Cervantes, siendo una principal diana de la falta de sueño en el cerebro humano la alteración del procesamiento del aprendizaje y consolidación de la memoria.

Con la sabiduría del pueblo sencillo, no es extraño que nuestras abuelas nos hayan asegurado que “lección dormida es lección bien aprendida” y también decían que para tener una vida sana había que acostarse y levantarse con las gallinas, es decir, tener un sistema de sueño bien organizado y regularlo de manera que integre la regulación ejercida por todas las fases del ciclo vigilia-sueño. Esta afirmación es válida como programa a cumplir

por los niños, los jóvenes y los viejos. De las tres edades hay numerosos estudios muy demostrativos en la literatura científica. En resumen hoy conocemos que para un correcto aprendizaje y procesamiento de la memoria es necesario que tengan lugar, normal y armónicamente, todas las fases del ciclo vigilia-sueño con un horario fijo de la hora de acostarse y levantarse. Numerosas publicaciones recientes demuestran que en niños, jóvenes y ancianos el trastornar el sistema de sueño organizado y regular afecta el aprendizaje, el rendimiento intelectual y en definitiva la calidad de vida.

Hoy día hay una abundante bibliografía sobre el tema de la influencia del sueño bien ordenado en el niño. A manera de ejemplo: en una prestigiosa revista Americana de epidemiología de la salud, los autores de un estudio realizado en 11.178 niños de 7 años, de ambos sexos, concluyeron que el tener un orden regular a la hora de acostarse durante la primera infancia está relacionado con el rendimiento cognitivo de los niños a esta edad, e insisten, dada la importancia del desarrollo infantil temprano, que estos efectos pueden golpear la salud durante toda la vida.

Realmente, una serie de factores sociales, ambientales y familiares condicionan hoy la hora de acostarse durante la primera infancia. Los hallazgos sugieren que estas horas de acostarse inconsistentes, especialmente durante la primera infancia, están relacionadas con el desarrollo cognitivo de los niños. Las familias están sometidas a las demandas de tiempo que podrían impactar negativamente en las rutinas importantes para un desarrollo saludable en los niños pequeños. A la luz de estos hallazgos, es necesario apoyar políticas para proporcionar a las familias condiciones en las que entre otros aspectos, también importantes, los niños pequeños puedan tener un régimen de vida, que permita una hora fija y adecuada de acostarse e igualmente de levantarse.

Hábitos nutricionales para una buena salud cerebral

El cerebro es el órgano que nos permite sentir y ser consciente de que estamos vivos. Por eso, el modo en el que lo cuidemos determinará nuestra calidad de vida. Este órgano vital necesita de una alimentación y de unos hábitos de vida saludables, por lo que no todos los alimentos son igual de beneficiosos para nuestra salud cerebral.

Los alimentos que consumimos tienen un impacto enorme en nuestro cuerpo y afectan desde los niveles de energía hasta la salud cardíaca y más. El cerebro no es la excepción; según investigaciones, hay cosas como la dieta mediterránea de intervención para el retraso neurodegenerativo (MIND), la cual se centra en grupos específicos de alimentos que benefician el cerebro, que están relacionadas con una mejor salud cerebral, así como con la prevención de la demencia.

A continuación se presentan lo que los expertos afirman son los cinco alimentos principales que hay que consumir para tener una buena salud cerebral.

Vegetales verdes

Entre todos los alimentos incluidos en la dieta *MIND*, desarrollada por investigadores del Rush University Medical Center en Chicago, los vegetales de hoja verde se destacan como una categoría especialmente importante.

Según investigadores, en un estudio publicado en la revista *Neurology*, las personas de 58 a 99 años que consumen media taza colmada de vegetales de hoja verde cocidos, o una taza colmada de verduras crudas como la lechuga cada día, tienen menos deterioro cognitivo, equivalente a 11 años menos, que aquellas que casi no consumen vegetales de hoja verde. Los investigadores de la dieta *MIND* recomiendan consumir por lo menos seis porciones semejantes por semana.

Fresas, arándanos y frambuesas

Aunque todas las frutas aportan beneficios nutritivos, solo las bayas parecen tener el poder de mejorar la salud cerebral. Según un estudio publicado en la revista *Annals of Neurology*, las mujeres de 70 años o mayores que consumen una o dos porciones de media taza de arándanos azules y fresas por semana tienen cerebros que funcionan como si fueran dos años y medio más jóvenes que los de las mujeres que casi no consumen bayas.

Pescado

Según un estudio del 2016 publicado en la revista *Neurology*, consumir pescado incluso solo una vez por semana puede proteger contra el deterioro cognitivo. Cuando los investigadores monitorearon a más de 900 hombres y mujeres en sus 70 y 80 años durante unos cinco años, hallaron que aquellos que consumen más pescado sufren menos deterioro

de la memoria y otras medidas de salud cerebral en comparación con las personas que rara vez consumen pescado o mariscos. Una razón, dicen los científicos: los ácidos grasos Omega-3 que se encuentran en el pescado, que según investigaciones anteriores, pueden proteger el cerebro de variadas maneras.

Sin embargo, los Omega-3 no son las únicas grasas saludables para el cerebro. Los investigadores han hallado que el aceite de oliva extra virgen, por ejemplo, contiene compuestos que pueden eliminar placas y ovillos pequeños en el cerebro, lo que retrasa la evolución de enfermedades.

Nueces

Cuando se trata de alimentarse para mantener la salud cerebral, está bien volverse un poco loco. Los investigadores recomiendan consumir cinco o más porciones de alimentos como almendras, nueces y pistachos por semana. Según un estudio llevado a cabo por *Harvard University*, las mujeres de 70 años o mayores que consumen cinco o más porciones de nueces a la semana, por ejemplo, obtienen puntuaciones más altas en pruebas cognitivas en comparación con las mujeres que no consumen nueces en absoluto. Los investigadores dicen que esto puede deberse a la alta concentración de nutrientes en las nueces; investigaciones anteriores las han relacionado con niveles más bajos de inflamación, una reducción en la resistencia a la insulina y niveles mejorados de grasas en la sangre, lo cual puede contribuir a la salud del cerebro.

Cacao

La prevención del deterioro cognitivo puede ser tan fácil como agregar hierbas o especias a la comida. Los granos de cacao son una fuente principal de flavonoides antioxidantes, que se sabe desde hace mucho tiempo que aportan beneficios a la salud cardíaca. Investigaciones más recientes han hallado que los flavonoides que se encuentran en el cacao también pueden acumularse en el cerebro, especialmente en las regiones relacionadas con el aprendizaje y la memoria, y pueden evitar el daño y proteger la salud del cerebro a largo plazo.

Referencias

- Abad-Mas, L., Ruiz-Andrés, R., Moreno-Madrid, F., Sirera-Conca,, M., Cornesse, M., Delgado-Mejía, I., & Etchepareborda, M. (2011). Entrenamiento de funciones ejecutivas en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Revista de Neurología*, 52(1), 577-583.
- Calle, M. et al. (2011). Incidencia de la inteligencia emocional en el proceso de aprendizaje. 18 noviembre 2019, de NOVA, Publicación Científica en ciencias biomédicas. Recuperado de: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/492/1084>
- Ferreira, T. (2012). *Neurociencia + Pedagogía = Neuropedagogía: Repercusiones e Implicaciones de los Avances de la Neurociencia para la Práctica Educativa*. Andalucía, España: Universidad Internacional de Andalucía.
- Guillén, J. (11 de Noviembre de 2012). Escuela con Cerebro. Obtenido de Efecto Pigmalión: El profesor es el instrumento didáctico más potente. Recuperado de: <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2012/11/11/efecto-pigmalion-el-profesor-es-el-instrumento-didactico-mas-potente/>
- Kandel, E. et al. (1997). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Logatt, C. (2016). ¿Cómo influyen las emociones en el aprendizaje?. 17 noviembre 2019, de Asociación Educar. Recuperado de: https://www.upla.cl/inclusion/wp-content/uploads/2016/05/Descubriendo_el_cerebro_y_la_mente_n83.pdf
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación, solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial.
- SEP. (2017). *Educación Física. Educación Básica. Plan y programas de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación*. Ciudad de México: Secretaría de Educación Pública.

Metodologías neurodidácticas

Pedro Isaac García Ocaña

Durante más de dos mil años, en los que nuestra especie ha estado diseñando estrategias educativas sin tener en cuenta el funcionamiento del cerebro, hemos producido estrategias verdaderamente valiosas y vigentes hoy en día, y otras cuyo valor reside en no repetirlas. Hoy sabemos que aprender no es un proceso único, de acuerdo a Uttal, W. (2014) son un conglomerado de procesos coordinados, en donde no existe un sistema específico y diferenciado del resto que se use para aprender y solo aprender; además cada habilidad apela a una red neuronal distinta, y algunos recorridos neuronales son usados por otra red neuronal.

La neurociencia aplicada a la educación, supone un nuevo campo de investigación, que persigue encontrar la manera más eficaz de enseñar, mediante la utilización de las contribuciones neurocientíficas más significativas aplicadas a la educación. Es decir, aporta explicaciones sobre el funcionamiento del cerebro, sobre sus necesidades, su potencial, y propone una serie de teorías que pueden ser útiles para un aprendizaje más eficiente.

Para Campos A. L. (2010) las neurociencias deben de aportar nuevos conocimientos al educador, con el propósito de proveerle de suficiente fundamento para innovar y transformar su práctica pedagógica. Claro está que no todo lo que hay en neurociencias se aplica al campo educativo, por lo que el educador ha de ejercer un enorme criterio al establecer los aspectos que son relevantes para su práctica pedagógica.

Para sacarle provecho a los avances en neurociencias que contribuyen a una mayor comprensión del proceso de aprendizaje, les presentamos diferentes modelos de aplicación de la neurociencia en el aula, la idea es analizar nuestra metodología y estrategias para replantear nuestra forma de enseñar.

Aprendizaje cooperativo

Garrido, M. (2009). Establece que existen datos claves que permiten entender cómo y cuándo sucede el aprendizaje. Fruto de estos datos se pudieron establecer 12 principios acerca del aprendizaje del cerebro.

Dentro de esos 12 principios la autora establece que el cerebro es social, ya que en los primeros años de vida, el cerebro está en su estado más flexible y receptivo. Éste se configura a medida que interactuamos con el entorno y las personas. Esto quiere decir que el aprendizaje que ocurre en el cerebro está profundamente influido por la naturaleza de las relaciones sociales.

El aprendizaje cooperativo es una metodología que se basa en el trabajo en equipo y que tiene como objetivo la construcción de conocimiento y la adquisición de competencias y habilidades sociales.

De acuerdo a Lobato P. (2018) esta forma de trabajo debe cumplir siempre con las siguientes características:

- La organización de la clase en pequeños grupos mixtos y heterogéneos donde los alumnos trabajan conjuntamente de forma coordinada entre sí.

- Los objetivos de los participantes deben estar estrechamente vinculados, de tal manera que cada uno de ellos sólo puede alcanzar sus objetivos si, y sólo si, los demás consiguen alcanzar los suyos.

- Debe tratarse de un sistema de interacciones cuidadosamente diseñado que organiza e induce la influencia recíproca entre los integrantes de un equipo.

A su vez el autor establece que los siguientes elementos son esenciales del aprendizaje cooperativo:

La interdependencia positiva: Surge cuando los componentes del grupo se percatan que su trabajo está vinculado al de los demás y el éxito en la consecución de sus objetivos depende del trabajo de todos los integrantes del equipo, de tal modo que el objetivo final de la tarea no se podrá alcanzar si uno falla. Así todos necesitarán de la implicación de los demás.

Responsabilidad individual y grupal: Para conseguir este éxito, que depende de todos los miembros, es necesario un compromiso de grupo, donde todos asuman la responsabilidad de alcanzar los objetivos grupales, y otro individual donde cada uno se responsabilizará de sus objetivos propios. Evitamos así la difusión de responsabilidades y

un mal muy común en el trabajo en grupo realizado con otras metodologías, de tal modo que nadie puede aprovecharse del trabajo de otros.

Interacción estimuladora: Aumentar las posibilidades de interacción mediante dinámicas interpersonales. Los alumnos deben promover el éxito de los demás compartiendo, ayudando, respaldando y animando a sus compañeros de grupo, de tal forma que los trabajos se producen gracias al esfuerzo y las aportaciones conjuntas, basadas en el compromiso y respeto por el otro.

Habilidades interpersonales y grupales: El aprendizaje cooperativo va más allá de aprender cualquier materia. Los alumnos deben adquirir destrezas interpersonales y de trabajo en grupo. Deberán comunicarse, tomar decisiones, resolver conflictos, organizarse y apoyarse entre ellos. Todas estas competencias también serán responsabilidad del docente, promoviendo así una formación integral.

Evaluación grupal: Los alumnos también tendrán que hacerse responsables del proceso de evaluación. Se destinará un tiempo para reflexionar conjuntamente en qué medida están alcanzando sus objetivos y las relaciones de trabajo de una forma sincera, respetuosa y crítica, de modo que deberán tomar decisiones sobre aquello que necesitan reajustar o mejorar. En este sentido, es muy práctico el uso de rúbricas y de técnicas de metacognición, como las rutinas de pensamiento.

Clases cerebralmente amigables

Rosler R. (2014), quien propone un método de trabajo llamado: “clases cerebralmente amigables”, para él, es una herramienta formadora y facilitadora para la consolidación del aprendizaje, el cual se compone de 7 pasos que se describen a continuación:

1.- Abrir las memorias sensoriales ¡Llegue a sus alumnos!: Para poder llegarles a sus alumnos usted debe poder depositar la información que quiere enseñar en la memoria sensorial inmediata de sus aprendices. Este es el primer paso hacia la memoria de largo plazo que será su destino final. Podemos utilizar elementos visuales (mapas mentales, visual thinking, etc.), usar el movimiento, cambios en la voz, en los colores e imágenes de las

presentaciones visuales, usar música, objetos, para cambiar el uso de los sentidos. Es importante que se puedan activar todos los sentidos.

