

El cervell dels adolescents, una època de canvi i transformació

David Bueno

Durant l'adolescència es produeixen canvis morfològics i fisiològics que afecten profundament el cervell. De manera instintiva, es busca trencar els límits establerts i es qüestiona tot allò après durant la infància, com a forma d'endinsar-se en el món dels adults.

L'adolescència és una etapa crucial de la vida, un espai de canvi i transformació durant el qual es basteix el que serà la joventut i l'edat adulta. Biològicament, el sentit adaptatiu de l'adolescència és deixar enrere els comportaments infantils, quan es depèn de tot i per a tot dels adults, per ser un adult més, en igualtat de drets i responsabilitats. Es produeixen canvis morfològics i fisiològics que afecten profundament el cervell. Progressivament van madurant les capacitats cognitives i es modifiquen els patrons de comportament, sovint de manera asincrònica. Es reestructuren moltes xarxes neuronals, seguint programes biològics i genètics, però també en interacció dinàmica amb l'ambient. S'estableixen multitud de connexions neurals noves que permeten emmagatzemar els aprenentatges i les experiències propis de l'edat i que construeixen els nous patrons de conducta, alhora que també es produeix un procés d'eliminació controlada d'altres connexions neurals, bàsicament les que mantenen els comportaments infantils, un procés que es coneix amb el nom de *poda neural*.

Tots aquests processos, tanmateix, no es produeixen de manera aïllada, sinó que se sustenten en les experiències viscudes durant la infantesa i la preadolescència. Aquest article desgrana alguns dels punts clau del desenvolupament cerebral i mental dels adolescents, i exposa la importància de mantenir-los estimulats, de donar-los suport emocional sense sobreprotegir-los, d'oferir-los bons exemples i d'ajudar-los a mantenir-se allunyats de l'estrès crònic.

Durant l'adolescència es produeixen canvis morfològics i fisiològics que afecten profundament el cervell.



David Bueno i Torrens

Doctor en Biologia, és director de la Càtedra de Neuroeducació UB-EDU1st i professor i investigador de la Secció de Genètica Biomèdica, Evolutiva i del Desenvolupament de la Universitat de Barcelona. La seva trajectòria s'ha centrat en la genètica del desenvolupament i la neurociència, i la seva relació amb els processos d'aprenentatge. És assessor en temes de neuroeducació de l'Oficina Internacional d'Educació de la Unesco. Ha rebut el Premi Europeu de Divulgació Científica (2010), el premi Magisterio per la seva contribució a la neuroeducació (2018), la Distinció del Claustre de Doctors de la Universitat de Barcelona (2019), el premi ASIRE a les activitats de la Càtedra de Neuroeducació (2021) i el premi Joan Lluís Vives a l'edició universitària (2022).

La construcció de la bastida principal

El cervell és un òrgan que es troba en un procés de formació i reestructuració constant, cosa que comporta la maduració progressiva de les funcions mentals i de les capacitats cognitives. Aquests canvis no són lineals, sinó que en determinats períodes vitals els programes biològics i genètics intrínsecs del cervell prioritzen l'establiment de determinades connexions neurals, cosa que condiciona —però no determina— els patrons de conducta en les etapes posteriors de la vida. Per això, per parlar del cervell dels adolescents cal començar per la infantesa. I fins i tot abans, pel desenvolupament fetal.

Diversos treballs han demostrat que durant les darreres setmanes de desenvolupament fetal el cervell realitza els primers aprenentatges, que queden plasmats en connexions neurals. Per exemple, s'ha vist que els infants nascuts de mares que van patir nivells moderats o alts d'estrès psicosocial durant la segona meitat de la gestació presenten una reducció en el volum de substància grisa del cervell i un dèficit en el control de les funcions executives, que inclou alteracions en la connectivitat de l'escorça prefrontal i de les amígdales. L'escorça prefrontal inclou les xarxes neuronals que permeten reflexionar, planificar, decidir basant-nos en els raonaments que hem fet i gestionar les emocions. L'amígdala, al seu torn, és la zona que genera les emocions, i és de funcionament molt automatitzat.

Entre el naixement i els tres anys, el cervell afavoreix l'establiment de connexions neurals que absorbeixen informació de l'entorn, amb un èmfasi especial en l'entorn socioemocional. Això permet que els patrons de conducta dels infants s'adaptin al medi on viuen. Dit d'una altra manera, l'entorn actua directament sobre l'estructura física del cervell a través de l'establiment de connexions neurals, que condicionen els patrons de conducta posteriors. Per exemple, s'ha descrit que l'estrès familiar i social influeix en la connectivitat de diverses àrees de l'escorça cerebral relacionades amb la gestió emocional, i això indueix a comportaments més impulsius i a un increment de la probabilitat de patir depressió en etapes posteriors de la vida. També disminueixen la curiositat i la creativitat, especialment a partir de l'adolescència.

