

El cerebro adolescente: época de cambio y transformación

D. Bueno i Torrens. Director de la Cátedra de Neuroeducación UB-EDU1st. Profesor e investigador de la Sección de Genética Biomédica, Evolutiva y del Desarrollo. Facultad de Biología, Universitat de Barcelona.

Adolescere 2023; XI (2): 78-83

Resumen

La adolescencia es una etapa crucial de la vida, un espacio de cambio y de transformación en el que se ponen los cimientos y se empieza a construir lo que será la juventud y la edad adulta. Biológicamente, el sentido adaptativo de la adolescencia es dejar atrás los comportamientos infantiles, en los que se depende de todo y para todo de los adultos, para llegar a ser un adulto más, en igualdad de derechos y responsabilidades, conservando algunas características cruciales como la curiosidad. Se producen cambios morfológicos y fisiológicos que afectan profundamente al cerebro. Progresivamente van madurando las capacidades cognitivas y se modifican los patrones de comportamiento, a menudo de forma asincrónica. Se reestructuran muchas redes neuronales, siguiendo programas biológicos y genéticos, pero también, de forma muy importante, en interacción dinámica con el ambiente. Se establecen multitud de conexiones neuronales nuevas que permiten almacenar los aprendizajes y experiencias propios de la edad y que construyen los nuevos patrones de conducta, a la vez que también se produce un proceso de eliminación controlada de otras conexiones neuronales, básicamente las que mantenían los comportamientos infantiles, un proceso que se conoce con el nombre de poda neural. Todos estos procesos, sin embargo, no se producen de forma aislada, sino que se sustentan en las experiencias vividas durante la infancia y la preadolescencia. En este trabajo desgranaremos algunos de los puntos clave del desarrollo cerebral y mental de los adolescentes, y discutiremos la importancia de mantenerles estimulados, de apoyarles emocionalmente sin sobreprotegerles, de darles buenos ejemplos y de ayudarles a que se mantengan alejados del estrés crónico.

Palabras clave: *Neuroeducación; Adolescencia; Cerebro; Funciones ejecutivas; Emociones.*

Abstract

Adolescence is a crucial stage of life, a space of change and transformation in which the foundations are laid and the construction of what will become youth and adulthood begins. Biologically, the adaptive sense of adolescence is to leave behind infantile behaviors, in which one depends on adults for everything, in order to become another adult, with equal rights and responsibilities, preserving some crucial characteristics such as curiosity. Morphological and physiological changes occur that profoundly affect the brain. Cognitive abilities progressively mature and behavioral patterns change, often asynchronously. Many neural networks are restructured, following biological and genetic programs, but also, very importantly, in dynamic interaction with the environment. A multitude of new neural connections are established that allow the storage of learning and experiences typical of age and that build new behavioral patterns. At the same time, a process of controlled elimination of other neural connections is also produced, basically those that maintained infantile behaviors, a process known as neural pruning. All these processes, however, do not occur in isolation, but are supported by the experiences lived during childhood and pre-adolescence. In this article we will unravel some of the key points of brain and mental development in adolescents, and discuss the importance of keeping them stimulated, of supporting them emotionally without overprotecting them, of giving them good examples and of helping them to stay away from chronic stress.

Key words: *Neuroeducation; Adolescence; Brain; Executive functions; Emotions.*

Introducción

El cerebro es un órgano que se encuentra en un proceso de formación y reestructuración constantes, lo que conlleva la progresiva maduración de las funciones mentales y de las capacidades cognitivas. Estos cambios no son lineales, sino que en determinados períodos vitales los programas biológicos y genéticos intrínsecos del cerebro priorizan el establecimiento de determinadas conexiones neuronales, lo que condiciona —pero no determina— los patrones de conducta en las etapas posteriores de la vida. Por eso, para hablar del cerebro de los adolescentes y de los cambios que experimenta, es necesario empezar por la infancia. E incluso antes, por el desarrollo fetal.