2.- Generar reflexión: Tras las dinámicas, la exposición de información o contenidos hay que generar un espacio y un tiempo para que las personas puedan pensar acerca de dichos contenidos, información o experiencia vivida. Es el tiempo en el que pueden conectar la información nueva que se les transmite con la información previa que ellos ya atesoran en su memoria a largo plazo. Aquí es donde se reestructura las conexiones, surgen nuevas conexiones, se modifican o eliminan otras. Es en este momento cuando nos replanteamos, nos cuestionamos, nos reafirmamos, nos renovamos acerca de lo que ya sabemos.

3.- Recodificar: Las personas para aprender necesitan hacer suya la información recibida, los contenidos nuevos adquiridos, y para ello necesitan trabajar sobre ella, organizarla, volverla a reproducir. Para el autor lo que mejor funciona es realizar esquemas, resúmenes, conclusiones, si es por escrito mejor. Se trata de expresar la información con nuestras propias palabras.

4.- Retroalimentar: Realizar una evaluación de lo que se ha aprendido nos asegura de que sabemos lo que hemos aprendido. Además de fortalecer nuestra autoeficacia, consolida el aprendizaje. Si con la evaluación se detecta que no se han adquirido bien los aprendizajes tenemos la oportunidad de reforzarlos para que así sea. Para este proceso se recomienda el feedback y el feedforward, y especialmente el modelo del triple feedback, con diferentes alternativas: por pares, tríos, en rueda común, por parte del facilitador.

5.- Practicar: Poner en acción todo lo aprendido nos permite hacer el tránsito de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo. Practicar exige constancia y hábito, pues supone repetir la misma acción o similar varias veces para que se fijen los aprendizajes.

6.- Repensar: volver a trabajar sobre los contenidos en una forma diferente. La práctica permite traspasar la información a corto plazo a la memoria a largo plazo, y repensar permite recuperar esa información de la memoria a largo plazo, aplicarla y utilizarla en la memoria de trabajo. Repensar es volver a utilizar lo aprendido, volver a trabajar sobre los contenidos pero después de pasado un tiempo. El autor sigue que en cada nueva sesión, la primera parte se dedique a repensar sobre lo aprendido

anteriormente, y repasar contenidos para asegurarnos de que han quedado bien fijados en la memoria a largo plazo, y aprovechar para reorganizarla y aumentar las conexiones neuronales.

7.- Recuperar: El sentido del aprendizaje es poder recuperar la información que en su día adquirimos para aplicarla en el momento que la necesitamos para resolver una situación o problema. La recuperación tendrá más éxito si el contexto y las variables que estuvieron presentes cuando la información fue aprendida por primera vez son las mismas que cuando se hace el intento de recordar la información. De ahí la importancia de contextualizar el aprendizaje.

Gamificación

El cerebro es la maquina gracias a la cual se producen todas las formas de aprendizaje, y ha evolucionado para educar y ser educado, a menudo de manera instintiva y sin esfuerzo. Naturalmente el cerebro es también el mecanismo natural que pone límites en el aprendizaje. Determina lo que puede ser aprendido, cuanto y con qué rapidez.

Una de las formas instintivas que tenemos para aprender es jugando, la gamificación es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, a su vez abarca muchas disciplinas como, por ejemplo, el ámbito empresarial o la psicología.

De acuerdo a Moll S. (2014) la gamificación consiste en lo siguiente:

1.- Mecánicas o reglas de la gamificación: Como cualquier juego que se preste, la gamificación no está exenta de unas normas de funcionamiento. Dichas mecánicas permiten que los alumnos adquieran un compromiso para superar los distintos retos a los que se somete a los alumnos. De entre las mecánicas que más aceptación tienen destacan:

Colección: Se parte de la importancia que tiene para los alumnos los logros y las recompensas.

Puntos: Muy usados para conseguir la fidelización de tus alumnos en la tarea que se les ha sido asignada.

Ranking: Se establece una clasificación o comparación entre los alumnos de una misma clase o de un mismo curso.

Nivel: Muy comunes en los deportes como, por ejemplo, el fútbol o el baloncesto (cadete, junio, senior, veterano, etc.) los niveles dan fe de los progresos de los alumnos en las actividades a las que han sido asignadas.

Progresión: La progresión es otra técnica muy usual en la gamificación y consiste en completar el 100% de la actividad que se ha encomendado. En perfiles sociales (Facebook) es una práctica habitual.

2.- Dinámicas de juego de la gamificación: Las dinámicas de juego son un aspecto indispensable para la elaboración de cualquier actividad relacionada con la gamificación.

Si antes te hablaba de la importancia de que tus alumnos conocieran las normas de cualquier juego, en este caso de cara a la gamificación se hace imprescindible que los alumnos tengan perfectamente asimiladas qué dinámicas de juego se llevarán a cabo. Dichas dinámicas de juego tienen por objeto la motivación y la implicación del alumno en la realización de una actividad.

Es a través de las dinámicas de juego que se consigue despertar el interés de los alumnos por las actividades que están llevando a cabo. Entre las dinámicas destacan:

Recompensa: La recompensa en una actividad no tiene otra función que despertar el interés por el juego en el alumno.

Competición: Aunque no siempre es vista como una cualidad positiva en el ámbito educativo, la buena gestión de la competición es un magnífico instrumento para atraer el interés del alumno por una actividad. Además, dicha competición tiene la ventaja de poder realizarse de forma individual, por parejas o en grupo.

Estatus: El estatus logrado a través de la gamificación incentiva enormemente al alumno en la consecución y realización de la actividad que se le ha encomendado.

Cooperativismo: Se trata de otra forma de competir, pero en este caso se juega con el hecho de que es un mismo grupo el que persigue un mismo fin.

Solidaridad: Se trata de una dinámica muy interesante y muy ligada con el cooperativismo. Mediante la solidaridad se fomenta la ayuda mutua entre compañeros y de una manera altruista, es decir, sin esperar ninguna recompensa a cambio.

3. Componentes de la gamificación:

Logros: Son muy valorados por los alumnos y permiten claramente visualizar la progresión de un alumno a lo largo de una actividad.

Avatares: Muy comunes en los perfiles sociales, los avatares son una representación gráfica, generalmente, de carácter humano y que se asociaría en este caso a un alumno.

Badges: Se trata de una insignia, distintivo o señal por la consecución de algún objetivo determinado.

Desbloques: Los desbloques permiten avanzar en la dinámica de las actividades.

Regalos: Se trata de entregar al alumno un presente ante la realización correcta de una determinada actividad o reto.

4. Tipos de jugadores:

Triunfador: Se centra en el jugador cuya finalidad es la consecución de logros y retos.

Social: Tipo de jugador al que le encanta interactuar y socializarse con el resto de compañeros (Moodle, chat, etc.)

Explorador: Alumno que tiene una clara tendencia a descubrir aquello desconocido.

Competidor: Su finalidad primera y última es demostrar su superioridad frente a los demás.

5. Proceso de la gamificación:

Viabilidad: En primer lugar hay que valorar si la gamificación es aplicable al contenido que se quiere enseñar en el aula.

Objetivos: Hay que definir cuáles serán los objetivos de la gamificación.

Motivación: Otro aspecto a valorar es la predisposición y el perfil de un grupo clase para llevar a cabo la gamificación en una actividad.

Implementación: Se trata de sopesar qué relación existe entre la gamificación y el contenido que se enseña de una materia.

Resultados: Es imprescindible realizar una evaluación de los resultados de la propuesta de gamificación que se haya llevado a cabo.

6. Plataformas de gamificación: Las plataformas permiten básicamente monitorizar de forma automática y continuada los procesos de gamificación de una actividad. Algunas plataformas de gamificación son:

Badgeville: Se trata de la plataforma de referencia en el ámbito de la gamificación.

Bigdoor: Tiene una versión gratuita y se puede implementar en una web o blog.

Openbadges: Otra iniciativa gratuita de la Fundación Mozilla.

ClassDojo: Específica para educación. Es gratuita.

Karmacrazy: Aunque no está relacionada con el ámbito educativo, creo que es una excelente plataforma para que aprendas cómo funciona el proceso de gamificación. En mi caso se trata de una plataforma que utilizo con mucha frecuencia para publicar mis artículos en las redes sociales a través de un acortador de url's creado por esta compañía.

7. Finalidad de la gamificación. Los objetivos que persigue cualquier actividad en el ámbito de la gamificación son:

Fidelización: La gamificación establece un vínculo del alumno con el contenido que se está trabajando cambiando la perspectiva que tiene del mismo.

Motivación: La gamificación quiere ser una herramienta contra el aburrimiento de determinados contenidos aplicados en el aula.

Optimización: Por optimización se entiende el hecho de recompensar al alumno en aquellas tareas en las que no tienes previsto ningún incentivo.

Metodología CRAC

Poscio P. (2019), nos presenta la metodología CRAC, la cual se centra en cuatro puntos principales: comprender (“Comprendre” en francés), recordar (“se Rappeler et Retenir”), ser capaz de aplicar lo aprendido (“Appliquer”) y consolidar el conocimiento (“Consolider”). La esencia de CRAC es darse cuenta de que al trabajar metódicamente, cualquiera puede convertirse en un “crack” en su tema.

Para el autor es una herramienta de aprendizaje auto dirigido, consta de los siguientes elementos:

1.- Se utilizan una serie de cuestionarios para destacar los hábitos de estudio. El análisis de los resultados permite la retroalimentación individual así como la intervención de toda la clase: Estos cuestionarios arrojan luz sobre los hábitos de estudio de los estudiantes, para posteriormente trabajar en la aplicación sistemática de estos hallazgos a través de la reflexión, actividades y herramientas metacognitivas.

2.- Formación de estudiantes y profesores a través de un MOOC pedagógico que presenta principalmente informes en vídeo sobre los últimos descubrimientos en neurociencia.

3.- Aplicación sistemática de actividades, herramientas reflexivas y metacognitivas: por ejemplo, encuesta, retroalimentación inmediata, autoevaluación estructurada de la preparación del estudio después de hacer un examen, etc.

A su vez los estudiantes deben estar dispuestos a analizar sus hábitos con sinceridad y abandonar los que no son buenos en favor de nuevos. Además, tienen que aceptar alguna dificultad porque eso es lo que nos dice la neurociencia cognitiva: para aprender tiene que haber algo nuevo o difícil.

Para el autor aprender a aprender está en el corazón de lo que tenemos que enseñar a nuestros estudiantes, por tal motivo necesitamos enseñar a construir conocimiento reuniendo la información absorbida en la escuela con lo que aprenden fuera del aula. Cuando nuestros estudiantes dominan eso, se vuelven independientes: serán efectivos no solo en sus estudios posteriores, sino también en su vida laboral.

Escape Room educativo

Una de las dificultades que un profesor se encuentra en sus aulas es mantener la atención y el interés de los alumnos por su materia, por la asignatura que imparte. Y es que los alumnos de hoy en día no son los de hace una década. Un escape room es una experiencia de juego donde se te desafía a salir de una habitación en donde has quedado encerrado. Para ello deberás superar una serie de retos de diferente idiosincrasia que te llevarán a encontrar la llave que abre la puerta de salida.

De acuerdo al portal escueladeexperiencias.com (2018), estos son los pasos para elaborar un escape room educativo:

1.- Diseñar en función de los alumnos: Un profesor conoce a sus alumnos, se debe crear una actividad que se ajuste a sus características de edad y desarrollo evolutivo, cognitivo y emocional. Se deben tener en cuenta qué objetivos se quieren lograr. Por ejemplo, si la asignatura es de matemáticas, los retos o desafíos serán matemáticos dentro de su nivel educativo y su grupo de edad.

2.- Tener claros los objetivos antes de empezar: Los objetivos de aprendizaje deben ser lo más concretos posible para poder evaluarlos a posteriori.

3.- Se debe desarrollar el tema: Es decir, debe haber un hilo conductor de la actividad. Esto hace que sea más fácil que los niños se integren en la actividad. Por ejemplo, resolver jeroglíficos para salir de una pirámide en Egipto.

4.- Se diseñan y desarrollan los elementos de juego y mecánicas: Es el momento de crear los rompecabezas, los acertijos, las instrucciones y los manuales del juego, las reglas deben estar claras y todos deben comprenderlas. Ten en cuenta que el juego se puede atascar y siempre se tendrán pistas preparadas para poder facilitar la resolución.

5.- Elegir el espacio que necesitarás: Se realizará en el mejor entorno posible, siempre dentro de las posibilidades de los centros educativos. El apoyo físico es importante y se usarán todos aquellos objetos necesarios, se pueden usar ordenadores y la realidad virtual.

HERVAT

Ortiz T. A. (2018) quien nos presenta HERVAT, que es un programa neuroeducativo que consiste en seis ejercicios: Hidratación, Equilibrio, Respiración, Visión, Audición y Tacto. Se aplica diariamente cinco minutos antes de cada clase o programa de aprendizaje, y el objetivo es favorecer y hacer estables las conexiones neurofuncionales subcortico-corticales implicados en la atención para estimular los procesos sensoriomotrices básicos.

Para el autor la atención es la habilidad de seleccionar información sensorial en cada momento y para dirigir procesos cognitivos, es el pilar fundamental del proceso de aprendizaje y por consiguiente de construcción de memorias. Consecuentemente, la atención es esencial tanto para construir nuevas conexiones neuronales, como para la creación de circuitos estables en nuestro cerebro.

El nicho constructivo en el aula

Armstrong T. (2012) nos presenta: “el nicho constructivo en el aula”, en donde el autor propone siete ideas claves para crear un nicho constructivo para alumnos de necesidades especiales (ADHD, Autismo, Deficiencia intelectual, Desorden emocional).

1.- Desarrollar conciencia de las fortalezas del alumno: utilizando métodos basados en estas, como la teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner, el buscador de fortalezas de Clifton, el indicador de Mayers-Briggs y el estilo de aprendizaje de Dunn and Dunn.

