



# REVISTA MÉDICA CLÍNICA LAS CONDES

<https://www.journals.elsevier.com/revista-medica-clinica-las-condes>

## ARTÍCULO ESPECIAL

### Aportes de la neuroeducación a la simulación clínica

*Contributions of neuroeducation to clinical simulation*

Jessica Goset-Poblete, PhD<sup>a</sup> ✉

<sup>a</sup> Facultad de Medicina, Universidad Andrés Bello. Viña del Mar, Chile.

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

##### Historia del Artículo:

Recibido: 15 04 2024

Aceptado: 03 10 2024

##### Keywords:

Neuroeducation; Active Methodologies; Simulation; Simulation Training; Educational Activities; Cognitive Neuroscience.

##### Palabras clave:

Neuroeducación; Metodologías Activas; Simulación; Entrenamiento de Simulación; Actividades Educativas; Neurociencia cognitiva.

#### RESUMEN

*La neuroeducación permite comprender el proceso de aprendizaje desde la neurociencia. Este conocimiento facilita a los académicos entender la importancia de las emociones y de las funciones ejecutivas en el aprendizaje. A partir de este fundamento neurocientífico, este artículo aborda las principales características de los procesos cerebrales que se dan en metodologías activas. Ello permite al lector valorar su importancia y comprender por qué las metodologías activas deben ser consideradas como metodologías de primera elección para el logro de aprendizajes profundos. De manera particular, se revisa la estrategia de la simulación clínica alineada con las metodologías activas utilizadas en la formación de profesionales de la salud. A modo de conclusión, se releva la importancia de la neuroeducación para una implementación efectiva y consciente de la simulación clínica, no sólo desde la técnica de la ejecución, sino desde la fundamentación neurocientífica, permitiendo el óptimo beneficio por parte de los estudiantes del área de la salud.*

#### ABSTRACT

*Neuroeducation allows us to understand the learning process from a neuroscience standpoint. This knowledge makes it easier for academics to understand the importance of emotions and executive functions in learning. Based on this neuroscientific foundation, this article addresses the main characteristics of the brain processes that occur in active methodologies. This allows the reader to assess their importance and understand why active methodologies should be considered first choice methodologies for achieving deep learning. In particular, the clinical simulation strategy is reviewed, aligned with the active methodologies used in the training of health professionals. In conclusion, the importance of neuroeducation is highlighted for an effective and conscious implementation of clinical simulation, not only from the execution technique, but also from the neuroscientific foundation, which allows optimal benefit on the part of the students in the area of health.*

✉ Autor para correspondencia

Correo electrónico: [jessica.goset@unab.cl](mailto:jessica.goset@unab.cl)

<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2024.10.001>

e-ISSN: 2531-0186/ ISSN: 0716-8640/© 2024 Revista Médica Clínica Las Condes.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



## INTRODUCCIÓN

El desafío en la formación de los profesionales de la salud es una realidad constante. Ello impulsa a una atención y reflexión permanente por parte de las instituciones educacionales responsables por generar cambios en los planes de estudio, ajustando tiempos, contenidos relevantes u objetivos de aprendizaje<sup>1</sup>. En este sentido, la reflexión curricular ha relevado la enseñanza del razonamiento clínico, el pensamiento crítico, la bioética, la comunicación efectiva y el autocuidado en la formación de pregrado<sup>2-4</sup>.

Sin embargo, no basta con la adecuación curricular para que se integren estos saberes. Es necesario que se logre identificar cuál es la mejor forma de enseñarlos y lograr el aprendizaje profundo de cada uno de ellos.

Esta afirmación provoca el cuestionamiento crucial sobre si una metodología docente puede modificar el proceso de aprendizaje. Para tener claridad sobre la respuesta, primero se debe consensuar qué se entiende por aprendizaje. Desde las teorías psicopedagógicas el aprendizaje se puede explicar como la transformación interna que permite al sujeto comprender e interpretar el mundo de manera más profunda<sup>5</sup>. Así mismo, el aprendizaje es concebido como un cambio estable en la conducta o en la capacidad de comportarse de determinada manera, gracias a la práctica u otras formas de experiencia<sup>6</sup>. Desde otro punto de vista, la neurociencia lo explica como una modificación de las redes neuronales preexistentes de nuestro cerebro que le permiten al sujeto dar una respuesta diferente para adaptarse al cambio<sup>7</sup>.

