

Firmas

Cómo trabaja el cerebro durante la adolescencia en los procesos cognitivos

How the brain works during adolescence in cognitive processes

Resumen: La adolescencia puede ser un proceso del desarrollo cerebral especialmente vulnerable en el que, entre otros procesos neurobiológicos, se eliminan las conexiones entre las neuronas erróneas o superfluas y se mantienen las correctas, y que aportan valor. Esto sucede fundamentalmente en una región cortical: la corteza prefrontal. La implicación en el ámbito cognitivo tiene un marcado calado, dado que afecta al procesamiento de la información emocional, a la adquisición de normas y valores, al control cognitivo y a los procesos de aprendizaje y memoria.

Palabras clave: Corteza prefrontal dorsolateral. Memoria de trabajo. Adolescencia. Control cognitivo. Adquisición de normas. Procesamiento emocional.

Keywords: Dorsolateral prefrontal cortex. Working memory. Adolescence. Cognitive control. Rule acquisition. Emotional processing.

Abstract: Adolescence can be a particularly vulnerable stage of brain development in which, among other neurobiological processes, connections between erroneous or superfluous neurons are eliminated and the correct ones, which add value, are maintained. This occurs mainly in one cortical region: the prefrontal cortex. The implications in the cognitive sphere are significant, as it affects the processing of emotional information, the acquisition of norms and values, cognitive control, and learning and memory processes.



Diego Emilia Redolar

Docente de Neurociencia
Dirección del grado
de Psicología de la
Universitat Oberta de
Catalunya (UOC)

La adolescencia

El cerebro adolescente puede ser especialmente vulnerable. Te invito a que recuerdes tu adolescencia. ¡Qué época tan bonita y complicada! En esa etapa compleja y convulsa, llena de sensaciones y descubrimientos, pudiste encontrar tu primer amor; empezaste a buscar experiencias y a asumir algún que otro riesgo; la montaña rusa de las emociones subía y caía en picado más rápido que la atracción Shambhala en PortAventura World; buscabas tu individualidad y destacar en un entorno que no parecía entenderte y, a la par, la conformidad de tus iguales; te oponías a las normas, pero te dejabas llevar por modas o corrientes que poco se distinguían de preceptos orquestados para que acomodaras tu

conducta. Si a todo ello le sumas el cóctel de hormonas que corría por tus venas, no te costará mucho imaginar por qué nos referimos a esa época como una edad complicada y difícil.

¿Qué sucedía en tu cerebro?

Al inicio de esta etapa, el cerebro se asemeja bastante al que será en la edad adulta: la organización de los circuitos es muy parecida, la densidad de neuronas y sinapsis es similar, y el proceso de recubrimiento de los axones (mielinización) ya está cerrado. Esto es así, excepto en una región que no termina su proceso madurativo hasta los veinte o veinticinco años: la corteza prefrontal. En cuanto a la cantidad de conexiones entre las neuro-

nas, lo que sucede es bastante curioso: al inicio de la adolescencia, ¡la corteza prefrontal tiene más conexiones! Durante esta etapa, y extendiéndose hasta el inicio de la edad adulta, se produce un proceso de poda de esas conexiones. Acordémonos de la metáfora de Santiago Ramón y Cajal para referirse a las neuronas como los árboles de un bosque. ¡Me gusta mucho la imagen! Pues bien, se eliminan (podan) las conexiones erróneas, inútiles o superfluas, pero se mantienen las correctas, útiles y que aportan valor al funcionamiento de esta región cortical.

Rendimiento cognitivo y adquisición de normas y valores éticos

Se han llevado a cabo estudios que comparan personas en el inicio de la edad adulta con adolescentes para medir el rendimiento en tareas cognitivas que dependen del funcionamiento de la corteza prefrontal. A pesar de tener un rendimiento similar, los adolescentes han de movilizar la mayor parte de la corteza prefrontal para igualarlo.

La corteza prefrontal es una región cortical relevante en el control de los impulsos, la anticipación de las consecuencias de nuestra conducta, la búsqueda de soluciones alternativas para un problema o la toma de decisiones, entre otras. En la adolescencia no se ha acabado el proceso madurativo ni la conectividad entre ella y otras regiones cerebrales del sistema límbico (implicadas en la regulación de las emociones y en los procesos cognitivos antes mencionados), sino que se está modificando en un tira y afloja harto complejo. ¿Qué implicaciones puede tener que la corteza prefrontal de un adolescente no sea plenamente funcional? ¿Qué podemos pedir a un joven y de qué podemos responsabilizarlo? Por otro lado, la cuestión que nos podríamos plantear es por qué la corteza prefrontal

tarda tanto en acabar su proceso madurativo.

