



Artículo de revisión

## Educando en un Ambiente Enriquecido: porque todos estamos conectados

Educating in an Enriched Environment: because we are all connected

Andrés Marió Casanova<sup>1\*</sup>, Norton Contreras Paredes<sup>2</sup> y Bernardo Jiménez Oliveira<sup>3</sup>

1 Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Ñuñoa, Santiago, Chile.

2 Programa de Acompañamiento y Acceso Efectivo a la Educación Superior (PACE) Universidad Católica Cardenal Raúl Silva Henríquez, Santiago, Chile.

3 Colegio Nuestra Señora del Carmen, Curacaví, Chile.

### Resumen

El objetivo de esta revisión es dar a conocer las diferentes vertientes que sustentan el proceso del aprendizaje en base a un concepto que ha alcanzado una gran importancia en los últimos años, el Ambiente Enriquecido (AE). Un término que ha sido emanado desde la biología, con diversos estudios de laboratorio realizados por científicos de renombre mundial y que, progresivamente ha ido incorporándose a disciplinas como la Psicología y la Pedagogía. En este artículo proponemos la descripción del impacto de este concepto en el proceso de aprendizaje experimentado por los seres humanos y su abordaje desde una perspectiva multidisciplinaria. Comenzamos por describir las bases neurofisiológicas del aprendizaje, con los fundamentos de la teoría neuronal como principal protagonista, pasando por la importancia de la Plasticidad Sináptica (PS) en el proceso de aprendizaje, el fenómeno de la Potenciación a Largo Plazo (PLP), como proceso generador de redes neuronales efectivas y sólidas. Posteriormente abordamos la génesis del Ambiente Enriquecido, con su origen en los experimentos con ratones de laboratorio, para posteriormente describir los conceptos y términos que han emanado del mismo que han sido aplicables a la Psicología Educativa tales como el Ambiente Desafiante, los instrumentos necesarios para su implementación y también el importante rol de las emociones en el proceso de aprendizaje de los sujetos. Finalmente, describimos el rol de la Pedagogía en la aplicación de actividades efectivas que conduzcan a un aprendizaje significativo en base al Ambiente Enriquecido.

**Palabras clave:** ambiente enriquecido, plasticidad sináptica, potenciación a largo plazo, ambiente desafiante, actividades desafiantes

### Abstract

The aim of this review is to present different strands that sustain the learning process based on a concept that has reached a major importance in recent years, the Enriched Environment (EE). A term that has been emerged from biology, with various laboratory studies conducted by world-renowned scientists and that has progressively been incorporated into disciplines such as Psychology and Education. In this article, we propose the description of the impact of this concept on the learning process experienced by human beings and its approach from a multidisciplinary perspective. We begin by describing the neurophysiological bases of learning, with the fundamentals of neuronal theory as the main protagonist, passing through the importance of Synaptic Plasticity (SP) in the learning process, the phenomenon of Long Term Potentiation (LTP), as a generating process of effective and solid neural networks. Subsequently, we covered the genesis of the Enriched Environment, with its origin in the experiments with laboratory mice, to later describe the concepts and terms that have emanated from it and have been applicable to Educational Psychology, such as Challenging Environment, the necessary instruments for its implementation and the important role of emotions in the subjects' learning process. Finally, we describe the role of Education in the implementation of effective activities that lead to meaningful learning based on the Enriched Environment.

**Keywords:** enriched environment, synaptic plasticity, long term potentiation, challenging environment, challenging activities

### Introducción

El sistema nervioso y, puntualmente, el cerebro con todas sus conexiones es la base de la cognición y de nuestro comportamiento como seres humanos frente a los diferentes retos y situaciones a las que nos vemos enfrentados en el día a día. Nuestro cerebro es una máquina compleja, capaz de procesar una cantidad muy amplia y variada de información. Millones de células forman parte de una red compleja y altamente sincronizada capaz de ejecutar una amplia gama de tareas, tanto por separado como en paralelo (Kandel et al., 2013).

Asimismo, la base para el aprendizaje se sustenta en el funcionamiento de esta red. Este fenómeno ha sido estudiado ampliamente desde diferentes disciplinas, desde los diferentes aportes realizados por la Neurociencia, pasando por la Psicología y las ciencias de la Educación, las cuales han logrado una convergencia progresiva y bastante fructífera dando origen a diferentes formas de abordar el proceso de aprendizaje en cada uno de los individuos que forman parte de las comunidades educativas (Puebla y Talma, 2011).