Para incorporar correctamente el fundamento neurocientífico del aprendizaje, se hace necesario comprender que la red neuronal es la malla de conexiones sinápticas que conecta a las neuronas. En ella se establecen los circuitos cerebrales, responsables de generar respuestas específicas frente a un determinado estímulo<sup>8</sup>. Estas interconexiones son únicas para cada sujeto, y están definidas por el tipo y cantidad de sinapsis. De acuerdo a los estímulos recibidos, estos circuitos son capaces de modificar sus relaciones, dando origen al concepto de plasticidad cerebral, permitiéndole al individuo cambiar su conducta, adaptarse al medio y aprender<sup>9</sup>.

Desde esta comprensión, nace la disciplina de la neuroeducación que integra los avances de la neurociencia sobre el desarrollo cognitivo, las funciones cerebrales, los sistemas de recompensa, la cognición social y la función de las emociones con los saberes de la psicología y de la educación, para abordar el proceso de enseñanza y aprendizaje<sup>10</sup>.

Es así como uno de los grandes aportes de la neuroeducación, es decir de la neurociencia aplicada a la educación, ha sido identi-

car factores que facilitan la modificación y consolidación de estas redes y que, por lo tanto, promueven el aprendizaje.

Entre ellos reconoce los aspectos emocionales, como el estrés, la curiosidad, la satisfacción, la motivación, el logro o los vínculos<sup>11</sup>. También ha identificado el ejercicio, el sueño, el bienestar, las actividades lúdicas, la integración del arte, la toma de decisiones y la repetición en el tiempo, como aspectos cruciales.

Otro gran aporte de la neuroeducación ha sido el explicar la relación que existe entre la cognición y la emoción<sup>10</sup>.

Para entender esta sinergia, es imprescindible conocer el concepto de funciones ejecutivas (FE). Si bien existen diversas definiciones, se comprende como el conjunto de habilidades cognitivas relacionadas con el pensamiento superior integrando a la planificación, organización, ejecución y evaluación del desempeño para alcanzar una meta dada<sup>12</sup>. Los procesos metacognitivos, es decir la conciencia sobre nuestro propio pensamiento, relacionados con la autoevaluación y autorregulación, también forman parte de las FE<sup>13,14</sup>. Así mismo, su diferenciación en funciones ejecutivas frías o en caliente hace referencia al componente emocional, social o cognitivo de la tarea involucrada<sup>15</sup>. Por último, también se considera a la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva, como los tres grandes ejes, desde los que se analizan las capacidades cerebrales relacionadas con las FE<sup>16</sup>.

Es relevante aclarar que las FE se desarrollan durante el transcurso de la vida y que, gracias a las experiencias del sujeto, alcanzan un estado de maduración entre los 20 y 30 años<sup>17</sup>. Esto cobra importancia al considerar la edad de los estudiantes que cursan actividades de pregrado, ya que, dependiendo de sus experiencias cognitivas previas, sus FE quizás aún estén en un periodo de maduración. Al tener un desarrollo posterior, cobra especial interés las FE relacionadas con los procesos metacognitivos, siendo necesario considerar la guía docente para poder llevar a cabo estos procesos de autoevaluación y autorregulación.

Ahora bien, las FE no son funciones aisladas, sino que están siempre vinculadas a las emociones<sup>18,19</sup>. La emoción, como respuesta psicofisiológica de todo ser humano, está siempre presente en el diario vivir. La gestión y elaboración de las emociones es realizada por el sistema límbico o cerebro emocional y nos permite adaptarnos, tomar decisiones, comunicarnos con los demás y enriquecer todas las vivencias<sup>20</sup>. Gracias a estructuras como el hipocampo, el hipotálamo, el núcleo accumbens y la amígdala, toda información percibida es matizada con un espectro de emociones. Ellas determinan la liberación de los diferentes neurotransmisores que preparan al cuerpo para realizar una acción en cuestión. Es así, como frente a una situación de estrés agudo, pero controlado, se libera

adrenalina, cortisol y finalmente glutamato, permitiendo que el sujeto esté en un estado de alerta y atención. Sin embargo, si la situación no es controlada, siendo interpretada como una amenaza vital, la emoción será de miedo o pánico, activando el sistema de defensa-huida, en vez del mecanismo de atención<sup>21,22</sup>.

