



Designed by Freepik

ES POT APLICAR LA NEUROCIÈNCIA A L'EDUCACIÓ?

ENTENDRE EL CERVELL EN ELS PROCESSOS D'APRENTATGE

David Bueno i Torrens

Segons alguns gestors científics i polítics, el segle XXI és el segle de la neurociència. Tant si és cert com si no (perquè també ho diuen els físics pel que fa a les aplicacions de la quàntica o els informàtics respecte de la intel·ligència artificial, entre altres col·lectius de l'entorn científicotecnològic), el fet és que la *neuro* és moda. I és lògic, atesos els grans avenços d'aquests darrers anys en la comprensió de la formació i el funcionament del cervell humà, i la seva relació amb la vida mental, els comportaments i la cognició. Això ha fet que una simple cerca en internet permeti identificar en menys d'un segon més de 70 milions d'entrades on hi ha paraules que comencen amb el prefix *neuro-*.

Neologismes com *neuroeducació*, *neurodidàctica*, *neuropedagogia*, *neuroètica*, *neurorreligió*, *neuropsicologia*, *neuromoda*, *neuroart*, *neuroarquitectura*, *neuroeconomia*, *neupolítica*, *neurovendes*, *neurocoaching*, *neurolingüística*, *neuromàrqueting*, *neuroseguretat*, *neurolideratge*, etcètera, són cada dia més habituals. La utilització d'aquest prefix dona una pàtina de ciència a camps que, malgrat estar ben establerts dins l'acadèmia, utilitzen metodologies de treball diferents, o lleugerament diferents, al mètode científic que s'utilitza en recerca neurocientífica. Un exemple n'és l'educació. Es pot estudiar l'aplicació de la neurociència a l'educació mantenint

«El prefix *neuro-* dona una pàtina de ciència a camps que utilitzen metodologies de treball diferents al mètode científic que s'utilitza en neurociència»

tots els ets i uts del mètode científic utilitzat en neurociència? O encara més bàsic, es pot aplicar la neurociència a l'educació?

■ LA NEUROCIÈNCIA ÉS UNA CIÈNCIA EXPERIMENTAL

Fixem-nos, per un moment i per posar un exemple, en la neuromoral, un altre neologisme amb el prefix *neuro-* que no he esmentat en la llista anterior. La neuromoral es defineix com un camp emergent de la neurociència l'objectiu del qual és estudiar les relacions entre la moralitat i el funcionament del cervell. En un dels treballs fundacionals, per exemple, ja es va identificar la implicació de l'escorça prefrontal en les decisions de caire moral (Greene, Nystrom, Engell, Darley i Cohen, 2004). Tanmateix, la moral per si mateixa és un camp de coneixement que determina la rectitud del comportament humà segons normes culturals i socials que expressen l'existència d'uns deures i obligacions, i que es poden analitzar des de moltes vessants, com per exemple sociològiques, filosòfiques i religioses, cadascuna amb els seus propis mètodes, però no utilitzant el mètode científic de la mateixa manera que en neurociència.



«El cervell és l'òrgan del pensament, d'on sorgeixen i on es gestionen totes les capacitats mentals i cognitives, entre les quals s'inclou la capacitat d'aprenentatge»

Dit d'una altra manera, la rectitud del comportament humà és subjectiva, atès que depèn de normes culturals i socials diverses i canviants, mentre que el tret distintiu de la ciència és la seva aposta irrenunciable per l'objectivitat. En la neuromoral, la neurociència permet identificar les relacions entre el cervell i les decisions morals, per exemple analitzant amb tècniques de neuroimatge quines àrees cerebrals o circuits neuronals hi participen (vegeu Redolar, 2014, per a una descripció de les tècniques de neuroimatge més utilitzades), però en cap cas permet determinar quina és la millor opció moral davant una circumstància qualsevol.

La neurociència és la disciplina científica que estudia el sistema nerviós en tots els seus aspectes. Això és, la seva estructura molecular, cel·lular, anatòmica i funcional; el desenvolupament embrionari i fetal i els canvis que es van produint en el decurs de la vida; l'evolució del sistema nerviós des de l'origen dels metazous fins a les espècies actuals; les patologies que el poden afectar i les teràpies i la farmacologia per a tractar-les, i també la interacció de tots aquests elements per generar la ment humana, entesa com una propietat emergent del funcionament del cervell. És a dir, el cervell com a base biològica de la cognició i la conducta. Com s'ha dit, la neurociència és una disciplina científica experimental, i com a tal el seu avenç està subjecte de manera estricta

al mètode científic. Per a una descripció dels principals mètodes d'estudi en neurociència experimental, vegeu Harrington (2020). I per a una descripció útil i senzilla per veure si una proposta segueix mínimament el mètode científic, us recomano *La ciència en 4D* (Purroy, 2015), on es proposa que una manera simple de detectar si una proposta té base científica és a través de la presència de quatre aspectes que comencen amb la lletra *D*: dades, debat, descartar i difondre. Si en falta cap, no és ciència, com succeeix amb un nombre significatiu de propostes *neuro-* que corren per la xarxa.

