



El cerebro adolescente, claves para entenderlo mejor

Dra. Lorena Llobenes

La adolescencia es una etapa de la vida en la que ocurren grandes transformaciones, es un período de oportunidades para conectar profundamente con los pares, aprender acerca de la toma de decisiones y de la regulación de las emociones. Se trata de un momento para descubrir intereses, pasiones y explorar valores que luego van a impactar en la vida adulta. Este período amplio, comprendido entre la aparición de la pubertad, que marca el final de la infancia, y el inicio de la edad adulta (independencia económica, vida en pareja y paternidad/maternidad), se extiende entre los 10 y 24 años (Susan Sawyer y otros, 2018).

Durante la adolescencia se producen grandes cambios en la maduración y en la organización del cerebro, lo que da sustento a los cambios cognitivos, emocionales y conductuales que suceden en este momento de la vida. El proceso de maduración está influenciado por la genética y por múltiples factores ambientales y sus interacciones.

Conocer estos cambios desde la mirada de la neurociencia puede aportar nuevos conocimientos al educador, con el propósito de proveerle de suficiente fundamento para innovar y transformar su práctica pedagógica, y así mejorar las propuestas y experiencias de aprendizaje en el aula.

10 claves del cerebro adolescente

Nos focalizaremos en los rasgos generales de la maduración cerebral en este período, teniendo en cuenta que existen diferencias individuales en el desarrollo y que no todos los adolescentes presentan las conductas típicas de esta etapa.

1. Período de remodelación de la estructura cerebral

El tejido cerebral está compuesto por una capa superficial, llamada *sustancia gris*, donde se encuentran los cuerpos de las neuronas, y por una capa más profunda, la sustancia blanca, compuesta por axones, que se desprenden del cuerpo de la neurona y son los responsables de conectar las diferentes áreas cerebrales. Los estudios por imágenes, como la resonancia magnética nuclear, nos muestran que en esta etapa se observan dos fenómenos importantes: por un lado, se produce una disminución de la sustancia gris, a través de un proceso denominado la **poda neuronal**, por el cual se eliminan las neuronas que no son frecuentemente utilizadas; por el otro, ocurre el fenómeno de la **mielinización**, por el cual los axones se rodean de mielina (capa de grasa), que hace que la transmisión de la información sea más rápida. Ambos procesos, la poda neuronal y la mielinización, son dependientes del contexto y de las experiencias y tienen como finalidad modelar el cerebro para que sea eficiente en el contexto en el que se encuentra.

Cabe destacar que estos cambios ocurren predominantemente en la corteza prefrontal del cerebro, un área que está a cargo de las funciones ejecutivas: la toma de decisiones, la organización y planificación de la información, la estrategia, la regulación de las emociones y de

los impulsos, y la teoría de la mente o toma de perspectiva. Todas estas funciones son las que maduran en esta etapa.

También sabemos por estudios por imágenes que las áreas de procesamiento de las emociones y las recompensas ya están maduras en esta etapa de la vida.

Podemos concluir entonces que en este período tenemos, por un lado, la corteza prefrontal, que está en pleno desarrollo (poda neuronal y mielinización) y, por el otro, ya están desarrolladas las áreas subcorticales encargadas de procesar las emociones y las recompensas. Esta relación particular que se da en la adolescencia entre la corteza prefrontal, encargada de regular las emociones e impulsos, ya en desarrollo, y los centros subcorticales límbicos (procesamiento emocional y de recompensas) son los que pueden afectar las conductas de autorregulación, control de impulsos y toma de decisiones.

2. Gran capacidad para innovar

El pensamiento concreto, junto con el desarrollo del pensamiento abstracto, dan paso a la capacidad de considerar varios puntos de vista y el desarrollo de la habilidad de pensar acerca del proceso de pensamiento. Esto permite resolver problemas en formas nuevas y creativas, cuestionar el *statu quo* y ver el mundo desde nuevas perspectivas.

