



Designed by Freepik

# ¿SE PUEDE APLICAR LA NEUROCIENCIA A LA EDUCACIÓN?

ENTENDER EL CEREBRO EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE

David Bueno Torrens

Según algunos gestores científicos y políticos, el siglo XXI es el siglo de la neurociencia. Tanto si es cierto como si no (porque también lo dicen los físicos en cuanto a las aplicaciones de la cuántica o los informáticos respecto de la inteligencia artificial, entre otros colectivos del entorno científicotecnológico), el hecho es que la *neuro* está de moda. Y es lógico, dados los grandes adelantos de estos últimos años en la comprensión de la formación y el funcionamiento del cerebro humano, y su relación con la vida mental, los comportamientos y la cognición. Esto ha hecho que una simple búsqueda en internet permita identificar en menos de un segundo más de 70 millones de entradas donde hay palabras que empiezan con el prefijo *neuro-*.

Neologismos como *neuroeducación*, *neurodidáctica*, *neuropedagogía*, *neuroética*, *neurorreligión*, *neuropsicología*, *neuromoda*, *neuroarte*, *neuroarquitectura*, *neuroeconomía*, *neupolítica*, *neuroventas*, *neurocoaching*, *neurolingüística*, *neuromarketing*, *neuroseguridad*, *neuroliderazgo*, etcétera, son cada día más habituales. La utilización de este prefijo da una pátina de ciencia a campos que, a pesar de estar muy establecidos dentro de la academia, utilizan metodologías de trabajo diferentes, o ligeramente diferentes, al método científico que se utiliza en investigación neurocientífica. Un ejemplo es la educación. ¿Se puede estudiar la aplicación de la

neurociencia a la educación manteniendo todos los detalles del método científico utilizado en neurociencia? O, todavía más básico, ¿se puede aplicar la neurociencia a la educación?

«El prefijo *neuro-* da una pátina de ciencia a campos que utilizan metodologías de trabajo diferentes al método científico que se utiliza en neurociencia»

## ■ LA NEUROCIENCIA ES UNA CIENCIA EXPERIMENTAL

Fijémonos, por un momento y para poner un ejemplo, en la neuromoral, otro neologismo con el prefijo *neuro-* que no he mencionado en la lista anterior. La neuromoral se define como un campo emergente de la neurociencia cuyo objetivo es estudiar las relaciones entre la moralidad y el funcionamiento del cerebro. En uno de los trabajos fundacionales, por ejemplo, ya se identificó la implicación de la corteza prefrontal en las decisiones de carácter moral (Greene, Nystrom, Engell, Darley y Cohen, 2004). Aun así, la moral por sí misma es un campo de conocimiento que determina la rectitud del comportamiento humano según normas culturales y sociales que expresan la existencia de unos deberes y obligaciones, y que se pueden analizar desde muchas vertientes,

como sociológicas, filosóficas y religiosas, cada una con sus propios métodos, pero no utilizando el método científico del mismo modo que en neurociencia.

Dicho de otro modo, la rectitud del comportamiento humano es subjetiva, dado que depende de normas culturales y sociales diversas y cambiantes, mientras que el rasgo distintivo de la ciencia es su apuesta irrenunciable por la objetividad. En la neuromoral, la neurociencia permite identificar las relaciones entre el cerebro y las decisiones morales, por ejemplo analizando con técnicas de neuroimagen qué áreas cerebrales o circuitos neuronales participan en estas (véase Redolar, 2014, para una descripción de las técnicas de neuroimagen más utilizadas), pero en ningún caso permite determinar cuál es la mejor opción moral ante una circunstancia dada.