Tornem al cervell. És l'òrgan del pensament, d'on sorgeixen i on es gestionen totes les capacitats mentals i cognitives, entre les quals s'inclou la capacitat d'aprenentatge. De fet, com a espècie biològica, una de les adaptacions més importants que tenim que afavoreixen la nostra supervivència és precisament la capacitat d'aprenentatge. Aprenem per instint, i aquest instint ens commina a adquirir coneixements del nostre entorn, especialment però no únicament de l'entorn social, amb una finalitat específica: poder-nos anticipar als canvis d'aquest. Vivim en un entorn dinàmic i canviant, i també incert. Tant el fet de poder-nos anticipar a les amenaces com també a les oportunitats incrementa la probabilitat de supervivència, per esquivar-les o aprofitar-les, respectivament.

Aprenre és un instint, com han demostrat diversos treballs. Per exemple, s'ha vist que els i les infants en l'etapa preverbal utilitzen raonaments filosòfics com el sil·logisme disjuntiu (Mody i Carey, 2016) i també el mètode científic (Cook, Goodman i Schulz, 2011) de manera espontània com a mecanismes d'adquirir coneixements per a anticipar situacions. Tanmateix, aquest fet no treu que no sigui interessant, per no dir important o crucial, afavorir determinats tipus d'aprenentatge, no només que s'aprèn, sinó de manera molt especial com s'aprèn. És en aquesta confluència on neurociència i educació entren en contacte de manera sinèrgica. D'una banda, les característiques funcionals i anatòmiques del cervell ens permeten adquirir coneixements nous. D'altra, aprendre altera la connectivitat del cervell a través de la plasticitat neuronal (o sinàptica), que permet el manteniment en la memòria d'aquests coneixements. I, finalment, la vida mental sorgeix de l'activitat del cervell, dels patrons de connexions neuronals. Dit d'una altra manera, aprendre condiona la vida mental a través de l'òrgan que gestiona aquests dos processos. Aquí és on l'educació entra en joc.

■ L'EDUCACIÓ TAMBÉ UTILITZA EL MÈTODE CIENTÍFIC PERÒ TÉ CERTES LIMITACIONS

Els primers escrits i tractats sobre educació, a través de la pedagogia i la didàctica, es remunten a la Grècia clàssica, i des de llavors han anat sorgint propostes molt diverses vinculades a cada cultura i a cada context cultural i social

(per a un resum d'algunes d'aquestes propostes, vegeu Bueno, 2019). Aristòtil, per exemple, al voltant de l'any 350 aC, va establir un disseny educatiu basat en cinc períodes. Molt més recentment, des de finals de segle XIX, diverses teories s'han centrat en aspectes concrets de l'aprenentatge, com per exemple el conductisme, que se centra en els aspectes relacionats amb la conducta observable; el cognitivisme, que se centra en els processos cognitius no observables; els models constructivistes o socioculturals, que analitzen la influència de la societat i la cultura, i el connectivisme, que té en compte el paper de les noves tecnologies i xarxes socials en l'aprenentatge, entre altres.

La base de recerca en educació és també el mètode científic, però presenta algunes particularitats o limitacions (per a una descripció de mètodes en recerca educativa, vegeu Pérez-Juste, Galán González i Quintanal Díaz, 2012; per a una descripció bàsica de les particularitats en recerca educativa respecte al mètode científic experimental, vegeu Bueno, 2019; Ruiz, 2020). Cal tenir present que el mètode científic no només utilitza aproximacions experimentals, sinó també correlacionals, comparatives de causa-efecte, observacionals, històriques, amb enquestes sociològiques, etcètera. Pel que fa a les particularitats o limitacions, la primera i més important és que implica éssers humans, i més específicament infants i adolescents, fet que incrementa la complexitat de qualsevol estudi. D'una banda, per qüestions ètiques, no és possible realitzar determinats estudis, en concret aquells que poguessin suposar algun tipus de perjudici per al seu desenvolupament cognitiu o emocional. Això és especialment rellevant quan s'estableixen els grups control, i quan es pretén demostrar els efectes negatius de determinades intervencions pedagògiques. En aquests casos, l'única possibilitat èticament viable consisteix a realitzar estudis de correlació, on s'identifiquen persones que per qüestions alienes a la pròpia investigació s'hagin vist sotmeses a determinats processos educatius.