La principal diferencia entre ambos escenarios está dada por la sensibilidad de la amígdala frente a los niveles de cortisol. Las conexiones que presenta esta estructura con el hipotálamo, hipocampo y córtex, provocan una respuesta automática del sujeto frente al miedo. Esta respuesta se genera sin la elaboración ni evaluación de las acciones a realizar, impidiendo el reclutamiento de las redes asociadas a las FE. En esta condición no son utilizados los mecanismos de razonamiento, pensamiento, reflexión y conciencia que ocurren en el córtex<sup>23</sup>. Esto ocurre por ser un mecanismo filogenéticamente anterior al razonamiento y que responde a un mecanismo de sobrevivencia basado en uso de las emociones básicas como el miedo, para generar una respuesta rápida y permitir al sujeto evitar el peligro. La situación que mejor refleja esta relación neuronal es el estado de "mente en blanco". Esta condición, que algunos estudiantes padecen durante exámenes orales, impide recordar y articular un discurso coherente, quedando paralizados al interpretar psico y fisiológicamente la evaluación como una amenaza desbordante<sup>24</sup>.

Al contrario, en un estado de atención y tranquilidad, el sujeto es capaz de elaborar un plan de acción, evaluar la situación y organizar sus ideas para tomar reflexivamente una decisión. Es decir, tiene la oportunidad de generar un aprendizaje consciente utilizando su cerebro racional, donde la activación del córtex prefrontal permite el despliegue de las funciones ejecutivas<sup>25</sup>.

Otro factor relevante relacionado con las emociones es la recompensa biológica asociada al proceso de aprendizaje. Este concepto se refiere a la activación de los sistemas de recompensa del cerebro que ocurre cuando una persona experimenta placer o satisfacción al aprender algo nuevo o al alcanzar un objetivo<sup>26</sup>. Esta recompensa está vinculada a la liberación de neurotransmisores como la dopamina, que juega un papel crucial en la motivación, el refuerzo y el placer. Cuando una persona experimenta una sensación de logro o éxito, su cerebro responde con la liberación de dopamina, lo que refuerza la conducta de aprendizaje, haciéndola más probable en el futuro. Es por ello, que cuando un sujeto activa su sistema de recompensa biológica, se favorece la consolidación de las redes modificadas, siendo fundamental para el proceso de aprendizaje y la motivación intrínseca. Además, la dopamina está involucrada en la regulación de las funciones de la corteza prefrontal ayudando a modular la actividad neuronal en esta área, facilitando la comunicación entre diferentes regiones cerebrales y mejorando la eficiencia de los procesos cognitivos<sup>27</sup>.

La dopamina se considera entonces un regulador clave de la acción, emoción, motivación y cognición. Es interesante destacar, que el receptor D1 de la dopamina también fomenta los procesos antiinflamatorios, favoreciendo la recuperación y sensación de bienestar<sup>19</sup>. La dopamina es entonces el principal neurotransmisor que genera la sensación de logro, satisfacción y bienestar; es decir, que origina la recompensa biológica, por lo que comúnmente es llamada la hormona de la felicidad. Cuando existe alteración de sus niveles, se puede observar una sensación interna de inquietud, poca capacidad de planificación y organización, poca memoria, frustración y mal carácter<sup>28</sup>.

La dopamina es altamente sensible para las fibras nerviosas de la corteza cerebral o córtex. Es por ello que, al aumentar su presencia en esta zona, se promueve la consolidación de las sinapsis en el área prefrontal y, por ende, la posibilidad de desarrollar más fácilmente las funciones ejecutivas relacionadas con la reflexión, la recuperación de la información y el control de las respuestas automáticas. Por su química y disponibilidad, la dopamina es la molécula más relevante para activar las vías neuronales que generan la sensación de gozo frente al logro<sup>29</sup>.

Es así entonces, que cada vez que el aprendiz supera el error o la brecha frente al desafío planteado, el cuerpo interpreta el logro obtenido como correcto, experimentando satisfacción y promoviendo la consolidación de la memoria. Es por eso que, tal como lo declara Mora<sup>10</sup>, no existe aprendizaje sin placer, siendo la participación de la dopamina reconocida por la neuroeducación como un requisito básico para favorecer el aprendizaje a través de la recompensa biológica.

Integrando entonces el conocimiento que la neurociencia ha aportado para comprender los diferentes procesos durante el aprendizaje, si una metodología docente se enfoca en estimular los factores emocionales descritos anteriormente y estimular la recuperación de la información en el tiempo, favorecerá la modificación y posterior consolidación de las redes, y por lo tanto, favorecerá el aprendizaje. Al contrario, si una metodología no integra la participación de los estudiantes dificultando la obtención de logros cognitivos, genera vínculos pedagógicos deficientes o agresivos, o se basa en un sistema de evaluaciones poco transparentes que faciliten el desarrollo de un estrés crónico, favorecerá, en vez, un aprendizaje superficial fácil de ser olvidado.