Una interpretación que se ha ido aceptando progresivamente dentro de la comunidad científica y educativa es que el aprendizaje dentro de un Ambiente Enriquecido (AE) es mucho más efectivo y significativo a través de elementos que lo facilitan (Díaz, 2014). En los últimos años se ha visto cómo

\* Correspondencia: Dr. Andrés Marió Casanova, Departamento de Formación Pedagógica, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Dirección: Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago – Chile. e-mail: amario2244@yahoo.es

este concepto se ha ido trasladando desde los laboratorios de Biología y Ciencias Básicas al aula de clases gracias a la motivación de diferentes profesionales que desean optimizar los recursos de aprendizaje y que también buscan que los sujetos logren que este proceso sea provechoso y significativo (Puebla y Talma, 2011). En este artículo de revisión se darán a conocer las bases fundamentales del AE y su transversalidad al pasar por vertientes biológicas, psicológicas y pedagógicas, con información actualizada proveniente de estas miradas y con los diferentes aportes que la Neurociencia ha ayudado a las mismas a la construcción de un mejor ambiente educativo, tanto al interior del aula como fuera de ella.

### *Las Bases Neurofisiológicas del Aprendizaje: una breve mirada*

La neurona es, por excelencia, la unidad morfológica y fisiológica básica del sistema nervioso humano. Es el sostén de toda aquella maquinaria compleja que nos permite ver, escuchar, leer, escribir, pensar, entre muchas otras funciones superiores localizadas en la corteza cerebral (Kandel et al., 2013).

En su interior ocurren fenómenos aún más complejos, generándose la salida y la entrada de iones a medida que un impulso nervioso o eléctrico la atraviesa de modo unidireccional y el que debe ser lo suficientemente intenso para generar una diferencia de voltaje, pasando desde el reposo o ausencia de estimulación a la propagación de un impulso nervioso.

Este fenómeno necesita ser ejecutado de un modo efectivo para que surja el efecto necesario. Por eso, cada axón neuronal presenta una cubierta especial, una estructura multilaminar constituida por material lipoproteico llamada vaina de mielina. Esta sustancia es generada por dos tipos celulares: las células de Schwann, en el sistema nervioso periférico y los oligodendrocitos, en el sistema nervioso central y su distribución a lo largo del axón genera un fenómeno llamado conducción saltatoria. Dicho proceso no es otra cosa que la aceleración de la transmisión del impulso nervioso a lo largo del axón, optimizando de este modo el trabajo neuronal (Kandel et al., 2013).

Para que la red funcione de forma óptima es necesario que las diferentes neuronas logren comunicarse entre sí. Para ello existen estructuras perfectamente establecidas llamadas sinapsis. Esto permite que dos o más neuronas se comuniquen entre ellas a fin de transmitir de modo efectivo el impulso nervioso generado a través de un proceso llamado transmisión sináptica. Las sinapsis pueden ser de dos tipos: sinapsis eléctricas (cuyo paso de iones está mediado por uniones gap, donde interactúan proteínas específicas llamadas conexasinas en una unión neuronal muy estrecha y cuya información logra transmitirse casi en ausencia de retardo sináptico, el cual es el tiempo empleado en generarse la conexión sináptica) y sinapsis químicas (las cuales requieren la acción de sustancias químicas altamente especializadas llamadas neurotransmisores, los cuales son sintetizados en la neurona presináptica para luego pasar a la especialización postsináptica producto del potencial de acción generado) (Purves, 2015).

El proceso de aprendizaje requiere que todos los fenómenos descritos anteriormente se manifiesten de forma ordenada y correcta. El cerebro del sujeto cambia con las diferentes experiencias de aprendizaje y es necesario que se pueda adaptar a las diferentes exigencias del medio. El cerebro que tenemos hoy no es el mismo que tuvimos ayer ni será el mismo que tendremos en el futuro. Aquí surge un concepto de gran importancia llamado plasticidad sináptica (PS) que consiste en la capacidad que posee el sistema nervioso para cambiar su morfología o función a través del desarrollo, ya sea por efectos de la experiencia conforme al desarrollo del sujeto o tras ser afectado por una lesión (Kandel et al., 2013). Dicho esto, es conveniente mencionar que existe un neurotransmisor fundamental en este proceso, llamado glutamato, el cual cumple la función de agilizar y facilitar la comunicación entre las neuronas, fundamentalmente estimulando o excitando el funcionamiento sináptico (Purves, 2015).