Este punto me resulta muy interesante, ya que el conocer el interés de nuestros alumnos, está directamente relacionado a sus APTITUDES. Ya que algo que pensemos que no somos capaces de hacer, no va a despertar en nosotros ningunas ganas ni siquiera de intentarlo.

Por lo cual es fundamental presentarles a nuestros alumnos actividades como un reto accesible y del que pueden salir vencedores. Esa “victoria” será la motivación para volver a repetir y poco a poco ir construyendo su educación.

Para Bueno D. (2019) el cerebro funciona como un todo integrado, por tal motivo la inteligencia es una, pero se nutre por muchos aspectos diferentes; pero si nos apoyamos en las inteligencias múltiples el aprendizaje podrá ser más transversal, más contextualizado y el cerebro lo podrá asimilar mejor.

2.- Modelos de conducta positivos: sacando provecho de las “neuronas espejo” (aquellas que se activan cuando observamos a los demás hacer algo), procuraremos que los alumnos imiten modelos de conducta deseables. Por ejemplo, invitando adultos con necesidades especiales que hayan tenido éxito en sus campos a venir a clase.

3.- Utilizando tecnologías asistidas y diseños universales de aprendizaje: Para facilitar la integración de los mismos a la escuela.

4.- Utilizar estrategias de aprendizaje basadas en las fortalezas: Es importante recordar los intereses y fortalezas del alumno como fuente de motivación. Por ejemplo, si a una alumna con síndrome de Down le encanta la música, esta podría resultar una estrategia efectiva de aprendizaje.

5.- Recursos humanos: Creando una red de personas que le ayuden a reafirmar las relaciones ya existentes, mejorar las que ya tiene y crear nuevas relaciones positivas.

6.- Aspiraciones profesionales positivas: Guiando a los alumnos hacia posiciones profesionales de acuerdo con sus características. Por ejemplo, un alumno con ADHD podría

encajar mejor en profesiones que requiriesen movimiento, y un alumno con deficiencia intelectual podría aspirar a ser asistente o ayudante en casi cualquier profesión.

7.- Modificaciones ambientales: Encontrar ambientes donde los estudiantes puedan reforzar sus fortalezas cognitivas, emocionales, sociales o físicas, no sólo dentro del colegio, sino en la comunidad que lo rodea.

Clase invertida

El modelo de la clase invertida es una variedad del aprendizaje semipresencial, que tiene por objetivo lograr que los estudiantes gestionen su aprendizaje interactuando con material audiovisual y trabajando de manera colaborativa.

Para Earl K. Miller, profesor de neurociencia del MIT, asegura que el cerebro humano tiene una capacidad limitada para procesar nueva información y puede manejar pocos pensamientos a la vez. Por tal motivo el que los alumnos puedan disponer de un material que puedan consultar de manera pausada es de gran ayuda para la asimilación de lo que ahí se expone.

Por otro lado Daniel Levitin en su libro “The Organized Mind: Thinking Straight in the Age of Information Overload” (Mente organizada: pensar bien en la era de un exceso de información), explica que la sobre estimulación del cerebro, causa una cierta fatiga mental y problemas para pensar, por lo cual el cerebro busca la manera de distraerse y no centrarse en la labor que tiene por delante.

De acuerdo a Moreno M. L. (2014) los siguientes son los pasos a tener en cuenta para implementar este modelo en clase:

- 1.- Selecciona o elabora el material que vas a compartir con tus alumnos para que estudien las lecciones (presentaciones, documentos, vídeos, audio, etc...)
- 2.- Elige el medio o plataforma por donde le vas a hacer llegar esta información (web propia, google drive, youtube, facebook, twitter, etc...)
- 3.- Junto con el material seleccionado elabora algún tipo de cuestionario para conocer el grado de asimilación de los conceptos (google forms, kahoot, socrative, etc...)
- 4.- Prepara algún tipo de trabajo práctico relacionado con el tema para debatir en clase, detectar dudas o lagunas en el contenido y afianzar conceptos.

Aprendizaje basado en problemas

Adele Diamond profesora de Neurociencia cognitiva de la Universidad British Columbia de Canadá, sostiene que si no vinculamos el aprendizaje a situaciones reales, si no tenemos en cuenta los intereses del alumnado, sus conocimientos previos, si no los hacemos cooperar, difícilmente los vamos a motivar. Para lo cual es importante fomentar la creatividad vincular los aprendizajes a situaciones reales, utilizar actividades que no están ligadas a ninguna disciplina concreta, que nos permiten ir trabajando la creatividad.

Como su nombre indica se debe resolver un problema y son los alumnos los que tienen el reto de encontrar la solución. Lo harán trabajando en equipo, buscando y recopilando información mientras el maestro tiene el papel de guiarles. Además, un aspecto importante a nivel educativo es que este método favorece a motivarles a querer aprender, ya que cuando los alumnos encuentran la solución surgen otras incógnitas que querrán resolver.

Para aplicar el aprendizaje basado en problemas en el aula Amador M. G. (2020) nos presenta los siguientes puntos:

- Adaptar el espacio de trabajo para facilitar la cooperación y la autonomía de los alumnos a la hora de trabajar.

- El maestro debe asegurarse de que “los conocimientos que poseen les ayudarán a construir los aprendizajes que se pondrán a prueba con el problema que vamos a plantear”.

- Según el tipo de problema que se plantee se marcará un tiempo determinado para encontrar la solución.

- Los alumnos deben tener la oportunidad de disponer de tutorías que les servirán para resolver dudas y, además, estas consultas te servirán para saber la información que tienen los alumnos y cómo avanzan en la resolución del problema.

- Cuando se creen los grupos de trabajo puedes establecer roles entre los diferentes miembros para facilitar el trabajo en equipo.

Ingeniería inversa

Esquilin I. (2020) tomando como base estudios del doctor Michael Prince, experto en metodologías de aprendizaje activo, y profesor de ingeniería química de la Universidad de Bucknell, considera que la ingeniería inversa se puede aplicar a la educación, lo anterior debido a que esta metodología se lleva a cabo con el objetivo de obtener información o un diseño a partir de un producto, con el fin de determinar ¿cuáles son sus componentes?, ¿de qué manera interactúan entre sí? y ¿cuál fue el proceso de fabricación?

La relación consiste en que las aportaciones neurocientíficas, nos han revelado cuales son los componentes que necesitamos estudiar en el proceso de aprendizaje, que en este caso sería nuestro producto ya elaborado. Lo que se busca no es enseñar para aprender, si no analizar que paso cuando ya se aprendido.

Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), es un modelo de enseñanza que tiene en cuenta la diversidad del alumnado, y cuyo objetivo es lograr una inclusión efectiva, minimizando así las barreras físicas, sensoriales, cognitivas y culturales que pudieran existir en el aula. Por medio de la creación y desarrollo de un Entorno Personal de Aprendizaje (PLE) propio; se trata de una visión humanista de la educación, recordando que todos somos diferentes y únicos.

DUA se sienta con tres principios, que son las bases del enfoque y en torno a ellos se construye el marco práctico para llevarlo a las aulas.

Principio I. Proporcionar múltiples formas de representación de la información y los contenidos (el qué del aprendizaje), ya que los alumnos son distintos en la forma en que perciben y comprenden la información.

Principio II. Proporcionar múltiples formas de expresión del aprendizaje (el cómo del aprendizaje), puesto que cada persona tiene sus propias habilidades estratégicas y organizativas para expresar lo que sabe.

Principio III. Proporcionar múltiples formas de implicación (el porqué del aprendizaje), de forma que todos los alumnos puedan sentirse comprometidos y motivados en el proceso de aprendizaje.

Ingeniería didáctica

De acuerdo a Artigue, M. (1995) es una forma de trabajo didáctica, equiparable con el trabajo del ingeniero, quien para realizar un proyecto determinado, se basa en los conocimientos científicos de su dominio y acepta someterse a un control de tipo científico. Sin embargo, al mismo tiempo, se encuentra obligado a trabajar con objetos nuevos más complejos que los objetos depurados por la ciencia.

Vides S. E. & Rivera J. A. (1995) plantean las siguientes fases para la implementación de esta metodología:

1.- Diseñar una secuencia de enseñanza, después de un estudio inicial, caracterizado por una revisión epistemológica, cognitiva y didáctica del concepto estadístico, basada en el uso de ordenadores, resolución de problemas, trabajo cooperativo y en grupo y, describir el cambio que producen estos en el significado de los conceptos estadísticos a los estudiantes (Análisis preliminares).

2.- Realizar una primera revisión de la secuencia didáctica en un grupo determinado de alumnos, dentro de situaciones de aula en cursos de Estadística (Análisis a priori).

3.- Construir instrumentos de indagación adaptados a la naturaleza del curso de Estadística propuesto. Estos permitirán recoger el significado construido por los alumnos al finalizar el mismo; es decir, analizar el conjunto de datos recogidos tales como las observaciones realizadas de las secuencias de enseñanza y las producciones de los alumnos (Experimentación).

4.- Análisis de los resultados de la experimentación (Análisis a posteriori). Comparar los resultados del análisis a priori y a posteriori (Validación de la ingeniería).

Referencias

Armstrong T. (2012). NEURODIVERSITY in the Classroom. Strength-Based Strategies to Help Students with Special Needs Succeed in School and Life. ASCD

Blakemore, S. & Frith U. (2007). Como aprende el cerebro, las claves para la educación. Editorial Ariel.

Garrido, M. (2009). Neurociencias y educación: Guía práctica para padres y docentes. MAGO editoriales.

Howard-Jones, P. A. & K. Fenton (2011). "The need for interdisciplinary dialogue in developing ethical approaches to neuroeducational research".

Jensen, E. (1998). Teaching with the brain in mind. Alexandria, Virginia: Association of Supervision and Curriculum Development.

Moravcová, L. & Madarová, L. (2016). "Neurodidactics and its utilization in the field of language teaching". The Agri-food Value Chain: Challenges for Natural Resources Management and Society: International Scientific Days. Nitra: Slovak University of Agriculture.

Nummela-Caine, R. & G. Caine (1998). Building a bridge between the Neurosciences and Education: Cautions and Possibilities: Brain-based education. NASSP Bulletin, 82.

Ortiz T. A. (2018). Neurociencia en la escuela, HERVAT: investigación neuroeducativa para la mejora del aprendizaje. SM.

Uttal, W. R. (2014). The Psychobiology of Mind. Nueva York: Psychology Press.

Fuentes electrónicas

Amador M. G. (16 de septiembre de 2020). "¿Qué es el aprendizaje basado en problemas?" [Blog] Recuperado de <https://spain.minilandeducational.com/school/que-es-aprendizaje-basado-en-problemas-abp>

Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. Grupo editorial iberoamericana. <http://funes.uniandes.edu.co/676/1/Artigueetal195.pdf>

Bueno D. (12 de septiembre de 2019). ¿Cómo hacer un aprendizaje más contextualizado o más transversal? [Blog] Recuperado de

<https://webdelmaestrocmf.com/portal/como-hacer-un-aprendizaje-mas-contextualizado-o-mas-transversal/>

CAST (Center for Applied Special Technology) (2011). Universal Design for Learning guidelines version 2.0. Wakefield, MA: Author. Traducción al español versión 2.0 (2013): Alba Pastor, C., Sánchez Hípola, P., Sánchez Serrano, J. M. y Zubillaga del Río, A. Pautas sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Texto completo (versión2.0).

http://www.udlcenter.org/sites/udlcenter.org/files/UDL_Guidelines_v2.0full_espanol.dox

Campos, A. L. (Junio 2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. La educación digital. Volumen (143). Recuperado de

http://www.educoea.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_143/articles/neuroeducacion_EN.pdf

Esquilin I. (14-15 de agosto de 2020). II Congreso latinoamericano de neuroeducacion [Discurso principal] La neuroeducacion:¿la pieza faltante de la reforma educativa?

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Y7TxCZInwiM>

Lobato P. (24 de enero de 2018). “¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE COOPERATIVO? DEFINICIÓN Y ELEMENTOS ESENCIALES” [Blog] Recuperado de <https://edintech.blog/2018/01/24/aprendizaje-cooperativo-definicion-elementos-esenciales/>

Moll S. (05 de junio de 2014). “Gamificación: 7 claves para entender qué es y cómo funciona” [Blog] Recuperado de <https://justificaturespuesta.com/gamificacion-7-claves-para-entender-que-es-y-como-funciona/>

Nieto A. B. (18 de Agosto 2017). No presuma de poder hacer muchas cosas a la vez, no se puede. El Diario. Recuperado de <https://eldiariiony.com/2017/08/18/no-presuma-de-poder-hacer-muchas-cosas-a-la-vez-no-se-puede/>

Poscio P. (30 de octubre de 2019). "Conviértete en CRAC" [Blog] Recuperado de <https://hundred.org/en/innovations/become-a-c-r-a-c#e8fce11d>

Rosler R. (30 de septiembre de 2014). "Clases cerebralmente amigables para que sus alumnos recuerden lo que usted les enseña (primera parte)" [Blog] Recuperado de <https://asociacioneducar.com/clases-cerebralmente-amigables-1>

Rosler R. (10 de noviembre de 2014). "Clases cerebralmente amigables para que sus alumnos recuerden lo que usted les enseña (segunda parte)" [Blog] Recuperado de <https://asociacioneducar.com/clases-cerebralmente-amigables-2>

Rosler R. (27 de noviembre de 2014). "Clases cerebralmente amigables para que sus alumnos recuerden lo que usted les enseña (tercera parte)" [Blog] Recuperado de <https://asociacioneducar.com/clases-cerebralmente-amigables-3>

Rosler R. (16 de diciembre de 2014). "Clases cerebralmente amigables para que sus alumnos recuerden lo que usted les enseña (cuarta parte)" [Blog] Recuperado de <https://asociacioneducar.com/clases-cerebralmente-amigables-4>

Vides S. E. & Rivera J. A. (1995). La ingeniería didáctica en el proceso y enseñanza de la estadística. Revista omnia. <https://www.redalyc.org/pdf/737/73743366007.pdf>

www.educaciontrespuntocero.com (18 de septiembre de 2020). "¿Qué es la gamificación y cuáles son sus objetivos?" [Blog] Recuperado de <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/gamificacion-que-es-objetivos/>

www.escueladeexperiencias.com (13 de marzo de 2018). "Qué es un escape room y cómo integrarlo en el aula" [Blog] Recuperado de <https://escueladeexperiencias.com/escape-room-en-el-aula/>

Nivel de conocimiento, percepción y prácticas de la ciencia Mente, Cerebro y Educación entre los maestros de matemáticas de k-12

Jacqueline Gómez Rodríguez

El propósito de esta investigación fue obtener una mejor comprensión del nivel de conocimiento, percepción y prácticas de la ciencia Mente, Cerebro y Educación entre 110 maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en la región central de Puerto Rico. Además, establecer la relación entre el nivel de conocimiento y práctica de los maestros seleccionados como muestra.