La neurociencia es la disciplina científica que estudia el sistema nervioso en todos sus aspectos. Esto es, su estructura molecular, celular, anatómica y funcional; el desarrollo embrionario y fetal y los cambios que se van produciendo en el decurso de la vida; la evolución del sistema nervioso desde el origen de los metazoos hasta las especies actuales; las patologías que lo pueden afectar y las terapias y la farmacología para tratarlas, y también la interacción de todos estos elementos para generar la mente humana, entendida como una propiedad emergente del funcionamiento del cerebro. Es decir, el cerebro como base biológica de la cognición y de la conducta. Como se ha dicho, la neurociencia es una disciplina científica experimental, y como tal su avance está sujeto de manera estricta al método científico. Para una descripción de los principales métodos de estudio en neurociencia experimental, véase Harrington (2020). Y para una descripción útil y sencilla para ver si una propuesta sigue mínimamente el método científico, os recomiendo *La ciencia en 4D* (Purroy, 2015), donde se propone que una manera simple de detectar si una propuesta tiene base científica es a través de la presencia de cuatro aspectos que empiezan con la letra *D*: datos, debate, descartar y difundir. Si falta alguno, no es ciencia, como sucede con un número significativo de propuestas *neuro-* que corren por la red.

Volvamos al cerebro. Es el órgano del pensamiento, de donde surgen y donde se gestionan todas las capacida-

des mentales y cognitivas, entre las que se incluye la capacidad de aprendizaje. De hecho, como especie biológica, una de las adaptaciones más importantes que tenemos que favorecen nuestra supervivencia es precisamente la capacidad de aprendizaje. Aprendemos por instinto, y este instinto nos conmina a adquirir conocimientos de nuestro entorno, especialmente pero no únicamente del entorno social, con una finalidad específica: podernos anticipar a los cambios de este. Vivimos en un entorno

dinámico y cambiante, y también incierto. Tanto el hecho de podernos anticipar a las amenazas como también a las oportunidades incrementa la probabilidad de supervivencia, para esquivarlas o aprovecharlas, respectivamente.

Aprender es un instinto, como han demostrado varios trabajos. Por ejemplo, se ha visto que las niñas y los niños en la etapa preverbal utilizan razonamientos filosóficos como el silogismo disyuntivo (Mody y Carey, 2016) y también el método científico (Cook, Goodman y Schulz, 2011) de manera espontánea como mecanismos para adquirir conocimientos para anticipar situaciones. Aun así, este hecho no quita que no sea interesante, por no decir importante o crucial, favorecer determinados tipos de aprendizaje, no solo qué se aprende, sino de manera muy especial cómo se aprende. Es en esta confluencia donde neurociencia y educación entran en contacto de manera sinérgica. Por un lado, las característi-

cas funcionales y anatómicas del cerebro nos permiten adquirir conocimientos nuevos. Por otro, aprender altera la conectividad del cerebro a través de la plasticidad neuronal (o sináptica), que permite el mantenimiento en la memoria de estos conocimientos. Y, finalmente, la vida mental surge de la actividad del cerebro, de los patrones de conexiones neuronales. Dicho de otro modo, aprender condiciona la vida mental a través del órgano que gestiona estos dos procesos. Aquí es donde la educación entra en juego.

#### ■ LA EDUCACIÓN TAMBIÉN UTILIZA EL MÉTODO CIENTÍFICO PERO TIENE CIERTAS LIMITACIONES

Los primeros escritos y tratados sobre educación, a través de la pedagogía y la didáctica, se remontan a la Grecia clásica, y desde entonces han ido surgiendo propuestas



Designed by Freepik

**«El cerebro es el órgano del pensamiento, de donde surgen y donde se gestionan todas las capacidades mentales y cognitivas, entre las que se incluye la capacidad de aprendizaje»**

muy diversas vinculadas a cada cultura y a cada contexto cultural y social (para un resumen de algunas de estas propuestas, véase Bueno, 2019). Aristóteles, por ejemplo, alrededor del año 350 a. C., estableció un diseño educativo basado en cinco periodos. Mucho más recientemente, desde finales de siglo XIX, varias teorías se han centrado en aspectos concretos del aprendizaje, como por ejemplo el conductismo, que se centra en los aspectos relacionados con la conducta observable; el cognitivismo, que se centra en los procesos cognitivos no observables; los modelos constructivistas o socioculturales, que analizan la influencia de la sociedad y la cultura, y el conectivismo, que tiene en cuenta el papel de las nuevas tecnologías y redes sociales en el aprendizaje, entre otros.