Del nacimiento a la preadolescencia: la construcción del andamio principal

La interacción del cerebro con el ambiente empieza antes del nacimiento, lo que condiciona, pero no determina, el desarrollo posterior de este órgano y, por extensión, de la persona. Varios trabajos han demostrado que, en las últimas cuatro a seis semanas de desarrollo fetal, el cerebro realiza los primeros aprendizajes, que quedan plasmados en conexiones neurales. Por ejemplo, se ha visto que los niños nacidos de madres que sufrieron niveles moderados o altos de estrés psicosocial durante la segunda mitad de gestación presentan una reducción en el volumen de materia gris del cerebro y un déficit en el control de las funciones ejecutivas, que incluye alteraciones en la conectividad de la corteza prefrontal y de las amígdalas. La corteza prefrontal incluye las redes neuronales que permiten reflexionar, planificar, decidir en base a los razonamientos que se han hecho y gestionar las emociones. La amígdala, a su vez, es la zona que genera las emociones, siendo de funcionamiento muy automatizado. También se ha visto que los bebés que nacen de madres que durante este período de gestación se sintieron protegidas, pero no sobreprotegidas, valoradas por su entorno y apoyadas emocionalmente presentan una mayor densidad de conexiones neuronales en la zona de la corteza prefrontal que permite gestionar los estados emocionales.

Entre el nacimiento y los 3 años, el cerebro favorece el establecimiento de conexiones neuronales que absorben información del entorno, con un especial énfasis en lo referente al entorno socioemocional. Esto permite que los patrones de conducta de los niños se adapten al entorno en el que viven, un proceso vinculado directamente a la supervivencia biológica. Dicho de otra forma, el entorno actúa sobre la estructura física del cerebro a través del establecimiento de conexiones neuronales, que condicionan los patrones de conducta posteriores. Por ejemplo, se ha descrito que el estrés familiar y social influye en la conectividad de diversas áreas de la corteza cerebral prefrontal relacionadas con la gestión emocional, lo que induce comportamientos más impulsivos y un incremento de la probabilidad de sufrir depresión en etapas posteriores de la vida. También disminuye la curiosidad y la creatividad, especialmente a partir de la adolescencia.

Entre los 4 y los 11 años destaca el desarrollo de lo que en contextos educativos se denominan competencias básicas (lectoescritura, lógicomatemática, la memoria per se, etcétera), que derivan de los tres parámetros clave en educación: convivir, hacer y saber (por este orden, aunque la mayor parte de currículums educativos las citan en orden inverso). En este sentido destaca especialmente la maduración de la denominada Teoría de la Mente. Es la facultad mental que hace posible que tengamos en cuenta los estados mentales de otras personas sin suponer que sus ideas o pensamientos son como los de uno mismo, y viceversa. También implica distinguir entre una acción y el objetivo al que está orientada esta acción, aunque este objetivo no se haya revelado de forma explícita. En esta función mental participan diversas áreas del cerebro, como la corteza prefrontal y otras zonas implicadas en la empatía. Es también la época del desarrollo de las capacidades lógico-matemáticas, de lectoescritura, de potenciar la memoria por sí misma y, también, de dar valor al esfuerzo.

El esfuerzo merece un punto específico, dado que es una capacidad crucial para seguir avanzando en la vida. Se ha visto que, cuando una persona percibe que el esfuerzo que debe realizar para conseguir un hito es asequible y además anticipa que el proceso le será satisfactorio (o recompensante), se activan mecanismos cerebrales vinculados a la motivación y el optimismo, que lo favorecen. Es importante, por tanto, que se valore por sí mismo el esfuerzo que hacen los niños,

El cerebro es un órgano que se encuentra en un proceso de formación y reestructuración constantes, lo que conlleva la progresiva maduración de las funciones mentales y de las capacidades cognitivas

La interacción del cerebro con el ambiente empieza antes del nacimiento, lo que condiciona, pero no determina, el desarrollo posterior de este órgano y, por extensión, de la persona

Conferencia de clausura

El cerebro adolescente: época de cambio y transformación

más allá de la consecución de los objetivos que se hayan marcado o que los hayamos marcado, para que aprendan a descubrir el valor y la importancia gratificante de este proceso cognitivo que permite desplegar los recursos necesarios para vencer las dificultades y ser resilientes ante las adversidades.