De esta manera, la neuroeducación permite comprender la relevancia del rol del estudiante, del docente, de los tiempos y del clima donde se realizan las actividades académicas, explicando de tal modo la esencia neuroeducativa de las metodologías activas y la necesidad de incorporarlas en el quehacer docente.

Las metodologías activas se entienden entonces como un conjunto de estrategias de enseñanza-aprendizaje que consideran al estudiante como centro del proceso, otorgándole un rol activo, participativo para ser protagonista de su propio aprendizaje. En contraste con las metodologías tradicionales, donde el profesor es el único transmisor de conocimiento, las metodologías activas promueven el hacer del estudiante<sup>30,31</sup>. Esto significa que el principal desafío docente se centra en diseñar las actividades que realizará el estudiante para obtener el máximo beneficio cognitivo y/o procedimental de la experiencia de aprendizaje.

Otro aspecto crucial de las metodologías activas son los espacios para la retroalimentación. Ella consiste en la información que se da a un estudiante sobre su desempeño con el fin de facilitar la mejora y el ajuste de su comportamiento, comprensión o habilidades. Ya sea entre pares, con el docente o incluso con inteligencia artificial, la retroalimentación tiene como objetivo guiar la autoevaluación del desempeño estudiante para que sea capaz de monitorear su progreso, comprender sus errores y ajustar sus acciones para alcanzar sus metas educativas<sup>32</sup>.

Es importante no confundir los procesos de retroalimentación con el proceso informativo de entrega de las calificaciones obtenidas. La retroalimentación es un proceso cognitivo complejo mediado por un diálogo respetuoso y desempeña un papel crucial en el proceso de aprendizaje, pues contribuye al desarrollo de la autoevaluación, la reflexión y la metacognición, habilidades dependientes de las FE y transversales para todas las metodologías activas.

Dependiendo del tipo de retroalimentación recibida también se crearán los vínculos y compromiso necesarios para mantener la motivación con el proceso de aprendizaje. Una retroalimentación muy superficial o poco reflexiva favorecerá la desmotivación frente al proceso<sup>33</sup>.

Es así como emerge el último componente estructural de las metodologías activas que se relaciona con el componente social. Este es muy relevante pues permite la interactividad, tanto para validar cognitivamente la experiencia, como para favorecer la colaboración y el trabajo en equipo. Puede aumentar la motivación de los estudiantes al sentir que contribuye al aprendizaje de los demás, que pertenece a un grupo y que es valorado como estudiante<sup>34</sup>.

A pesar de que en el mundo pedagógico existe una gran diversidad de metodologías activas a disposición, no es obvio comprender los aspectos neuroeducativos que la fundamentan. Para guiar esta comprensión, se analizará ahora una de las estrategias que se integra a las metodologías activas en la formación en el área de la salud: la simulación.

## SIMULACIÓN CLÍNICA

La simulación en salud es comprendida como una técnica didáctica, que permite al estudiante practicar habilidades y enfrentarse a situaciones clínicas en entornos que recrean ambientes reales. Al ser ambientes simulados, potencian la curva de aprendizaje al mismo tiempo que resguardan los aspectos éticos relacionados con la protección de la seguridad y el bienestar de los participantes, el respeto por la privacidad, la confidencialidad y el trato digno<sup>35</sup>.

En su estructura didáctica se planifica un hacer, un posible error o acierto y un repetir de los procedimientos por parte del estudiante. Así, se le otorga un rol activo, permitiéndole tomar decisiones sobre su proceso y construir sus propios significados mediados por la reflexión de la experiencia<sup>36</sup>, alineándose con el fundamento de las metodologías activas.