La PS es un fenómeno que se puede mantener en el tiempo. Para que aquello se logre debemos recurrir a los conceptos acuñados por el investigador canadiense Donald Hebb a fines de la década del 40. En su obra *The Organization of Behavior* de 1949, explicaba la célebre regla que se conoce hasta nuestros días y que tiene una amplia aceptación: la ley de Hebb (o también conocida como la Teoría de la Asamblea Celular). Esta regla sostiene que, si dos neuronas se encuentran activas aproximadamente al mismo tiempo, sus conexiones pueden fortalecerse. En otras palabras, en dichas conexiones pueden generarse ciertos cambios estructurales y fisiológicos si se estimulan de modo sostenido en el tiempo, generando así un aumento en la eficacia de dicha sinapsis (Hebb, 1949).

Dicho lo anterior surge el siguiente concepto: la Potenciación a Largo Plazo (PLP) el cual, una vez validado, dio sustento a la Ley de Hebb y es la principal fuente para explicar cómo ocurren los procesos de memoria y aprendizaje. Se entiende como una intensificación duradera a largo plazo entre dos neuronas, debido a la estimulación de la neurona presináptica con un

estímulo de alta frecuencia (Bliss y Lomo, 1975; Brown et al., 1988; Kuba y Kumamoto, 1990; Madison et al., 1991; Tsumoto, 1992). Dicho proceso se visualiza en áreas del sistema nervioso central altamente especializadas en el proceso del aprendizaje, principalmente en el hipocampo. Posee dos características principales: es específica, puesto que se puede potenciar una única vía neuronal sin la necesidad de afectar las otras vías circundantes (Cooke y Bliss, 2006) y asociativa, ya que algunos estímulos débiles (que por sí solos no pueden generar un proceso de PLP) pueden ser potenciados al asociarse con estímulos fuertes (McNaughton, 2003). De acuerdo con esto, la PLP posee dos fases que se detallan a continuación:

- a) Fase Temprana: Se caracteriza por tener una duración de 2 a 3 horas y no necesita síntesis de proteínas (Alvarado, 2006).
- b) Fase Tardía: Se caracteriza por tener una duración de 4 o más horas, incluso días o semanas. Al contrario de la fase temprana, esta etapa sí requiere de la síntesis de proteínas (Alvarado, 2006).

Dichos procesos son esenciales para el funcionamiento de las diferentes estructuras cerebrales involucradas en el aprendizaje. De acuerdo al neuro-psicólogo ruso Alexander Luria, son fundamentales las áreas encargadas de la regulación del tono y el estado de alerta, la unidad de obtención, procesamiento y análisis de información y, finalmente, la unidad de programación, regulación y verificación de la actividad mental (Donoso, 1998). Todas ellas con una distribución clara dentro del sistema nervioso central y con un rol muy importante en el proceso de aprendizaje.

### *El Ambiente Enriquecido en los seres humanos*

El Ambiente Enriquecido (AE) en inglés se conoce como Enriquecimiento Ambiental o "*Environmental Enrichment*" y se refiere al proceso en que el contexto ambiental influye en los procesos cognitivos o conductuales del sujeto. Esta idea viene del mundo de la educación, precisamente de la corriente cognitiva y conductual (Rampon et al., 2000). Sin embargo, también se usa el mismo concepto en las Neurociencias. Fue precisamente Donald Hebb, en 1947, quien articulaba el concepto de plasticidad sináptica donde lo relacionó con la idea de ambiente donde hay variados estímulos con los cuales los ratones enjaulados puedan relacionarse (Nieto, 2011).

Las primeras investigaciones al respecto surgieron en la década del 60 con los experimentos realizados por Mark Rosenweig, en la Universidad de Berkeley, California, quien comparó el rendimiento de ratas criadas en una jaula en solitario con ratas criadas en convivencia con otras y además en jaulas que poseían diferentes estímulos como juguetes, escaleras, túneles y otros. El aporte de Donald Hebb fue usar el concepto en términos experimentales, sin embargo, fue Mark Rosenweig en 1960 quien demostró que estos ratones en AE inducen cambios en la corteza cerebral desarrollando mayor grosor a diferencia de aquellos ratones que no habían tenido estímulos en sus jaulas (Aguilar Mendoza, 2010). Estos experimentos demostraron que modificaciones en la estimulación ambiental tanto en intensidad y calidad inducen cambios marcados en la morfología, química y fisiología del cerebro (Sale et al., 2009; Sale et al., 2014).