De manera similar, se ha visto que lo que se viene en denominar una crianza o parentalidad positiva, en comparación con una negativa, favorece el empoderamiento al llegar la adolescencia, e incrementa la confianza en los recursos propios, la curiosidad, la creatividad, la motivación y el optimismo. La crianza negativa se caracteriza por poca o nula calidez afectiva, incluso por el rechazo y la hostilidad, y por la reprobación en negativo de las actitudes a reconducir en los niños. Por ejemplo, "qué desastre", "nunca haces nada bien", "cuántas veces te tengo que decir que...". La crianza negativa favorece un incremento de la probabilidad de sufrir tristeza y depresión durante la adolescencia y la juventud, y de iniciarse en el consumo de sustancias tóxicas. La crianza positiva, en cambio, es todo lo contrario: apoyo emocional no sobreprotector y reconducción positiva, propositiva y proactiva de las actitudes que haya que enmendar. Por ejemplo, "esto lo podemos hacer mejor", o "lo podemos realizar de otro modo". Fíjese el lector que en este último caso se usa la primera persona del plural (al niño o preadolescente no se le deja solo, sino que se le sigue apoyando emocionalmente), de forma propositiva y proactiva ("hacer"), y en positivo ("mejor").

La adolescencia es una época crucial de cambio, transformación y maduración en el que se ponen los cimientos y se empieza a construir lo que será la juventud y la edad adulta

Con todo esto se construye el andamiaje básico sobre el que se levantará la adolescencia. Sabiendo que todo se puede reconducir, que cualquier actitud que sea desadaptativa, en el sentido de potencialmente lesiva psicológica o físicamente para sí mismo o para su entorno puede ser reconducida, porque el cerebro sigue siendo extremadamente plástico y maleable. Pero este andamiaje contribuye a preconfigurar el cambio hacia la juventud y la edad adulta, y siempre resulta más eficiente continuar construyendo desde un edificio sólido que desde uno que, por así decir, se tambalea.

La adolescencia

La adolescencia es, como se ha dicho, una época crucial de cambio, transformación y maduración en el que se ponen los cimientos y se empieza a construir lo que será la juventud y la edad adulta. Hay varios elementos para tener en cuenta durante esta etapa de la vida. Uno de los más evidentes es el retraso del ciclo circadiano, que marca los estados de sueño y de víspera. Es un ciclo biológico que dura aproximadamente 24 horas. Se genera de forma automática gracias a determinados procesos genéticos, neuronales y fisiológicos. Este sistema permite que las funciones corporales empiecen a activarse un poco antes del despertar y durante el crepúsculo facilita la relajación que precede a un buen sueño. Durante la adolescencia, debido a la maduración de la glándula pineal y de otras zonas del cerebro implicadas en el control del ritmo circadiano, este ciclo se altera. La somnolencia nocturna se inicia algo más tarde, entre una hora y media y dos horas más tarde en promedio, y por la mañana el cuerpo y el cerebro también comienzan a activarse más tardíamente que durante la infancia y edad adulta. El retraso del ritmo circadiano, combinado con los horarios que deben seguir de forma habitual, especialmente durante las épocas de formación académica, comporta en algunos adolescentes una falta significativa de descanso, que se ha visto que disminuye el rendimiento cognitivo e incrementa el estrés (a continuación hablaremos de las consecuencias del estrés).

También se producen cambios en tres zonas clave del cerebro, que permiten entender muchos comportamientos que muestran (Figura 1). Por un lado, la amígdala, que es el núcleo neuronal que genera las emociones, se vuelve hiperreactiva. Esto implica que responden más rápidamente y con mayor intensidad de forma emocional ante cualquier situación. Esto tiene una explicación biológica. Los adolescentes deben enfrentarse por primera vez a situaciones de adulto sin tener el bagaje de experiencias que los adultos hemos acumulado con el tiempo. Esto implica que, ante una situación nueva, a menudo no saben si puede ser una amenaza, una oportunidad, etcétera, y necesitan reaccionar con rapidez, como simple mecanismo de autoprotección. Ésta es, precisamente, la función del sistema emocional, generar respuestas rápidas ante situaciones que se perciben como urgentes.