Ahora bien, al analizarlo desde la neurociencia, se debe comprender que la ejecución de un procedimiento nuevo implica la modificación de redes preexistentes. Inicialmente esta respuesta es lenta, pues se está integrando información nueva a la red neuronal original y se requiere de una evaluación cognitiva y motora constante. Sin embargo, a medida que se repite el desafío en cuestión, la red recién formada se vuelve a activar y va fortaleciendo sus conexiones. Luego de múltiples oportunidades de práctica, la red neuronal se transforma en una red madura y consolidada, capaz de dar una respuesta rápida y eficaz. Es decir, la plasticidad cerebral modifica la red neuronal preexistente, creando una nueva red que madura y se consolida gracias a su estimulación repetida en el tiempo, dando una respuesta que evidencia el aprendizaje deseado<sup>37</sup>. Este es el fundamento neuroeducativo de la estrategia de entrenamiento de baja dosis y alta frecuencia<sup>38</sup> y de brindar la oportunidad de repetir las actividades hasta su refinamiento en la práctica deliberada<sup>39</sup> en simulación. Este explica entonces, la necesidad que todos los estudiantes tengan la posibilidad de hacer y de repetir los procedimientos la mayor cantidad de veces posible durante la práctica de simulación. Esta comprensión es crucial para la administración eficiente de tiempos, insumos y materiales que estarán a disposición de cada estudiante durante la sesión, y que definirán el real valor de la práctica.

Sin embargo, la repetición por sí misma no basta para generar un aprendizaje profundo. Es necesario tomar conciencia de lo realizado mediante la autoevaluación, reconociendo el acierto o la brecha entre lo esperado y lo logrado, para determinar su origen y su posible solución.

Como se mencionaba anteriormente, este proceso se lleva a cabo gracias al conjunto de habilidades cognitivas superiores denominadas FE. Ellas permiten utilizar información previamente almacenada

a través de la memoria de trabajo, para comprender la explicación del entorno simulado durante la primera fase de la simulación o *briefing*. Así mismo, permiten planificar las acciones a realizar, tomar las decisiones necesarias para resolver el caso y ejecutar el procedimiento durante la práctica simulada. Finalmente, también están presentes en la última fase de *debriefing*<sup>40</sup>, pues permiten analizar el desempeño, identificar un posible error y llegar a acuerdos de mejora. Del mismo modo, adoptar nuevas acciones para no volver a cometer los mismos errores también forma parte de las FE, especialmente las relacionadas con la flexibilidad cognitiva. Es la flexibilidad cognitiva la que permite entonces cambiar los modelos mentales que, al ser patrones de pensamientos y por lo tanto redes neuronales preexistentes, facultan la interpretación de una situación, el sentido a la realidad y la toma de decisiones. Por último, la atención y concentración necesarias para realizar los procedimientos en los tiempos predeterminados, son posibles gracias al control inhibitorio.

No obstante, aunque el estudiante logre identificar el error, no siempre es capaz de analizarlo y redirigir correctamente sus acciones de manera autónoma. Es aquí donde surge otra característica esencial del *debriefing*.

El *debriefing*, cómo última etapa de la actividad simulada, se basa en el proceso de retroalimentación, pero se diferencia de ella ya que pone especial énfasis en la reflexión y discusión de las acciones, decisiones y resultados de un escenario de simulación. Es un proceso estructurado, luego de la experiencia de simulación, y tiene como objetivo entregar una devolución mediada por el docente con el propósito de identificar fortalezas, áreas de mejora y lecciones aprendidas<sup>41</sup>. Durante este proceso, es rol del académico fomentar la participación y expresión de todos los involucrados, mediando para lograr la descripción de lo ocurrido y la identificación de los puntos clave mediante una discusión abierta sobre las experiencias y las lecciones aprendidas. Este proceso se basa en un diálogo que invita a reflexionar críticamente sobre el desempeño durante la simulación. Es aquí cuando se analizan las decisiones tomadas, los aciertos, se identifican áreas de fuerza, las oportunidades de mejora y se comprende las implicaciones de las acciones tomadas gracias a las FE<sup>42</sup>.

Durante el *debriefing* se acompaña y apoya al estudiante guiando su reflexión y facilitando la toma de conciencia de la actividad de simulación realizada para fomentar la maduración de la FE y, por lo tanto, el desarrollo cognitivo del individuo con niveles más avanzados de conocimiento y habilidad.

Además, si bien es importante tener presente componentes verbales que guiarán el análisis de la experiencia durante el *debriefing*, también, se deben considerar componentes no verbales, como el tono o timbre de voz, los gestos faciales, la postura y la proxemia,

que generan una impronta emocional al mensaje. El *debriefing* es un ejemplo de la sinergia que existe entre emoción y cognición<sup>43</sup>.

