

El increíble cerebro adolescente y la educación

The amazing adolescent brain and the education

Tamara Cibrián Llanderal^{1*} y Marcos Adrián Pérez Hernández²

¹ Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana

² Doctorado en Neuroetología, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

Recibido: 25 de febrero de 2023

Aceptado: 10 de marzo de 2023

Publicado: 22 de marzo de 2023

RESUMEN

El cerebro humano pasa por un largo período de desarrollo. Si bien el cerebro cambia desde la gestación y durante la niñez, existen cambios muy importantes durante la adolescencia, etapa en la que los cerebros son más capaces de cambiar que los adultos y, a diferencia de los niños, los adolescentes tienen una mayor capacidad para moldear el desarrollo del cerebro. Las mayores habilidades de procesamiento de información y la sensibilidad social durante la adolescencia también hacen que este sea un momento de mayor capacidad para interactuar el mundo social, el cual es muy complejo. El artículo describe estos cambios cerebrales y cómo los entornos educativos pueden fomentar el desarrollo del cerebro y optimizar los entornos de aprendizaje durante la adolescencia.

PALABRAS CLAVE: cerebro, adolescencia, plasticidad cerebral, educación.

ABSTRAC

The human brain goes through a long period of development. Although the brain changes from gestation and during childhood, there are important changes during adolescence, a stage in which brains are more capable of change than adults, and, unlike children, adolescents have a greater capacity to shape brain development. Increased information processing skills and social sensitivity during adolescence also make this a time of increased ability to interact with the social world, which is very complex. The article describes these brain changes and how educational settings can foster brain development and optimize learning environments during adolescence.

KEYWORDS: brain, adolescence, brain plasticity, education.

*Autor de correspondencia: Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Av. Dr. Luis Castelazo Industrial de las ánimas, Rubi Animas, C.P. 91190, Xalapa-Enríquez, Ver., México. Correo: icibrian@uv.mx

INTRODUCCIÓN

Hasta la década de los ochentas, la adolescencia se consideraba poco más que un período transitorio antes de la edad adulta, se le atribuía únicamente a las hormonas y factores sociales externos. Investigaciones en los años posteriores han demostrado lo contrario, la adolescencia es el período de la vida que a menudo comienza con cambios en el cuerpo relacionados con la pubertad, pero el cerebro también está cambiando durante este tiempo y continúa cambiando incluso después de que terminamos la adolescencia, prácticamente hasta pasados los 20 años (Mills, Goddings, Herting, Meuwese, Blakemore, Crone, Dahl, et al., 2016). Estos cambios en el cerebro se reflejan en los cambios en el comportamiento que, a menudo, podemos ver durante la adolescencia, como el deseo de explorar, formar nuevas relaciones y navegar en nuestro cambiante mundo social.

¿CÓMO SE ESTUDIA EL CEREBRO DE LOS ADOLESCENTES?

Algunas investigaciones han sido clave para identificar los cambios en el cerebro durante las etapas de desarrollo, una de ellas fue el trabajo del neurólogo Richard Huttenlocher, que demostró que miles de millones de sinapsis (que son las conexiones entre las células cerebrales que median el aprendizaje y la memoria) se generan en la corteza cerebral humana durante los primeros meses de vida. También hizo el sorprendente descubrimiento de que muchas de estas sinapsis se eliminan durante los años siguientes, justo cuando los niños alcanzan los hitos del desarrollo más importantes, como caminar y hablar (Walsh, 2013). Contrariamente a lo que se había creído antes, algunas áreas del cerebro como la corteza prefrontal, continúan desarrollando nuevas sinapsis hasta la niñez tardía. A lo largo de la infancia y la adolescencia, se produce la poda sináptica, durante la cual las conexiones no utilizadas se han eliminado para maximizar la eficiencia.

Estudiar el cerebro implica muchos desafíos para los neurocientíficos (estudiosos del cerebro y del sistema nervioso central). Envuelto en tres capas de membranas conocidas como meninges que protegen al cerebro y completamente encerrado en hueso, este órgano está muy protegido de caídas, ataques de depredadores y la curiosidad de los científicos. La invención de tecnologías de imagen como la tomografía computarizada y la tomografía por emisión de positrones han ofrecido algunos avances, pero debido a que estas técnicas necesitan de radiación, no es ético ni seguro utilizarlas para estudios exhaustivos de la juventud. Sin embargo, el surgimiento de técnicas como la resonancia magnética funcional (fMR, por sus siglas en inglés) finalmente proporcionó una forma segura y precisa de estudiar la anatomía y la fisiología del cerebro en personas de todas las edades. Cuando diferentes regiones del cerebro muestran patrones similares de actividad cerebral, se dice que están conectadas funcionalmente (Giedd, 2015). La técnica de fMR mide la cantidad de oxígeno en la sangre que fluye por todo el cerebro como una medida de la actividad cerebral.

