

Experiencias y
perspectivas

¿Por qué la emoción antecede a la cognición?

Las emociones como sustrato esencial para la consolidación de aprendizajes: perspectiva desde la evolución filogenética cerebral

Paula Andrea Segura Delgado^{1,2*}, Martha Helena Ramírez-Bahena^{1,3}

¹Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Salamanca

² 0000-0002-1430-9020

³ 0000-0002-0744-8313

*Correspondencia

Paula Andrea Segura Delgado
paulaasegura94@gmail.com

Citación

Segura PA, Ramírez-Bahena MH. ¿Por qué la emoción antecede a la cognición? Las emociones como sustrato esencial para la consolidación de aprendizajes: perspectiva desde la evolución filogenética cerebral. JONED. Journal of Neuroeducation. 2023; 4(1): 102-108. doi: 10.1344/joned.v4i1.41954

Fecha de recepción:

03/02/2023

Fecha de aceptación:

04/05/2023

Fecha de publicación:

15/07/2023

Conflicto de intereses

Las autoras declaran la ausencia de conflicto de interés.

Editora

Laia Lluçh Molins (Universitat de Barcelona, España)

Revisores

Dr. Álvaro Federico Muchiut
José Carlos Angel

Derechos de autor

© Paula Andrea Segura Delgado, Martha Helena Ramírez-Bahena, 2023

Esta publicación está sujeta a la Licencia Internacional Pública de Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 de Creative Commons.



Resumen

La neuroeducación resalta la importancia de vincular los saberes neurocientíficos para enriquecer la epistemología y la práctica docente. Diversas experiencias educativas han aceptado el valor trascendental de las emociones para lograr un aprendizaje significativo, aplicativo y emocional. Con los objetivos de lograr en la comunidad docente una alfabetización conceptual neurocientífica para comprender, desde saberes de la neurociencia, los resultados positivos de experiencias educativas integradas al factor socioemocional, se presenta una revisión bibliográfica sobre conocimiento neurofisiológico que permite entender cómo aprende el cerebro en relación al suprasistema emocional-cognitivo; junto a concebir la plasticidad cerebral y las neuronas espejo como decisivas para el aprendizaje de las habilidades socioafectivas.

Actualmente se presenta la necesidad de entender la educación como un entorno de desarrollo social con enfoque emocional mediado por prácticas educativas coherentes con la naturaleza social del cerebro, que presenta una evolución biológica lenta para la actual realidad social vertiginosa y afronta situaciones sociales difíciles como son la violencia, el estrés y la depresión. Se concluye, debido a la correspondencia de los avances teóricos de las neurociencias con la educación, que debe ser la praxis docente adaptada a la fisiología cerebral, ya que se debe conocer lo que se pretende transformar.

Palabras clave: neuroeducación, emociones, cerebro, enseñanza y aprendizaje, formación docente.

Resum

La neuroeducación comparteix la importància i la necessitat de la vinculació de coneixements neurocientífics per a l'enriquiment de l'epistemologia i la pràctica docent; diverses experiències educatives han acceptat el valor transcendental de les emocions per a l'assoliment d'un aprenentatge significatiu i emocional. Amb els objectius d'aconseguir a la comunitat docent una alfabetització conceptual neurocientífica per a comprendre, des de sabers de la neurociència, els resultats positius d'experiències educatives integrades al factor socioemocional, es presenta una revisió bibliogràfica sobre coneixement neurofisiològic que permet entendre com aprendre el cervell relacionat amb el vinculo del suprasistema emocional-cognitivo. Així com per comprendre la plasticitat cerebral i les neurones espejo com a determinants per a l'aprenentatge de les habilitats socioafectives.

Actualment es presenta la necessitat d'entendre l'educació com un entorn de desenvolupament social amb enfocament emocional mitjançant pràctiques educatives coherents amb la naturalesa social del cervell que ha presentat una evolució biològica lenta per a la realitat actual social vertiginosa i afronta situacions socials difícils com a violència, el estrés y la depresión. Se concluye, debido a la correspondencia de los avances teóricos de las neurociencias con la educación, que ha de ser la praxis docente adaptada a la fisiología cerebral, ya que se ha de conocer lo que pretende transformar.

Paraules clau: neuroeducación, emocions, cervell, ensenyament i aprenentatge, formació docent.