Esta investigación sigue un diseño de tipo transaccional descriptivo correlativo. Para recopilar los datos, se utilizó una versión al español del cuestionario BBLSQ, creado por Klinek (2009) y adaptado por Ridley (2012). La estadística descriptiva de la escala de conocimiento, percepción y prácticas proveyó evidencia que apoya las siguientes conclusiones: (1) Los maestros de matemáticas participantes no conocen los beneficios del aprendizaje basado en el funcionamiento del cerebro en el aprovechamiento académico de los estudiantes y sus centros de trabajo no le ofrecen el desarrollo profesional que necesitan, ni promueven este enfoque. (2) La mayoría de los maestros de matemáticas participantes tienen una alta percepción sobre el aprendizaje basado en el funcionamiento del cerebro, pero tienen poco conocimiento sobre este enfoque. (3) Debido al poco conocimiento, los maestros de matemáticas participantes se sienten limitados al implementar el aprendizaje basado en el funcionamiento del cerebro, por lo que existe una brecha entre el nivel de percepción de los maestros y la habilidad para implementar las estrategias basadas en el funcionamiento del cerebro en la sala de clases. (4) Los maestros necesitan mayor desarrollo profesional sobre este enfoque y cómo poder implementarlo en la sala de clases.

El índice estadístico del coeficiente de correlación de Pearson utilizado para analizar la relación entre el nivel de conocimiento y el nivel de prácticas del aprendizaje basado en el funcionamiento del cerebro proveyó evidencia para apoyar las siguientes conclusiones: (1) Existe una relación positiva, estadísticamente significativa, entre las escalas del nivel de

conocimiento y el nivel de prácticas. (2) Si los maestros de matemáticas tienen un nivel alto de conocimiento sobre el aprendizaje basado en el funcionamiento del cerebro, estarán más propensos a utilizar estas estrategias en la sala de clases.

Introducción

Antecedentes del Problema

Uno de los grandes retos en el campo educativo es mejorar la calidad de la educación. Los maestros, como agentes principales en esta faena, buscan diseñar experiencias de aprendizaje que no solo faciliten un mejor aprovechamiento académico de los estudiantes, sino que favorezcan que el aprendizaje perdure durante todas sus vidas. Sin embargo, las legislaciones del gobierno, han obligado a los educadores, aún de instituciones privadas, a concentrar sus esfuerzos alrededor de un conjunto ordenado de directrices que enmarcan objetivos específicos para que los estudiantes memoricen y apliquen en pruebas estandarizadas de selección múltiple (Fitazgerald, 2008). Esto es lamentable, ya que centrar la enseñanza alrededor del dominio de estas pruebas, dificulta la creación de ambientes de aprendizaje óptimos alineados con las mejores prácticas didácticas que promuevan el aprendizaje duradero (Bowen, 2011). Además, esta tendencia de enseñar con las pruebas estandarizadas en mente, sacrifica las experiencias del aprendizaje significativo (Tokuhama-Espinosa, 2010).

La estadística de los resultados de las pruebas estandarizadas que se administran en las escuelas privadas justifican la necesidad de demarcar estrategias de transformación del sistema de educación privada de Puerto Rico. Aún cuando estos resultados son más alentadores que los del sector público, no demuestran el crecimiento que se espera a través de los años. Estas estadísticas resultan alarmantes si se considera que el desarrollo de las competencias en matemáticas son esenciales para el funcionamiento de los individuos en la vida diaria, así como también para alcanzar el éxito en el mundo laboral. De hecho, investigadores han concluido que las habilidades tempranas de las destrezas matemáticas son uno de los mejores predictores del éxito escolar futuro (Ducan et al, 2007).

La nueva ciencia de la enseñanza y el aprendizaje conocida como Mente, Cerebro y Educación (de ahora en adelante, ciencia MCE) propone unos postulados individuales del aprendizaje, unos principios universales y unas guías didácticas con el fin de mejorar las prácticas pedagógicas fundamentadas en las investigaciones científicas sobre cómo aprende el cerebro y cómo se debe enseñar (Tokuhamas-Espinosa, 2010). Este nuevo paradigma tiene como meta establecer el entendimiento de las relaciones dinámicas entre cómo aprendemos, cómo enseñamos, cómo el cerebro construye la nueva información, y cómo el cerebro organiza y procesa la información para alinear el aprendizaje y la enseñanza con cómo los seres humanos biológicamente organizan el aprendizaje (Tokuhamas- Espinosa 2008). Los hallazgos en las investigaciones sobre el aprendizaje basado en el cerebro apuntan hacia la importancia de promover ambientes de aprendizaje diseñados de acuerdo a cómo el cerebro aprende para que el proceso de enseñanza sea efectivo y permanente (Jensen E. P., 2008). Esto requiere que los maestros se familiaricen con las investigaciones científicas al respecto. Es un desafío aún mayor para el maestro el promover el aprendizaje duradero de los estudiantes a través de actividades de enseñanza en materias cuyas destrezas son cada vez más complejas, como es el caso de las matemáticas.

La comprensión de cómo el cerebro aprende podría proporcionar a los maestros otra vía para diseñar ambientes de aprendizaje que faciliten el desarrollo y dominio de destrezas matemáticas. Según Hook y Farah (2012), entre las cuestiones éticas planteadas con relación al aprendizaje basado en el cerebro está la vulnerabilidad de los maestros a la desinformación en relación con la neurociencia y su importancia de prácticas en el salón de clases. Los maestros están ansiosos por ensayar métodos innovadores que mejoren el aprendizaje de los estudiantes, pero carecen de formación científica necesaria para evaluar e implementar los métodos del aprendizaje basados en el cerebro. Esto sugiere una brecha entre la teoría y la práctica. Esta brecha podría dejar a los maestros susceptibles a promesas irreales sobre el potencial de la neurociencia en la educación, o peor aún, a generar en ellos una percepción negativa ante una disciplina que puede ofrecer nuevas rutas para aumentar el éxito académico (Hook & Farah, 2012). Debido a que la percepción y las creencias de los

maestros están relacionadas con sus prácticas didácticas, es necesario fortalecer el conocimiento del aprendizaje basado en el cerebro entre los maestros de matemáticas (Tsai, 2006).

Planteamiento del problema

Un gran número de investigaciones coloca de manifiesto la importancia de considerar los factores cognitivos y afectivos para entender el aprovechamiento académico de los estudiantes. Los educadores no sólo deben considerar el aprendizaje de las matemáticas en términos de conceptos, procedimientos, planes de estudio y metodología, sino también en términos de las emociones y ansiedades infantiles.

Los estudiantes con habilidades matemáticas pueden no ejecutar de acuerdo a su capacidad debido a la ansiedad matemática. Según Trezise and Reeve (2014), esto es así, ya que la ansiedad o preocupación excesiva puede reducir los recursos de las funciones ejecutivas del cerebro. Por otro lado, la capacidad de minimizar el efecto de la ansiedad es mayor en los individuos con más capacidad en las funciones ejecutivas del cerebro. Ramírez, Gunderson, Levine & Beilock (2013) sostienen que la identificación temprana y el tratamiento de la ansiedad matemática es importante porque estas ansiedades pueden agravarse y, finalmente, llevar a los estudiantes con mayor potencial (es decir, aquellos con mayor función operativa) a evitar los cursos de matemáticas y opciones de carreras relacionadas con las matemáticas.

Los estudiantes que tienen dificultad con las matemáticas durante los primeros años, continúan teniéndola en los años siguientes (Sousa, 2008; Isaacs, 2012). Más allá del entorno escolar, la ansiedad matemática está asociada con errores de cálculos en la administración de medicamentos de parte de enfermeras, por ofrecer un ejemplo (McMullan, Jones & Lea, 2012). Por esta razón, es imprescindible considerar todas las investigaciones científicas que están impactando positivamente las prácticas educativas.

Propósito de la investigación

El propósito de esta investigación fue: (a) obtener una mejor comprensión del nivel de conocimiento, percepción y prácticas de la ciencia MCE, conocida comúnmente como aprendizaje basado en el cerebro entre los maestros de matemáticas de K-12 de escuelas privadas en la región central de Puerto Rico y (b) establecer la relación entre el nivel de conocimiento y práctica de los maestros de matemáticas de K-12 de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro. En la revisión de literatura, en Puerto Rico las investigaciones relacionadas a las estrategias del aprendizaje basado en el cerebro son limitadas; más aún, con relación a la nueva ciencia MCE. Esta investigadora no encontró investigaciones en Puerto Rico. Por esta razón, este estudio inició una recopilación de datos sobre la conciencia del maestro en el proceso de aprendizaje con el fin de dirigir las necesidades futuras de formación de maestros sobre la manera de lograr un mejor aprovechamiento académico de los estudiantes en las matemáticas a través del aprendizaje basado en el cerebro.

Preguntas de investigación

Las siguientes preguntas sirvieron de guía en el desarrollo de la investigación:

1. ¿Cuál es el nivel de conocimiento de los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro?
2. ¿Cuál es el nivel de percepción de los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro?
3. ¿Cuál es el nivel de práctica de los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro?

4. ¿Cuál es la relación del nivel de conocimiento y el de práctica del aprendizaje basado en el cerebro en los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico?

Las destrezas de solución de problemas de la vida diaria están muy relacionadas con las matemáticas. Estudios conducidos por más de 60 años han provisto de evidencia sólida sobre los beneficios de enseñar las matemáticas para la comprensión (Pellegrino & Hilton, 2012). Según resume Silver y Mesa (2011), la enseñanza de las matemáticas se ha definido como instrucción auténtica, instrucción ambiciosa, instrucción de alto orden, instrucción de solución de problemas, entre otras definiciones.

Otros estudios relacionados indican que los estudiantes que no han logrado tomar cursos avanzados en matemáticas y ciencias tienen menos probabilidad de iniciar y completar grados universitarios (Attawell & Domina, 2008). Por otra parte, las investigaciones sobre el particular muestran que exponerse a las matemáticas en edades tempranas aumenta la habilidad del lenguaje oral, incluyendo vocabulario, inferencia, independencia y complejidad gramatical (Sarama, Lange, Clements & Wolfe, 2012). En conclusión, dada la importancia de esta asignatura para el éxito académico en todas las materias, todos los niños necesitan robustecer el conocimiento matemático desde los primeros años. Por tal motivo, el bajo aprovechamiento académico en las matemáticas es un problema que merece la propuesta de soluciones y un esfuerzo sostenido que asegure y establezca una mejor calidad de enseñanza y aprendizaje.

En cuanto al mundo laboral, se evidencia que existe una estrecha correlación entre la educación, la empleabilidad y el salario (OECD, 2013). Según las estadísticas los jóvenes mejores preparados tienen mayores probabilidades de obtener empleo y los mejores salarios. Una vez en los empleos, tanto para las mujeres como para los hombres, la precocidad en las habilidades matemáticas en las etapas tempranas de la vida, podrían predecir las futuras contribuciones creativas y el liderazgo en roles ocupacionales de gran importancia (Lubinski, Benbow & Kell, 2014).

Sin embargo, los índices académicos en las pruebas tanto estatales como federales reflejan que estamos lejos de aumentar el aprovechamiento académico de todos los estudiantes. Por un lado, las instituciones educativas proponen un esfuerzo sostenido que asegure y establezca estándares más rigurosos en las matemáticas, y por otro lado la mayoría de los estudiantes ejecutan bajo promedio en esta asignatura. Los índices de aprovechamiento académicos y los resultados de las pruebas estandarizadas se han utilizado tradicionalmente como indicadores de éxito académico.

Este estudio siguió un diseño de investigación cuantitativo no experimental, ya que utilizó, para responder las preguntas del estudio, la recopilación de datos a través de un instrumento, analizando y utilizando procedimientos estadísticos sin manipulación deliberada de variables (Creswell, 2014). Por otro lado, la investigación siguió un diseño de tipo transaccional descriptivo, ya que la recopilación de datos se llevó a cabo en un solo momento con el fin de describirlas y analizar su incidencia e interrelación en ese tiempo único (Hernández-Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2013).

Este estudio sigue un diseño de tipo transaccional descriptivo, ya que se describió las características de los maestros de matemáticas de K-12 de las escuelas privadas de la región central de Puerto Rico en cuanto a su conocimiento, percepción y práctica del aprendizaje basado en el cerebro de acuerdo a la ciencia MCE. Además, su diseño fue correlativo, ya que intentó determinar cuál es la relación entre el conocimiento y las prácticas del aprendizaje basado en el cerebro, pero sin pretender precisar o analizar relaciones causales (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista-Lucio, 2013).

La población de esta investigación son los maestros de matemáticas de los grados kindergarten a duodécimo grado de las escuelas privadas en Puerto Rico. Debido a la falta de estadística, determinar el número exacto de la población resultó complejo. Se estimó que aproximadamente cerca de 5,823 maestros pudo estar enseñando matemáticas en Puerto Rico durante el año 2014-2015.