Es así que, los estudios de imágenes cerebrales han demostrado que el cerebro se reorganiza en la adolescencia. Debido a que nuestros cerebros están cambiando tanto, nuestras experiencias en la adolescencia pueden ayudar a dar forma a la organización del cerebro. Al participar en ciertos patrones de comportamiento, estamos fortaleciendo ciertos patrones de actividad cerebral, esto hace posibles saltos en el desarrollo intelectual y emocional durante la adolescencia (Lenroot y Giedd, 2006).

Por otra parte, los comportamientos típicos que vemos durante la adolescencia, como pensar en otras personas y tomar decisiones, se relacionan con ciertos patrones de actividad cerebral entre regiones funcionalmente conectadas en el cerebro. No todos los adolescentes tienen la misma organización cerebral, y no todos se involucran en los comportamientos típicos, la forma en que los individuos difieren en sus patrones de actividad cerebral puede relacionarse con diferencias en el comportamiento. La comprensión de estas diferencias puede ayudar a los adultos a decidir cuándo intervenir. El alejamiento de una niña de 15 años de los gustos de sus padres en cuanto a ropa, música o política puede ser una fuente de consternación para mamá y papá, pero no indica una conducta desadaptada o un riesgo en la salud mental.

La propensión de los adolescentes de 16 años a andar en patineta sin casco o a aceptar desafíos arriesgados de amigos no es trivial, pero es más probable que sea una manifestación de pensamiento a corto plazo y presión de grupo que un deseo de lastimarse. Sin embargo, otras acciones exploratorias y agresivas pueden ser señales de alerta, saber más sobre el cerebro adolescente nos ayudará a todos a aprender a separar el comportamiento inusual que es apropiado para la edad del que podría indicar una enfermedad. Tal conciencia podría ayudar a la sociedad a reducir las tasas de adicción adolescente, enfermedades de transmisión sexual, accidentes automovilísticos, embarazos no deseados, deserción escolar, etc.

LA ESPECIALIZACIÓN DEL CEREBRO ADOLESCENTE

La corteza prefrontal es la parte del cerebro que actúa como centro de control de las funciones ejecutivas, como la planificación, el establecimiento de metas, la toma de decisiones, la flexibilidad mental y la resolución de problemas; este lóbulo cerebral sufre cambios significativos durante la adolescencia. Entre los 12 y los 25 años se produce un período de neuroplasticidad extraordinaria. Esta capacidad de cambiar la estructura y función del cerebro, permite a los adolescentes volverse funcionalmente más inteligentes y apropiarse de su aprendizaje. El cerebro adolescente madura al tener sus diferentes componentes cada vez más interconectados y al volverse más especializado (Stirrups, 2018). Con las técnicas de neuroimagen, se ha observado que, el aumento de la conectividad entre las regiones del cerebro se indica como mayores volúmenes de materia blanca. El componente “blanco” de la sustancia blanca proviene de una sustancia grasa llamada mielina,

que envuelve y aísla el axón que es una prolongación que se extiende desde el cuerpo de la neurona y que está en contacto con células nerviosas, por la cual viajan los impulsos nerviosos (Spear, 2013). La mielinización (formación de esta capa de grasa) tiene lugar desde la niñez hasta la edad adulta y acelera significativamente la conducción de los impulsos nerviosos entre las neuronas. Aunque la mielinización comienza temprano en la vida y continúa hasta la edad adulta, su producción aumenta notablemente durante la adolescencia lo que acelera el flujo de información a través de regiones distantes y magnifica su impacto. Los axones mielinizados transmiten señales hasta 100 veces más rápido que los no mielinizados (Markham y Greenough, 2004).