Abstract

Neuroeducation shares the importance and necessity of linking neuroscientific knowledge for the enrichment of epistemology and teaching practice; several educational experiences have accepted the transcendental value of emotions for the achievement of meaningful and emotional learning. To achieve in the teaching community a neuroscientific conceptual literacy to understand, from neuroscientific knowledge, the positive results of educational experiences integrated into the socioemotional factor, a bibliographic review presented on neurophysiological knowledge that allows understanding of how the brain learns related to the link of the emotional-cognitive suprasystem. As well as to understand brain plasticity and mirror neurons as decisive for the learning of socioemotional skills.

Currently, there is a need to understand education as an environment of social development with an emotional approach through educational practices coherent with the social nature of the brain, which has presented a slow biological evolution for the current vertiginous social reality and faces difficult social situations such as violence, stress, and depression. It concluded, due to the correspondence of the theoretical advances of neurosciences with education, that the teaching praxis must be adapted to brain physiology since one must know what one intends to transform.

Keywords: neuroeducation, emotions, brain, teaching and learning, teacher training.

Introducción

*Todo aprendizaje involucra razón, cuerpo y emoción*¹.

Durante la pandemia causada por la COVID-19, las TIC fueron la herramienta central para cumplir el derecho educativo en los diferentes países del mundo. A pesar de los recursos y estrategias virtuales e híbridas implementadas, se evidenció un retroceso y disminución en los resultados educativos, entendiéndose desde: saberes conceptuales y salud emocional²⁻⁸.

Debido a lo anterior, junto a la importancia de erradicar en la educación prácticas academicistas, ortodoxas y anacrónicas, se propone: implementar los saberes derivados de la investigación neuroeducativa; favorecer el desarrollo social y holístico a través del contexto áulico; corroborar la veracidad y validez del vínculo entre la ciencia y la educación a partir de definir las variables observables o el marco de referencia y la evaluación empírica de las experiencias prácticas neuroeducativas.

Las neurociencias mencionan que la corteza prefrontal cognitiva (CPC) logra activarse solo si el sistema límbico presenta una adecuada estimulación. La CPC es la zona neuronal donde se realiza la interpretación de la información recibida por los sentidos o pensamientos; que adquieren sentido a través de conocimientos y experiencias previas^{11,12}. Por lo anterior se requiere, en la praxis docente, el desarrollo de ambientes que promuevan emociones adecuadas para el refuerzo o la construcción de procesos sinápticos.

El objetivo de este artículo es comprender, a través de los conocimientos neurofisiológicos, por qué las experiencias educativas que se fomentan desde el componente emocional conducen resultados favorables en el aprendizaje¹³⁻¹⁵.

Secciones relevantes

La neuroeducación como línea emergente interdisciplinar y transdisciplinar de pensamiento y acción comparte a la comunidad educativa conocimientos neurológicos con el propósito de comprender el funcionamiento cerebral durante el proceso de aprendizaje^{8,16-18} a través de un enfoque neuropsicopedagógico que enriquece la epistemología y práctica docente. Se estructura por el diálogo de los

conocimientos neurocientíficos vigentes de las neurociencias cognitivas y la neuropsicología cognitiva, junto a los saberes y experiencias prácticas de las diferentes ciencias de la educación (pedagogía y didáctica) y las ciencias sociales^{1,8,11,12,19}.

Una de las preguntas investigativas centrales de la neuroeducación es entender cómo aprende el cerebro. Su respuesta es una base teórica que permite reconocer la codependencia entre el suprasistema emocional-cognitivo, junto a la comprensión de la educación como una acción que modifica al cerebro a través de una práctica integral. Sin embargo, la vía emocional no debe entenderse como la única mirada adecuada para la consolidación de aprendizajes, ya que también *el sentido* (relación de lo nuevo con el conocimiento previo) y *el significado* (aplicación del nuevo conocimiento con su mundo real) son estrategias que, gracias a la naturaleza cerebral, permiten la formación de nuevas conexiones sinápticas¹¹.

Metodología

El presente artículo se consolidó a partir de una revisión bibliográfica sistemática y síntesis de la información encontrada en fuentes especializadas (artículos de difusión, tesis y libros académicos) en el idioma inglés y en el español con el objetivo de comprender, desde la fisiología cerebral, el papel esencial de las emociones para el logro del aprendizaje. Para la búsqueda de referencias bibliográficas se utilizó "AND" como operador booleano, en relación con los conceptos: *brain AND emotions*; *learning AND emotions*.

El cerebro

*"Úsalo o lo perderás"*¹¹.