Se descubrió, posteriormente, que el volumen de la corteza cerebral aumentaba en la crianza en AE. Por lo tanto, las principales conclusiones se refieren a que cuando las células nerviosas son estimuladas por nuevas experiencias y por la exposición a la información entrante de los sentidos, crecen las ramificaciones dendríticas (Diamond, 2001).

En el caso de los ratones de laboratorio, se precisa una variedad de estímulos al alcance de los ratones, en condiciones estándar donde las jaulas tengan un ambiente controlado y en condiciones de aislamiento. Estas condiciones en el sujeto son muy diferentes en donde el ambiente no es controlado, en ambientes naturales y en especial donde los estímulos no son programados. Se debe considerar que los estímulos en ambiente natural y social son variados de acuerdo con las motivaciones y condiciones sociales de la vida de cada sujeto (Nieto, 2011).

Es así como el AE para los seres humanos es primordial para su desarrollo cognitivo y emocional. Sin embargo, el ambiente es diferente para cada sujeto, por lo tanto, los estímulos también, en cuanto al contexto social en el cual se desarrollan, considerando la existencia de interacción social, estimulación sensorio motor y en especial las emocionales. Todos estos factores influyen sobre el desarrollo del cerebro y las funciones que alberga. Se debe destacar que es clave en este proceso de influencia ambiental que los estímulos que se viven en cada contexto sean distintos y distribuidos en el tiempo para beneficiar el proceso cognitivo (Petrosini et al, 2009, citado por Vázquez, Rodríguez, Villarreal, y Campos, 2014).

Se debe mencionar que las vivencias de estos estímulos en ciertos contextos sociales no son equilibradas. Es decir, se puede vivir lo que se denomina ambiente empobrecido o deprivado lo cual tiene consecuencias en el desarrollo de la corteza cerebral y en las conexiones neuronales (Nieto, 2011). El tener una sola forma de educación o tener al frente un solo estilo educativo reduce la posibilidad de conexiones. Lo que implica que para enriquecer el ambiente existen variados tipos de estímulos: auditivo, visual, olfativo, táctiles, gustativo, motor, cognitivo, estético, emocional entre otras. El registro que se utiliza para obtener estos estímulos es variado y va desde lo digital a lo tecnológico, desde lo orgánico a lo artificial, pasando por lo estético a lo tosco. El sujeto se sirve de todo del contexto para estimularse, desarrollando su cerebro con el fin de crear, aprender o solo por el hecho de recrearse (Caballero, 2017).

La riqueza está en usar la diversidad de estímulos en múltiples registros, en diversos contextos, con diferentes frecuencias y variados niveles de profundización para provocar experiencias en los sujetos. La mezcla de estos registros nos dará una mayor amplitud de posibilidades considerando que cada sujeto es diferente y que va a estar expuesto a variados estímulos en el desarrollo de la vida (Caballero, 2017). Esto último implica, según Forés y Ligoiz (2017) que se debe considerar:

- Aprender desde, en y para la vida.
- Descubrir la relación entre pensar, sentir y comportarse.
- Evidenciar cómo aprendemos y cómo aprenden los demás.
- Conocer la construcción del aprendizaje a nivel cerebral.

De acuerdo con esto, se puede afirmar que no todo ambiente es enriquecido, ya que los contextos deben estar orientados a que el sujeto salga de su “zona de comodidad” emocional e intelectual. Por lo tanto, no cualquier actividad corresponde a AE; el hecho de escuchar una melodía, ver una película, visitar un museo o leer un libro no se convierte instantáneamente en un AE. Las actividades o acciones para enriquecer el ambiente deben considerar en primer lugar que cada sujeto debe realizar un esfuerzo en la acción, lo que implica contemplar un cierto grado de complejidad, de tiempo y energía para concentrarse en la misma. El segundo aspecto debe considerar que la actividad debe ser desafiante emocional e intelectualmente (e incluso corporalmente) dependiendo de la naturaleza de la misma. El tercer aspecto que se debe considerar está en directa relación con el hecho de que la acción para enriquecer el ambiente debe contar con un mediador, esto implica que deba existir la posibilidad de diálogo, de conversación, de discusión, de reflexión en conjunto, de apoyo y, en especial, retroalimentación. El cuarto aspecto se relaciona con que la actividad debe ser significativa y sostenida en el tiempo lo que implica el compromiso del sujeto con la actividad a realizar (Caballero, 2017).