La mielinización también acelera el procesamiento de información del cerebro al ayudar a que los axones se recuperen rápidamente después de dispararse para que estén listos para enviar otro mensaje. Un tiempo de recuperación más rápido permite un aumento de hasta 30 veces en la frecuencia con la que una neurona determinada puede transmitir información. Investigaciones recientes están revelando otro papel más matizado para la mielina. Las neuronas integran información de otras neuronas, pero solo se activan para transmitirla si la entrada supera un determinado umbral eléctrico. Si la neurona dispara, esa acción inicia una serie de cambios moleculares que fortalecen las sinapsis entre esa neurona y las neuronas de entrada.

¿CÓMO SE PUEDEN UTILIZAR LOS ENTORNOS EDUCATIVOS EN EL APRENDIZAJE DE ADOLESCENTES?

Optimizar el ambiente de aprendizaje escolar es una de las formas más efectivas de apoyar a los adolescentes. Estos tienen una mayor capacidad para comprender temas complejos en comparación con los niños más pequeños, comprender lo que sucede en sus propios cerebros puede ayudar a los adolescentes a influir en su propio desarrollo. Una manera de hacerlo es mediante la integración de temas de desarrollo en el mapa curricular de los estudiantes; temas como las funciones ejecutivas, la toma de decisiones, la resolución de conflictos, la planificación educativa, las conductas de riesgo, la adicción a las drogas, entre otros. Debido a que el cerebro puede moldearse tan fácilmente durante la adolescencia, es importante que los maestros y los padres nutran el cerebro en desarrollo (Crocetti, Erentai y Žukauskien, 2014).

HACER APRENDIZAJES COLABORATIVOS Y DIVERSOS

Los docentes pueden utilizar la motivación para socializar de los adolescentes fomentando las discusiones grupales y la participación de estos en las actividades educativas. Involucrar a los alumnos sobre actividades en el aula, puede fomentar que se sientan más interesados e involucrados en sus entornos de aprendizaje. Promover la inclusión de diferentes grados los ayuda a aprender nuevas habilidades sociales

y de comunicación, además de ver los proyectos desde diferentes perspectivas. De manera tradicional, las mesas y las sillas en salón de clases se encuentran distribuidas en largas filas rectas, lo que puede ocasionar que los estudiantes se sientan socialmente aislados, ya que sólo pueden ver a los compañeros de clase desde atrás o de lado.

Este tipo de disposición de los escritorios y las sillas se puede cambiar para acoger la colaboración y el aprendizaje. Una de las disposiciones que funcionan para mejorar el entorno del aula es experimentar con nuevos arreglos como son los círculos pequeños. Además de respetar la motivación social inherente a la adolescencia, la reorganización del mobiliario del salón de clases puede ayudar con la ansiedad social, porque podría ser más fácil acercarse y hablar con otros estudiantes del grupo (Mills y Anandakumar, 2020).

FOMENTAR LA INDEPENDENCIA Y EL CAMBIO

Los maestros pueden fomentar la independencia en el aula al permitir que los estudiantes lideren el camino, esto podría incluir que los estudiantes presenten una parte del plan de estudios o las pautas para un proyecto, al promover que los estudiantes exploren lo que les interesa se impulsará el aprendizaje. Cuando los estudiantes pueden crear sus propias pautas y superar las dificultades a través del trabajo duro y la colaboración, estarán más preparados para asumir nuevos desafíos y prosperar en situaciones difíciles. Debido a la neuroplasticidad que experimentan naturalmente, los adolescentes tienen más poder para mejorar que los adultos, y los docentes deben aprovechar cada oportunidad para hacerles saber que tienen este potencial. Los estudiantes que no han tenido un buen desempeño académico pueden ser motivados por los docentes a que se vean a sí mismos de manera diferente, anticipando el éxito en lugar del fracaso, algunos ejemplos incluyen: psicoeducar a los estudiantes sobre el desarrollo y la plasticidad de su cerebro, lo anterior les ayudará a restablecer sus expectativas y brindarles un contexto útil sobre lo que están aprendiendo y por qué, además de alentar a los estudiantes a explorar lo que su cerebro puede hacer los llevará a tomar riesgos saludables y ser creativos con sus hábitos de aprendizaje.