Ortiz¹² llama la naturaleza del cerebro como bioneuropsicosocial al depender su desarrollo, funcionamiento y expresión de la genética y de factores externos (epigenética); su función primordial es la predicción^{12,20}. Se encarga de expresar la conducta, el lenguaje, el pensamiento y los sentimientos, además de permitir la comunicación y relación de procesos internos y externos²⁰.

Dicho órgano se caracteriza por: ser heterogéneo e hiperconectado, dinámico, único e individual,

plástico y social^{21,22}; ser modificado por la experiencia y la educación, siempre con la emoción implicada^{23,24}; su desarrollo se produce de forma asincrónica en tiempos diferentes; aprende para asegurar la supervivencia; el aprendizaje depende de la maduración (mielinización, neurogénesis y sinaptogénesis) de las diferentes zonas cerebrales comprometidas (“ventanas abiertas”) para el desarrollo de las diversas habilidades cognitivas; su evolución genética es lenta, siendo la plasticidad la vía para su adaptación; aprende por medio de patrones, los detecta y encuentra un sentido para utilizarlos siempre que vea la necesidad²⁵, y se diferencia de los demás cerebros por la presencia de la corteza prefrontal (zona más tardía de madurar) y programación cerebral baja²¹.

Relación del suprasistema emocional-cognitivo

“El cerebro es el órgano con el que ha de trabajar la educación”.

El estudio de la evolución cerebral según la escala filogenética sustenta que el sistema límbico precede al desarrollo neurobiológico de la neocorteza; se describe a continuación.

En la era de los reptiles se presenta la parte más primitiva del cerebro siendo el tronco cerebral. Es un conjunto de reguladores preprogramados, encargados de controlar las funciones biológicas básicas para la supervivencia. A partir del tronco cerebral nacen capas neuronales encargadas de los centros emocionales junto a la estructura del lóbulo olfativo; con el paso del tiempo y la llegada de los primeros mamíferos, se consolidan las zonas para el aprendizaje (amígdalas) y la memoria (hipocampo), propiciando la inteligencia. Hace aproximadamente 100 millones de años, en el Homo sapiens se desarrolla la neocorteza a partir de la zona neuronal perteneciente al sistema límbico, y se consolida así la capacidad intelectual mediante la comparación y comprensión. Durante el anterior proceso de evolución cerebral su tamaño a aumentado aproximadamente tres veces, manifestado de abajo hacia arriba. Debido a dicho vínculo evolutivo, “el cerebro emocional está tan comprometido con el razonamiento como lo está el cerebro pensante”²⁴.

¿Cómo aprendemos?

El cerebro aprende bien únicamente si está atento, concentrado y en plena actividad de generación de modelos mentales²⁶.

La información es captada por los sentidos, siendo sus áreas sensoriales las que crean una percepción sin significado. El sistema límbico recibe la información antes de la neocorteza. Particularmente, la primera zona límbica en ser activada es el tálamo, que, gracias a un proceso de bifurcación neuronal, envía la señal a la neocorteza (memoria operativa) y a la amígdala^{24,27}, para dar paso en paralelo a las siguientes rutas neurológicas:

- Amígdala: vincula el estímulo a la memoria emocional; si se logra una eficaz asociación, se activa el hipocampo junto a su memoria de contexto y significado.
- Neocorteza: el estímulo adquiere mayor significado si se logra asociar con circuitos neuronales existentes. Dependiendo del estímulo, se inician procesos cognitivos básicos o superiores.

En los procesos de aprendizaje, el sistema límbico o cerebro emocional antecede a la funcionalidad de la neocorteza o el cerebro cognitivo; de la zona límbica se derivan muchos más axones a la zona frontal que a la inversa, con la participación principal del hipocampo y la amígdala¹¹. Las emociones dominan (regulan o inhiben) los procesos cognitivos^{1,19,23}. Primero, el cerebro se prepara para el componente emocional y, luego, para el cognitivo; lo afectivo media lo cognitivo, no hay nada que llegue al pensamiento sin pasar por el sentimiento¹².

Las emociones y su relación con el aprendizaje

La emoción es el sustrato neurobiológico que alimenta el funcionamiento neuronal de los procesos de aprendizaje y memoria²⁸.

Las emociones, dirigidas por el sistema límbico, son conscientes mediante sentimientos, autorreflexión, experiencias previas, estados psicológicos y biológicos, junto a sus tendencias a actuar^{18,24}. Son una

forma de comunicación y lenguaje no verbal que condiciona la toma de decisiones²⁹ e intensifica la actividad de las redes neuronales¹⁷.