Entre els quatre i els onze anys destaca el desenvolupament del que s'anomenen *competències bàsiques*, que deriven dels tres paràmetres clau en educació: conèixer, fer i saber (per aquest ordre). En aquest sentit, destaca especialment la maduració de la denominada *teoria de la ment*. És la facultat mental que fa possible que tinguem en compte els estats mentals d'altres persones sense suposar que les seves idees o pensaments són com els d'un mateix, i viceversa. També implica distingir entre una acció i l'objectiu a què està orientada aquesta acció, encara que aquest objectiu no s'hagi revelat de manera explícita. En aquesta funció mental hi participen diverses àrees del cervell, com l'escorça prefrontal i altres zones implicades en l'empatia. És també l'època del desenvolupament de les capacitats logicomatemàtiques, de la lectoescriptura, de potenciar la memòria *per se* i, també, de donar valor a l'esforç.

L'esforç mereix un punt específic, atès que és una capacitat crucial per continuar avançant en la vida. S'ha vist que, quan una persona percep que l'esforç que ha de fer per aconseguir una fita és realitzable i, a més, anticipa que el procés li serà satisfactori (o premiador), s'activen mecanismes cerebrals vinculats a la motivació i a l'optimisme que l'afavoreixen. És important, per tant, que es valori l'esforç que fan els infants per si mateix, més enllà de la consecució dels objectius que s'hagin marcat o que els hàgim marcat, perquè descobreixin el valor i la importància d'aquest procés cognitiu que permet desplegar els recursos necessaris per vèncer les dificultats i ser resilients.

De manera similar, s'ha vist que una criança positiva, en comparació amb una de negativa, afavoreix l'empoderament en arribar l'adolescència, i incrementa la confiança en els recursos propis, la curiositat, la creativitat, la motivació i l'optimisme. La criança negativa es caracteritza per poca o nul·la calidesa afectiva i per la reprovació en negatiu de les actituds que cal reconduir en els infants (per exemple, "quin desastre",

"no fas mai res bé", "quantas vegades t'he de dir que..."). La criança positiva, en canvi, és tot el contrari: suport emocional no sobreprotector i reconducció positiva, propositiva i proactiva de les actituds que calgui esmenar (per exemple, "això ho podem fer millor, o d'una altra manera").

Una criança positiva afavoreix l'empoderament de l'adolescent: incrementa la confiança, la curiositat, la creativitat, la motivació i l'optimisme.

Amb tot això es construeix la bastida bàsica sobre la qual s'aixecarà l'adolescència. Sabent que tot es pot reconduir perquè el cervell continua sent extremadament plàstic i malleable. Però aquesta bastida contribueix a preconfigurar el canvi cap a la joventut i l'edat adulta.

Canvis en el cervell adolescent

L'adolescència és, com s'ha dit, una època crucial de canvi i de maduració, en què cal tenir en compte diversos elements. Un dels més evidents és l'endarreriment del cicle circadiari, que marca els estats de son i de vigília. És un cicle biològic que dura aproximadament 24 hores i que es genera de manera automàtica gràcies a determinats processos genètics, neuronals i fisiològics. Aquest sistema permet que les funcions corporals es comencin a activar una mica abans del despertar, i al crepuscle facilita la relaxació que precedeix un bon son.

Durant l'adolescència, a causa de la maduració de la glàndula pineal i d'altres zones del cervell implicades en el control del ritme circadiari, aquest cicle s'altera. La somnolència nocturna s'inicia més tard, i al matí el cos i el cervell també es comencen a activar més tardanament que durant la infància i l'edat adulta. Aquest fet, combinat amb els horaris que han de seguir de manera habitual, comporta en alguns adolescents una manca de descans, que s'ha vist que fa disminuir el rendiment cognitiu i incrementa l'estrès.

Quan vulguem que els adolescents prenguin decisions raonades i es facin càrrec de les seves pròpies emocions, cal que rebaixem el seu nivell d'estrès.

També es produeixen canvis en tres zones clau del cervell, que permeten entendre molts dels comportaments que mostren. D'una banda, l'amígdala, que és el nucli neuronal que genera les emocions, es torna hiperreactiva. Això implica que respon més ràpidament i amb més

intensitat de manera emocional davant de qualsevol situació. Aquest fet té una explicació biològica. Els adolescents s'han d'enfrontar per primer cop a situacions d'adult sense tenir el bagatge d'experiències que els adults han acumulat amb el temps. Davant d'una situació nova, sovint no saben si pot ser una amenaça o una oportunitat, i els cal reaccionar amb rapidesa. Aquesta és, precisament, la funció del sistema emocional: generar respostes ràpides davant situacions que es perceben com a urgents.

De manera paral·lela, l'escorça prefrontal es reorganitza profundament. Adquireix moltes connexions noves i n'elimina d'altres que tenia, i això fa que perdi, temporalment, eficiència de funcionament. La funció de l'escorça prefrontal és permetre i gestionar la reflexió, la planificació, la presa de decisions basades en els raonaments que s'han fet i la gestió dels estats emocionals. No és que els adolescents no puguin fer cap d'aquestes funcions cognitives. Per descomptat que poden, però els costa més esforç i més temps. Tenen emocions hiperreactives i més dificultat per gestionar-les i per reflexionar sobre les conseqüències dels seus actes.