El tipo de muestra de esta investigación fue una no probabilística debido a que su selección no dependió de la probabilidad, sino de las características establecidas en el estudio y la disponibilidad de los participantes. La investigadora se basó en la técnica de muestreo de conveniencia para reunir la información de los maestros. También se utilizó el método de muestreo de “bola de nieve”, ya que algunos sujetos que participaron de la investigación refirieron a otros participantes de acuerdo a las características de la muestra. Se invitó a participar a todos los maestros que cumplieran con las características bajo estudio.

El método para recopilar los datos fue a través de una versión ligeramente modificada del cuestionario original diseñado por Klinek (2009) titulado en inglés *Brain-Based Learning Survey Questionnaire*, de ahora en adelante, BBLSQ. La modificación de BBLSQ la llevó a cabo Ridler (2012) para adaptarlo a la población de maestros de kindergarten a duodécimo grado, ya que el cuestionario original iba dirigido a profesores universitarios. La consistencia interna de ambas versiones fue probada para las escalas de conocimiento, percepción y prácticas por sus respectivas investigadoras.

Esta investigadora procedió a solicitar y obtener la autorización tanto de Klinek y Ridley para modificar, traducir y administrar el instrumento adaptado a maestros del kindergarten a duodécimo grado en Puerto Rico (La traducción del instrumento del inglés al español fue realizada utilizando la técnica de traducción y retraducción o traducción a la inversa para obtener una versión preliminar en español del instrumento).

Además, se llevó a cabo modificaciones mínimas al cuestionario de Ridley (2012) que respondieron a la necesidad de adaptarlo a la población de la presente investigación. La primera sección del cuestionario incluyó seis reactivos demográficos: género, edad, años de experiencia, nivel que enseña, certificado que posee y cuál es el grado académico alcanzado. Estos datos sólo tuvieron el propósito de levantar un perfil de la muestra de la investigación.

La segunda parte incluyó 34 preguntas utilizadas para describir a los participantes en cuanto a su conocimiento, percepción y prácticas del aprendizaje basado en el cerebro en una escala de tipo *Likert* de Extremadamente de acuerdo (5 puntos) a Extremadamente en desacuerdo (1 punto) y de Siempre (5 puntos) a Nunca (1 punto). Previo a la sección de preguntas, se incluyó en el cuestionario definiciones del aprendizaje basado en el cerebro según Jensen (2008) y Tokuhami-Espinosa (2010). Esta sección del cuestionario se dividió en tres categorías: (1) conocimiento-10 reactivos, (2) percepción-10 reactivos y (3) prácticas-14 reactivos.

Cada escala (conocimiento, percepción y prácticas) tenían preguntas redactadas a la inversa (*reverse-keyed*) para prevenir el sesgo de aquiescencia o asentimiento. Además, se incluyó 12 ítems desarrollados por Cline et al. (2005), así como también la mayoría de los métodos didácticos endosados por Tate (2010), ya que están validados por las investigaciones y alineados a las estrategias fundamentadas en el aprendizaje basado en el cerebro. Esta investigadora se aseguró de que el instrumento sirviera para responder a las preguntas de investigación que son foco de este estudio.

Para determinar la confiabilidad y validez del instrumento, la traducción, adaptación cultural y validación del cuestionario se llevó a cabo en tres etapas. En primer lugar, un experto en traducción del inglés al español y viceversa, llevó a cabo la traducción directa del cuestionario del idioma original (inglés) al español. Luego, un segundo experto llevó a cabo una traducción inversa del instrumento del español al inglés. Finalmente, la investigadora evaluó la equivalencia de ambas versiones y consolidó las traducciones con el fin de producir la versión preliminar en español que fue implementada en el estudio piloto.

Se utilizó el programa *Statistical Package for the Social Sciences*, de ahora en adelante SPSS, para realizar el análisis de los datos obtenidos en los cuestionarios con el fin de determinar el poder de discriminación de cada reactivo, la validez interna a través del alfa *Cronbach* y la validez de constructo, que ofrece el análisis factorial para evaluar la concordancia de las dimensiones con la versión original. Se analizó los resultados del pilotaje para la validación del cuestionario.

La escala de Conocimiento mostró un valor alfa *Cronbach* de ($\alpha = 0.903$) lo que significa que esta escala es sumamente confiable. La escala de Percepción también mostró buena confiabilidad con un valor alfa *Cronbach* de ($\alpha = 0.877$). La escala de Prácticas mostró un valor de alfa *Cronbach* de 0.724 lo cual es aceptable.

La selección de las escuelas que participaron en esta investigación se hizo por conveniencia de la investigadora, según la localización física. Los maestros fueron contactados a través de los directores de las escuelas seleccionadas.

La muestra incluyó a maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de las escuelas privadas de la región central de Puerto Rico. El tamaño de la muestra fue de un total de 110 participantes.

Los datos de los cuestionarios fueron analizados y tabulados utilizando el programa SPSS. La información demográfica se utilizó para describir las características de la población. Además, se utilizaron estadísticas descriptivas, tales como frecuencia, porcentaje, medidas de tendencia central (moda, mediana y media) y medidas de dispersión (rango, desviación media, desviación estándar y varianza) para determinar patrones y tendencias en la investigación.

Se utilizaron múltiples procedimientos de análisis para responder las preguntas de investigación. Para estimar parámetros, se realizó el análisis estadístico inferencial paramétrico, ya que esta investigación no pretendía formular ni probar hipótesis. Se utilizó una estadística descriptiva para explicar los resultados a través de las medidas de tendencia central y de dispersión (Mertler & Charles, 2010). Se computó el Coeficiente de Correlación de Pearson para determinar cualquier relación estadísticamente significativa entre el nivel de conocimiento y el nivel de práctica del aprendizaje basado en el cerebro en los maestros de matemáticas de K-12 de las escuelas privadas y cuán vinculadas estuvieron ambas categorías (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista-Lucio, 2013). Además, se determinó la consistencia interna de cada una de las escalas a través del coeficiente *alfa Cronbach*.

De acuerdo a las recomendaciones para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach, el cuestionario utilizado confirmó su confiabilidad en cada una de las escalas, alcanzando unos buenos valores (George y Mallery, 2003). La escala de Conocimiento mostró un valor alfa *Cronbach* de ($\alpha = 0.791$) lo que significa que esta escala mostró una buena confiabilidad. La escala de Percepción también mostró buena confiabilidad con un valor alfa *Cronbach* de ($\alpha = 0.764$). La escala de Prácticas mostró un valor de alfa *Cronbach* de 0.805 lo cual significa, también, una buena confiabilidad.

Para levantar un perfil de la muestra, se incluyó seis preguntas demográficas: (1) Género; (2) Edad; (3) Años de experiencia; (4) Nivel que enseña; (5) Tipo de certificación que posee; (6) y Grado académico más alto alcanzado. La población consistió 85 (77.3%) femenino y 25 (22.7%) masculino. Un total de 28 participantes (25.5%) eran menores de 36 años, mientras que 51 participantes (46.3%) reportó una edad de 36 a 50 años. Un total de 31 participantes (28.1%) reportaron edades de 51 años o más. Los participantes, además, reportaron sus años de experiencia docente. Un total de 32 participantes (29.1%) tenían 20 o más años de experiencia, mientras que 24 (21.8%) reportó haber enseñado por 5 a 10 años. Unos 20 maestros (18.2%) llevaban enseñando por 16 a 20 años y 18 participantes (16.4%) reportó tener menos de 5 años de experiencia. Sólo 16 maestros (14.5%) indicaron haber enseñado por 11 a 15 años. En cuanto al nivel en que enseñaban, 39 participantes (35.5%) indicaron que enseñaban en el nivel elemental, 30 (27.3%) en el nivel intermedio y 41 (37.3%) en el nivel superior. Dentro de las preguntas demográficas, los participantes indicaron el tipo de certificación que poseían. Un total de 39 participantes (35.5%) indicaron tener un certificado vitalicio, mientras que 51 (46.4%) indicaron tener certificación regular. Diecisiete participantes (15.5%) indicaron tener un certificado provisional, mientras que 2 (1.8%) indicaron no poseer una certificación para enseñar. En esta pregunta, uno de los participantes se abstuvo a contestar. Finalmente, en cuanto al nivel académico de los participantes, 3 (2.7%) indicaron haber completado un doctorado, 41 (37.3%) completaron un grado de maestría y 63 (57.3%) indicaron haber completado un bachillerato. Dos (1.8%) participantes indicaron haber alcanzado un grado asociado y uno (0.9%) no respondió a la pregunta.

Cuatro preguntas sirvieron de guía para dirigir esta investigación con propósito de determinar el nivel de conocimiento, percepción y prácticas del aprendizaje basado en el cerebro. Se utilizó estadística descriptiva para analizar los datos con el fin de reportar hallazgos con relación a las escalas de conocimiento, percepción y prácticas en el cuestionario BBLSQ, versión al español.

Pregunta 1. ¿Cuál es el nivel de conocimiento de los maestros de matemáticas K-12 de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro?

La escala de conocimiento se analizó determinando la frecuencias y porcentajes con respecto al conocimiento de los maestros sobre el aprendizaje basado en el cerebro, apoyados en las respuestas a un total de 10 preguntas. A las primeras seis preguntas los participantes respondieron utilizando la escala de extremadamente en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), ni de acuerdo ni en desacuerdo (3), de acuerdo (4) o extremadamente de acuerdo (5).

De los 110 participantes en el estudio, 13 (11.8%) indicaron estar extremadamente de acuerdo a la pregunta, si estaban familiarizados con investigaciones y hallazgos de la neurociencia relacionadas con el aprendizaje basado en el cerebro, 28 (25.5%) estuvieron de acuerdo, 41 (37.3%) ni de acuerdo ni en desacuerdo, 16 (14.5%) estuvieron en desacuerdo y 10 (9.1%) indicaron estar extremadamente en desacuerdo. Dos participantes se abstuvieron a contestar. A la pregunta: “Tengo suficiente conocimiento sobre cómo aprende el cerebro”, 5 (4.5%) contestaron estar extremadamente de acuerdo, 28 (25.5%) de acuerdo, 46 (41.8%) ni de acuerdo ni en desacuerdo, 22 (20%) en desacuerdo y 8 (7.3%) extremadamente en desacuerdo. Un participante se abstuvo de contestar. Sin embargo, 39 (35.5%) maestros indicaron que estaban extremadamente de acuerdo en que sentían la necesidad de recibir desarrollo profesional adecuado sobre el aprendizaje basado en el cerebro. Cincuenta (45.5%) respondió de acuerdo, 18 (16.4%) respondió ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2 (1.8%) respondió estar en desacuerdo y 1 (0.9%) respondió extremadamente en desacuerdo con relación a esta pregunta.

Se les preguntó a los maestros si estaban conscientes de los beneficios de implementar múltiples estrategias de aprendizaje en sus prácticas educativas. Sesenta (54.5%) indicaron estar extremadamente de acuerdo y 40 (36.4%) indicaron que estaba de acuerdo. Nueve maestros (8.2%) y 1 (0.9%) indicaron estar en desacuerdo y extremadamente en desacuerdo, respectivamente. A su vez, se le preguntó si utilizaban múltiples formas de avalúo tomando en cuenta que los estudiantes aprenden de manera diferentes, a lo que 54 (49.1%) respondió estar extremadamente de acuerdo y 38 (34.5%) indicaron estar de acuerdo, 15 (13.6%) indicaron ni de acuerdo ni en desacuerdo y 3 (2.7%) indicaron estar en desacuerdo. Nadie respondió estar extremadamente en desacuerdo. Con relación a si tenían conocimiento sobre los beneficios de proveer a los estudiantes retroalimentación a tiempo y sin críticas, a lo que 51 (46.4%) participantes indicaron estar extremadamente de acuerdo y 38 (34.5%) indicaron estar de acuerdo 14 (12.7%) indicaron estar ni de acuerdo ni en desacuerdo, 6 (5.5%) indicaron estar en desacuerdo y 1 (0.9%) indicó estar extremadamente en desacuerdo.

Los siguientes cuatro reactivos dentro de la escala de conocimiento en el cuestionario fueron diseñados para que los participantes indicaran la frecuencia con la que asistían a talleres o conferencias sobre el aprendizaje basado en el cerebro, leían artículos de revistas, libros o publicaciones profesionales o buscaban asesoramiento con sus colegas sobre la implementación de estrategias de aprendizaje basado en investigaciones. A estas preguntas, se le pidió que respondieran utilizando la siguiente escala: Nunca (1), Rara vez (2), Ocasionalmente (3), A menudo (4) o Siempre (5).

A los participantes se les pidió que indicaran si habían asistido a talleres y conferencias directamente relacionados a estrategias específicas sobre el aprendizaje del cerebro. Sobre esta pregunta, 25 (22.7%) indicaron que nunca, 33 (30%) indicaron rara vez y 32 (29.1%) indicaron ocasionalmente. Catorce maestros (12.7%) respondieron A menudo y sólo 6 (5.5%) de los participantes respondieron que siempre asistían a talleres y conferencias sobre el aprendizaje basado en el cerebro. A la pregunta sobre su asistencia a actividades sobre el aprendizaje basado en el cerebro ofrecida por la escuela, 36 (32.7%) respondieron nunca, 24 (21.8%) respondieron rara vez y 23 (20.9%) respondieron

ocasionalmente. Quince maestros (13.6%) indicaron a menudo y sólo 12 (10.9%) indicaron que siempre asisten a actividades de desarrollo profesional en sus escuelas sobre el aprendizaje basado en el cerebro. Cuando se les preguntó a los participantes si realizaban lecturas en revistas, libros y publicaciones profesionales sobre el mejoramiento del aprendizaje estudiantil: 18 (16.4%) indicaron siempre, 34 (30.9%) indicaron a menudo y 36 (32.7%) indicaron ocasionalmente. Dieciséis maestros (14.5%) indicaron rara vez y sólo 6 (5.5%) indicaron que nunca hacían lecturas en revistas, libros y/o publicaciones profesionales sobre el aprendizaje basado en el cerebro.