3. Curiosidad por lo novedoso

En esta etapa, hay un aumento de la actividad de los sistemas de recompensa del cerebro que utilizan dopamina. Esto promueve el impulso de búsqueda de gratificación y placer, que se caracteriza por un énfasis de los objetivos a corto plazo, aunque muchas veces sin considerar implicancias a largo plazo. Esto se manifiesta como una mayor vulnerabilidad a presentar conductas impulsivas a veces riesgosas y a las adicciones (la mayor liberación de dopamina luego del consumo favorece la aparición del ciclo adictivo). Es interesante aclarar que estas conductas se incrementan en compañía de pares y disminuyen cuando están solos o en compañía de un adulto significativo.

4. Tendencia a emociones intensas

Áreas de procesamiento emocional, como el sistema límbico, se encuentran hiperactivas, o con menor control inhibitorio de la corteza cerebral, que se está remodelando. Esto puede manifestarse como ciertas emociones que surgen rápida e intensamente. Aprender a notar la emoción, poder nombrarla y gestionarla, constituye una gran ventaja durante esta etapa.

5. Interés por vincularse con sus pares

Es un período de gran sensibilidad social. La relación con los pares suele jugar un papel crucial en cómo se siente un adolescente y en las decisiones que toma.

Los adolescentes buscan conectar y generar sentimientos de pertenencia con sus pares. En esta etapa, emerge una identidad social que se caracteriza por la construcción de nuevas formas de interacción, como las amistades íntimas y las relaciones amorosas. La influencia que ejerce el grupo de pares se observa en la forma de vestir, en los gestos corporales, el lenguaje, las actitudes y las elecciones. Es importante destacar que los adolescentes son muy sensibles al rechazo o aceptación de sus pares, por lo que pueden sufrir altos niveles de ansiedad.

6. Desarrollo de la identidad y propósito

Durante la adolescencia se busca formar un sentido más profundo de quiénes somos, qué valoramos y quiénes queremos ser. Se trata de un período de alta sensibilidad a la retroalimentación social, en el que se evalúa lo que significa ser miembro de un grupo o cultura en particular. Un desarrollo saludable en este sentido implica tanto crear una valoración positiva de uno mismo y de pertenencia basado tanto en los valores y aspiraciones, como también en promover experiencias que cultiven el autoconocimiento y exploren intereses, propósitos y valores en esta etapa.

El sentido de propósito está asociado al bienestar emocional, buen desempeño académico y resiliencia. Es un período importante para hacer contribuciones a otros y la comunidad. La experiencia de marcar una diferencia positiva respalda el sentido y propósito de llevar una vida significativa. Poder reflexionar sobre esas contribuciones y ser reconocidos por ello también son fundamentales para un desarrollo saludable.

7. Vulnerabilidad al estrés y a presentar enfermedades mentales

Los cambios cerebrales que se producen durante este período incrementan la vulnerabilidad al estrés, lo que pone a algunos adolescentes en riesgo de desarrollar enfermedades mentales. El 75% de las enfermedades mentales aparece por primera vez antes de los 24 años (Powers y Casey, 2015; Blakemore, 2019) y la principal enfermedad mental en este grupo es la depresión.

8. Cambios en los hábitos de sueño

Durante esta etapa, hay cambios en la liberación de melatonina (hormona que induce al sueño), lo que ocasiona un retraso en el ciclo sueño-vigilia. Esto explica por qué muchos adolescentes se duermen tarde y les cuesta levantarse a la mañana. Respetar las horas de sueño es muy importante. En ese sentido, la falta de sueño está relacionada con mayores niveles de ansiedad, depresión, reactividad emocional, impulsividad, bajo rendimiento académico y otros problemas de salud, como la obesidad, la diabetes y un mayor riesgo cardiovascular.

En algunos países (Estados Unidos, España, y Uruguay, entre otros) se están desarrollando políticas públicas, como retrasar tres horas (de las 7 u 8 a. m. hasta las 10 a. m.) el inicio de las clases durante la escuela secundaria con la finalidad de disminuir los problemas de aprendizaje y salud de los adolescentes.