La base de investigación en educación es también el método científico, pero presenta algunas particularidades o limitaciones (para una descripción de métodos en investigación educativa, véase Pérez-Juste, Galán González y Quintanal Díaz, 2012; para una descripción básica de las particularidades en investigación educativa respecto al método científico experimental, véase Bueno, 2019; Ruiz, 2020). Hay que tener presente que el método científico no solo utiliza aproximaciones experimentales, sino también correlacionales, comparativas de causa-efecto, observacionales, históricas, con encuestas sociológicas, etcétera. En cuanto a las particularidades o limitaciones, la primera y más importante es que implica a seres humanos, y más específicamente a niños y adolescentes, lo que incrementa la complejidad de cualquier estudio. Por un lado, por cuestiones éticas, no es posible realizar determinados estudios, en concreto aquellos que pudieran suponer algún tipo de perjuicio para su desarrollo cognitivo o emocional. Esto es especialmente relevante cuando se establecen los grupos control, y cuando se pretende demostrar los efectos negativos de determinadas intervenciones pedagógicas. En estos casos, la única posibilidad éticamente viable consiste en realizar estudios de correlación, donde se identifican personas que por cuestiones ajenas a la propia investigación se hayan visto sometidas a determinados procesos educativos.

Además, la gran diversidad sociocultural, económica y de contextos ambientales hace que sea difícil generalizar a partir de estudios específicos circunscritos a una tipo-

logía concreta de alumnado. También acostumbra a ser complejo establecer qué parámetros educativos o qué éxitos cognitivos o emocionales se valoran y mediante qué tests o pruebas se realiza esta valoración, considerando siempre que cada docente es percibido por el alumnado de una forma propia, y que, por consiguiente, la simple presencia de un docente u otro puede modificar ligeramente los resultados o su interpretación. En este sentido, a menudo hay que hacer las valoraciones de forma indi-

recta, para que el propio proceso de valoración no interfiera en las capacidades cognitivas o socioemocionales sobre las que se quiere actuar.

Para ello, cualquier investigación en educación necesita establecer de forma muy clara sus objetivos, las intervenciones pedagógicas a realizar, los parámetros cognitivos y socioemocionales que se evaluarán y cómo se realizará esta evaluación, en consistencia con los grupos de control seleccionados. En este sentido, uno de los problemas habituales suele ser disponer de una muestra de alumnado suficientemente amplia para aplicar pruebas estadísticas que le confieran solidez matemática. Por eso es importante delimitar el alcance del estudio y su posible generalización, para mantener las conclusiones que se obtengan siempre dentro de los parámetros básicos imprescindibles del método científico.



Designed by Freepik

**«La neuroeducación tiene en cuenta conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro, como la atención y la memoria, o bien las bases neurobiológicas de la conducta y las emociones»**

## ■ LA NEUROEDUCACIÓN COMO INTERACCIÓN SINÉRGICA ENTRE LA NEUROCIENCIA Y LA EDUCACIÓN

La aplicación sinérgica de los conocimientos en neurociencia al campo de la educación ha generado una nueva disciplina académica, la neuroeducación. De forma sucinta se puede definir como el campo transdisciplinar de conocimiento e investigación que promueve la integración de las ciencias de la educación con las que se ocupan del funcionamiento y el desarrollo neuronal y cerebral en todas sus vertientes; es decir, la neurociencia. De esta interacción están surgiendo grandes ideas, muchas de las cuales refuerzan lo que la pedagogía moderna ha ido postulando desde hace décadas, como por ejemplo la importancia del juego y de las emociones, la necesidad de movimiento y de sensorialidad, la importancia del trabajo colaborativo y de