De tal modo, si se percibe un diálogo con señales agresivas o que representen un posible riesgo, la activación de la amígdala generará una respuesta de defensa-huida, siendo el silencio una forma de defensa. En la práctica del *debriefing*, cuando el moderador no logra generar un clima de confianza y respeto, este tiempo de diálogo se transforma en un monólogo. En este caso, las preguntas generadas para analizar la actividad de simulación, son percibidas como un posible riesgo de exposición, humillación o castigo y detonan la conducta defensiva. Si este silencio no es correctamente manejado por el tutor, la tensión aumenta y disminuye aún más la posibilidad de participación, dejando de ser una metodología activa<sup>44</sup>.

La necesidad de un contexto emocional adecuado es crucial no solo para la participación, sino también para que emerja la reflexión y los procesos de pensamiento crítico y metacognitivos<sup>45</sup>, como la autoevaluación y la comprensión de los propios procesos de pensamientos realizados.

Cuando se utilizan metodologías activas que buscan generar procesos reflexivos y metacognitivos es imprescindible crear un ambiente emocionalmente seguro.

Para que exista una conciencia del desempeño, comprensión de sus decisiones y un cambio real, la percepción de seguridad debe ser mayor que la de estrés, evitando que el organismo atienda y destine toda su energía a las acciones que le permitirán sortear el peligro. Es por ello por lo que, los procesos de pensamiento crítico, metacognitivos o incluso la recuperación de información se ven anulados en situaciones de estrés<sup>46</sup>. Comprender que los espacios de aprendizaje deben ser entornos que no inhabiliten emocionalmente el pensamiento reflexivo y por lo tanto permitan el despliegue de las FE, representa una evolución en la comprensión del rol docente. La estrategia de simulación es una oportunidad en este aspecto ya que declara, y es concebido desde sus inicios, como un entorno seguro para el aprendizaje. Hoy en día, lo relevante es que se integre este concepto de seguridad no sólo para la práctica y los pacientes, sino también para el pensamiento del estudiante.

A modo de conclusión, la neuroeducación es una disciplina que aborda las prácticas docentes desde la comprensión neurobiológica del aprendizaje. Se releva así la importancia de la comprensión de los factores neuroeducativos para una implementación efectiva y consciente de la simulación clínica, no sólo desde la técnica de la ejecución, sino desde la fundamentación neurocientífica, permitiendo lograr un óptimo beneficio por parte de los estudiantes del área de la salud.