9. Ejercicio y alimentación consciente

El impacto del ejercicio es beneficioso en el desarrollo cerebral, produce mejoras cognitivas y en habilidades académicas. El ejercicio ayuda también a disminuir los síntomas de ansiedad y de depresión, además de tener un importante rol en la sociabilización (respeto, normas, responsabilidad, compañerismo).

10. Adultos que brinden contextos seguros, confiables y amorosos

Los adolescentes se benefician mucho de la relación con los adultos. El adolescente no debe sentirse completamente solo para ganar independencia.

Los cuidadores siguen siendo la mayor influencia sobre las actitudes y conductas de los adolescentes, estando atentos a lo que hacemos, pensamos y decimos.

Según Dan Siegel (2015), el resultado del desarrollo próspero de una persona depende más de qué tan aceptada se sienta por sus cuidadores que del temperamento que presenta. Los adolescentes que se sienten aceptados, validados y amados por sus cuidadores son los que prosperan. Al cultivar la presencia como adultos, resonamos con lo que pasa en el mundo interno del otro y, de esta forma, esta persona se siente vista, reconocida y segura. Así cultivamos la esencia de las relaciones saludables para nuestra vida.

El rol del educador

No puedes detener la cascada pero puedes aprender a dirigir su curso y a potenciar su poder.

Dan Siegel (2015)

Es muy importante que quienes acompañen a los adolescentes tengan conocimiento sobre el desarrollo del cerebro en esta etapa de la vida.

El cerebro adolescente no es un cerebro inmaduro, sino que las cualidades que presenta, como la de tomar riesgos, buscar recompensas, sensaciones nuevas y su gran sensibilidad para conectar con sus pares, tienen razones evolutivas que promueven el coraje necesario para la salida del individuo del nido, lejos de sus padres, para así desarrollar su independencia y autonomía como adultos.

Los educadores tienen un gran impacto en el desarrollo cerebral. Este período representa una ventana de oportunidad en el que las experiencias pueden generar cambios concretos en las conexiones cerebrales. Asimismo, existen otros factores de gran influencia en el desarrollo cerebral, como la genética, la familia y los medios de comunicación.

Teniendo en cuenta las características descritas anteriormente, acercamos algunas sugerencias desarrolladas por Thomas Armstrong (2016), director del Instituto Americano para el Aprendizaje y Desarrollo Humano. Buscamos favorecer aquellas experiencias que motiven e impacten favorablemente en la remodelación del cerebro, teniendo en cuenta las características evolutivas de esta edad.

Armstrong propone 8 pautas específicas para tener presentes en la educación adolescente:

1. **Oportunidades para poder elegir.** Ejercitar la toma de decisiones y la autonomía con la posibilidad de equivocarse y aprender de los errores, ya que esto favorece el desarrollo de la corteza prefrontal.
2. **Cultivar la autoconciencia.** Lleva a cabo prácticas que promuevan el autoconocimiento, como DMR (detenerse, mirar y responder), diario personal, entre otras.
3. **Aprendizaje colaborativo.** Fomentar interacciones entre pares y con la comunidad.
4. **Aprendizaje afectivo.** Apelar a las emociones para fomentar el aprendizaje es una buena estrategia, ya que en esta etapa el procesamiento emocional está muy activo y el sistema de control cognitivo está en desarrollo. Es necesario explorar temas controversiales, trabajar la identificación y regulación de las emociones, así como practicar la validación y la escucha atenta.
5. **Trabajar la conciencia corporal.**
6. **Ejercitar la metacognición.** A través de prácticas de reflexión y autorregulación, creación de mapas mentales para explorar el proceso de aprendizaje.
7. **Artes expresivas.** Usar la escritura, música, baile, teatro, el arte o distintas formas de expresión.