A més, s'ha vist que l'estrès, especialment quan és crònic i d'intensitat moderada o aguda, encara dificulta més el funcionament de l'escorça prefrontal, amb tot el que això implica. I, per acabar-ho d'adobar, el nivell d'estrès dels adolescents acostuma a ser una mica superior al d'infants i adults. Per això és important que, quan vulguem que els adolescents prenguin decisions raonades, reflexionin, planifiquin i es facin càrrec de les seves pròpies emocions, rebaixem el seu nivell d'estrès o, com a mínim, no utilitzem estratègies que encara els estressin més. Això no vol dir que no els puguem amonestar per no "estressar-los". Per descomptat que, si cal, ho hem de fer. Però sempre buscant el moment de menys estrès, fent-ho de manera positiva, propositiva i proactiva, i sense deixar de fer-los costat emocionalment. Transmetent-los confiança en el procés.

Trencant els límits

Els adolescents també busquen de manera instintiva trencar els límits establerts (personals, familiars i socials), com a forma de qüestionar tot allò que han après durant la infància i de ressituar-se entre els seus iguals per endinsar-se en el món dels adults. Aquest fet és degut a la maduració d'una altra zona del cervell, l'estriat, encarregada de generar sensacions de recompensa i d'anticipar recompenses futures per les accions que s'emprenen ara. Per aquest motiu està íntimament relacionada amb la motivació i l'optimisme, i amb el fet de cercar novetats que puguin ser

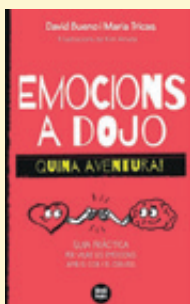
premiadores. Això els impulsa a provar noves experiències i sensacions, a trencar amb els límits establerts i a valorar de manera molt intensa els reforços que els arriben del seu entorn, tant dels adults com dels seus iguals, i amb independència que siguin positius o negatius. Aquesta recerca de noves sensacions que generin recompenses tampoc no troba un contrapès adequat en la capacitat de controlar els impulsos durant aquesta etapa vital, per la pèrdua d'eficiència de funcionament de l'escorça prefrontal i la hiperreactivitat emocional.

En conjunt, la hiperreactivitat emocional, combinada amb la cerca de noves sensacions premiadores i amb una baixa capacitat de control executiu dels impulsos i de la conducta en general, ocasiona les contradiccions i els alts i baixos típics de l'adolescència. Són inevitables, i el que és important des de la perspectiva formativa no és que no es produeixin, sinó que, a poc a poc, es vagin reconduint cap a comportaments més adults. El problema principal sorgeix quan un adolescent o un grup d'adolescents perceben com a premiadores actituds que resultaran lesives per a si mateixos o per a la societat, com pot ser el cas d'iniciar-se en el consum de substàncies tòxiques.

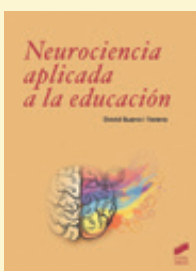
Finalment, cal emfasitzar que l'estrès, quan es cronifica, esdevé el principal escull per a la maduració correcta del cervell dels adolescents. Accentua la impulsivitat emocional i dificulta l'establiment de patrons de raonament reflexius que els portin cap a una bona capacitat de planificació, inclosa la planificació de reptes i d'esforços que els resultin satisfactoris per continuar progressant. Els adolescents estan sota pressió en l'etapa de canvi que estan vivint, però cal estar molt atents per tal de no incrementar encara més aquesta pressió, atès que és una de les principals fonts d'estrès. Per aquest motiu, cal que se sentin cuidats emocionalment, però no sobreprotegits (han d'aprendre a generar els seus propis reptes i a solucionar els que se'ls plantegen, des de la confiança amb l'entorn), que vegin exemples adequats de conducta en el seu entorn d'adults (progenitors, docents, companys i societat en general) i que els ajudem a tenir les vivències necessàries que els mantinguin estimulats.



El cervell de l'adolescent
Rosa dels Vents, 2022



Emocions a dojo
David Bueno i Maria Tricas
BindiBooks, 2022



Neurociència aplicada a la educació
Editorial Síntesis, 2019

Referències bibliogràfiques

- Bueno, D. *Cerebroflexia. El arte de construir el cerebro*. Plataforma Editorial, Barcelona, 2016.
- Bueno, D. *Neurociència per a educadors*. Rosa Sensat, Barcelona, 2017.
- Redolar, D. (ed.). *Neurociència cognitiva*, 2a ed. Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2023.
- Redolar, D. (ed.). *Psicobiología*. Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2018.
- Stasen Berger, K. *Psicología del desarrollo. Infancia y adolescencia*. Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2016.