Cuando se les preguntó a los participantes con relación a la frecuencia con que buscan asesoramiento con colegas sobre la implementación de una estrategia de aprendizaje basada en investigaciones: 10 (9.1%) indicaron siempre, 38 (34.5%) indicaron a menudo y 31 (28.2%) indicaron ocasionalmente. Sólo 8 (7.3%) indicaron que nunca buscaba asesoramiento con colegas sobre este particular, mientras que 22 (20%) indicaron rara vez.

Las puntuaciones de los 10 reactivos en la escala del nivel de conocimiento del aprendizaje basado en el cerebro se sumaron para generar estadísticas descriptivas. Se determinó la media, la mediana, la moda, la desviación estándar, la varianza y el rango. Dado a que el reactivo 10 estaba redactado a la inversa (*reverse-keyed*), al momento de realizar la estadística descriptiva, se invirtió la puntuación del ítem, transformamos o re-codificamos las respuestas para que las puntuaciones altas indicaran el nivel alto de conocimiento y las puntuaciones bajas indicaran niveles bajos del nivel de conocimiento.

De acuerdo a los resultados de este análisis se puede llegar a la siguiente interpretación descriptiva: Solamente 59 maestros (54%) sobrepasa el nivel promedio de la muestra de conocimiento del aprendizaje basado en el cerebro. Los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado que participaron de la investigación indicaron unos niveles medios en la escala de conocimiento sobre el aprendizaje basado en el cerebro, ya que la respuesta que más se repitió fue de 3.3 (ni de acuerdo ni en desacuerdo u ocasionalmente). Cincuenta por ciento de los maestros está por encima del valor de 3.30 y el restante 50% se sitúa por debajo de este valor. En promedio, los participantes se ubican

en 3.25 (ni de acuerdo ni en desacuerdo u ocasionalmente) en cuanto a su nivel de conocimiento del aprendizaje basado en el cerebro. Así mismo se desvían de 3.25, en promedio, 0.6078 unidad de la escala y se establece la variabilidad de la escala de conocimiento en 0.369, lo que demuestra que los datos se encuentran medianamente dispersos. Los hallazgos revelan que el 80% de los maestros sienten la necesidad de recibir desarrollo profesional sobre el aprendizaje basado en el cerebro y el 90% están concientes de los beneficios de implementar múltiples estrategias de aprendizaje en sus prácticas educativas. Según Ali, Ghazi, Shahzad & Khan (2010) explican que el aprendizaje basado en el cerebro y los ambientes que se generan en la implementación de esta metodología son efectivos para el aprovechamiento académico de los estudiantes. Tokuhama-Espinosa (2010; 2014) explica que el maestro debe estar consciente de los procesos de desarrollos envueltos en todas las facetas de aprendizaje para ser efectivos en la sala de clase. Ellos necesitan desarrollar cierto nivel de creatividad en el diseño de sus clases para desarrollar experiencias significativas.

Pregunta 2. ¿Cuál es el nivel de percepción de los maestros de matemáticas de K-12 de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro?

La escala de percepción se analizó determinando la frecuencias y porcentajes con respecto a la percepción del aprendizaje basado en el cerebro de los maestros, apoyado en las respuestas a un total de 10 preguntas. A las primeras siete preguntas los participantes respondieron utilizando la escala de extremadamente en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), ni de acuerdo ni en desacuerdo (3), De acuerdo (4) o extremadamente de acuerdo (5).

A la pregunta sobre si estarían dispuestos a integrar diversas estrategias de aprendizaje, si tuvieran más tiempo para hacerlo 69 (62.7%) contestaron extremadamente de acuerdo y 36 (32.7%) contestaron de acuerdo y 4 (3.6%) contestaron en desacuerdo. Sólo 1 maestro (0.9%) contestó que estaba extremadamente en desacuerdo con integrar diversas estrategias de aprendizaje. A la pregunta sobre si era importante para el maestro crear un ambiente multisensorial que rete a los estudiantes y le ofrezca bastante tiempo para hacer preguntas sobre el contenido de la clase, 59 (53.6%) indicaron estar

extremadamente de acuerdo, 44 (40%) de acuerdo, 5 (4.5%) en desacuerdo y 2 (1.8%) extremadamente en desacuerdo. Cuando se les preguntó a los maestros si creían que era importante entender los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes, 84 (78.4%) indicaron estar extremadamente de acuerdo, 20 (18.2%) indicaron estar de acuerdo, mientras que 4 (3.6%) indicaron estar en desacuerdo y 2 (1.8%) extremadamente en desacuerdo. Setenta y siete (70%) de los maestros indicaron estar extremadamente de acuerdo con la premisa de que los estudiantes deben tener oportunidades para construir su propio conocimiento mediante la solución de problemas, investigaciones, debates y escritura. Veintisiete (24.5%) indicaron estar de acuerdo con esta premisa y 6 (5.5%) ni de acuerdo ni en desacuerdo. Nadie respondió estar en desacuerdo ni extremadamente en desacuerdo. Un total de 76 (69.1%) de los participantes indicaron estar extremadamente de acuerdo con la idea de que el ambiente de los salones debe ser altamente retante y bajos en estrés para el estudiante. Veintiséis (23.6%) indicaron estar de acuerdo con esta premisa, mientras que 6 (5.5%) indicaron estar ni de acuerdo ni en desacuerdo y 2 (1.8%) en desacuerdo. Nadie respondió estar extremadamente en desacuerdo.

En el segundo reactivo redactado a la inversa (*reverse-keyed*) donde el maestro debía responder si el aprendizaje del cerebro ofrece muy poca información científica aplicable al aprendizaje en el salón de clases, 21 (19.1%) de los participantes indicaron que estaban extremadamente en desacuerdo con la premisa, 29 (26.4%) estaba en desacuerdo y 36 (32.7%) indicaron ni de acuerdo ni en desacuerdo. Quince (13.6%) maestros indicaron estar de acuerdo con la premisa. Sólo 6 (5.5%) indicaron estar extremadamente de acuerdo con la falta de aportación científica del aprendizaje basado en el cerebro aplicable a la sala de clases. Sin embargo, cuando se les preguntó si estarían más dispuestos a integrar el aprendizaje basado en el cerebro si conocieran más sobre el tema, 50 (45.5%) de los maestros indicaron estar extremadamente de acuerdo, 51 (46.4%) indicaron estar de acuerdo y 7 (6.4%) indicaron estar ni de acuerdo ni en desacuerdo. Dos (1.8%) indicaron estar en desacuerdo y nadie respondió estar extremadamente en desacuerdo. A la pregunta si entendían que implementaban el aprendizaje basado en el cerebro en su sala de clases, sólo 6 (5.5%) de los maestros indicaron estar extremadamente de acuerdo y 37 (33.6%)

indicaron estar de acuerdo. Cuarenta y cinco (40%) de los participantes indicaron estar ni de acuerdo ni en desacuerdo y 17 (15.5%) indicaron estar en desacuerdo. Cuatro (3.6%) de los maestros aceptaron categóricamente estar extremadamente en desacuerdo con la idea de estar implementando el aprendizaje basado en el cerebro en su salón de clases.

Cuando se le preguntó si entendían que sería beneficioso para todos en la escuela el adquirir más información sobre cómo implementar el aprendizaje basado en el cerebro, 64 (58.2%) indicaron estar extremadamente de acuerdo, 40 (36.4%) de acuerdo y 5 (4.5%) indicaron estar ni de acuerdo ni en desacuerdo. Sólo un participante (0.9%) respondió estar en desacuerdo con la premisa y nadie respondió estar extremadamente en desacuerdo. A la pregunta sobre si sentían la necesidad de recibir más información sobre cómo implementar el aprendizaje basado en el cerebro, 48 (43.6%) de los participantes contestaron estar extremadamente de acuerdo y 46 (41.8%) indicaron estar de acuerdo. Catorce (12.7%) indicaron estar ni de acuerdo ni en desacuerdo mientras que 1 (0.9%) indicó estar en desacuerdo y 1 (0.9%) extremadamente en desacuerdo.

Las puntuaciones de escala de percepción se sumaron para generar estadísticas descriptivas para media, mediana, moda, desviación estándar, varianza y rango. Dado a que el reactivo 23 estaba redactado a la inversa (*reverse-keyed*), al momento de realizar la estadística descriptiva, se invirtió la puntuación del ítem, transformamos o re-codificamos las respuestas para que las puntuaciones altas indicaran el nivel alto de percepción y las puntuaciones bajas indicaran niveles bajos del nivel de percepción.

De acuerdo a los resultados se puede hacer la siguiente interpretación descriptiva:

Un total de 88 maestros (80%) respondieron positivamente a las preguntas relacionadas con los indicadores del aprendizaje basado en el cerebro. Los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico que participaron en esta investigación indicaron unos niveles de percepción alto hacia el aprendizaje basado en el cerebro, ya que la respuesta que más se repitió en la escala de percepción fue 4.8 (extremadamente de acuerdo). Cincuenta por ciento de los maestros participantes está por encima del valor de 4.4 (de acuerdo) y el restante 50% se sitúa por

debajo de este valor. En promedio, los participantes se ubican en 4.269 (de acuerdo), lo que demuestra una tendencia general hacia los valores superiores en cuanto al nivel de percepción hacia el aprendizaje basado en el cerebro. Asimismo, se desvían de 4.269, en promedio, 0.457 unidades de la escala y se establece la variabilidad de la escala de percepción en 0.209, lo que demuestra unos datos con poca dispersión.

Pregunta 3. ¿Cuál es el nivel de práctica de los maestros de matemáticas de K-12 de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro?

La escala del nivel de práctica se analizó determinando la frecuencias y porcentajes con respecto a la implementación del aprendizaje basado en el cerebro de los maestros, apoyados en las respuestas a un total de 14 reactivos. A las primeras tres preguntas los participantes respondieron utilizando la escala de extremadamente en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), ni de acuerdo ni en desacuerdo (3), de acuerdo (4) o extremadamente de acuerdo (5).

Al preguntarle a los 110 maestros participantes si estaban de acuerdo en que no era necesario alterar sus métodos de enseñanza, 24 (21.8%) indicaron que estaban extremadamente en desacuerdo, 39 (35.5%) en desacuerdo y 33 (30%) ni de acuerdo ni en desacuerdo. Sólo 11 (10%) indicaron estar de acuerdo y 3 (2.7%) extremadamente de acuerdo con la premisa de que no veían necesario alterar sus métodos de enseñanza, ya que sus estudiantes tenían experiencias de éxito en sus salones. Cuando se les preguntó si entendían que no era necesario implementar diversas estrategias de aprendizaje, 56 (50.9%) indicaron estar extremadamente en desacuerdo, 40 (36.4%) en desacuerdo y 4 (3.6%) ni de acuerdo ni en desacuerdo. Sólo 9 maestro (8.2%) indicaron estar de acuerdo y 1 (0.9%) extremadamente de acuerdo. A la pregunta de si sus estudiantes tenían éxito en sus clases cuando se les enseñaba de acuerdo a sus diferentes estilos de aprendizaje, 27 (24.5%) indicaron estar extremadamente de acuerdo, 48 (43.5%) de acuerdo y 31 (28.2%) ni de acuerdo ni en desacuerdo. Sólo 3 (2.7%) contestaron estar en desacuerdo y 1 (0.9%) extremadamente en desacuerdo.

Los siguientes once reactivos dentro de la escala del nivel de prácticas en el cuestionario fueron diseñados para que los participantes indicaran la frecuencia con la que estaban dispuestos a cambiar sus métodos de enseñanza, asistir a talleres y conferencias educativas, colaborar con otros maestros, utilizar la tecnología y a implementar diferentes estrategias en sus clases. A estas preguntas, se le pidió que respondieran utilizando la siguiente escala: Nunca (1), Rara vez (2), Ocasionalmente (3), A menudo (4) o Siempre (5).

Al reactivo que preguntaba su disposición a cambiar sus métodos de enseñanza para satisfacer las diversas necesidades de sus estudiantes, 63 (57.3%) indicaron siempre, 35 (31.8%) a menudo y 9 (8.2%) ocasionalmente. Sólo 2 (1.8%) y 1 (0.9%) contestaron rara vez y nunca, respectivamente. Cuando se le preguntó si asistían a talleres y conferencias educativas sobre las nuevas prácticas educativas, 19 (17.3%) contestaron siempre, 38 (34.5%) a menudo y 31 (28.2%) ocasionalmente. Catorce (12.7%) contestaron rara vez y 6 (5.5%) nunca. Cuando se indagó con relación a su colaboración con líderes del sistema educativo y con otros maestros, 26 (23.6%) contestaron siempre, 38 (34.5%) a menudo y 26 (23.6%) ocasionalmente. Trece (11.8%) contestaron rara vez y 6 (5.5%) nunca.

La integración del uso de la tecnología en sus clases fue otra de las preguntas que se les presentó. Cuarenta (36.4%) indicaron siempre, 44 (40%) indicaron a menudo y 17 (15.5%) indicaron ocasionalmente. Sólo 7 (6.4%) y 2 (1.8%) de los maestros contestaron rara vez y nunca, respectivamente. Cuarenta y dos (38.2%) contestaron que siempre buscaban la manera de ayudar a los estudiantes a desarrollar destrezas que requieran niveles de pensamiento de nivel superior, según la Taxonomía de Bloom, mientras que 35 (31.8%) indicaron a menudo. Veinticinco (22.7%) indicaron ocasionalmente, 4 (3.6%) rara vez y 2 (1.8%) nunca. A la pregunta de si utilizaban semanalmente prácticas educativas basadas en las investigaciones, 31 (28.2%) indicaron siempre, 32 (29.1%) a menudo y 33 (30%) ocasionalmente. Sólo 11 (10%) indicaron que rara vez utilizaban semanalmente prácticas educativas basadas en investigaciones, mientras que 3 (2.7%) indicaron nunca.