La amígdala, que es el núcleo neuronal que genera las emociones, se vuelve hiperreactiva

De forma paralela, la corteza prefrontal se reorganiza profundamente. Adquiere muchas conexiones nuevas y elimina otras que tenía. Esto hace que pierda temporalmente eficiencia de funcionamiento. La función de la corteza prefrontal es permitir y gestionar la reflexión, la planificación, la toma de decisiones basadas en los razonamientos realizados y la gestión de los estados emocionales, entre otros procesos cognitivos. No es que los adolescentes no puedan realizar ninguna de estas funciones cognitivas. Por supuesto que pueden, pero les cuesta más esfuerzo y más tiempo. Emociones hiperreactivas y mayor dificultad para gestionarlas y para reflexionar sobre las consecuencias de sus actos.

La corteza prefrontal se reorganiza profundamente. Esto hace que pierda temporalmente eficiencia de funcionamiento

Además, se ha visto que el estrés, especialmente cuando es crónico y de intensidad moderada o aguda, dificulta aún más el funcionamiento de la corteza prefrontal, con todo lo que ello implica. Y, por si fuera poco, el nivel de estrés de los adolescentes suele ser algo superior que en los niños, los preadolescentes y los adultos. Por eso es importante que, cuando queramos que los adolescentes tomen decisiones razonadas, reflexionen, planifiquen y se hagan cargo de sus propias emociones, rebajemos su nivel de estrés, o, al menos, no utilicemos estrategias que contribuyan a incrementar todavía más su nivel de estrés. Esto no quiere decir que no les podamos amonestar si creemos que demos reconducir alguna actitud, por no "estresarlos". Por supuesto que, si es necesario, debemos hacerlo. Pero siempre buscando el momento de menos estrés, haciéndolo de forma positiva, propositiva y proactiva, y sin dejar de apoyarles emocionalmente. Transmitiéndoles confianza en el proceso.

El estrés, especialmente cuando es crónico y de intensidad moderada o aguda, dificulta aún más el funcionamiento de la corteza prefrontal, con todo lo que ello implica

Los adolescentes también buscan de forma instintiva romper los límites establecidos (personales, familiares y sociales), como forma de cuestionar todo lo aprendido durante la infancia y de reubicarse entre sus iguales para adentrarse en el mundo de los adultos. Este hecho se debe a la maduración de otra zona del cerebro, el estriado. Es el encargado de generar sensaciones de recompensa y de anticipar recompensas futuras por las acciones que se emprenden ahora, por lo que está íntimamente relacionado con la motivación y el optimismo, y al hecho de buscar novedades que puedan ser recompensantes. Este hecho les impulsa a probar nuevas experiencias y sensaciones, a romper con los límites establecidos y a valorar muy intensamente los refuerzos que les llegan de su entorno, tanto de los adultos como de sus iguales (especialmente de sus iguales), y con independencia de que sean positivos o negativos. Esta búsqueda de nuevas sensaciones que generen sensaciones placenteras y recompensantes tampoco encuentra un contrapeso adecuado en la capacidad de controlar los impulsos durante esta etapa vital, por la pérdida de eficiencia de funcionamiento de la corteza prefrontal y la hiperreactividad emocional.

Los adolescentes también buscan de forma instintiva romper los límites establecidos (personales, familiares y sociales), como forma de cuestionar todo lo aprendido durante la infancia y de reubicarse entre sus iguales para adentrarse en el mundo de los adultos

En conjunto, la hiperreactividad emocional, combinada con la búsqueda de nuevas sensaciones recompensantes y con una baja capacidad de control ejecutivo de los impulsos y de la conducta en general, genera las contradicciones y altibajos típicos de la adolescencia. Estas contradicciones y altibajos son inevitables, y lo que es importante desde una perspectiva formativa no es que no se produzcan, sino que poco a poco se vayan reconduciendo hacia comportamientos más adultos. El principal problema surge cuando un adolescente o un grupo de adolescentes perciben como recompensantes actitudes que les pueden terminar resultando lesivas para sí mismos o para la sociedad, como puede ser el caso de iniciarse en el consumo de sustancias tóxicas.