Este último punto aborda el hecho de que considerar las emociones es fundamental, si no el principal, para considerar la construcción de un AE (Cotrufo, 2016). Es por ello que nos extendemos en este último tema. Existe una aceptación general en que los procesos emocionales tienen atributos que influyen de manera directa e intensa en la expresión motora, aspectos sensoriales-perceptuales, autonómicos- hormonales, cognitivos-atencionales y afectivos-sentimentales (Nieto, 2011; Cotrufo, y Ureña, 2016; Forés y Ligoiz, 2017). El proceso emocional es un factor significativo para los seres humanos por el elemento motivacional que poseen para el aprendizaje, ya que ellas nos dirigen a actuar hacia una dirección específica. Especialmente si está relacionado con una emoción positiva, se tendrá el deseo de continuar en la misma acción (Cotrufo, 2016).

Se afirma que el componente emocional es básico en el proceso del pensamiento racional. Las emociones pasan a ser un elemento clave para el aprendizaje y la toma de decisiones (Ostrovsky, 2013). La manera específica como se expresan las emociones es determinada en gran parte por la cultura del lugar donde vive un individuo. Cada cultura enseña cómo expresar los sentimientos de manera socialmente aceptable. Los niños con frecuencia manifiestan sentimientos agresivos u hostiles destinados a lastimar con un ataque físico directo; en los adultos estas conductas son raras, porque socialmente son inaceptables (Ostrovsky, 2013).

Cuando se habla de alfabetización emocional, se habla de formar emocionalmente, y nos remite a los componentes básicos del ser humano y de su comportamiento. Es a través de las emociones que los seres humanos construyen su identidad, sus vínculos afectivos, se comprometen en la vida, es decir, es el medio por el cual el ser humano se vincula al mundo y a los demás (Cotrufo, 2016).

## *El Ambiente Enriquecido en el aula*

Como ya se ha mencionado anteriormente, las actividades e instrumentos didácticos que se apliquen en el aula deben ser enfocadas a potenciar aspectos de habilidades de lecto-escritura, desarrollo motor, cognición, la música y el juego. Algunas de estas propuestas abarcan a más de un principio:

### **a) Suggestopedia**

La “Suggestopedia” es una teoría de enseñanza propuesta por el psicoterapeuta búlgaro Georgi Lozanov durante los años 70, la cual se enfoca en la aplicación de sugestión positiva en el aula, junto a otros elementos como la música y técnicas de relajación, con el fin de bajar los niveles de estrés que pudiera producir la rutina académica. El entorno físico y la atmósfera del aula son factores claves para hacer que “los estudiantes se sientan cómodos y seguros” (Hammer, 2001).

Si bien esta metodología se ocupó en un principio para la enseñanza de idiomas, su aplicación puede ser derivada a distintas actividades curriculares debido a la naturaleza de los elementos de los que hacen uso. Es importante destacar que entre los principios de este método se encuentra la elaboración (i.e., realización de una actividad enmarcada) y producción (i.e., hacer uso libremente del contenido que se ha adquirido) (Lozanov, 1978).

Además de un uso de lenguaje positivo y alentador hacia los estudiantes, se utiliza música (que en su mayoría es barroca y/o clásica) con el fin de que los estudiantes se sientan aún más tranquilos durante la realización de las actividades, haciéndolas más significativas y activando la PLP durante este proceso. De esta manera, se incorporan elementos de cognición, música, y en algunas situaciones, juego en el aula (Lozanov, 1978).

### **b) Live Action Role-Playing Game (LARP)**

El juego de rol (de ahora en adelante RPG), es una instancia lúdica en la cual los participantes asumen el papel de un personaje (creado por los jugadores de la partida) dentro de una historia creada por el maestro del juego, la cual posee reglas establecidas para acciones y resultados. Por lo general, participan entre cuatro y cinco jugadores. Durante la partida se busca que el grupo de participantes trabaje en equipo para lograr un objetivo. Las partidas se pueden extender en distintas sesiones las cuales son conocidas como campañas. Las temáticas de cada partida pueden ser variadas y se pueden abordar contenidos de distintas actividades curriculares, tales como Historia, Filosofía, Lenguas Extranjeras, etc. (Bockman, 2003).