Las emociones positivas favorecen la activación del hipocampo, el aprendizaje y la memoria a largo plazo; emociones negativas dificultan los procesos cognitivos, ya que pueden bloquear la neocorteza; sin embargo, si se estimula con moderación, las situaciones que causan desequilibrio cognitivo y confusión (incongruencias, anomalías, contradicciones, desasosiego) pueden favorecer el aprendizaje y mejorar el rendimiento académico¹¹. Tanto para el profesorado como para el alumnado, las emociones desempeñan un papel crucial en la enseñanza y el aprendizaje³⁰, ya que no solo deben ser comprendidas por su valencia, sino por su intensidad o efecto en la educación³¹.

Discusión

El sistema educativo, a partir de un compromiso social y ético profesional, requiere la formación integral y continua de los docentes; se propone específicamente la importancia y necesidad de ser neuroeducadores, lo que va a permitir el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales, físicas y emocionales a través de una enseñanza fundamentada en conocimiento científico derivado de las neurociencias^{8,11,12,16-18,20,32-35}.

La neuroeducación, a través de la interdisciplinariedad, enriquece tanto la epistemología como la práctica docente. Al entender el desarrollo filogenético cerebral la dependencia de la activación de la neocorteza y cómo el cerebro aprende, los educadores pueden adoptar una postura crítica y reflexiva para comprender mejor los resultados positivos derivados de las experiencias educativas que integran el componente emocional^{14,30,36}.

Ya que se concibe el cerebro humano como el único órgano especializado para eventos sociales debido a la plasticidad e interacción de las neuronas espejo con el entorno^{4,12,20,24,27}, la neuroeducación enfatiza la necesidad del docente de saber cuál es la trascendencia, de manera indirecta o directa, de sus aptitudes, actitudes, acciones emocionales, interacción socioafectiva, lenguaje verbal y no verbal, influencia del ambiente áulico, creación de vínculos, promoción de trabajo colaborativo y cooperativo como formación en inteligencia emocional durante su

práctica; junto a valorar el rol de las demás personas que acompañan la formación educativa¹⁴.

Conclusión

La educación debe adaptarse a la neurofisiología cerebral.

La neuroeducación propone reconocer las siguientes características neurofisiológicas como procesos cerebrales eficaces para los procesos de enseñanza y aprendizaje: plasticidad cerebral, neurogénesis, papel de las emociones en la cognición, identificación de períodos sensibles (“ventanas abiertas”) para el desarrollo de habilidades cognitivas, neuronas espejo y epigenética^{1,11,24,37}.

En este artículo se ha abordado la pregunta central del título: ¿por qué la emoción precede a la cognición? A través del conocimiento de la evolución filogenética del cerebro, se ha explicado la importancia de las emociones como antecedentes para la consolidación de aprendizajes. El objetivo de este enfoque es proporcionar a los docentes una postura clara, crítica y reflexiva durante la implementación como autoría de estrategias educativas que incorporan efectivamente las emociones como parte fundamental del proceso de aprendizaje.

La educación debe ser entendida como un entorno de desarrollo social con enfoque emocional, donde se afiance y enseñe diversas habilidades y competencias tanto cognitivas como sociales y afectivas; por lo que su rol trasciende lo académico y acoge al estudiante como un agente social (no solo por valores sociales –visión antropogénica–, sino por la naturaleza neurofisiológica del cerebro) con capacidad de contribuir a la mejora de la sociedad.

Por lo tanto, la práctica educativa basada en el componente socioemocional no solo facilita procesos de aprendizaje y afianzamiento de habilidades cognitivas como funciones ejecutivas y mejoramiento de rendimiento académico, sino que permite la formación integral e intrínseca de cada ser, dando prioridad a los aprendizajes de habilidades sociales y emocionales como son: salud mental, autoestima, bondad, gratitud, optimismo, esperanza, resiliencia, valentía, empatía e inteligencia emocional³⁰.