A la pregunta de si semanalmente fortalecían sus prácticas educativas al implementar actividades basadas en el cerebro, tales como procesamiento básico de

similitudes y diferencias, resumir y tomar notas, tareas y prácticas y aprendizaje cooperativo, 29 (26.4%) indicaron siempre, 38 (34.5%) indicaron a menudo y 27 (24.5%) ocasionalmente. Sólo 10 (9.1%) indicaron rara vez y 5 (4.5%) indicaron nunca. Cuando se les preguntó si sus estudiantes podían, semanalmente, acceder a su propio aprendizaje mediante el establecimiento de metas, planificación semanal, el autoavalúo y actividades reflexivas, 24 (21.8%) indicaron siempre, 34 (30.9%) indicaron a menudo y 30 (27.3%) indicaron ocasionalmente. Catorce (12.7%) indicaron rara vez y 6 (5.5%) nunca.

Se les preguntó si sus estudiantes tenían tiempo para procesar la información semanalmente mediante la escritura en un diario, de parafraseo, de resumen y/o compartir reflexiones con sus pares, 16 (14.5%) contestaron nunca, 26 (23.6%) rara vez y 32 (29.1%) ocasionalmente. Por otro lado, 23 (20.9%) indicaron rara vez y 10 (9.1%) indicaron siempre. A la pregunta de si semanalmente incorporaban en su salón de clases el uso de movimientos naturales mediante manipulativos, juego de roles, bailes o palmadas, 18 (16.4%) indicaron nunca, 22 (20%) rara vez y 32 (29.1%) indicaron ocasionalmente. Sólo 24 (21.8%) y 14 (12.7%) indicaron a menudo y siempre, respectivamente. Finalmente, se les preguntó a los maestros si semanalmente utilizaban el aprendizaje colaborativo para proveer a los estudiantes oportunidades para resolver problemas y explorar información a través de discusiones en grupos pequeños, aprendizaje cooperativo, tutorías de pares, proyectos en grupo o presentaciones. Veintitrés (20.9%) indicaron siempre, 47 (42.7%) A menudo y 27 (24.5%) ocasionalmente. Sólo 9 (8.2%) indicaron rara vez y 4 (3.6%) indicaron nunca.

Las puntuaciones de escala de prácticas se sumaron para generar estadísticas descriptivas para media, mediana, moda, desviación estándar, varianza y rango. Dado a que los reactivos 28 y 29 estaban redactados a la inversa (*reverse-keyed*), al momento de realizar la estadística descriptiva, se invirtió la puntuación del ítem, transformamos o recodificamos las respuestas para que las puntuaciones altas indicaran el nivel alto de prácticas y las puntuaciones bajas indicaran niveles bajos del nivel de prácticas.

De acuerdo a los resultados se puede hacer la siguiente interpretación descriptiva: Al momento del estudio, un total de 58 (53%) de los maestros utilizaban las prácticas del

aprendizaje basado en el cerebro según las calificaciones positivas. Los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico que

participaron en esta investigación indican unos niveles de práctica medio hacia el aprendizaje basado en el cerebro, ya que la respuesta que más se repitió en la escala de percepción fue 3.14 (ocasionalmente). Cincuenta por ciento de los maestros participantes está por encima del valor de 3.785 (a menudo) y el restante 50% se sitúa por debajo de este valor. En promedio, los participantes se ubican en 3.55 (a menudo), lo que demuestra una tendencia general hacia los valores superiores en cuanto al nivel de prácticas del aprendizaje basado en el cerebro. Asimismo, se desvían de 3.55, en promedio, 1.04 unidades de la escala, lo que demuestra unos datos dispersos. La variabilidad de los valores de los datos difiere de su media en 0.370. La

Pregunta 4. ¿Cuál es la relación entre el nivel de conocimiento y el nivel de práctica del aprendizaje basado en el cerebro en los maestros de matemáticas de K-12 de escuelas privadas en Puerto Rico?

Para determinar cuál es la relación entre el nivel de conocimiento y el de práctica del aprendizaje basado en el cerebro en los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo de escuelas privadas, en Puerto Rico, se halló el coeficiente de correlación de Pearson. El coeficiente de correlación de Pearson se calculó a partir de las puntuaciones obtenidas de la muestra en las escalas de conocimiento, práctica y percepción. La correlación entre conocimiento y prácticas es de 0.647 y es significativa en el nivel del 0.000 (menor del 0.01), es decir que hay un 99% de confianza de que la correlación sea verdadera y 1% de probabilidad de error. Se puede interpretar como una correlación positiva, significativa y moderadamente fuerte, entre el nivel de conocimiento y el nivel de práctica del aprendizaje basada en el cerebro. A mayor nivel de conocimiento sobre el aprendizaje basado en el cerebro de los maestros participantes, mayor su nivel de prácticas del aprendizaje basadas en el cerebro. Igualmente, se puede destacar una correlación positiva significativa entre el nivel de conocimiento y el nivel de percepción ($r = 0.580$; $P=0.000$) y el nivel de percepción y el nivel de prácticas ($r = 0.518$; $P=0.000$). Es decir, la tendencia es que,

si aumenta el nivel de conocimiento, aumenta el nivel de percepción y si aumenta el nivel de percepción, aumenta el nivel de prácticas.

Cuatro preguntas sirvieron como guías durante la investigación para determinar cuál era el nivel de conocimiento, percepción y prácticas de los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro, así como determinar cuál es la relación entre el nivel de conocimiento y el de práctica del aprendizaje basado en el cerebro. El análisis descriptivo encontró que: (1) 59 maestros (54%) tienen más que el nivel promedio de la muestra de conocimiento del aprendizaje basado en el cerebro; (2) un total de 88 maestros (80%) respondieron positivamente a las preguntas relacionadas con los indicadores percepción del aprendizaje basado en el cerebro; (3) un total de 58 (53%) de los maestros utilizaban las prácticas del aprendizaje basado en el cerebro según las calificaciones positivas y (3) según el coeficiente Pearson, existe una correlación positiva significativa y moderadamente fuerte, entre el nivel de conocimiento y el nivel de práctica del aprendizaje basada en el cerebro ($r = 0.647$; $P = 0.000$). Igualmente, se puede destacar una correlación positiva significativa entre el nivel de conocimiento y el nivel de percepción ($r=.580$; $P=0.000$), y el nivel de percepción y el nivel de prácticas ($r = .518$; $P=0.000$).

¿Cuál es el nivel de conocimiento de los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro?

Los resultados sugieren que solo un 54% considera tener bastante información sobre cómo el cerebro aprende, el otro 46% reflejan que pudieran beneficiarse del desarrollo profesional sobre el aprendizaje basado en el cerebro. Sin embargo, y contrastando con el dato anterior, 81% de los maestros participantes expresaron sentir la necesidad de recibir desarrollo profesional adecuado sobre el aprendizaje basado en el cerebro. La estadística descriptiva de la escala de conocimiento proveyó evidencia que apoya la conclusión de que la mayoría de los maestros de matemáticas participantes de

esta investigación necesitan y desean adquirir entrenamiento sobre el aprendizaje basado en el cerebro. Aún con esta necesidad de desarrollo profesional, sólo un 18% indicó que asistían a talleres y conferencias directamente relacionados a estrategias específicas sobre el aprendizaje basado en el cerebro, y 25% de los maestros participantes indicaron que asistían a estas actividades de desarrollo profesional ofrecidos en la escuela. Estos resultados apoyan la conclusión de que los maestros de matemáticas participantes en esta investigación no conocen los beneficios del aprendizaje basado en el cerebro en el aprovechamiento académico de los estudiantes y que sus centros de trabajo no le ofrecen el desarrollo profesional que necesitan, ni promueven este enfoque. Estos hallazgos contrastan con la literatura que destaca la importancia del conocimiento sobre el aprendizaje basado en el cerebro por parte de los maestros con el fin de mejorar sus prácticas de enseñanza. En estudios anteriores, Denton (2010) encontró que cuando los maestros participan de sesiones de entrenamiento sobre el aprendizaje basado en el cerebro, ellos ven su enseñanza de manera diferente y utilizan estrategias de enseñanza más eficientes. Willis (2006) sugiere que los maestros que tienen un mayor entendimiento de la neurociencia están mejor preparados para defenderse de las propuestas educativas deficientes, que aquellos que demuestran tener desconocimiento. Además, el éxito de la enseñanza entre los maestros requiere de un continuo esfuerzo para desarrollarse profesionalmente antes de ejercer como educadores y continuar ese desarrollo durante sus años de experiencia educando. De esta manera los maestros podrían conocer mejor la ciencia de la enseñanza y mejorar las prácticas de enseñanza y el aprendizaje en la sala de clases (Bransford et al., 2000). ¿Cuál es el nivel de percepción de los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro?

La percepción de los maestros acerca del aprendizaje puede impactar grandemente el aprovechamiento académico de los estudiantes (Rosenfeld & Rosenfeld, 2008). Los resultados del estudio en esta escala reflejan que la mayoría (80%) de los maestros de matemáticas participantes de esta investigación tienen una actitud positiva hacia el

aprendizaje basado en el cerebro. Los maestros participantes consideran importante crear un ambiente multisensorial que rete a los estudiantes, que les ofrezca bastante tiempo para hacer preguntas, pero sin estrés. Este alto nivel de percepción es importante, ya que uno de los factores que más influyen en el aprovechamiento académico es cómo el maestro percibe la enseñanza (Hong & Milgram, 2008; Rosenfeld & Rosenfeld, 2008; Thoonen et al., 2011). Sin embargo, la necesidad de recibir más información sobre cómo implementar el aprendizaje basado en el cerebro es muy alta, (85%) entre los maestros de matemáticas participantes. Por un lado, cuando se les preguntó a los maestros si entendían que el aprendizaje basado en el cerebro ofrecía muy poca información científica aplicable al aprendizaje en la sala de clases, 47% estuvieron extremadamente en desacuerdo o en desacuerdo. Pero, por otra parte, sólo un 39% entiende que implementa el aprendizaje basado en el cerebro en su salón de clases. Además, un 95% de los maestros de matemáticas que participaron de este estudio estuvieron de acuerdo con la necesidad de más tiempo para integrar diversas estrategias de aprendizaje, o si conocieran más del tema del aprendizaje basado en el cerebro (92%). Atender esta necesidad es importante, ya que refleja un alto nivel de interés sobre el aprendizaje basado en el cerebro, y cuando los maestros tienen una percepción positiva hacia la enseñanza, se sienten más comprometidos y motivan a sus estudiantes (Bogner, Raphael, & Pressley, 2002; Dolezal, Welsh, Pressley, & Vincent, 2003).

Basado en estos datos, se concluye, en primer lugar, que la mayoría de los maestros de matemáticas participantes tienen una alta percepción sobre el aprendizaje basado en el cerebro, pero tienen poco conocimiento sobre este enfoque. En segundo lugar, los maestros de matemáticas participantes desean recibir más información sobre cómo implementar las prácticas del aprendizaje basado en el cerebro. En tercer lugar, los maestros participantes pudieran estar confundidos sobre qué estrategias instruccionales se consideran basadas en el cerebro y cuáles no. En cuarto lugar, se concluye que los maestros se sienten limitados al implementar el aprendizaje basado en el cerebro.

¿Cuál es el nivel de práctica de los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico sobre el aprendizaje basado en el cerebro?

En cuanto a las prácticas de enseñanza, la literatura sugiere que los maestros están dispuestos a ensayar nuevos enfoques pedagógicos cuando ellos los ven efectivos para sus estudiantes (Denton, 2010; Shaywitz, 2003). Un 57% de los maestros de matemáticas participantes de esta investigación reconocen la necesidad de alterar sus métodos de enseñanza para lograr mayor éxito entre sus estudiantes, y un 87% reconoce la necesidad de implementar diversas estrategias de aprendizaje en sus salones. Incluso, un 89% indicó estar dispuesto a cambiar sus métodos de enseñanza para satisfacer mejor las diversas necesidades académicas de sus estudiantes. Sin embargo, 48% de los maestros de matemáticas participantes de este estudio indicaron no estar implementando las estrategias basadas en el cerebro o estar implementándolas poco, lo que destaca que el aprendizaje basado en el cerebro no es parte de sus métodos de enseñanza. Entre las prácticas alineadas con el modelo de Tate (2010), Caine y Caine (2005) y Marzano (2003) que fueron parte de las preguntas de esta sección del cuestionario, cabe destacar que un 71% de los maestros participantes ayudan a los estudiantes a desarrollar destrezas de pensamiento de alto orden alineando las preguntas y el avalúo, con los niveles de la Taxonomía de Bloom. Cuando se les preguntó a los maestros sobre el tiempo que se les brindaba a los estudiantes para procesar la información a través de actividades reflexivas, proyectos, trabajos y discusiones entre pares, sólo un 31% de los maestros indicaron utilizar estas prácticas siempre o a menudo. Cuando se les preguntó sobre las prácticas que apoyan el aprendizaje a través de actividades colaborativas, el 64% de los maestros indicaron llevarlas a cabo siempre o a menudo. De las prácticas basadas en el funcionamiento del cerebro, propuestas por Marzano (2003), los maestros de matemáticas participantes indicaron lo siguiente: 51% utiliza semanalmente prácticas que incluyen claves, preguntas esenciales, organizadores gráficos y/o carteles, 61% implementan actividades tales como procesamiento de similitudes y diferencias, resumen, tomar notas, prácticas y trabajo colaborativo, y 31% integran en sus clases de matemáticas los diarios, el resumen y las

reflexiones entre pares. Además, Tate (2010) identificó 20 métodos instruccionales que según su tesis aumentan las oportunidades de retener la información a largo plazo. Sobre estas prácticas, el 76% de los maestros indicó integrar el uso de la tecnología en sus clases y el 35% indicó que incorporaban semanalmente el uso de movimientos naturales mediante manipulativos, juegos de roles, bailes y palmadas. Contrastando estos datos con el análisis estadístico de las escalas anteriores, esta investigadora concluye que existe una brecha entre el nivel de percepción de los maestros y la habilidad para implementar las estrategias basadas en el funcionamiento del cerebro en la sala de clases. Esta brecha no es notable entre el bajo nivel de conocimiento y de prácticas del aprendizaje basado en el cerebro. El análisis estadístico permite concluir que los maestros necesitan mayor desarrollo profesional sobre este enfoque y cómo poder implementarlo en la sala de clases. Con el fin de ayudar a cerrar la brecha entre los laboratorios de la neurociencia y las prácticas docentes, es necesario el desarrollo profesional continuo sobre los componentes de la neurociencia aplicada a la educación (Royal Society, 2010). Los hallazgos de la neurociencia sobre los diferentes procesos de aprendizaje pueden mejorar y apoyar los esfuerzos de los docentes por descubrir las diferencias de cómo los estudiantes aprenden, y pueden sugerirles a los maestros métodos de enseñanza alternativos para satisfacer las necesidades de los estudiantes con habilidades diversas (Society for Neuroscience, 2009). Las prácticas del aprendizaje basada en el cerebro deben “dar lugar a que los cerebros de los estudiantes construyan más vías y sus señales cerebrales logren mayor velocidad y eficacia” (Willis, 2007). Un ambiente de aprendizaje enriquecido es aquel que provee múltiples oportunidades para que los estudiantes recuerden información y practiquen destrezas (Caine et al., 2009). Un ambiente multisensorial, donde se incorpore el uso de movimientos corporales mediante manipulativos, juego de roles, discusiones en grupo, actividades de aprendizaje colaborativo y actividades reflexivas, entre otras actividades, provoca un almacenamiento duplicado de información que eventualmente puede ser recuperado a través de una variedad de estímulos (Willis, 2007). De acuerdo a Wolfe (2001), la educación basada en el cerebro sugiere que mientras más se aprende sobre el cerebro y cómo

funciona, mejor se pueden desarrollar prácticas instruccionales que correlacionen cómo aprende el cerebro.