Por lo general, durante el juego los participantes están sentados alrededor del maestro de juego y las acciones son anunciadas por cada jugador, siempre y cuando sean posibles realizarlas. El LARP implica un cambio de plataforma de juego, ya que se mantienen los mismos principios, pero se cambia el lugar físico y aspectos de los jugadores. Esta modalidad implica que los jugadores se personifiquen (tanto con las vestimentas, maquillajes, accesorios, etc.) y actúen como si fueran los protagonistas de la aventura. El maestro de juego sigue dirigiendo la partida, pero cuenta con mayor espacio de movimiento y, debido a que es de naturaleza cooperativa, se pueden agregar más jugadores o personajes de apoyo que ayuden a caracterizar aún más el ambiente (Bockman, 2003).

Algunos aspectos destacables a mencionar sobre esta modalidad incluyen la creación colaborativa de una historia, el intento de superar desafíos en búsqueda de los objetivos del personaje y un sentido de inmersión en un contexto ficticio (Bockman, 2003). De esta manera, tomando en cuenta la sesión, se pueden realizar proyectos investigativos previos a la sección de LARP, en el cual el estudiante debe entregar un material escrito de producción propia sobre su personaje (por ejemplo, una partida ambientada durante los años 20's) con el fin de potenciar aspectos de la lecto-escritura, al igual que las habilidades sociales, actuación e improvisación, mejorando con ello las habilidades localizadas en los lóbulos parietal y frontal. En este último, con importancia en el trabajo de la flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo como parte de las funciones ejecutivas (Bausela, 2014).

### **c) Modelismo en Papel (*Papercraft*)**

El modelismo en papel (*Papercraft*) es un modelo tridimensional hecho de papel, el cual es similar en apariencia al origami. Sin embargo, lo que hace único al *Papercraft* es que las figuras están compuestas por distintos segmentos de formas geométricas que son cortados con tijera y pegados entre sí (Tubbs y Drake, 2006).

Las aplicaciones que posee el *Papercraft* son ilimitadas; se puede abordar formas geométricas en matemáticas, explicar principios de equilibrio en física, armar modelos a escala en clases de artes o sencillamente ocuparlo en talleres de motricidad. Por lo general, los modelos de *Papercraft* son generados por

softwares, y la variedad, temática y dificultad de modelos que se pueden obtener son prácticamente infinitas (Tubbs y Drake, 2006).

Una cualidad importante del uso del *Papercraft* en el aula es que, además de estimular el desarrollo motor del estudiante, promueve la concentración y la perseverancia frente a nuevos desafíos, los cuales, a su vez, fortalecen la red neuronal del individuo (García et al., 2007).

### *El profesor como agente mediador del AE en el aula*

Sin duda, el rol del educador es uno de los pilares en la construcción de ambientes enriquecidos en el aula, no solo como moderador dentro del contexto educativo, sino que como generador de instancias de aprendizaje (Vaello, 2011).

El educador debe considerar cuatro elementos al momento de propiciar un AE. Estos son:

1. **Los Estudiantes**, los cuales dependen de su motivación, autoestima, estado psicológico y físico en durante su estadía educativa formal.
2. **El Currículo**, el cual contiene aspectos formales y actitudinales de saberes a ser transmitidos por el docente.
3. **El Contexto**, el cual abarca un realidad física y temporal como el clima del aula, el ambiente en el colegio y las características del sector en donde se encuentra el establecimiento.
4. **El Profesor** como tal, el que, a través de su competencia profesional, debe influir en la motivación del alumno, modificación de metodologías cuando sean necesarias, reflexión sobre su práctica profesional y en su propia automotivación (Vaello, 2011).

Considerando estos cuatro elementos, la función mediadora del profesor se materializa cuando éste proporciona y controla el equilibrio armónico de estas variables durante la instancia educativa formal. Esto puede ser evidenciado no solo en resultados académicos, sino que también en el clima escolar (Vaello, 2011).