<b>Hacer lo mismo, pero</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sabiendo o reforzando la importancia de cada acción;</li> <li>– mejorando los ritmos y ajustando los tiempos;</li> <li>– dando otros significados a los procesos;</li> <li>– siendo mucho más conscientes de las acciones realizadas, y</li> <li>– teniendo presentes las aportaciones de la neurociencia.</li> </ul>
<b>Introducir estrategias clave derivadas de los conocimientos en neurociencia aplicada a la educación para</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– estimular la mentalidad de crecimiento en el alumnado, trasladando que no hay determinismos en las capacidades (aunque sí que puede haber ciertas facilidades);</li> <li>– potenciar la plasticidad neuronal, la atención, la motivación, la creatividad y la metacognición;</li> <li>– favorecer la cooperación (que no es excluyente del trabajo individual, sino que lo incluye como parte de su proceso) y el juego como concepto de aprendizaje;</li> <li>– valorar la importancia del movimiento, la actividad física, la alimentación, el sueño, la música y el arte, y</li> <li>– valorar el papel de la imitación en los aspectos actitudinales y conductuales.</li> </ul>
<b>Saber qué no funciona y</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tomar conciencia de los errores;</li> <li>– concebir la clase como un laboratorio de aprendizaje;</li> <li>– mantenerse actualizado (la neurociencia continúa aportando nuevos datos valiosos para la educación), y</li> <li>– evidenciar los neuromitos en la práctica educativa.</li> </ul>
<b>Tomar conciencia, como docente que forma parte de un equipo, para</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mejorar el diseño de las actividades;</li> <li>– pensar conjuntamente y compartir actividades y aprendizajes con otros compañeros, tanto de la misma materia como también especialmente de otras materias, y</li> <li>– dar tiempo, escucharse y escuchar para dejar que el aprendizaje fluya.</li> </ul>
<b>Adquirir más seguridad en la práctica docente, lo que permite</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mantenerse en un estado de aprendizaje continuo;</li> <li>– aportar justificación no solo pedagógica sino también científica a las acciones docentes;</li> <li>– sustentar la práctica también en evidencias de la neurociencia;</li> <li>– innovar, y</li> <li>– saber que no hay fórmulas estándar ni recetas universales.</li> </ul>

Tabla 1. Efectos de conocer cómo funciona el cerebro en el campo de la educación (extraído de Bueno, 2019).

la implicación social, etcétera. Y también otras nuevas, como la función que pueden tener dosis moderadas y muy bien administradas de estrés sobre la atención, el papel de la sorpresa y la motivación, el valor del esfuerzo cuando se ve satisfecho sobre las sensaciones de recompensa, la relación de la motivación con el optimismo en el nivel de neurotransmisores, etcétera.

Del ámbito de las neurociencias, la neuroeducación tiene en cuenta conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro, especialmente relacionados con los procesos de plasticidad subyacentes a las funciones cognitivas superiores, como la atención y la memoria, o bien

**«La neuroeducación está empezando a proyectar un escenario muy prometedor, pero hay que ser conscientes de que es un ámbito de investigación que todavía tiene mucho camino por recorrer»**

las bases neurobiológicas de la conducta y las emociones. Del ámbito de la educación, se centra principalmente en el desarrollo de teorías y prácticas pedagógicas que explican cómo funcionan los procesos de enseñanza y de aprendizaje dadas las diversas metodologías de aula, la didáctica, los materiales, las competencias básicas o las habilidades docentes, entre otras. Y también incluye elementos del campo de la psicología, como los conceptos y las teorías sobre el funcionamiento de la cognición y de la conducta humana, y de la sociología, como los factores de interacción social.

Llegados a este punto estamos en disposición de abordar ya la pregunta que da título a este artículo: «¿Se puede aplicar la neurociencia a la educación?» O dicho de otro modo, ¿podemos hablar de investigación neuroeducativa? La neuroeducación es, todavía, una disciplina muy joven y, de momento, la mayor parte de estudios de los que se dispone son de investigación básica en contextos de laboratorio. Todavía existe, por lo tanto, una carencia muy importante de investigaciones aplicadas a contextos naturales de aprendizaje, y muchas de las hipótesis y teorías se basan en investigaciones correlacionales. Uno de los motivos, además de la juventud de esta disciplina académica, son las limitaciones de las que se hablaba en el apartado anterior. Así pues, si bien la neuroeducación está empezando a proyectar un escenario de optimización y de evolución pedagógica muy prometedor, hay que ser conscientes de que es un ámbito de investigación que todavía tiene mucho camino que recorrer, y que todavía faltan muchos experimentos «de campo» (Bueno, 2019; Carballo, 2016; Ruiz, 2020). Por este motivo es comprensible la existencia de un cierto escepticismo por parte de algunos científicos y pedagogos en relación con las aportaciones reales de la neurociencia al diseño de prácticas pedagógicas específicas. Y también propicia la aparición de creencias erróneas, los llamados «neuromitos» (Forés et al., 2015; Howard-Jones, 2014).