Por otro lado, la corteza prefrontal nos permite adquirir los valores normativos y éticos de la sociedad en la que vivimos, y esto requiere cierta flexibilidad para adquirirlos y asentarlos de forma correcta. Para tener un buen funcionamiento cerebral futuro es importante saber que las experiencias que tengamos durante la adolescencia y el principio de la edad adulta son de crítica importancia. La corteza cerebral prefrontal es la región menos moldeada por los genes y más moldeada por el entorno en el que se desarrolla la persona. Esto convierte la adolescencia y el inicio de la edad adulta en una etapa crítica de la vida en la que los factores positivos y negativos para el funcionamiento cerebral podrían tener un mayor calado. Por ejemplo, un estudio llevado a cabo en 2013 por Amstislavskaya y colaboradores demostró que el aislamiento social prolongado y la exposición a un contexto social inestable en ratas adolescentes tienen importantes secuelas fisiológicas y conductuales inmediatas a largo plazo.

Memoria de trabajo

A medida que asimilamos información del mundo, podemos utilizarla para activar procesos cognitivos más complejos. Por ejemplo, si quisiéramos multiplicar trece por diez y después dividirlo entre veintidós, sería necesario realizar los cálculos, guardar los resultados, combinar números y comprobar su exactitud. La tarea requiere mucho más esfuerzo que limitarse a regurgitar elementos de la memoria a corto plazo: se fundamenta en las ideas abstractas de los números y en realizar dos operaciones con ellos, la multiplicación y la división. Este proceso se denomina «memoria de trabajo»: una extensión esforzada de la memoria a corto plazo, un espacio de trabajo mental



«La corteza cerebral prefrontal es la región menos moldeada por los genes y más moldeada por el entorno en el que se desarrolla la persona»

Firmas

donde tienen lugar las operaciones cognitivas.

Cuando utilizamos la memoria a corto plazo, nos limitamos a repetir una cantidad limitada de información, mientras que, cuando accedemos a la memoria de trabajo, podemos controlarla y manipularla como queramos. La memoria de trabajo organiza todos los procesos cognitivos y neuronales necesarios para alcanzar un objetivo a corto plazo (descifrar frases largas, resolver problemas, seguir el argumento de una película, mantener una conversación y un largo etcétera de acciones de la vida cotidiana). La memoria de trabajo parece depender fundamentalmente de la corteza prefrontal, concretamente de la parte dorsolateral. No obstante, cuando la tarea implicaba una alta

demanda cognitiva, más de la que puede sustentar la capacidad de memoria de trabajo, tenía un rendimiento inferior al de los demás, lo que sugiere que, en estas situaciones, la corteza prefrontal podría ayudarse del hipocampo.

Sabemos que la capacidad de la memoria de trabajo madura durante la pubertad y la edad adulta temprana. Esto encaja con lo que te he explicado del proceso madurativo de la corteza prefrontal. En 2015, Andre y colaboradores demostraron la activación cerebral durante la adolescencia aumentó con la edad principalmente en las regiones de la corteza cerebral de orden superior, que forman parte de la red central de la memoria de trabajo (en donde la corteza prefrontal dorsolateral tiene un papel de crítica importancia).