Entre los ejemplos en que se puede mencionar la función mediadora del profesor se encuentra el uso de música clásica (Suggestopedia) durante periodos de realización de actividades académicas (Lozanov, 1978), cambiar el contexto de interrogaciones orales por medio del juego de rol interpretado (LARP) (Böckman, 2003) o la construcción de maquetas de monumentos clásicos por medio del *Papercraft* (Tubbs y Drake, 2006) entre otras actividades.

Además, este proceso beneficia la creación de nuevas redes neuronales y de nuevos conceptos que pueden ser transversales a distintas disciplinas (Ríos-Flórez et al., 2016).

### *Actividades Desafiantes*

Además de ser un mediador, el profesor es responsable de graduar la dificultad de las actividades que se realicen en el aula. Al respecto, una Actividad Desafiante se entiende como toda propuesta de actividad académica con un grado de desafío que beneficie el desarrollo de dendritas y a su vez, de conexiones neuronales (Jensen, 2004). Las actividades que retan al cerebro a aprender, propician la salud del mismo y la preparación para enfrentar las más variadas situaciones en la vida y con menores niveles de estrés, ya que el proceso mismo de enfrentar la nueva situación tonifica la actividad cerebral, independientemente de los resultados que se tengan (Jensen, 2004).

Tomando en consideración lo afirmado por Jensen, las actividades sugeridas anteriormente (Suggestopedia, LARP y el *Papercraft*) proponen no solo un cambio en cómo se presentan a los estudiantes, sino que equilibran la importancia tanto del proceso como del resultado. Por ejemplo, al ocupar el LARP para realizar una exposición oral, se cambia el formato de la presentación formal en beneficio de una dramatización, la cual exige que el estudiante utilice recursos emocionales propios (tales como el autocontrol y la improvisación) con el fin de cumplir dicha actividad. En esta situación podemos concluir que el desafío reside en el formato de realización de la actividad ya que demanda mucho más que una demostración de conocimiento del contenido por parte del estudiante (Böckman, 2003).

## Conclusión

Tal como se expuso en la presente revisión, el abordaje del ambiente enriquecido puede ser de tipo multidisciplinario y de acuerdo con variadas visiones o perspectivas. El sustento biológico es importante para comprender los diversos procesos que ocurren al interior del sistema nervioso, los cuales se

materializarán en conductas observables que darán origen a diversos procesos mentales necesarios para el aprendizaje, los cuales son susceptibles de ser intervenidos en una adecuada práctica pedagógica o incluso en cualquier otra disciplina asociada al área educativa o de la neurorehabilitación.

De acuerdo con esto, es importante señalar que la manipulación del ambiente social, creando ambientes desafiantes, inducen variadas consecuencias, tanto a corto como a largo plazo en las funciones cerebrales y en el comportamiento de los sujetos. Para desarrollar este ambiente desafiante se deben considerar ciertos requisitos de la actividad, tales como: 1) reunir ciertos esfuerzos, 2) ser de tipo desafiante, 3) incluir un mediador y, principalmente, 4) favorecer la motivación del sujeto, considerando que el factor emocional es el principal componente de cualquier programa o planificación destinada a la construcción de un AE (Jensen, 2004).

El principal objetivo de las actividades elaboradas dentro de un AE debe apuntar a crear más y mejores conexiones neuronales en las diferentes áreas cerebrales involucradas en la cognición, en especial aquellas especializadas en funciones cognitivas con directa participación en el proceso de aprendizaje, tales como el lenguaje, los sistemas de memoria, los sistemas de atención y las funciones ejecutivas (Ríos-Flórez y Jiménez-Zuluaga, 2016).

Es necesario considerar además que no todas las actividades pueden ser englobadas dentro del AE. Es necesario reunir los criterios anteriormente mencionados para que las diferentes propuestas sean enmarcadas dentro de dicho concepto. Asimismo, es conveniente señalar que el profesor es un agente generador y mediador de AE a fin de generar en el alumnado más y mejores mecanismos para un aprendizaje efectivo y generalizable a múltiples áreas de la vida cotidiana.