En este sentido, en el contexto de la investigación neurocientífica y para disminuir la incidencia de neuromitos y de propuestas acientíficas o pseudocientíficas, Forés y Bueno (2019) propusieron incorporar una quinta *D* a la propuesta 4D de Purroy (2015), la *D* de *demonstración*, en el sentido de poder evaluar los resultados y el proceso de la aplicación de conocimientos en neurociencia al campo de la educación de forma dinámica. La neuroeducación nos ayuda a entender por qué funciona lo que funciona en educación, teniendo como base el funcionamiento del cerebro, y eso lo hace todo más comprensible y verificable (Tabla 1). Como decía Wagensberg (2006) en *A más cómo, menos por qué*, en neuroeducación: «A más por qué, menos dudas sobre cómo» (Forés y Bueno, 2019). O, como dice Jensen (2010), «lo importante [de la neuroeducación] es [contribuir a] educar teniendo el cerebro en mente». 🔄



Designed by Freepik

## «La neuroeducación es una disciplina muy joven y la mayor parte de estudios de los que se dispone son de investigación básica en contextos de laboratorio»

### REFERENCIAS

- Bueno, D. (2019). *Neurociencia aplicada a la educación*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Carballo, A. (2016). Neuroeducación: De la neurociencia a l'aula. *Guix d'Infantil*, 86, 11–14.
- Cook, C., Goodman, N. D., & Schulz, L. E. (2011). Where science starts: Spontaneous experiments in preschoolers' exploratory play. *Cognition*, 120, 341–349. doi: [10.1016/j.cognition.2011.03.003](https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.03.003)
- Forés, A., & Bueno, D. (2019, 20 de febrero). Hay una fórmula para saber si una metodología educativa tiene solvencia científica. *The Conversation*. Consultado en <http://theconversation.com/hay-una-formula-para-saber-si-una-metodologia-educativa-tiene-solvencia-cientifica-111969>
- Forés, A., Gamo, J. R., Guillén, J. C., Hernández, T., Ligoiz, M., Pardo, F., & Trinidad, C. (2015). *Neuromitos en educación*. Barcelona: Plataforma Editorial.
- Greene, J. D., Nystrom, L. E., Engell, A. D., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44, 389–400. doi: [10.1016/j.neuron.2004.09.027](https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.09.027)
- Jensen, E. (2010). *Cerebro y aprendizaje*. Madrid: Narcea.
- Harrington, M. E. (2020). *The design of experiments in neuroscience* (3ª edición). Cambridge: Cambridge University Press.
- Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15, 817–824. doi: [10.1038/nrn3817](https://doi.org/10.1038/nrn3817)
- Mody, S., & Carey, S. (2016). The emergence of reasoning by the disjunctive syllogism in early childhood. *Cognition*, 154, 40–48. doi: [10.1016/j.cognition.2016.05.012](https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.05.012)
- Pérez-Juste, R., Galán González, A., & Quintanal Díaz, J. (2012). *Métodos y diseños de investigación en educación*. Madrid: Ediciones UNED.
- Purroy, J. (2015, 5 de febrero). La ciencia en 4D. *Métode web*. Consultado en <https://metode.es/noticias/la-ciencia-en-4d-2.html>
- Redolar, D. (2014). *Neurociencia cognitiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Ruiz, H. (2020). *¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza*. Barcelona: Graó.
- Wagensberg, J. (2006). *A más cómo, menos por qué*. Barcelona: Tusquets.

**DAVID BUENO TORRENS.** Director de la Cátedra de Neuroeducación UB-EDU1ST. Sección de Genética Biomédica, Evolutiva y del Desarrollo de la Universidad de Barcelona.