El rendimiento académico se relaciona con las emociones que anticipan la enseñanza, los conocimientos previos y el aprendizaje adquirido. De

las experiencias con docentes en formación inicial se expone que sus emociones y la enseñanza se condicionan recíprocamente, por lo que se requiere abordar los aspectos afectivos y cognitivos durante su formación teórica y práctica^{31,38}. De las experiencias con estudiantes se menciona: la dependencia del rendimiento académico con las emociones es más significativa en los estudiantes de Secundaria en comparación con el contexto de Primaria y universitaria³⁹; necesidad de educar emocionalmente desde la primera infancia⁴⁰, y el valor de evalua-

ciones periódicas e integrales mediante estrategias alternativas como el *breakout* educativo, que permite empoderar al estudiante de habilidades físicas, psicosociales, cognitivas y emocionales⁴¹. Finalmente, se confirma la importancia de existir en los diferentes niveles de formación, programas de intervención metacognitivos y metaemocionales para aprender a conocer, regular y gestionar las emociones tanto del discente como del docente con el propósito de consolidar aprendizajes significativos, aplicativos y emocionales.

Referencias

- Mora F. Neuroeducación: sólo se puede aprender aquello que se ama. Madrid: Alianza Editorial; 2013. 224 p.
- La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. Informe COVID-19. CEPAL-UNESCO. 2020;21.
- Education responses to COVID-19: an implementation strategy toolkit [Internet]. 2020 jul [citado 17 de enero de 2023]. (OECD Education Policy Perspectives; vol. 5). Report No.: 5. Disponible en: https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-responses-to-covid-19-an-implementation-strategy-toolkit_81209b82-en
- Villafuerte J, Bello J, Pantaleón Y, Bermello J. Rol de los docentes ante la crisis del COVID-19, una mirada desde el enfoque humano. Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaIE). 2020;8(1):134-50.
- Quintana I. COVID-19 y el cierre de las universidades ¿preparados para una educación a distancia de calidad? Revista Internacional de Educación para la Justicia Social Universidad de Bio-Bio. 2020;9(3e):1-11.
- Arraiaga P. Pandemia Covid-19: Educación a Distancia. O las Distancias en la Educación. Revista Internacional de Educación para la Justicia Social Escuela Mario Arce Gatica, Chile [Internet]. 2020;9(3e). Disponible en: <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12396/12222>
- Sandoval CH. La Educación en Tiempo del Covid-19 Herramientas TIC: El Nuevo Rol Docente en el Fortalecimiento del Proceso enseñanza Aprendizaje de las Prácticas Educativa Innovadoras. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 20. 2020;9(2):24-31.
- Palma Morales SJ, Monroy Díaz LE, Castillo Mendoza JR, Guillén Dardón DR, Balán González II. Efecto de la Neuroeducación en tiempos de Pandemia. Rev Acad Cunz. 20 de enero de 2021;4(1):59-64.
- Ranz-Alagarda D, Giménez-Beut JA. Principios educativos y neuroeducación: una fundamentación desde la ciencia. EDETANIA 55. 2018;
- Bowers JS. The practical and principled problems with educational neuroscience. Psychological Review. 2016;123(5):600-12.
- Sousa DA. Implicar al cerebro reconectado. Efectos de la tecnología en la reconexión del cerebro de los alumnos. Ediciones SM España; 2018. 224 p.
- Ortiz A. Neuroeducación ¿cómo aprende el cerebro humano y cómo deberían enseñar los docentes? Colombia. Ediciones de la U; 2015. 233 p.
- Saavedra Torres JS, Díaz Córdoba WJ, Zúñiga LF, Navia Amézquita CA, Zamora Bastidas TOZ. Correlación funcional del sistema límbico con la emoción, el aprendizaje y la memoria. 2015;7(2).
- Valdés-Villalobos B. Neuroeducación y sus alcances socioafectivos en el quehacer docente. Neuroeducar socioafectivamente. JNeuroedu. 2022;2(2).
- Schweder S. Mastery goals, positive emotions and learning behavior in self-directed vs. teacher-directed learning. Eur J Psychol Educ. marzo de 2020;35(1):205-23.
- Campos AL. Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. 2010;14.
- Valentín K, Campos AL. ¿Qué aporta la neuroeducación al educador? CEREBRUM Centro Iberoamericano de Neurociencias, Educación y Desarrollo Humano. 2021;7.
- Vargas AY. Neuroeducación en la formación docente. Fortaleciendo la dimensión personal del educador hacia el desarrollo integral del educando. 2015;90-100.
- Waldegg G. Bases Neurológicas del aprendizaje, reseña de La comprensión del cerebro. Hacia una nueva ciencia del aprendizaje, OCDE. Educación Matemática. 2013;15(3):175-8.
- Pascual-Leone Á. Un cerebro sano para toda la vida. 2022; IV Congreso Internacional de Neuroeducación. 2022. Salud y cerebro. Aprendizajes para la vida.
- Bueno i Torrens D. Genes y plasticidad neuronal: educando el futuro. En: El ágora de la neuroeducación La neuroeducación explicada y aplicada. Octaedro S.L. España: Universidad de Barcelona; 2019. p. 17-30.
- Ligioio M. Importancia del vínculo en el aprendizaje y calidad de vida: nacidos para conectar y compartir. En: El ágora de la neuroeducación La neuroeducación explicada y aplicada. Octaedro S.L. Universidad de Barcelona; 2019. p. 43-54.
- Casafont i Vilar R. El autoconocimiento nos proyecta a la ac-