Por último, hay que enfatizar que el estrés, cuando se cronifica, se convierte en el principal escollo para la correcta maduración del cerebro adolescente, dado que acentúa la impulsividad emocional y dificulta el establecimiento de patrones de razonamiento reflexivos que les lleven hacia una buena capacidad de planificación, incluida la planificación de retos y esfuerzos que les resulten satisfactorios para seguir progresando. En este sentido, otra implicación importante de la adolescencia desde la perspectiva biológica es la posibilidad de mantener, e incluso incrementar, la capacidad de sentir curiosidad por el entorno, que en definitivas cuentas es lo que impulsa hacia nuevos aprendizajes conscientes. Me explico mejor. Todos los mamíferos, durante la etapa infantil (cuando son crías), sienten curiosidad por el entorno, lo que les impulsa a explorarlo para aprender como es el ambiente donde viven y adaptarse a él. Sin embargo, carecen de adolescencia, y en cuanto cruzan el umbral madurativo hacia la juventud y la edad adulta pierden esta curiosidad. Y, con ella, la capacidad de realizar nuevos aprendizajes que les sean significativos.

Conferencia de clausura

El cerebro adolescente: época de cambio y transformación

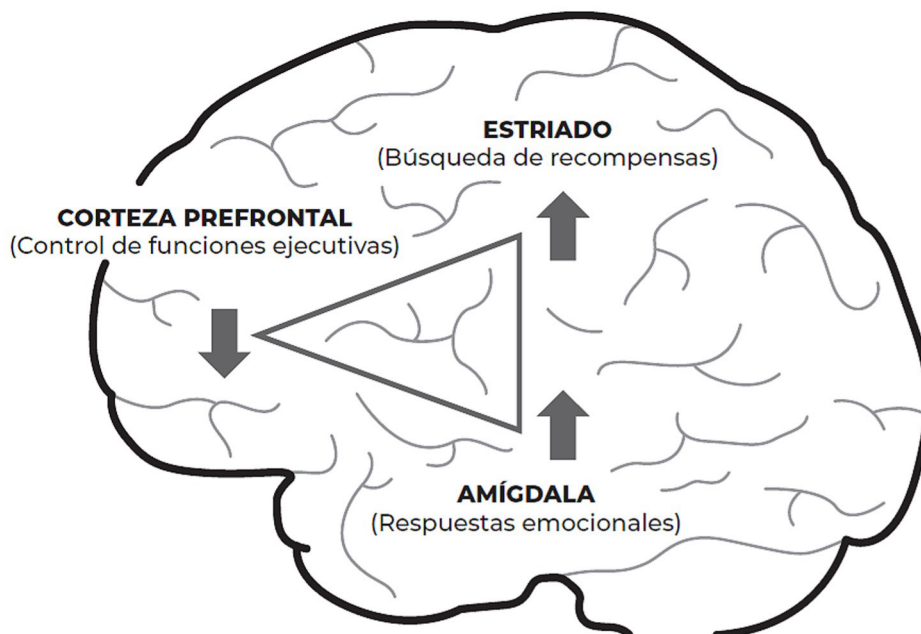
Otra de las funciones biológicas de la adolescencia es construir el cerebro adulto, como en cualquier otro mamífero en cuanto termina la infancia, pero conservando la curiosidad y la capacidad creativa, como aspectos adaptativos vinculados a la supervivencia a través de la capacidad, y del deseo, de realizar nuevos aprendizajes

En el caso de la especie humana, disponemos de una adolescencia razonablemente larga. Ya hemos hablado de su función biológica y de las consecuencias que tiene para la construcción de la juventud y la edad adulta, considerando que el cerebro es plástico y que va fijando en sus conexiones neuronales los patrones de actividad. Así, otra de las funciones biológicas de la adolescencia es construir el cerebro adulto, como en cualquier otro mamífero en cuanto termina la infancia, pero conservando la curiosidad y la capacidad creativa, como aspectos adaptativos vinculados a la supervivencia a través de la capacidad, y del deseo, de realizar nuevos aprendizajes. Cabe destacar que esta curiosidad puede ser mutilada durante la adolescencia, si no se les permite continuar explorando el entorno, o bien potenciada, si se les estimula y se les guía hacia esta exploración para que sea eficiente. Lo que terminará redundando en patrones de conectividad neuronal que seguirán usando durante la juventud y la edad adulta.