## Referencias

- Aguilar Mendoza, L. (2010). *Aprendizaje, Memoria y Neuroplasticidad. I Congreso Mundial de Neuroeducación*. Lima, Perú: ASEDH- CEREBRUM.
- Albarracín et al. (2016). L-Glutamato: un aminoácido clave para las funciones sensoriales y metabólicas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 66(2), 101-112.
- Caballero, M. (2017). *Neuroeducación de profesores y para profesores: de profesor a maestro de cabecera*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Carlson, N. (2014). *Estructura y funciones de las células del sistema nervioso. En Fisiología de la Conducta* (30-70). Madrid: Pearson Educación S.A.
- Cotrufo, T y Ureña Bares, J. (2016). *El cerebro y las emociones: Sentir, pensar, decidir*. Madrid: Bonalitra Alcompas.
- Díaz Atienza, J. (2014). *Ambientes Enriquecidos en la Infancia y Aprendizaje de Infancia y Familia*. Recuperado de: <http://diazatiienza.es/2014/05/26/ambientes-enriquecidos-en-la-infancia-y-aprendizaje/>.
- Donoso, A. (1998). *Cerebro y Lenguaje*. Santiago, Chile: Universitaria.
- Festini, S., McDonough, I. y Park, D. (2016). The Busier the Better: Greater Busyness Is Associated with Better Cognition. *Frontiers in Aging Neuroscience*: 8:98.
- Forés, A. y Lligoiz, M. (2017). *Descubrir la neurodidáctica: Aprender desde, en y para la vida*. Barcelona: UOC.
- García Rodríguez, R. y González Ramírez, V. (2014). Las funciones psíquicas superiores, la corteza cerebral y la cultura. Reflexiones a partir del pensamiento de A. R. Luria. En *claves del Pensamiento*, VIII (15), 39-62.
- Harmer, J. (2001). *The Practice of English Language Teaching*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Jensen, E. (2006). Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas. *Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 7 (2), 259-261.
- Kandel, E., Schwartz, J., Jessell, T., Siegelbaum, S. y Hudspeth, A. (2013). *Principles of neural science*. 5ta. Ed. New-York: McGraw-Hill.
- Lozanov, G. (2005). *Suggestopedia -Desuggestive Teaching Communicative Method on the Level of the Hidden Reserves of the Human Mind*. Vienna, Austria: International Centre for Desuggestology.
- Macquarie University (2003). "The Three Way Model; Revision of the Threefold Model". Recuperado de: [http://web.science.mq.edu.au/~isvr/Documents/pdf%20files/LARP/three\\_way\\_model.pdf](http://web.science.mq.edu.au/~isvr/Documents/pdf%20files/LARP/three_way_model.pdf)
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación: Sólo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial.
- Nieto, J. (2011). *Neurodidáctica: Aportaciones de las neurociencias al aprendizaje y a la enseñanza*. Madrid: Editorial CCS.
- Ostrosky, F. y Vélez, A. (2013). Neurobiología de las emociones. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, Enero-Junio, 13(1): 1-13.

- Purves, D. (2015). *Neurociencia*. 5ta. Ed. Madrid: Editorial Panamericana
- Rampon, C., Jiang, CH., Dong, H., Tang, YP., Lockhart, DJ., Schultz, PG., Tzien, TZ., y Hu, Y. (2000). Effects of environmental enrichment on gene expression in the brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97, 12880-12884.
- Romero Pérez, C. (2007). ¿Educar las emociones?: paradigmas científicos y propuestas pedagógicas. *Cuestiones Pedagógicas*, 18, 105-119.
- Redolat Iborra, R. (2012). La estimulación mental como factor potenciador de la reserva cognitiva y del envejecimiento activo. *Información psicológica*, 104.
- Ríos - Flórez, J. y Jiménez - Zuluaga, P. (2015). Activación de las redes neuronales del arte y la creatividad en la rehabilitación neuropsicológica. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 15(2), 47 – 60.
- Sale, A., Bernardi, N y Maffei, L. (2009). Enrich the environment to empower the brain. *Trends in Neurosciences*, 32, 233-39.
- Sale, A., Bernardi, N y Maffei, L. (2014). Environment and brain plasticity: Towards an endogenous pharmacotherapy. *Physiological Reviews*, 94, 189-234.
- Vaello Orts, J. (2011). *Cómo dar clase a los que no quieren*. Barcelona: Graó.
- Vásquez, M., Rodríguez, A., Villarreal, J. y Campos, J. (2014). Relación entre la Reserva Cognitiva y el Enriquecimiento Ambiental: Una revisión del Aporte de las Neurociencias a la comprensión del Envejecimiento Saludable. *Cuadernos de Neuropsicología*, 8(2): 171-201