¿Cuál es la relación del nivel de conocimiento y el de práctica del aprendizaje basado en el cerebro en los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas en Puerto Rico?

En esta investigación se analizó la relación entre el nivel de conocimiento y el nivel de prácticas del aprendizaje basado en el cerebro. Los resultados revelaron una relación positiva estadísticamente significativa entre los indicadores del nivel de conocimiento de los maestros y los indicadores del nivel de práctica del aprendizaje basado en el cerebro. Además, los resultados revelaron una relación positiva estadísticamente significativa entre las escalas del nivel de conocimiento y el nivel de percepción, y entre el nivel de percepción y el nivel de prácticas. Esta relación positiva proveyó evidencia para concluir que, si los maestros de matemáticas tienen un nivel alto de conocimiento sobre el aprendizaje basado en el cerebro y mantiene un nivel de percepción alto sobre este estilo de enseñanza, estarán más propensos a utilizar las herramientas basadas en el funcionamiento del cerebro en la sala de clases. Es importante conocer cómo aprende el cerebro, para diseñar ambientes de aprendizaje donde los estudiantes puedan alcanzar su máximo potencial (Erlauer, 2003). Permitir que los estudiantes exploren sus talentos a través de una variedad de técnicas de avalúo los ayuda a aprovechar sus puntos débiles y alcanzar su máximo potencial (Zemelman, Daniels, & Hyde, 2005).

Entender el nivel de conocimiento y de percepción sobre el aprendizaje basado en el cerebro ofrece una guía sobre el tipo de desarrollo profesional y el apoyo que el maestro necesita para encaminar a los estudiantes hacia el éxito. Los maestros necesitan tener conocimiento sobre estrategias de enseñanza efectivas para poder implementarlas en el salón de clases. Basado en esta investigación, se recomienda que a los maestros de matemáticas de kindergarten a duodécimo grado de escuelas privadas del área central de Puerto Rico se les ofrezcan oportunidades continuas para aumentar su nivel de conocimiento sobre el campo de la neurociencia y sus implicaciones en la educación.

Además, se recomienda que reciban adiestramiento sobre cómo implementar este enfoque con prácticas instruccionales eficaces de manera tal que aumenten el éxito del estudiante en las clases de matemáticas, sin que esto se considere trabajo adicional para el maestro. Si los maestros entienden que utilizar diferentes estrategias de enseñanza les toma más tiempo y esfuerzo, estarán menos inclinados a incorporar nuevas estrategias (Rosenfeld & Rosenfeld, 2008). Por otro lado, los administradores y supervisores de matemáticas, deben, igualmente, formarse profesionalmente sobre el aprendizaje basado en el cerebro, ya que son los facilitadores inmediatos de los maestros durante el proceso de enseñanza.

Los maestros de matemáticas de escuelas privadas del área central de Puerto Rico deben convertirse en investigadores activos para descubrir las prácticas que impactan mejor el aprovechamiento académico de sus estudiantes. La experiencia durante la implementación de las prácticas basadas en la ciencia MCE debe ser discutida y compartida con otros colegas en comunidades de aprendizaje de modo tal que se repliquen las intervenciones efectivas. La práctica reflexiva es exitosa a nivel individual, pero es más poderosa en ambientes de comunidad (Ng & Tan, 2009).

En la última década, en Estados Unidos, universidades reconocidas tales como Johns Hopkins, Harvard, Dartmouth College, la Universidad de Texas en Arlington, la Universidad de Bristol, y la Universidad de Pensilvania han añadido programas de estudios en la ciencia MCE. En Puerto Rico, existen programas subgraduados y graduados con especialidad en neurociencia, pero aplicados solamente al campo de la ciencia y no como un ofrecimiento de las escuelas de educación. Ofrecer un programa de estudio sobre la ciencia MCE cambiaría la manera en que la sociedad percibe la profesión del magisterio, ya que la enseñanza sería vista, no sólo como un arte, sino como una ciencia (Tokuhamas-Espinosa, 2014). Los programas de preparación para maestros necesitan identificar, modelar e integrar los métodos basados en las investigaciones a las prácticas en la sala de clases (Faulkner & Cook, 2006). Es por esto que las universidades de Puerto Rico, que tienen en sus manos la preparación de los futuros maestros, deben atemperar sus ofrecimientos y cursos con los nuevos descubrimientos que la ciencia MCE destaca. En estos cursos se

deben enseñar como las mejores estrategias instruccionales basadas en las investigaciones científicas pueden mejorar el aprovechamiento académico de los estudiantes, específicamente, en sus clases de matemáticas. Las universidades deben llevar a cabo seminarios, congresos, conferencias y talleres, además de hacer publicaciones en revistas profesionales sobre la ciencia MCE donde se den a conocer los nuevos hallazgos de la neurociencia y la psicología, y las maneras más efectivas de aplicarlos en el escenario escolar.

Debido a que esta investigación sólo consideró a los maestros de matemáticas de escuelas privadas de la región central de Puerto Rico, se recomienda que se lleven a cabo futuras investigaciones que exploren el nivel de conocimiento, percepción y prácticas de los maestros de todas las asignaturas, de escuelas públicas y de otras áreas de la Isla. De esta manera, se podrían explorar similitudes o diferencias entre los hallazgos. Otras posibles investigaciones podrían explorar acerca del nivel de discernimiento entre datos científicamente probados, datos probables, meras especulaciones y neuromitos, tanto de maestros, como también de los directivos escolares.

Referencias

- Attawell, P. & Domina, T. (2008). Raising the bar: Curricular intensity and academic performance. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 30(1), 51-71.
- Bogner, K., Raphael, L., & Pressley, M. (2002). How grade 1 teachers motivate literate activity by their students. *Scientific Studies of Reading*, 6, 135-165.
- Caine, R. N., Caine, G., McClintic, C. & Klimek, K. J. (2009). *12 Brain/Mind Learning Principles in Action 2nd edition*. Thousand Oaks: Corwin.
- Caine, R. N., Caine, G., McClintic, C. & Klimek, K. (2005). *12 brain/mind learning principles in action: The field for making connections, teaching and the human brain*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks: SAGE.

- Denton, V. (2010). *A case study on the professional development of elementary teachers related to brain research and the strategies used to help struggling readers*. (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Thesis database. (UMI No. 3415926).
- Dolezal, S., Welsh, L., Pressley, M., & Vincent, M. (2003). How nine third-grade teachers motivate student academic engagement. *Elementary School Journal*, 103(3), 239–267.
- Ducan et al. (2007). School readiness and later Achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446.
- Erlauer, Laura. (2003). *The Brain-Compatible Classroom: Using What We Know About Learning to Improve Teaching*. Alexandria, VA: ASCD
- Faulkner, S., & Cook, C. (2006). Testing vs. Teaching: The perceived impact of assessment demands on middle grades instructional practices: Research in Middle Level Education Online, 29(7), 1-13. Obtenido de: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ804104.pdf>.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. (11.0 update) (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon
- Gómez-Rodríguez, J. (2017). *Nivel de conocimiento, percepción y practicas de la ciencia Mente, Cerebro y Educación entre los maestros de matemáticas de K-12* (Doctoral dissertation). ProQuest.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2013). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hong, E., & Milgram, R. (2008). *Preventing talent loss*. New York, NY: Taylor and Francis.
- Hook, C. J. & Farah, M. J. (2012). Neuroscience for Educators: What are they seeking, and WHAT are they finding? *Neuroethics*, DOI 10.1007/s12152-012-9159-3.
- Isaacs, J. B. (2012). Starting school at a disadvantage: The school readiness of poor children. Obtenido de https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/0319_school_disadvantage_isaacs.pdf
- Jensen, E. P. (2008). *Brain-Based Learning: The new paradigms of teaching*. CA:

Corwin Press.

Klinek, S. R. (2009). *Brain-based learning: Knowledge, beliefs, and practices of College of Education Faculty in the Pennsylvania State System of Higher Education* (Doctoral dissertation). Recuperado de <http://gateway.proquest.uni.com:33524270>.

Lubinski, D., Benbow, C. P. & Kell, H. J. (2014). Life paths and accomplishments of mathematically precocious males and females four decades later. *Psychological Science*, 25(12).

Marzano, R. (2007). *The art and science of teaching: A comprehensive framework for effective instruction*. Alexandria: ASCD.

McMullan, M., Jones, R. & Lea, S. (2012). Math anxiety, self-efficacy, and ability in british undergraduate nursing students. *Research in nursing and health*, 35, 178-186

Mertler, C. A. & Charles, C. M. (2010). *Introduction to Educational Research*. USA: Pearson.

Ng, P. T., & Tan, C. (2009). Community of practice for teachers: Sensemaking or critical reflective learning? *Reflective Practice: International and Multidisciplinary Perspectives*, 10(1), 37-44. Doi: 10.1080/14623940802652730.

Organisation for Economic Co-operation and Development, (2013). Education at a Glance 2013. OECD *Indicators*. Obtenido de [https://www.oecd.org/edu/eag2013%20\(eng\)-FINAL%2020%20June%202013.pdf](https://www.oecd.org/edu/eag2013%20(eng)-FINAL%2020%20June%202013.pdf)

Pellegrino, J. W. & Hilton, M. L. (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st Century*. Washington: NAP.

Ramírez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C. & Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, work memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187-202.

Ridley, J. R. (2012). *The perceptions of teachers regarding their knowledge, beliefs, and practice of Brain-Based Learning strategies* (Doctoral dissertation). UMI Number: 3552932.

Rosenfeld, M., & Rosenfeld, S. (2008). Developing effective teacher beliefs about learners: The role of sensitizing teachers to individual learning differences.

Educational Psychology, 28(3), 245–272.

Royal Society. (2010). *The UK's science and mathematics teaching workforce: A state of the nation report*. London, UK: Royal Society.

Sarama, J., Lange, A., Clements, D. H. & Wolfe, C. B. (2012). The impacts of an early mathematics curriculum on emerging literacy and language. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 489-502.

Shaywitz, S. (2003). *Overcoming dyslexia*. New York City, NY: Vintage Books.

Silver, E. A. & Mesa, V. (2011). Coordination characterizations of high-quality mathematics teaching: Probing the intersection. En Li, Y. & Kaiser, G. (Ed.), *Expertise in mathematics instruction: An international perspective* (pp. 63-84). New York: Springer.

Society for Neuroscience. (2009). *Memory enhancers*. Obtenido de http://www.sfn.org/index.cfm?pagename=brainBriefings_memoryEnhancers

Sousa, D. A. (2008). *How the brain learns mathematics*. California: Corwin Press.

Tate, M. L. (2010). *Worksheets don't grow dendrites*. Thousand Oaks: Corwin.

Thoonen, E. J., Slegers, P. C., Peetsma, T. D., & Oort, F. J. (2011). Can teachers motivate students to learn? *Educational Studies*, 37(3), 345-360.

Tokuhamma-Espinosa, T. (2008). *The scientifically substantiated art of teaching: A study in the development of Standards in the new academic field of neuroeducation (Mind, Brain, and Education Science)*. (Tesis doctoral). Disponible en la base de datos ProQuest Dissertations and Theses. (3310716)

Tokuhamma-Espinosa, T. (2010). *Mind, brain, an Education science: A Comprehensive guide to the New Brain -Based Teaching*. New York: Norton.

Treize, K. & Reeve, R. A. (2014). Cognition-emotion interactions: patterns of change and implications for math problem solving. *Frontiers in Psychology*, doi: 10.3389/fpsyg.2014.00840.

Tsai, C. C. (2006). Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students'views. *Education*, 91, 222-243.

- Willis, J. (2007). Brain-based teaching strategies for improving students' memory, learning, and test-taking success. *Childhood Education*. 83.5 (2007). 310-315.
- Willis, J. (2006). *Research based strategies to ignite student learning*. Alexandria, VA: ASCD.
- Wolfe, P. (2001) *Brain Matters: Translating research into classroom practices*. Association of Education Publishers (EdPress).
- Zemelman, S., Daniels, H., & Hyde A. (2005). Best practice (3rd ed.). *Today's standards for teaching and learning in America's schools*. Portsmouth, NH: Heinemann.



ASOCIACIÓN NORMALISTA DE
DOCENTES INVESTIGADORES, A. C.

www.andiac.org