8. Experiencias de vida real. Favorecer salidas a la comunidad y proyectos comunitarios, intercambios con otras culturas y lugares.

Conclusiones

En los últimos diez años la neurociencia ha cambiado nuestro entendimiento sobre los cambios estructurales y funcionales que ocurren en la adolescencia.

Se trata de un periodo de la vida particularmente sensible para el aprendizaje social y emocional del individuo, en el que el contexto y la aceptación influyen fuertemente en el modelado cerebral y el comportamiento.

El diseño de intervenciones que fomenten estos aprendizajes van a favorecer el bienestar y bien común de las próximas generaciones.

Acerca de las funciones ejecutivas

Representan un grupo de habilidades mentales necesarias para alcanzar una meta determinada.

Estas funciones son indispensables en el día a día de todos los individuos, pues permiten la toma de decisiones, la elaboración de planes, la adaptación a los cambios en el entorno, la solución de problemas, el autocontrol y la regulación.

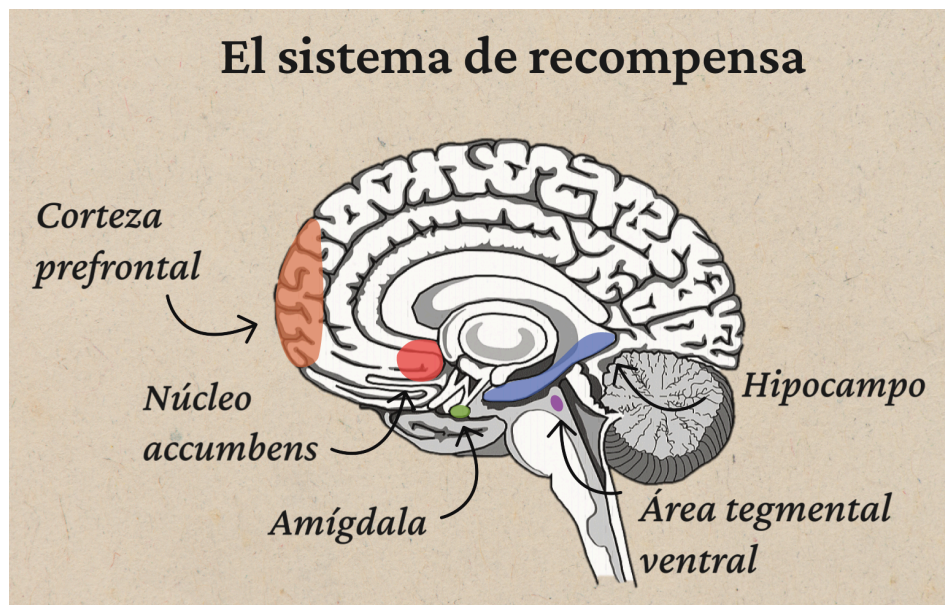
Las 5 funciones ejecutivas:

1. **Habilidad de planificación y organización:** capacidad de generar objetivos, desarrollar planes de acción para conseguirlos y elegir el más adecuado sobre la base de la anticipación de consecuencias.
2. **Control inhibitorio:** capacidad de ignorar los impulsos o la información irrelevante tanto interna como externa cuando estamos realizando una tarea.
3. **Memoria de trabajo:** capacidad de almacenamiento temporal de información y su procesamiento. Se trata de un espacio en el que la información específica está disponible para su manipulación y transformación durante un período particular de tiempo.
4. **Flexibilidad cognitiva:** habilidad que nos permite realizar cambios en algo que ya estaba previamente planeado, y así nos adaptamos a las circunstancias de nuestro entorno.
5. **Toma de decisiones:** capacidad de escoger una opción entre varias que pueden presentarse a la vez.

Estas funciones organizan, guían y regulan el comportamiento necesario para poder adaptarse al entorno en forma asertiva.

Esta serie de habilidades son las que más se desarrollan en el período de la adolescencia.