## Conflictos de intereses

La autora declara no tener conflictos de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cisternas M, Rodríguez J, Llanos C, Garrido F, Nazar C, Thone N, et al. Implementación de la reforma curricular de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile: analizando la experiencia. [Implementation of curricular changes at a medical school]. *Rev Med Chile*. 2022;150(6):821-827. doi: 10.4067/S0034-98872022000600821
2. Torres-Mendoza MV, Zepeda-Gutiérrez DO. Revisión documental de las publicaciones en la enseñanza de la bioética en facultades de medicina de Latinoamérica. *Revista Científica Estelí*. 2024; 26-41. doi: 10.5377/esteli.v13i1.17705
3. Muntadas J. Empatía y compasión en la formación médica. ¿Es necesaria la educación afectiva en Medicina? *Rev Arg Educ Méd*. 2020;9(2):42-50.
4. Castillo-Flamain C. Competencias profesionales en medicina. *MetroCiencia*. 2021;29(4):73-81. doi: 10.47464/MetroCiencia/vol29/4/2021/73-81 <https://revistametrociencia.com.ec/index.php/revista/article/view/235>
5. Alomá M, Crespo L, González K, Estévez N. Fundamentos cognitivos e pedagógicos del aprendizaje activo. *Mendive*. 2022; 20(4):1353-1368. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-76962022000401353&lng=es&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962022000401353&lng=es&tlng=pt)
6. Schunk DH. *Teorías del aprendizaje: una perspectiva educativa*. 6 ed. México: Pearson Educación. 2012.
7. Cabanes-Flores L, Amayuela-Mora G, Martín-Bonet NM. Neuroeducación: una mirada a su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Didáctica y Educación*. 2023;14(3):216-238. Disponible en: <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/1689>
8. Ortiz T. *Neurociencia y educación*. Madrid: Alianza Editorial. 2009.
9. Forés A, Ligoiz, M. *Descubrir la neurodidáctica, aprender desde, en y para la vida*. Barcelona: Editorial UOC. 2009.
10. Mora F. *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial. 2013.
11. Luque K, Lucas MA. *La Neuroeducación en el proceso de enseñanza aprendizaje*. ATLANTE: Cuadernos de Educación y Desarrollo. 2020. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/atlanter/2020/06/neuroeducacion.html>
12. Tirapu-Ustárrroz J, Muñoz-Céspedes JM. Memoria y funciones ejecutivas [Memory and the executive functions]. *Rev Neurol*. 2005;41(8):475-484. doi: 10.33588/rn.4108.2005240
13. Sastre-Riba S. Funcionamiento ejecutivo y metacognición en la alta capacidad intelectual. [Executive functioning and metacognition in high intellectual capacity]. *Medicina (B Aires)*. 2024;84 Suppl 1:72-78. Spanish.
14. Howard SJ, Vasseleu E, Neilsen-Hewett C, de Rosnay M, Chan AYC, Johnstone S, et al. Executive Function and Self-Regulation: Bi-Directional Longitudinal Associations and Prediction of Early Academic Skills. *Front Psychol*. 2021;12:733328. doi: 10.3389/fpsyg.2021.733328.
15. Salehinejad MA, Ghanavati E, Rashid MHA, Nitsche MA. Hot and cold executive functions in the brain: A prefrontal-cingular network. *Brain Neurosci Adv*. 2021;5:23982128211007769. doi: 10.1177/23982128211007769.
16. Diamond A. Executive functions. *Handb Clin Neurol*. 2020;173:225-240. doi: 10.1016/B978-0-444-64150-2.00020-4.
17. Yépez E, Padilla GC, Garcés A. Desarrollo de las funciones ejecutivas en la infancia. *Rev CoGnosis*. 2020;5(1):103-114. doi: 10.33936/cognosis.v5i1.1656. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Cognosis/article/view/1656>
18. Sánchez-Ceballos LA. Contribuciones de las funciones ejecutivas sobre los procesos emocionales: una revisión sistemática. *Psicoespacios*. 2023;17(31):1-27. doi: 10.25057/21452776.1527
19. Saavedra-Torres JS, Díaz-Córdoba WJ, Zúñiga-Cerón LF, Navia-Amézquita CA, Zamora-Bastidas TO. Correlación funcional del sistema límbico con la emoción, el aprendizaje y la memoria. *Morfología*. 2015;7(2):29-44.
20. Gordillo F, Mestas L, Pérez MA, Arana JM. Una breve historia sobre el origen de las emociones. *Revista Electrónica de Psicología de la FES Zaragoza-UNAM*. 2020;10(19):20-27.
21. Solano-Pérez CT, Martínez Téllez Girón E, Arias-Rico J, Barrera-Gálvez R. El papel de la amígdala y su relación con las emociones. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. 2021;10(19):88-90. doi: 10.29057/icsa.v10i19.8139
22. Casafont MR. *Viaje a tu cerebro emocional*. Ediciones B: España. 2015.
23. LeDoux J. Rethinking the emotional brain. *Neuron*. 2012;73(4):653-676. doi: 10.1016/j.neuron.2012.02.004. Erratum in: *Neuron*. 2012;73(5):1052.
24. Fasce E. Bases neurobiológicas del aprendizaje. *Boletín de la Academia Chilena de Medicina XLIV*, 2007. p.123-138. Disponible en: [https://www.academiachilenademedicina.cl/wp-content/uploads/2019/01/boletin\\_academia-med-2007.pdf](https://www.academiachilenademedicina.cl/wp-content/uploads/2019/01/boletin_academia-med-2007.pdf)
25. Tirapu-Ustárrroz J, Luna-Lario P. Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Manual de Neuropsicología*. 2008;2:221-256. Disponible en: [http://media.axon.es/pdf/82395\\_1.pdf](http://media.axon.es/pdf/82395_1.pdf)
26. Berridge KC, Robinson TE, Aldridge JW. Dissecting components of reward: 'liking', 'wanting', and learning. *Curr Opin Pharmacol*. 2009;9(1):65-73. doi: 10.1016/j.coph.2008.12.014.
27. Baik JH. Stress and the dopaminergic reward system. *Exp Mol Med*. 2020;52(12):1879-1890. doi: 10.1038/s12276-020-00532-4.
28. Gaxiola K. Alteración de la emoción y motivación en el TDAH: una disfunción dopaminérgica. *Grafías Disciplinarias de la UCPR*. 2015;28:39-50. doi: 10.31908/grafias.v0i28.1309
29. Torres-Rosas R, Yehia G, Peña G, Mishra P, Thompson-Bonilla M, Moreno-Eutimio MA, et al. Dopamine mediates vagal modulation of the immune system by electroacupuncture. *Nat Med*. 2014;20(3):291-295. doi: 10.1038/nm.3479.
30. Jiménez D, González JJ, Tornel M. Metodologías activas en la universidad y su relación con los enfoques de enseñanza. *Profesorado*. 2020;24(1):76-94. doi: 10.30827/profesorado.v24i1.8173
31. López-Alegría F, Fraile C. Active teaching methodologies versus traditional paradigm: a systematic review. *FEM (Ed. impresa)*. 2023; 26(1): 5-12. doi: 10.33588/fem.261.1255.
32. Quezada S, Salinas C. Modelo de retroalimentación para el aprendizaje: Una propuesta basada en la revisión de literatura. *Rev Mex Invest Educ*. 2021;26(88):225-251.
33. Fernández AI. Distanciados, pero conectados: importancia del vínculo pedagógico en la enseñanza remota por emergencia. [Distant but connected: Importance of the pedagogical relationship in emergency remote teaching]. *Rev Investig Psicol*. 2023;26(2):162-183. doi: 10.15381/rinvp.v26i2.25417.