Para saber más



- Andre J, Picchioni M, Zhang R, Touloupoulou T. Working memory circuit as a function of increasing age in healthy adolescence: A systematic review and meta-analyses. *Neuroimage Clin.* 2015 Dec 11;12:940-948. doi: 10.1016/j.nicl.2015.12.002. PMID: 27995059; PMCID: PMC5153561.
- Amstislavskaya TG, Bulygina VV, Tikhonova MA, Maslova LN. Social isolation during peri-adolescence or adulthood: effects on sexual motivation, testosterone and corticosterone response under conditions of sexual arousal in male rats. *Chin J Physiol.* 2013 Feb 28;56(1):36-43. doi: 10.4077/CJP.2013.BAA074. Erratum in: *Chin J Physiol.* 2013 Apr 30;56(2):127. PMID: 23347014.
- García-Sanz S, Serra Grabulosa JM, Cohen Kadosh R, Muñoz Aguilar N, Marín Gutiérrez A, Redolar Ripoll D. Effects of prefrontal and parietal neuromodulation on magnitude processing and integration. *Prog Brain Res.* 2023;282:95-121. doi: 10.1016/bs.pbr.2023.10.004. Epub 2023 Nov 14. PMID: 38035911.
- Obeso I, Robles N, Marrón EM, Redolar-Ripoll D. Dissociating the Role of the pre-SMA in Response Inhibition and Switching: A Combined Online and Offline TMS Approach. *Front Hum Neurosci.* 2013 Apr 18;7:150. doi: 10.3389/fnhum.2013.00150. PMID: 23616761; PMCID: PMC3629293.
- Palaus M, Viejo-Sobera R, Redolar-Ripoll D, Marrón EM. Cognitive Enhancement via Neuromodulation and Video Games: Synergistic Effects? *Front Hum Neurosci.* 2020 Jun 19;14:235. doi: 10.3389/fnhum.2020.00235. PMID: 32636739; PMCID: PMC7319101.
- Periañez JA, Viejo-Sobera R, Lubrini G, Álvarez-Linera J, Rodríguez Toscano E, Moreno MD, Arango C, Redolar-Ripoll D, Muñoz Marrón E, Ríos-Lago M. New functional dissociations between prefrontal and parietal cortex during task switching: A combined fMRI and TMS study. *Cortex.* 2024 Oct;179:91-102. doi: 10.1016/j.cortex.2024.07.012. Epub 2024 Aug 10. PMID: 39163787.
- Viejo-Sobera R, Redolar-Ripoll D, Boixadós M, Palaus M, Valero-Cabré A, Marrón EM. Impact of Prefrontal Theta Burst Stimulation on Clinical Neuropsychological Tasks. *Front Neurosci.* 2017 Aug 18;11:462. doi: 10.3389/fnins.2017.00462. PMID: 28867993; PMCID: PMC5563370.

Erasmus+: una ventana a Europa desde Soria

Erasmus+: A Window to Europe from Soria

Resumen: Este estudio longitudinal (2015-2021) analiza el impacto de Erasmus+ en estudiantes de FP de grado medio en Soria, evaluando cambios laborales, lingüísticos y personales. En 2025, incorpora nuevas perspectivas, revelando una notable transformación personal, apoyada por acompañamiento docente y destinos estratégicos. Aunque adaptable a desafíos, necesita más evaluación, diversificación temporal y refuerzo lingüístico para maximizar su impacto.

Palabras clave: Movilidad internacional. Impacto. Integración europea. Iniciativas municipales. Formación de jóvenes.

Keywords: International mobility. Impact. European integration. Municipal initiatives. Youth training.

Abstract: This longitudinal study (2015–2021) analyzes the impact of Erasmus+ on intermediate-level VET students in Soria, evaluating professional, linguistic, and personal changes. In 2025, it incorporates new perspectives, revealing notable personal transformation supported by teacher mentoring and strategic destinations. Although adaptable to challenges, the program requires further evaluation, temporal diversification, and enhanced language support to maximize its impact.

Soria, caracterizada por una marcada despoblación (8,9 habitantes/km² en 2020 frente a la media nacional de 93,5), asume la movilidad internacional en Formación Profesional (FP) como estrategia fundamental para promover la cohesión europea, la empleabilidad y el desarrollo personal de los jóvenes. Servicios esenciales, como la educación, combaten la despoblación y mejoran la calidad de vida en estos territorios (Dominguez Álvarez, 2020).

Desde 2015, el Ayuntamiento de Soria, en consorcio con los centros de FP, impulsa la participación estudiantil en prácticas profesionales en empresas europeas, financiadas por Erasmus+ y gestionadas a través del SEPIE (Servicio Español para la Internacionalización de la Educación). El programa, dirigido a estudiantes de 17 a 35 años, prioriza a colectivos vulnerables (discapacidad, bajo rendimiento académico, situación económica precaria, minorías étnicas,

entre otros), ofreciendo estancias de unos 90 días, con acompañamiento inicial en el destino, para facilitar su adaptación, alineadas con el perfil profesional del alumnado, potenciando su formación práctica en contextos internacionales.

La movilidad estudiantil, en programas Erasmus, potencia el desarrollo personal y profesional, fomentando madurez, autonomía, sensibilidad intercultural y conciencia europea (Vicente y Aguaded, 2012; Moro, 2017; Blanco et al., 2022; Comisión Europea, 2020). La investigación centrada mayormente en universitarios (Rodríguez-Izquierdo, 2018; Reyes et al., 2021), también abarca formación profesional (González y Salgado, 2016; Iriondo, 2017). Sus beneficios incluyen empleabilidad (González y Salgado, 2016), aprendizajes experienciales (Moro, 2017) y desafíos como la equidad (Valle, 2012) y la limitada investigación sobre impactos específicos (Žebryk et al., 2021).



Lidia Sanz

ORCID 0000-0003-1910-2771
(Universidad de Valladolid)



Nicolás Plaza Gómez

ORCID 0009-0001-0077-6234
(Universidad de Valladolid)