LOS RIESGOS A VECES SON NECESARIOS

Los cerebros de los adolescentes son propensos a comportamientos de riesgo, ya que tienen una mayor tolerancia a los resultados ambiguos. El adolescente no es que no se encuentre consciente de los riesgos a los que se enfrente, pero siempre priorizará la recompensa. Es por ello que tomar riesgos saludables es crucial para adquirir empoderamiento, resiliencia, tolerancia a la frustración y generar estrategias de afrontamiento adaptativas (Tymula, Belmaker, Roy, Ruderman, Manson, Glimcher y Levy, 2012). Algunas actividades que estimulan la conducta de toma de riesgo saludables incluyen animar a los estudiantes a asumir riesgos educativos, como dar presentaciones públicas o explorar diferentes

caminos para obtener la respuesta correcta, probar diferentes estrategias de estudio. Al escribir, por ejemplo, los estudiantes crean primero y luego editan. En matemáticas, los estudiantes intentan resolver problemas ya sea que sientan que están listos para hacerlo o no, luego revisan esos problemas para ver si podrían haber hecho algo diferente.

PROMOVER LA INTERACCIÓN SOCIAL CON LA COMUNIDAD

Después de la pandemia por COVID-19, los adolescentes del mundo vieron interrumpidos y vulnerados sus entornos sociales y educativos, pues la educación virtual abrió otras formas de interacción entre los estudiantes, por lo que el ambiente típico del salón de clases puede ser demasiado artificial, estructurado e incluso aburrido. Resulta pertinente alentar a los estudiantes a colaborar con el mundo fuera del aula. Las visitas y excursiones a entornos sociales más apegados a la realidad de la comunidad pueden ayudar a los estudiantes a aplicar las cosas que han aprendido en clase al mundo real. Esto complementa la mayor sensibilidad al propio mundo social que ocurre durante la adolescencia. Comprender que el cerebro adolescente es único y cambia rápidamente puede ayudar a los padres, los docentes, la sociedad y a los propios adolescentes a gestionar mejor los riesgos y aprovechar las oportunidades de la adolescencia. Saber que las funciones ejecutivas prefrontales todavía están en construcción, puede ayudar a los padres a no reaccionar de forma exagerada cuando los hijos presentan conductas impulsivas y, a estructurar la idea de que hay esperanza de un mejor juicio en el futuro. Para los propios adolescentes, los nuevos conocimientos de la neurociencia adolescente deberían alentarlos a desafiar su cerebro con el tipo de habilidades en las que quieren sobresalir por el resto de sus vidas.

REFERENCIAS

- Crocetti, E., Erentait, R., y Žukauskien, R. (2014). Identity Styles, Positive Youth Development, and Civic Engagement in Adolescence. *Journal of Youth and Adolescence*, 43(11), 1818–1828. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10964-014-0100-4>
- Giedd, J. N. (2015). The Amazing Teen Brain. *Scientific American*, 312(6), 32–37. DOI: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0615-32>
- Lenroot, R. K., y Giedd, J. N. (2006). Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(6), 718–729. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2006.06.001>
- Markham, J. L., y Greenough, W. T. (2004). Experience-driven brain plasticity: beyond the synapse. *Neuron Glia Biology*, 1(4), 351–363. DOI: <https://doi.org/10.1017/s1740925x05000219>
- Mills, K. L., y Anandakumar, J. (2020). The Adolescent Brain Is Literally Awesome. *Frontiers for Young Minds*. DOI: <https://doi.org/10.3389/frym.2020.00075>

- Mills, K. L., Goddings, A., Herting, M. M., Meuwese, R., Blakemore, S., Crone, E. A., Dahl, R. E., Gürolu, B., Raznahan, A., Sowell, E. R., y Tamnes, C. K. (2016). Structural brain development between childhood and adulthood: *Convergence across four longitudinal samples*. *NeuroImage*, 141, 273–281. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.07.044>
- Spear, L. P. (2013). Adolescent Neurodevelopment. *Journal of Adolescent Health*, 52(2), S7–S13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2012.05.006>
- Stirrup, R. (2018). The storm and stress in the adolescent brain. *Lancet Neurology*, 17(5), 404. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(18\)30112-1](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(18)30112-1)
- Tymula, A., Belmaker, L. a. R., Roy, A. K., Ruderman, L., Manson, K. F., Glimcher, P. W., y Levy, I. (2012). Adolescents' risk-taking behavior is driven by tolerance to ambiguity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(42), 17135–17140. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1207144109>
- Walsh, C. T. (2013). Peter Huttenlocher (1931–2013). *Nature*, 502(7470), 172. DOI: <https://doi.org/10.1038/502172a>