Acerca del sistema de recompensa



El sistema de recompensa está compuesto por diversas áreas y estructuras, entre las cuales se destacan fundamentalmente el área tegmental ventral (VTA, por sus siglas en inglés) y el núcleo accumbens. El neurotransmisor fundamental que actúa en este sistema es la dopamina.

El sistema de recompensa del cerebro es el encargado de mediar la sensación de placer en el organismo y tiene una función adaptativa, ya que genera placer en el individuo cuando este realiza actividades relacionadas con la supervivencia, como comer alimentos o mantener relaciones sexuales; aunque también actúa frente a otras acciones gratificantes, como jugar a videojuegos, ir de compras o hacer deporte.

El objetivo del sistema de recompensa es conseguir que el individuo quiera repetir una serie de comportamientos para asegurar la supervivencia. Gracias a la sensación placentera que sentimos al realizar acciones, buscamos repetirlas y así conseguimos asegurar la supervivencia.

El sistema de recompensa también influye sobre la memoria y el aprendizaje, ya que el individuo recuerda y repite las acciones que le generan placer, y evita aquellas que le producen una sensación desagradable.

Bibliografía

- Armstrong, T. (2016). *The Power of the Adolescent Brain: Strategies for Teaching Middle and High School Students*. ASCD.
- Blakemore, S.-J. y Robbins, T. W. (2012). Decision-making in the adolescent brain. *Nature Neuroscience*, 12(11), 441-6.
- Mills, K. y Anandakumar, J. (2020). The Adolescent Brain Is Literally Awesome. *Front. Young Minds*. 8:75. doi: 10.3389/frym.2020.00075
- Sawyer, S. M., Azzopardi, P. S., Wickramaratne, D., Patton, G. C. (2018). The age of adolescence. *The Lancet. Child & Adolescent Health*, 2(3), 223-228. doi: 10.1016/S2352-4642(18)30022-1
- Stevenson, C. E., Kleibeuker, S. W., De Dreu, C. K. W. y Crone, E. A. (2014). Training creative cognition: adolescence as a flexible period for improving creativity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 827. doi: 10.3389/fnhum.2014.0082
- Siegel, D. J. (2015). *Brainstorm*. Tarcher/Putnam.
- Valenzuela I. (2016). ¿Cómo funciona el sistema de recompensa del cerebro? *Vix*.
- Zanolie, K., Ma, I., Bos, M. G. N., Schreuders, E., Vandenbroucke, A. R. E., Van Hoorn, J., Van Duijvenvoorde, A. C. K., Wierenga, L., Crone, E. A., Güroğlu, B. (2022). Understanding the Dynamics of the Developing Adolescent Brain Through Team Science. *Frontiers in Human Neuroscience*, 22(16), 827. doi: 10.3389/fnhum.2022.827097

Glosario

- **Corteza prefrontal.** Parte del lóbulo frontal involucrada en la toma de decisiones, control cognitivo y regulación emocional de los impulsos. Se desarrolla durante la adolescencia.
- **Sustancia gris y sustancia blanca.** Dentro del sistema nervioso central, hay dos zonas bien diferenciadas por su color: la sustancia gris y la sustancia blanca. En la sustancia gris, predominan los cuerpos neuronales y las dendritas, mientras que, en la sustancia blanca, predominan los axones de las neuronas, es decir, las prolongaciones que nacen del cuerpo de la neurona y que están cubiertas por mielina, de color blanco.
- **Sistema Límbico.** Está compuesto por estructuras del cerebro involucradas en el procesamiento de la experiencia social y emocional y a la determinación de recompensas o castigos.
- **Dopamina.** Neurotransmisor que juega un papel en el sistema de recompensa y búsqueda de placer.
- **Pensamiento abstracto.** Capacidad que consiste en analizar elementos intangibles, que no están físicamente presentes, y construir hipótesis. Se apoya en la imaginación, la creatividad y los pensamientos divergentes, así como en la búsqueda de perspectivas no convencionales.