34. García S, Aznar I, Berral B, Boumadan M, Colón A, De Barros C, et al. *Metodologías activas para la enseñanza universitaria*. Editores Graó: Barcelona. 2021.
35. Serrat N, Camps A. *Simulación como metodología docente en las aulas universitarias. Una introducción*. Colección: Cuadernos de docencia universitaria 47. Editorial Octaedro: Barcelona. 2023.
36. Ferrero F, Díaz-Guio DA. *Educación basada en simulación: polemizando bases teóricas de la formación docente*. *Simulación Clínica*. 2021;3(1):35-39. doi:10.35366/99867.
37. Machado S, Portella CE, Silva JG, Velasques B, Bastos VH, Cunha M, Basile L, Cagy M, Piedade RA, Ribeiro P. *Aprendizaje y memoria implícita: mecanismos y neuroplasticidad*. [Learning and implicit memory: mechanisms and neuroplasticity]. *Rev Neurol*. 2008;46(9):543-549. Spanish. doi: 10.33588/rn.4609.2007092
38. Sutton RM, Niles D, Meaney PA, Aplenc R, French B, Abella BS, Lengetti EL, Berg RA, Helfaer MA, Nadkarni V. *Low-dose, high-frequency CPR training improves skill retention of in-hospital pediatric providers*. *Pediatrics*. 2011 Jul;128(1):e145-51. doi: 10.1542/peds.2010-2105.
39. Ericsson KA. *Deliberate practice and acquisition of expert performance: a general overview*. *Acad Emerg Med*. 2008;15(11):988-994. doi: 10.1111/j.1553-2712.2008.00227.x
40. Costandi M. *Neuroplasticidad: La serie de conocimientos esenciales de MIT Press*. Ediciones UC. 2021.
41. Valencia JL, Tapia S, Olivares SL. *La simulación clínica como estrategia para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de medicina*. *Investigación Educ Médica*. 2019;8(29):13-22. doi: 10.1016/j.riem.2016.08.003.
42. Bae J, Lee J, Jang Y, Lee Y. *Development of simulation education debriefing protocol with faculty guide for enhancement clinical reasoning*. *BMC Med Educ*. 2019;19(1):197. doi: 10.1186/s12909-019-1633-8.
43. Arteaga-Olleta A. *Prácticas de simulación de entrevista clínica y "debriefing" con estudiantes de Medicina*. *Contextos Educ*. 2022. (29):241-251. doi: 10.18172/con.5126
44. Rodríguez-Fernández JM, García-Acero M, Franco P. *Neurobiología del estrés agudo y crónico: su efecto en el eje hipotálamohipófisis-adrenal y la memoria*. *Univ Med*. 2013;54(4):472-494. doi: 10.11144/Javeriana.umed54-4.neac.
45. Gallego-Gil D, Ongallo-Chanclón C. *El 'emofeedback': la inteligencia emocional y el feedback en los procesos de acompañamiento*. *Rev Cienc Comun Inf*. 2020;25(2):1-22. doi: 10.35742/rcci.2020.25(2).1-22.
46. Giuliani MF, Urquijo S. *El Funcionamiento Ejecutivo y la Metacognición en Docentes: Revisión Sistemática y Recomendaciones para su Abordaje*. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*. 2022;22(1):149-166.