A més, la gran diversitat sociocultural, econòmica i de contextos ambientals fa que sigui difícil generalitzar a partir d'estudis específics circumscrits a una tipologia concreta d'alumnat. També acostuma a ser complex establir quins paràmetres educatius o quins èxits cognitius o emocionals es valoren i mitjançant quins tests o proves es realitza aquesta valoració, considerant sempre que cada docent és percebut per l'alumnat d'una manera pròpia, i que, per consegüent, la simple presència d'un docent o un altre pot modificar lleugerament els resultats o la seva interpretació. En aquest sentit, sovint cal fer les valoracions de manera indirecta, perquè el mateix procés de valoració no interfereixi en les capacitats cognitives o socioemocionals sobre les quals es vol actuar.

Per a això, qualsevol investigació en educació necessita establir de manera molt clara els seus objectius, les intervencions pedagògiques a realitzar, els paràme-



«La neuroeducació té en compte coneixements sobre el funcionament del cervell, com l'atenció i la memòria, o bé les bases neurobiològiques de la conducta i les emocions»

tres cognitius i socioemocionals que s'avaluaran i com es realitzarà aquesta avaluació, en consistència amb els grups de control seleccionats. En aquest sentit, un dels problemes habituals sol ser disposar d'una mostra d'alumnes suficientment àmplia per a aplicar proves estadístiques que li confereixin solidesa matemàtica. Per això és important delimitar l'abast de l'estudi i la seva possible generalització, per mantenir les conclusions que se n'obtinguin sempre dins els paràmetres bàsics imprescindibles del mètode científic.

■ LA NEUROEDUCACIÓ COM A INTERACCIÓ SINÈRGICA ENTRE LA NEUROCIÈNCIA I L'EDUCACIÓ

L'aplicació sinèrgica dels coneixements en neurociència al camp de l'educació ha generat una nova disciplina acadèmica, la neuroeducació. De manera succinta es pot definir com el camp transdisciplinari de coneixement i recerca que promou la integració de les ciències de l'educació amb les que s'ocupen del funcionament i el desenvolupament neuronal i cerebral en totes les seves vessants; és a dir, la neurociència. D'aquesta interacció estan sorgint grans idees, moltes de les quals reforcen el que la pedagogia moderna ha anat postulant des de fa dècades, com per exemple la importància del joc i de les emocions, la ne-

Fer el mateix, però	<ul style="list-style-type: none"> – sabent o reforçant la importància de cada acció; – millorant els ritmes i ajustant els temps; – donant altres significats als processos; – sent molt més conscients de les accions realitzades, i – tenint presents les aportacions de la neurociència.
Introduir estratègies clau derivades dels coneixements en neurociència aplicada a l'educació per	<ul style="list-style-type: none"> – estimular la mentalitat de creixement en l'alumnat, traslladant que no hi ha determinismes en les capacitats (encara que sí que hi pot haver certes facilitats); – potenciar la plasticitat neuronal, l'atenció, la motivació, la creativitat i la metacognició; – afavorir la cooperació (que no és excloent de la feina individual, sinó que la inclou com a part del seu procés) i el joc com a concepte d'aprenentatge; – valorar la importància del moviment, l'activitat física, l'alimentació, el son, la música i l'art, i – valorar el paper de la imitació en els aspectes actitudinals i conductuals.
Saber què no funciona i	<ul style="list-style-type: none"> – prendre consciència dels errors; – concebre la classe com un laboratori d'aprenentatge; – mantenir-se actualitzat (la neurociència continua aportant noves dades valuoses per a l'educació), i – evidenciar els neuomites en la pràctica educativa.
Prendre consciència, com a docent que forma part d'un equip, per	<ul style="list-style-type: none"> – millorar el disseny de les activitats; – pensar conjuntament i compartir activitats i aprenentatges amb altres companys, tant de la mateixa matèria com també especialment d'altres matèries, i – donar temps, escoltar-se i escoltar per deixar que l'aprenentatge flueixi.
Adquirir més seguretat en la pràctica docent, fet que permet	<ul style="list-style-type: none"> – mantenir-se en un estat d'aprenentatge continu; – aportar justificació no només pedagògica sinó també científica a les accions docents; – sustentar la pràctica també en evidències de la neurociència; – innovar, i – saber que no hi ha fórmules estàndard ni receptes universals.