- ción saludable. En: El ágora de la neuroeducación [Internet]. Ediciones Octaedro S.L. España: Universidad de Barcelona; 2019. p. 63-78. Disponible en: <https://octaedro.com/wp-content/uploads/2019/10/17007-Agora-neuroeducacion.pdf>
24. Goleman D. La Inteligencia Emocional. Por qué es más importante que el coeficiente emocional. Bantam Books; 2018. 391 p.
 25. Pherez G, Vargas S, Jerez J. Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Civiliz.* 2018;18(34):149-66.
 26. Dehaene S. ¿Cómo aprendemos? Buenos Aires, Argentina: Siglo veintiuno editores; 2019. 369 p.
 27. Franco S. Educación basada en el cerebro. *Med UNAB.* 2013;16(1):34-8.
 28. Mora F. Prólogo. En: Implicar al cerebro reconectado Efectos de la tecnología en la reconexión del cerebro de los alumnos. España: Biblioteca innovación educativa; 2018. p. 9-16.
 29. Román F. Neurociencia social en el aula. Bases neurocognitivas para la interacción social. En: El ágora de la neuroeducación La neuroeducación explicada y aplicada. Ediciones Octaedro S.L. España: Universidad de Barcelona; 2019. p. 79-92.
 30. Anand PV. Emotional Intelligence and Positive Education: Preparing Students for a Better Tomorrow. *New Directions for Teaching and Learning.* diciembre de 2019;2019(160):107-16.
 31. Marcos-Merino JM. Análisis de las relaciones emociones-aprendizaje de maestros en formación inicial con una práctica activa de Biología. *Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.* 2018;16(1):1-14.
 32. Mora F. Educar con Cerebro. 2011; Disponible en: http://www.ub.edu/geneticaclass/davidbueno/Articles_de_divulgacio_i_opinio/Altres/Neuroeducacion-QUO.pdf
 33. Moyano MH. Evaluación del control inhibitorio y flexibilidad mental en escolares de tres a seis años: estudio evolutivo. [España]: Universidad de Salamanca; 2019.
 34. Pradas Montilla S. Neurotecnología educativa la tecnología al servicio del alumno y del profesor. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Subdirección General de Documentación y Publicaciones; 2016.
 35. Casanova L. Incorporación de la neurotecnología educativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje. 2021;11(1):135-9.
 36. Tzafilikou K, Perifanou M, Economides AA. Negative emotions, cognitive load, acceptance, and self-perceived learning outcome in emergency remote education during COVID-19. *Educ Inf Technol.* noviembre de 2021;26(6):7497-521.
 37. Bueno i Torrens D. Neurociencia para educadores. Cuarta edición. Barcelona - España: Octaedro - Rosa Sensant; 2019. 180 p.
 38. Marcos Merino JM, Esteban Gallego MR, Gómez Ochoa de Alda JA. Conocimiento previo, emociones y aprendizaje en una actividad experimental de ciencias. *ensciencias.* 2022;40(1):107-24.
 39. Camacho-Morles J, Slemp GR, Pekrun R, Loderer K, Hou H, Oades LG. Activity Achievement Emotions and Academic Performance: A Meta-analysis. *Educ Psychol Rev.* septiembre de 2021;33(3):1051-95.
 40. Maya Cámara E, González Sanjuan R. La educación emocional en el aula de educación infantil. Estudio de caso. En: Educación y Sociedad: Pensamiento e innovación para la transformación social. Madrid: DYKINSON S.L; 2022.
 41. Maya Cámara E, Ramírez Bahena MH. El BreakOut Educativo como recurso innovador de evaluación en Educación Primaria. En: Educar para transformar: Innovación pedagógica, calidad y TIC en contextos formativos. Madrid: DYKINSON S.L; 2022.