Los adolescentes están bajo presión dada la etapa de cambio que están viviendo, pero es necesario estar muy atentos a no incrementar aún más esta presión, dado que es una de las principales fuentes de estrés. Por este motivo, es necesario que se sientan apoyados emocionalmente, pero no sobreprotegidos (deben aprender a generar sus propios retos y a solucionar los que se les plantean, desde la confianza con el entorno), que vean ejemplos adecuados de conducta en su entorno de adultos (progenitores, docentes, compañeros y sociedad en general), y que les ayudemos a tener las vivencias necesarias que les mantengan estimulados.

Tablas y figuras

Figura 1. El triángulo de la adolescencia



Es necesario que se sientan apoyados emocionalmente, pero no sobreprotegidos (deben aprender a generar sus propios retos y a solucionar los que se les plantean, desde la confianza con el entorno), que vean ejemplos adecuados de conducta en su entorno de adultos (progenitores, docentes, compañeros y sociedad en general), y que les ayudemos a tener las vivencias necesarias que les mantengan estimulados

El esquema muestra los principales elementos que caracterizan los cambios del cerebro adolescente. Las flechas ascendentes indican sobreactivación o hiperreactividad, y la flecha descendente señala disminución relativa de la actividad.

Fuente: Bueno, D. (2022).

Bibliografía

- Bueno, D. (2016) *Cerebroflexia. El arte de construir el cerebro*. Barcelona: Plataforma Editorial.
- Bueno, D. (2017) *Neurociencia para educadores*. Barcelona: Octaedro.
- Bueno, D. (2019) *Epigenoma*. Barcelona: Plataforma Editorial.
- Bueno, D. (2019) *Neurociencia aplicada a la educación*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Bueno, D. (2022) *El cerebro del adolescente*. Barcelona: Grijalbo.
- Bueno, D., Tricas, M. (2023) *Emociones a raudales*. Barcelona: Octaedro.
- Redolar, D. (Ed). (2023). *Neurociencia cognitiva, 2a Ed*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Redolar, D. (Ed). *Psicobiología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Stasen Berger, K. (2016) *Psicología del desarrollo: infancia y adolescencia*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

PREGUNTAS TIPO TEST

- 1. La región o las regiones del cerebro que experimentan más reorganizaciones y cambios durante la maduración del cerebro en la adolescencia son:**
 - a) La amígdala.
 - b) La amígdala y el estriado.
 - c) La amígdala, el estriado y la corteza prefrontal.
 - d) El estriado y la corteza prefrontal.
 - e) La corteza prefrontal.
- 2. Los cambios cerebrales asociados a la adolescencia sirven para:**
 - a) Solo dejar atrás la infancia.
 - b) Solo alcanzar la juventud y posteriormente la edad adulta.
 - c) Solo dejar atrás la infancia y alcanzar la juventud y posteriormente la edad adulta.
 - d) Solo mantener la curiosidad vinculada a la posibilidad de realizar nuevos aprendizajes.
 - e) Dejar atrás la infancia y alcanzar la juventud y posteriormente la edad adulta al mismo tiempo que se mantiene la curiosidad vinculada a la posibilidad de realizar nuevos aprendizajes.
- 3. El estrés, especialmente cuando es crónico y además moderado o agudo, se convierte un hándicap durante la adolescencia porque:**
 - a) Hace que los adolescentes se comporten como si tuviesen TDAH.
 - b) Disminuye la eficiencia de funcionamiento de la corteza prefrontal, lo que implica mayores dificultades de reflexividad, planificación y gestión emocional.
 - c) Hace que bajen las calificaciones escolares.
 - d) Incrementa su deseo de romper límites.
 - e) Incrementa las molestias que generan a sus progenitores y docentes.

Respuestas en la página 86