Taula 1. Efectes de conèixer com funciona el cervell en el camp de l'educació (extret de Bueno, 2019).

cessitat de moviment i de sensorialitat, la importància del treball col·laboratiu i de la implicació social, etcètera. I també altres de noves, com la funció que poden tenir dosis moderades i molt ben administrades d'estrès sobre l'atenció, el paper de la sorpresa i la motivació, el valor de l'esforç quan es veu satisfet sobre les sensacions de recompensa, la relació de la motivació amb l'optimisme en el nivell de neurotransmissors, etcètera.

De l'àmbit de les neurociències, la neuroeducació té en compte coneixements sobre el funcionament del cervell, especialment relacionats amb els processos de plasticitat subjacents a les funcions cognitives superiors, com l'atenció i la memòria, o bé les bases neurobiològiques de la conducta i les emocions.

«La neuroeducació està començant a projectar un escenari molt prometedor, però cal ser conscients que és un àmbit de recerca que encara té molt camí per recórrer»



«La neuroeducació és una disciplina molt jove i la major part d'estudis de què es disposa són de recerca bàsica en contextos de laboratori»

De l'àmbit de l'educació, se centra principalment en el desenvolupament de teories i pràctiques pedagògiques que expliquen com funcionen els processos d'ensenyament i d'aprenentatge atenent les diverses metodologies d'aula, la didàctica, els materials, les competències bàsiques o les habilitats docents, entre altres. I també inclou elements del camp de la psicologia, com els conceptes i les teories sobre el funcionament de la cognició i de la conducta humana, i de la sociologia, com els factors d'interacció social.

Arribats a aquest punt estem en disposició d'abordar ja la pregunta que dona títol a aquest article: «Es pot aplicar la neurociència a l'educació?» O dit d'una altra manera, podem parlar de recerca neuroeducativa? La neuroeducació és, encara, una disciplina molt jove i, de moment, la major part d'estudis de què es disposa són de recerca bàsica en contextos de laboratori. Encara hi ha, per tant, una mancança molt important de recerques aplicades en contextos naturals d'aprenentatge, i moltes de les hipòtesis i teories es basen en recerques correlacionals. Un dels motius, a banda de la joventut d'aquesta disciplina acadèmica, són les limitacions de què es parlava en l'apartat anterior. Així doncs, si bé la neuroeducació està començant a projectar un escenari d'optimització i d'evolució pedagògica molt prometedora, cal ser conscients que és un àmbit de recerca que encara

té molt camí per recórrer, i que encara manquen molts experiments «de camp» (Bueno, 2019; Carballo, 2016; Ruiz, 2020). Per aquest motiu és comprensible l'existència d'un cert escepticisme per part d'alguns científics i pedagogs en relació amb les aportacions reals de la neurociència al disseny de pràctiques pedagògiques específiques. I també propicia l'aparició de creences errònies, els anomenats «neuromites» (Forés et al., 2015; Howard-Jones, 2014).

En aquest sentit, en el context de la recerca neurocientífica i per disminuir la incidència de neuromites i de propostes acientífiques o pseudocientífiques, Forés i Bueno (2019) van proposar incorporar una cinquena *D* a la proposta 4D de Purroy (2015), la *D* de *demonstració*, en el sentit de poder avaluar els resultats i el procés de l'aplicació de coneixements en neurociència al camp de l'educació de forma dinàmica. La neuroeducació ens ajuda a entendre per què funciona el que funciona en educació, tenint com a base el funcionament del cervell, i això ho fa tot més comprensible i verificable (Taula 1). Com deia Wagensberg (2006) en *A més cómo, menos por qué*, en neuroeducació: «A més per què, menys dubtes sobre com» (Forés i Bueno, 2019). O, com diu Jensen (2010), «l'important [de la neuroeducació] és [contribuir a] educar tenint el cervell en ment». 🌀

REFERÈNCIES

- Bueno, D. (2019) *Neurociència aplicada a la educació*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Carballo, A. (2016). Neuroeducació: De la neurociència 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 febrer). Hay una fórmula para saber si una metodología educativa tiene solvencia científica. *The Conversation*. Consultat 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., Lligoiz, M., Pardo, F., & Trinidad, C. (2015). *Neuromites 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)
- Harrington, M. E. (2020). *The design of experiments in neuroscience* (3a edició). 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)
- Jensen, E. (2010). *Cerebro y aprendizaje*. Madrid: Narcea.
- 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 febrer). La ciencia en 4D. *Mètode web*. Consultat en <https://metode.cat/noticies/la-ciencia-en-4d.html>
- Redolar, D. (2014). *Neurociència 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 I TORRENS. Director de la Càtedra de Neuroeducació UB-EDUIST. Secció de Genètica Biomèdica, Evolutiva i del Desenvolupament de la Universitat de Barcelona.